

NORMA CENS – EPM

TOMO I

CONTENIDO

CAPITULO 1……GENERALIDAES *01*

CAPITULO 2…..PARAMETRO DE DISEÑO *51*

CAPITULO 3…..REDES MEDIA Y BAJA TENSION *120*

CAPITULO 4…..SUBESTACIONES *161*

CAPITULO 5…..ACOMETIDAS ELECTRICAS *214*

CAPITULO 6….SIST. DE MEDICION DE ENERGIA *241*

CAPITULO 7….CAJAS, ARMARIOS Y CELDAS *289*

CAPITULO 8…..INSTALACIONES INTERNAS *320*

CAPITULO 9…..ALUMBRADO PÚBLICO *361*

CAPITULO 10….UTILIZ. DE POSTES Y DUCTOR P/SIST. DE COMUNICACIÓN *385*

CAPITULO 11….ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO *404*

CAPITULO 12…ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO *464.*



CAPÍTULO 1
GENERALIDADES

CENS

CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1.		3
1	ENERALIDADES.	3
1.1.	OBJETIVO.	4
1.2.	USO Y APLICACIÓN DE LA NORMA.	5
1.3.	REVISION Y ACTUALIZACION DE LA NORMA	5
1.3.1.	Procedimiento de actualización de la norma.	7
1.4.	IDENTIFICACION DE LA NORMA	7
1.5.	DEFINICIÓN DE TERMINOS.	8
1.6.	ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS	39
1.7.	SISTEMA DE UNIDADES	41
1.8.	SIMBOLOGÍA GENERAL.	44
1.9.	CONVENCIONES.	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de la Norma. 7
Tabla 2. Principales organismos de normalización 39
Tabla 3. Abreviaturas, acrónimos y siglas 40
Tabla 4. Sistema de unidades. 41
Tabla 5. Simbología general. 44
Tabla 6. Convenciones para diseño de redes de distribución 49

CAPÍTULO 1.

1. GENERALIDADES.

1.1. OBJETIVO.

CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P. como Operador de Red, es responsable de la planeación de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento del Sistema de Distribución Local, por tal razón, dentro del Plan de Expansión debe considerar todas aquellas inversiones en infraestructura eléctrica que tengan el carácter de Uso General, que permitan atender las solicitudes de servicio de energía efectuadas por terceros y que sean viables en el contexto de su plan financiero.

Las Normas para el Diseño y Construcción de Sistemas de Distribución de CENS S.A. ESP establecen criterios unificados para que se cumplan las condiciones de calidad en el diseño y construcción de sistemas eléctricos, contribuyendo a la disminución de accidentes que se puedan presentar en el proceso de utilización de la energía eléctrica.

El objeto fundamental de estas normas es el establecimiento de medidas que garanticen la seguridad de las personas, la preservación de la vida animal y vegetal y del medio ambiente, y la calidad y continuidad del servicio; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas normas se desarrollaron para garantizar la prestación del servicio mediante el aprovechamiento de la infraestructura instalada, ampliación de la calidad y cobertura y empleo de nuevas tecnologías.

Para toda instalación eléctrica será obligatorio que las actividades de diseño, dirección, construcción, supervisión, recepción, operación, mantenimiento e inspección sean realizadas por personal calificado con matricula profesional vigente que los autorice para ejercer dicha actividad.

Estas normas se aplican al Sistema de Distribución de CENS S.A. E.S.P.

Los temas no contemplados en esta norma se regirán por lo especificado en las Normas Nacionales y/o Internacionales, así como las resoluciones emitidas por la CREG y el RETIE, según lo determine CENS S.A. E.S.P.

Un sistema típico de distribución consta de:

- Subestaciones de distribución.

- 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 superiores a 5 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, espacios públicos o terrenos de particulares.

- Ramales de acometida que entregan la energía al equipo de entrada de servicio del usuario.

1.2. USO Y APLICACIÓN DE LA NORMA.

La aplicación de esta norma será obligatoria en la zona de influencia de CENS S.A. E.S.P. y comprende los siguientes sucursales:

- CÚCUTA
- AGUACHICA (CESAR)
- OCAÑA
- PAMPLONA
- TIBÚ

Se aplicará a toda instalación eléctrica nueva, a toda ampliación de una instalación eléctrica y a toda remodelación de una instalación eléctrica, que se realice en los procesos de Transformación, Distribución y uso final de la energía eléctrica.

La norma deberá ser cumplida por Ingenieros Electricistas y Electromecánicos, Tecnólogos electricistas, Técnicos electricistas, Revisores de Instalaciones y Técnicos instaladores de equipos de medición que intervengan en el diseño, construcción, remodelación o ampliación del sistema de distribución de CENS S.A. ESP. Todos con matricula profesional y autorizados por CENS S.A. E.S.P.

La norma también aplica para otros comercializadores en la zona de influencia, en proyectos nuevos, reformas y mantenimiento de instalaciones existentes y en el montaje de nuevos equipos.

Todas las redes que se diseñen y construyan deberán cumplir con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), normas Medio Ambientales y los parámetros de diseño establecidos en el Capitulo 2**.**

Los materiales y equipos suministrados por particulares o firmas contratistas para ser instalados en el sistema de CENS. S.A. E.S.P., deben ser nuevos y cumplir con las Normas ICONTEC o internacionales y con las especificaciones técnicas exigidas por CENS. S.A. E.S.P. y poseer las certificaciones de producto RETIE si les aplica.

1.3. REVISION Y ACTUALIZACION DE LA NORMA

1.3.1. Procedimiento de actualización de la norma.

La revisión y actualización se realizará según las nuevas necesidades y exigencias CENS S.A. E.S.P. a fin de dar cumplimiento de la normatividad vigente.

El proceso de revisión y actualización de la norma se realizará a través del

Comité de Normas de CENS S.A. E.S.P. quien tendrá la responsabilidad de evaluar los temas que generen actualizaciones.

Para formalizar las decisiones que en el Comité se tomen se llevarán registros de lo expuesto mediante actas según formato establecido por CENS S.A. E.S.P.

Los temas a tratar dentro del Comité seguirán el siguiente orden:

- Revisión de acta de última sesión.
- Evaluación de propuestas por nuevas tecnologías o equipos y sistemas constructivos.
- Evaluación de propuestas por nuevas necesidades.
- Presentación de resultados del estudio de las propuestas.
- Convocatoria a nuevas sesiones si el tema propuesto lo amerita

De igual forma cuando la modificación a las Normas se refiera a nuevas necesidades, esta deberá estar compañada de la justificación correspondiente y los antecedentes que ameriten ser objeto de estudio para la modificación. Para este caso los proponentes también deberán adjuntar la siguiente Información:

- Evaluación de costos correspondientes a adquisición, instalación, operación y mantenimiento.
- La referencia del capítulo de la Norma relacionada con la modificación o con la inclusión
- propuesta.
- Justificación.

Una vez las modificaciones a la Norma sean aprobadas, se dispondrá de los medios para su publicación, y hacer efectivo su cumplimiento. Para esto CENS S.A. E.S.P. mantendrá el inventario de las modificaciones que el Comité apruebe, en donde se pueda consultar fechas de aprobación, descripciones, resúmenes y estado de evolución de las solicitudes.

Las versiones de la Norma, anteriores a cualquier modificación deberán por lo menos ser archivadas en medio óptico, con la finalidad de servir como antecedentes de desarrollo y evolución.

Los volúmenes de estas Normas deben ser adquiridos en el CENS S.A. E.S.P., quien es el único ente autorizado para la distribución de este documento.

1.4. IDENTIFICACION DE LA NORMA

Con el objetivo de dar una trazabilidad a la Norma y las diferentes estructuras que están relacionadas en los capítulos correspondientes, se establece la siguiente codificación:

IDENTIFICACION	CODIGOS	DESCRIPCION
NORMA - CAPITULOS	CNS-NT-01	**CNS:** CENS S.A. ESP
		NT: Norma Técnica
		01: CAPITULO 1
ESTRUCTURAS	CNS-03-101-02	**CNS:** CENS S.A. ESP
		03: Capítulo de la Norma
		101: Número de la Estructura
		02: Nivel de tensión

Tabla 1. Identificación de la Norma.

Nota: En los casos que para la estructura no se especifique el nivel de tensión este último código se omite.

1.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS.

ACCIDENTE: Evento no deseado, incluidos los descuidos y fallas de los equipos, que da como 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.

ACOMETIDA FRAUDULENTA: Cualquier derivación de la red local, o de otra acometida, efectuada sin autorización del prestador del servicio. Siempre la energía de una acometida fraudulenta no es registrada por el medidor.

ACOMETIDA PRIMARIA: Es la que se deriva de la red de Distribución de Media Tensión a 13.2 kV, 13.8 kV ó 34.5 kV.

ACOMETIDA SECUNDARIA: Es la que se deriva de la Red de Distribución de baja tensión o desde los bornes secundarios de un transformador de Distribución.

ACOMETIDA SUBTERRÁNEA: Conjunto de ductos subterráneos, cajas de inspección, conductores, accesorios y canalizaciones que conectan un cliente a un transformador o red de distribución.

ACOPLADOR DE CABLES: Dispositivo hembra-macho en el cual se conecta el extremo de un cable de suministro con un equipo u otro cable.

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

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

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

AISLANTE: Material que impide la propagación de algún fenómeno o agente físico. Material de baja conductibilidad 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.

ALAMBRADO: Montaje, distribución y conexión de conductores de modo que por ellos pueda trasmitirse energía eléctrica desde una fuente hasta una carga dada.

ALIMENTADOR: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado y el último dispositivo de sobrecorriente del circuito ramal.

ALTO RIESGO: Entiéndase como ALTO RIESGO aquel cuya frecuencia esperada de ocurrencia y gravedad de sus efectos pueden comprometer fisiológicamente el cuerpo humano, produciendo efectos como quemaduras, impactos, paro cardiaco, fibrilación; u otros efectos físicos que afecten el entorno de la instalación eléctrica, como contaminación, incendio o explosión. La condición de alto riesgo se puede presentar por:

- Deficiencias en la instalación eléctrica.
- Practica indebida de la electricidad.

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

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.

APROBADO: Aceptable para la actividad con jurisdicción para tomar decisiones en el servicio de energía eléctrica.

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.

AREA DE mm2: Designación IEC de los conductores por su sección transversal expresada en mm2. Están normalizados desde el 0.5 hasta 2000 mm2.

ARMARIO PARA MEDIDORES: Módulo autosoportado provisto de puerta, de protección general, barraje, cubículo para medidores y breakers de protección y/o corte en el que se pueden instalar cinco ó más medidores.

ARTEFACTO O APARATO ELECTRICO: Equipo de utilización generalmente diseñado en tamaños normalizados para instalarse como una unidad para cumplir una o más funciones mediante la transformación de la energía eléctrica.

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

AWG: ***(American Wire Gauge).*** Galga americana, normalizada para la designación de conductores hasta calibre 4/0.

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

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 as través de un gas.

BLOQUEADOR PARA SUSPENSIÓN: Es un elemento mecánico diseñado para bloquear la acción del interruptor general de una acometida con el fin de efectuar la suspensión del servicio, evitando tener que desconectar el cable.

BÓVEDA: Estructura sólida resistente al fuego ubicada sobre o bajo 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 del personal y entrada de cables.

BURDEM: Es la capacidad de cargas de los transformadores de corriente, de tensión, y los divisores de tensión capacitivos, sin que se supere el error dado por la clase de precisión del equipo.

BWG: ***(British Wire Gauge).*** Galga británica, normalizada para designar el calibre de las láminas.

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

CABLE MULTICONDUCTOR: Es un cable conformado por conductores aislados unos de otros, de colores diferentes y con una chaqueta protectora común, que los cubre.

CABLE MÚLTIPLEX, TRENZADO O ENTORCHADO: Son cables compuestos de varios conductores aislados, independientes, colocados helicoidalmente. Cuando se usa para redes aéreas exteriores, generalmente utiliza un mensajero que puede ser un conductor de aluminio tipo ACSR, que sirve además como conductor de neutro.

CABLE TRENZADO: Son cables compuestos de varios conductores aislados en XLPE, colocados helicoidalmente para redes de MT y BT. En redes aéreas de BT exteriores, generalmente se utilizan tres conductores de fase en aluminio (ASC) y un mensajero que puede ser un conductor de aluminio tipo ACSR o aleación de aluminio (AAAC), que sirve además como conductor de neutro.

CAJA DE INSPECCIÓN: Caja para unir tramos de canalización, usada en el tendido y derivación de los conductores de las redes e instalaciones subterráneas.

CAJA PARA MEDIDORES: Gabinete provisto de una tapa o puerta, diseñado para empotrarse y/o sobreponerse en la pared, donde se instalan hasta cuatro medidores.

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, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

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

CANALIZACION: Adecuación del terreno donde se instalan los ductos para las redes subterráneas.

CAPACIDAD DE CARGA: Corriente que puede soportar un conductor o aparato de maniobra sin sufrir sobrecarga
térmica o dinámica.

CAPACIDAD INSTALADA: Capacidad nominal de los transformadores o componentes de una instalación, medida en kilivoltamperios (kVA)

CAPACIDAD O POTENCIA INSTALABLE: Se considera como capacidad instalable, la capacidad en kVA que puede soportar la acometida a tensión

nominal de la red, sin que se eleve la temperatura por encima de 60º C en cualquier punto o la carga máxima que soporta la protección de sobrecorriente de la acometida, cuando exista.

CAPACIDAD DE CORRIENTE: Capacidad de los conductores eléctricos para transportar corriente, expresada en amperios.

CAPACIDAD DE INTERRUPCION NOMINAL: La máxima corriente a tensión nominal que tiene previsto interrumpir en condiciones especificadas de ensayo, un dispositivo de protección contra sobrecorriente.

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

CAPACETE: Boquilla que se enrosca a un tubo en la parte superior, permitiendo el paso de conductores, e impidiendo el ingreso de agua.

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

CARGA INSTALADA: Es la suma de las capacidades nominales de todos los equipos que consumen energía eléctrica y que se encuentran conectados a la instalación de un inmueble.

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

CARGABILIDAD TÉRMICA: Es la carga que produce la temperatura máxima permisible en un equipo o componente del sistema.

CARGA O CAPACIDAD CONTRATADA: Es la determinada en el contrato vigente de prestación del servicio.

CARGA O CAPACIDAD INSTALADA: Es la carga instalada o capacidad

nominal que puede soportar el componente limitante de una instalación o sistema eléctrico.

CARGA CONTINUA: Carga cuya corriente máxima se prevé que se mantiene durante tres horas o más.

CELDA DE MEDIDA: Módulo autosoportado provisto de puerta, de protección general, barraje, cubículo para transformadores de corriente y/o potencial, para medidores y breakers de protección y/o corte.

CENS S.A. E.S.P.: Para todo el desarrollo de la norma y anexos el significado es Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P. Es la empresa Comercializadora y Distribuidora de Energía.

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

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN: Conjunto de elementos que sirven para la distribución de energía mediante la transformación de tensión.

CERCA ELECTRICA: Barrera para propósito 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, proceso o servicio cumple un reglamento técnico o una(s) normas(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.

CIRCUITO PRINCIPAL: Es el que normalmente está en capacidad de alimentar la totalidad de la carga contratada.

CIRCUITO DE SUPLENCIA: Es el circuito que alimenta total o parcialmente una carga, cuando el circuito principal se encuentra fuera de servicio. Tiene por objeto optimizar la continuidad y la confiabilidad en el suministro del servicio.

CIRCUITO RAMAL: En el sistema de instalaciones interiores, es una parte que se extiende más allá del último dispositivo de protección de sobrecorriente situado en el tablero de distribución del usuario.

CLASE DE PRECISIÓN: Características metrológicas del grupo de instrumentos y transformadores de medida que satisfacen requisitos metrológicos destinados a mantener los errores y variaciones permitidas, dentro de los límites especificados para las condiciones de empleo nominales.

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.

CÓDIGO DE REDES: Conjunto de reglas , normas, estándares y procedimientos técnicos expedidos por la CREG a los cuales deben someterse las empresas de servicios públicos del sector eléctrico y otras personas que usan el Sistema de Transmisión Nacional, de acuerdo a lo establecido en la ley 143 de 1994.

COMERCIALIZADOR: Persona cuya actividad principal es la comercialización de energía eléctrica.

COMERCIALIZADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Actividad consistente en la compra y venta de energía en el mercado mayorista y su venta con destino a

otras operaciones en dicho mercado o a los usuarios finales.

CONDICIONES NORMALES DE SERVICIO: Condiciones de utilización del servicio de energía bajo las cuales no se exceden los límites establecidos para los equipos que se usan, ni se viola ninguna restricción.

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

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

CONDUCTOR: Es el nombre dado a aquellos materiales a través de los cuales se transporta la energía eléctrica.

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 AISLADO: Conductor que está dentro de un material de composición y espesor aceptado como medio aislante.

CONDUCTOR CON NEUTRO CONCÉNTRICO: Es un cable conformado por conductores de fase aislados rodeados concéntricamente por un conjunto de hilos de cobre desnudo, dispuestos en forma tubular y sobre él, una chaqueta protectora resistente a la intemperie.

CONDUCTOR DE FASE: Es aquel que presenta un diferencia de potencial con respecto al neutro. Que está energizado.

CONDUCTOR DESNUDO: Conductor que no tiene cubierta ni aislante eléctrico de ninguna especie.

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

CONDUCTOR MONOPOLAR: Es aquel que está formado por uno o varios alambres, es independiente de otros conductores, puede ser desnudo o aislado y se utiliza para conectar una sola fase o neutro.

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

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

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

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 medio ambiente.

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

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.

CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Este conductor, denominado en inglés *"GROUNDING ELECTRODE CONDUCTOR"*, es el que une al electrodo de puesta a tierra con el bloque de unión de neutros o barra en el equipo de acometida.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS: Esta expresión se usa para describir cualquiera de los caminos conductores que unen (o mantienen unidos) los encerramientos metálicos no portadores de corriente del equipo

eléctrico en un sistema eléctrico. Este término, cuyo equivalente inglés es *"EQUIPMENT GROUNDING CONDUCTOR",* incluye conductores desnudos o aislados, canalizaciones metálicas y las chaquetas metálicas del cable, cuando la norma NTC 2050 permite que tales canalizaciones sean usadas como puesta a tierra de equipos. Este conductor, llamado comúnmente "tierra", debe tener aislamiento verde, verde con rayas amarillas o estar señalizado con cintas de color verde.

CONDUCTORES DE ENTRADA DE ACOMETIDA: Son los conductores de la acometida entre los terminales de equipo de acometida y el punto de conexión con los conductores (aéreos o subterráneos) que se derivan de la red pública hacia el inmueble.

CONDUCTOR NEUTRO: conductor que sólo transporta corriente de desequilibrio de los conductores del circuito.

CONDUCTOR PUESTO A TIERRA: O también *"GROUNDED CONDUCTOR"*, por su equivalente inglés, es el conductor de un sistema eléctrico que está intencionalmente conectado a un electrodo de puesta a tierra *("GROUNDING ELECTRODE")* en la acometida de la propiedad, en el secundario del transformador o en la fuente generadora de potencia eléctrica. Éste es comúnmente el conductor neutro y debe tener aislamiento de color blanco.

CONTINUIDAD (Eléctrica): Condición de una instalación, equipo o material, que permite la circulación de la corriente eléctrica entre dos puntos.

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

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

CORRIENTE NOMINAL: Valor de la corriente para la cual esta diseñado un equipo eléctrico, para funcionar en condiciones normales de operación.

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

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

CORTE DEL SERVICIO: Pérdida del derecho del servicio de energía eléctrica o desconexión del mismo en caso de acometidas fraudulentas o por incumplimiento del contrato de condiciones uniformes.

CUENTA: Codificación o número que una empresa adopta como identificación de los predios a los cuales presta servicio de energía, según la ubicación geográfica.

DAÑO: Consecuencia material de un accidente.

DEMANDA: Es la carga promedio solicitada a la fuente de suministro en el punto de recepción durante un intervalo de tiempo. También se define como la cantidad de potencia requerida por un usuario o suscriptor en un período de tiempo dado, expresado en kilovatios (kW) o kilovoltioamperios (kVA).

DEMANDA MÁXIMA: Se considera como la mayor de las demandas ocurridas durante un período de tiempo determinado.

DESCARGA DISRUPTIVA: Falla de un aislamiento bajo un refuerzo 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 sobretensión, mediante la absorción de la mayor parte de la energía transitoria, minimizando la transmitida a los

equipos y derivando la otra parte hacia tierra. No es correcto llamarlos pararrayos.

DIELÉCTRICO: Ver aislante.

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

DISTRIBUIDOR LOCAL (DL): Persona que opera y transporta la energía eléctrica en un Sistema de Distribución Local o que ha constituido una empresa, cuyo objeto incluye el desarrollo de dichas actividades y la operará directamente o por interpuesta persona (operador).

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

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

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

ELECTRICIDAD: Es 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 d electricidad al usuario debe entenderse como un servicio de transporte de energía, con una componente técnica y otra comercial.

ELECTRICISTA: Persona experta en aplicaciones de la electricidad.

ELECTRICO: Aquello que tiene o funciona con electricidad.

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

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

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

ELECTROTECNIA: Estudio de las aplicaciones técnicas de la electricidad.

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

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 DE ACOMETIDA: El equipo necesario compuesto generalmente por un interruptor automático o suiche y fusibles y sus accesorios, colocados cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación a un edificio, otra estructura u otra área definida y que está destinado a servir de control principal y medio de desconexión del suministro.

EQUIPO DE CONTROL: Conjunto de dispositivos destinados a controlar o a limitar el consumo de energía y potencia eléctricas.

EQUIPO DE MEDIDA: En relación con un punto de conexión lo conforman todos los transformadores de medida, medidores, caja de borneras y cableado necesario para ese punto de conexión.

EQUIPOTENCIAR: 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 inpedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

ENERGÍA ACTIVA: Energía eléctrica capaz de transformarse en otras formas de energía (calor y trabajo).

ENERGÍA REACTIVA INDUCTIVA: Es la energía utilizada para magnetizar los transformadores, motores y otros aparatos que tienen bobinas. No se puede transformar en energía útil.

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

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

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

FACTOR DE DEMANDA: Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema y la carga conectada al mismo. Indica la simultaneidad en el uso de la carga total conectada por cada consumidor. Este factor es siempre menor que la unidad.

FACTOR DE DIVERSIDAD: Es la relación entre las sumas de las demandas máximas de los consumidores individuales a la demanda máxima simultánea de todo el grupo durante el período de tiempo particular.

FACTOR DE SEGURIDAD: Es la relación entre el esfuerzo máximo permisible y el esfuerzo de trabajo de un equipo o material.

FACTOR DEL MEDIDOR: Es el número que resulta de multiplicar las relaciones de transformaciones de los transformadores de corriente y potencial. Este número debe multiplicar las diferencias de lectura que registran los medidores para obtener el consumo real de un periodo determinado.

FACTOR DE POTENCIA: Relación entre la potencia activa y la potencia aparente, del mismo sistema eléctrico o parte de él.

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

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

FRONTERA COMERCIAL: Se define como frontera comercial entre el OR (Operador de Red) o el comercializador y el usuario, los puntos de conexión del equipo de medida, a partir del cual éste último se responsabiliza por los consumos y los riegos operativos inherentes a su red interna.

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

FUENTE DE RESPALDO: Uno o más grupos de electrógenos (motor, generador ó batería) 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.

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.

IGNICIÓN: Acción de originar una combustión.

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

INFLAMABLE: Material que se puede encender y quemar rápidamente.

INMUEBLE: Estructura fija, aislada de las demás y con límites determinados. Se usa en el contexto de este documento para designar una casa, local o edificio.

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.

INSTALADOR: Persona natural o jurídica que contrata con el usuario la realización de la instalación eléctrica interna.

INSTALACIÓN INTERNA: Conjunto de conductores y equipos que integran el sistema de consumo de energía eléctrica de un inmueble a partir del medidor. En edificios de propiedad horizontal o condominios, y en general, para unidades inmobiliarias cerradas, es aquel sistema de suministro de energía eléctrica al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

INTERRUPTOR: Aparato destinado a establecer la apertura o el cierre de un circuito.

INTERRUPTOR AUTOMATICO: Dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medio manual o automático, que abre el circuito automáticamente a una corriente dada, sin daño para el mismo cuando se le usa dentro de sus capacidades nominales.

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 corriente de fuga a tierra, cuya función es interrumpir la corriente hacia la carga cuando excede algún valor determinado por la soportabilidad de las personas.

INTERRUPTOR DE USO GENERAL: Dispositivo para abrir o 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.

INTERRUPTOR GENERAL (totalizador): Dispositivo de corte general automático que protege toda la instalación y que sirve de respaldo a los demás interruptores automáticos.

GABINETE: Un encerramiento diseñado para montaje de superficie o empotrado, provisto de un marco o pestaña en el cual hay o pueden colocarse puertas de bisagra y con el fin de montar en él equipo eléctrico.

HERMÉTICO: Elemento construido de tal forma que, dependiendo del grado de hermeticidad, no permita el paso de determinada sustancia como agua, líquido o polvo en condiciones de ensayo definidas.

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

LABORATORIO DE PRUEBAS 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.

LIMITE DE APROXIMACIÓN SEGURA: Es la distancia mínima desde un punto energizado del equipo, hasta lo cual el personal no calificado puede situarse sin riesgo por arco eléctrico.

LIMITE DE APROXIMACIÓN RESTRINGIDA: Es la distancia mínima hasta el

cual el personal calificado puede situarse sin llevar elementos de protección personal certificados contra riesgo por arco eléctrico.

LÍMITE DE APROXIMACIÓN TÉCNICA: Es la distancia mínima en la cual solo el personal calificado que lleva elementos de protección personal certificados contra arco eléctrico realiza trabajos en la zona de influencia directa de las partes energizadas de un equipo.

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 de comunicaciones.

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.

MARCADO (Aplicado a un equipo): Es aquel que por una marca puede reconocerse como adecuado para determinado propósito.

MEDIDOR DE ENERGÍA: Equipo compuesto de elementos electromecánicos o electrónicos que se utilizan para medir el consumo de energía, activa y/o reactiva y en algunos casos demanda máxima: la medida es realizada en función del tiempo y puede o no incluir dispositivos de transformación de datos.

MEDIDOR DE ENERGÍA CON CONEXIÓN DIRECTA: Es aquel cuya conexión se hace directamente a la acometida de baja tensión.

MEDIDOR DE ENERGÍA CON CONEXIÓN SEMIDIRECTA: Es aquel cuya conexión se hace en baja tensión por medio de transformadores de corriente.

MEDIDOR DE ENERGÍA CON CONEXIÓN INDIRECTA: Es aquel cuya conexión se hace en media tensión por medio de transformadores de corriente y potencial.

MEDIDOR DE RANGO EXTENDIDO: Es un medidor que, usando tecnología de estado sólido, permite medir cargas continuas mayores de 200 A, sin requerir el uso de transformadores de medida.

MEDIO DE DESCONEXIÓN: Dispositivo o grupo de dispositivos por los cuales los conductores de un circuito pueden desconectarse de su fuente de suministro.

MEDIO DE PUESTA A TIERRA: Cualquier elemento o sistema que brinde un camino a tierra permanente y continuo de baja impedancia, con suficiente capacidad para transportar por él la corriente de falla que circule. Por ejemplo, para la puesta a tierra de equipos, puede ser un conductor de material resistente a la corrosión o un sistema de canalización metálica.

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

NEUTRO: Conductor activo conectado intencionalmente a una puesta a tierra, bien sea solidamente o a través de una 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 representa 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 TÉCNICA: Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices y características para las actividades o sus resultados, encaminados al logro del grado óptimo de orden de 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 TECNICA COLOMBIANA (NTC): Norma técnica aprobada o adoptada como tal, por el organismo nacional de normalización.

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

NORMALIZADO: Material o equipo fabricado con las especificaciones de una norma aceptada.

NORMALIZAR: Establecer un orden en una actividad especifica.

OPERADOR DE RED DE STR's y/o SDL's (OR): 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 ó un Sistema de Distribución Local.

PARÁMETRO DEL CONDUCTOR: Es la razón entre la fuerza mecánica horizontal aplicada a un conductor a determinadas condiciones de diseño y su peso aparente por unidad de longitud.

PARCIAL: Es la instalación derivada desde un tablero general de acometidas hasta un armario o caja de medidores.
También se llama así a la conexión entre el armario o caja de medidores hasta el tablero de distribución del usuario.

PARARRAYOS: Elemento metálico resistente a la corrosión, cuya función es interceptar los rayos que podrían impactar directamente sobre la instalación a

proteger. Técnicamente se denomina Terminal de captación.

PARTES ACTIVAS – PARTES VIVAS: Cualquier elemento del sistema que tenga alguna diferencia de potencial a tierra y a neutro, diseñado para transportar energía eléctrica.

PATRÓN: Medida materializada, aparato 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.

PERSONA CALIFICADA: Persona natural que en virtud de certificados expedidos por entidades competentes, títulos académicos o experiencia, demuestre su formación profesional en electrotecnia y riesgos asociados a la electricidad, y además cuente con matrícula profesional vigente que lo acredite para el ejercicio de la profesión.

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

PLACA DE CARACTERÍSTICAS: La fijada sobre una máquina, medidor o aparato en el cual se especifican los valores nominales en el servicio normal (tipo, tensión, potencia, corriente, etc.)

PLANO: Representación a escala en una superficie.

POTENCIA ACTIVA: Potencia consumida por las bombillas incandescentes, aparatos, artefactos y motores que se encuentran el predio del usuario. Se mide en kilovatios (kW).

POTENCIA APARENTE: Potencia resultante de la suma geométrica de la potencia activa y la potencia reactiva, medida en kVA.

POTENCIA REACTIVA: Potencia absorbida por cargas reactivas que se

encuentran en las industrias, transformadores, redes o por motores, medida en Kva.

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

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

PROYECTO: Documento que contiene las especificaciones técnicas de diseño y el alcance de las obras eléctricas a realizar, con el fin de obtener la aprobación para el uso del servicio de energía eléctrica.

PUESTA A TIERRA: Grupo de elementos conectados 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 DE CONEXIÓN: Es el punto de conexión eléctrico en el cual el equipo de un usuario esta conectado a un Sistema de Transmisión Regional y/o Sistema de Transmisión Local para el propósito de transferir energía eléctrica entre las partes.

PUNTO DE MEDICIÓN DE ENERGÍA: Es el punto de conexión eléctrico de donde se toman las señales de tensión y corriente a través de transformadores de medida en forma directa.

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 STP que no están en contacto con el suelo o terreno y que conectan sistemas eléctricos, equipos o instalaciones como puesta a tierra.

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

RED DE USO GENERAL: Redes públicas que no forman parte de acometidas o de instalaciones internas.

RED PÚBLICA: Aquella que utiliza dos o más personas naturales o jurídicas independientemente de la propiedad de la red. También se define como el conjunto de líneas que llevan la energía desde una subestación a toda un área de consumo.

REDES DE DISTRIBUCIÓN: Conjunto de elementos utilizados para la transformación y el transporte de energía eléctrica hasta el punto de entrega al usuario.

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.

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

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.

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.

SALIDA (De energía): Punto en el sistema de alambrado desde la cual se toma corriente para alimentar el equipo utilizado.

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

SECCIONADOR BAJO CARGA: Aparato de maniobra que se puede accionar bajo la corriente de carga.

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

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

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

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.

SERVICIO MONOFÁSICO: Es aquel que se obtiene con una acometida de dos conductores conectados a una fase y el otro al neutro.

SERVICIO BIFÁSICO: Es aquella que se obtiene con una acometida de tres conductores conectados a dos fases y el otro al neutro.

SERVICIO TRIFÁSICO: Se obtienen con una acometida de tres o cuatro conductores. Para Baja tensión tres fases distintas y un neutro, para media tensión tres fases diferentes.

SIMBOLO: 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 DISTRIBUCIÓN LOCAL: Sistema de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes de distribución municipales o distritales; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV y que no pertenecen a un sistema de transmisión regional por estar dedicados al servicio de un sistema de distribución municipal, distrital o local.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT): Conjunto de electos conductores de un sistema eléctrico especifico, 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 RADIAL: En este sistema los alimentadores se llevan desde la fuente hasta la acometida del último usuario.

SOLIDAMENTE ATERRIZADO: Conectado a tierra de manera permanente a

través de una conexión de puesta a tierra, que tenga una impedancia suficientemente baja, para que la corriente de falla a tierra que pueda ocurrir no causen tensiones peligrosas para la integridad física de las persona y del equipo.

SOBRECARGA: funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad normal o de plena carga nominal, o de un conductor con exceso de corriente sobre su capacidad nominal, cuando tal funcionamiento, de persistir por suficiente tiempo, causa daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla a tierra no es una sobrecarga.

SOBRECORRIENTE: Cualquier valor de corriente sobre la corriente nominal de un equipo, o sobre la capacidad de corriente de un conductor.

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, destinados a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de la potencia.

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA: Punto en el cual existe un conjunto de elementos que sirven para la distribución de energía mediante la transformación de tensión.

SUSCRIPTOR: Persona natural o jurídica con la cual con la cual se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.

TABLERO: Un panel, o grupo de paneles individuales diseñados para construir un solo panel; incluye barras, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede tener o no, interruptores para controlar los circuitos de fuerza, iluminación o calefacción y está diseñado para instalarse dentro de una caja o gabinete, colocado, empotrado o adosado a la pared o tabique y debe ser accesible sólo por el frente.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DEL USUARIO: Panel diseñado para ser colocado en una caja metálica, accesible desde el frente y que contiene dispositivos de conexión y protección. Está generalmente conectado a una acometida o circuito principal; puede contener barrajes e interruptores automáticos. De allí se distribuyen los circuitos ramales.

TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS: Es el tablero que contiene equipos de protección y barrajes donde se recibe la acometida general y de la cual se derivan las acometidas parciales. Es un módulo metálico provisto de puerta, diseñado autosoportado o empotrado en la pared, donde se instalan los elementos de protección de acometidas.

TARIFA: Conjunto de precios especificados y aprobados por las autoridades competentes, para el cobro del servicio de energía prestado por la empresa.

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 (de un circuito): Es la diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hacen que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio También se define como el mayor valor eficaz de la diferencia de potencial entre dos conductores cualesquiera del circuito al que pertenecen.

TENSIÓN A TIERRA: Para circuitos puestos a tierra, la tensión entre un conductor dado y el conductor del circuito puesto a tierra o a la puesta a tierra; para circuitos no puestos a tierra, la mayor tensión entre un conductor dado y algún otro conductor del circuito.

TENSIÓN DE CONTACTO: La diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra a un punto de la superficie del terreno. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender el 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 NOMINAL:** Valor convencional de la tensión con la cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el cual ya ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de los sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

TENSIÓN NOMINAL DE SUMINISTRO: Valor nominal asignado al circuito o sistema para la denominación de su clase de tensión de modo que la tensión real varíe dentro de una banda sobre éste, que permita un funcionamiento satisfactorio del equipo.

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

TOMA (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.

TRANSFORMADOR SUMERGIBLE: Transformador construido para que opere satisfactoriamente cuando es sumergido en agua, bajo determinadas condiciones de presión y tiempo.

TRANSFORMADOR SUBTERRÁNEO: Transformador de distribución tipo sumergible adecuado para instalar en bóveda subterránea.

TRANSFORMADOR TIPO BÓVEDA: Transformador construido para que opere ocasionalmente sumergido en agua, bajo condiciones específicas de tiempo y presión externa. (Vault Type).

TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL: Transformador para instalación exterior, utilizado como parte de un sistema de distribución subterráneo, con compartimiento para alta y baja tensión, cuyos cables de alimentación entran por la parte inferior e instalados sobre una base o un pedestal.

TRANSFORMADOR TIPO POSTE: Transformador adecuado para instalar en poste o en una estructura similar.

TRANSFOMADOR SUMERGIDO EN LÍQUIDO: Transformador en el cual el núcleo y las bobinas están sumergidas en líquidos aislante.

TRANSFORMADOR TIPO SECO: Transformador en el cual el núcleo y las bobinas están en un medio de composición aislante seco.

TRANSFOMADOR TIPO SECO ABIERTO: Aquel en el cual los devanados están en contacto directo con el aire. Son clasificados como clase H y soportan una temperatura máxima de 185 °C en el punto más caliente del devanado

TRANSFOMADOR TIPO SECO ENCAPSULADO EN RESINA: Aquel en el cual los devanados se encuentran completamente recubiertos para su protección con una masa de resina. Son clasificados como clase F y soportan una temperatura máxima de 155 °C en el punto más caliente del devanado.

USUARIO: Persona natural o jurídica que hace uso del servicio de energía eléctrica, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le denomina también consumidor.

USUARIO NO CLIENTE: Usuario del servicio de energía que ha conectado las instalaciones del inmueble a las redes de la empresa, sin autorización y por lo tanto no ha sido reportado como cliente suscriptor de la empresa.

USUARIO NO REGULADO: Persona natural o jurídica con demanda máxima definida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas por instalación legalizada, cuyas compras de electricidad se realizan a precios acordados libremente.

USUARIO REGULADO: Persona natural o jurídica cuyas compras e electricidad están sujetas a tarifas establecidas con la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

UNIDADES INMOBILIARIAS CERRADAS: De acuerdo con la Ley 675 de 2001, son conjuntos de edificios, casas y demás construcciones integradas arquitectónica y funcionalmente, que comparten elementos estructurales y constructivos, áreas comunes de circulación, recreación, reunión, instalaciones eléctricas, zonas verdes y de disfrute visual; cuyos propietarios participan proporcionalmente en el pago de las expensas comunales, tales como los servicios públicos comunitarios, vigilancia, mantenimiento y mejoras. El acceso a tales conjuntos inmobiliarios se encuentra restringido por un cerramiento y controles de ingreso.

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

VARILLA DE PUESTA A TIERRA: Un elemento metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conector de puesta a tierra del sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura o un anillo formado por un conductor desnudo destinado a este uso, etc. Es un electrodo que sirve como terminal de tierra, tal como una varilla de cobre o acero con recubrimiento electrolítico de cobre (copperweld).

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

VIVIENDA: Construcción con una o más divisiones para el uso de una o más personas, con unidades para comer, vivir y dormir y con provisiones permanentes de cocina.

VIVIENDA UNIFAMILIAR: Construcción con una sola vivienda.

VIVIENDA MULTIFAMILIAR: Construcción con dos o más unidades de vivienda.

Las definiciones no contempladas en esta norma pueden ser consultadas en la NTC 2050 o RETIE.

1.6. ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

Para efectos de la norma, se presenta un listado de los organismos de normalización y las principales abreviaturas, acrónimos y siglas más utilizados en CENS S.A. E.S.P.

AMBITO	SIGLA / ACRÓNIMO	PRINCIPALES ORGANISMOS DE NORMALIZACIÓN	NORMA
		NOMBRE	
E.E.U.U.	ANSI	American National Standards Institute	ANSI
COLOMBIA	ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación	NTC
INTERNACIONAL	IEC	International Electrotechnical Commission	IEC
COLOMBIA	CIDET		NTC

Tabla 2. Principales organismos de normalización

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS	
AAC	All Aluminium Conductor
AAAC	All Aluminium Alloy Conductor
ACSR	All Aluminium Conductor Steel Reinforced
ASTM	American Society for Testing and Materials
AT	Alta Tensión
AWG	American Wire Gage
BT	Baja Tensión
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
DPS	Dispositivo de Protección contra Sobretensiones Transitorias
ICEA	Insulated Cable Engineers Association
IEEE	Institute of Electrical and Elecronicns Engineers
MT	Media Tensión
NEMA	National Electrical Manofacturers Association
NTC	Norma Técnica Colombiana
PVC	Cloruro de polivinilo
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
STP	Sistema de Puesta a Tierra
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
TW	Thermoplastic Wet (Termoplástico resistente a la humedad)
THW	Thermoplastic Heat Wet (Termoplástico resistente al calor 75ºC y a la humedad)
THHN	Thermoplastic High Heat Nylon (Termoplástico resistente al calor 90ºC y a la abrasión)
XLPE	Cross Linked Polyethilene (Polietileno de cadena cruzada)

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS	
Kcmil	Kilo circular mil
c.a	Corriente alterna
c.c	Corriente continua
Rsm	Root mean square. Valor eficaz de una señal
TC	Transformador de corriente
TP	Transformador de tensión

Tabla 3. Abreviaturas, acrónimos y siglas

1.7. SISTEMA DE UNIDADES

Para efectos de la presente norma, 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 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.

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	I	Amperio	A

NOMBRE DE LA MAGNITUD	SÍMBOLO DE LA MAGNITUD	NOMBRE DE LA UNIDAD	SÍMBOLO DE LA UNIDAD SI
eléctrica			
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 automotriz	E	Voltio	V
Iluminancia	Ev	Lux	Ix
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	Iv	Candela	Cd
Longitud de onda	λ	Metro	M

NOMBRE DE LA MAGNITUD	SÍMBOLO DE LA MAGNITUD	NOMBRE DE LA UNIDAD	SÍMBOLO DE LA UNIDAD SI
Permeabilidad relativa	μr	Uno	1
Permitividad relativa	εrP	Uno	1
Potencia activa	P	Vatio	W
Potencia aparente	Ps	Voltamperio	V.A
Potencia reactiva	PQ	Voltamperio reactivo	VAr
Reactancia	X	Ohmio	Ω
Resistencia	R	Ohmio	Ω
Resistividad	ρ	Ohmio metro	Ω.m
Tensión o potencia eléctrico	V	Voltio	V

Tabla 4. Sistema de unidades.

1.8. SIMBOLOGÍA GENERAL.

Son de obligatorio cumplimiento los símbolos gráficos presentados en las Tabla 2, a utilizar en las instalaciones eléctricas y diseño de planos, estos símbolos fueron tomados de las normas técnicas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99 y IEEE 315. De ser necesarios más símbolos se pueden tomar de las normas antes mencionadas.

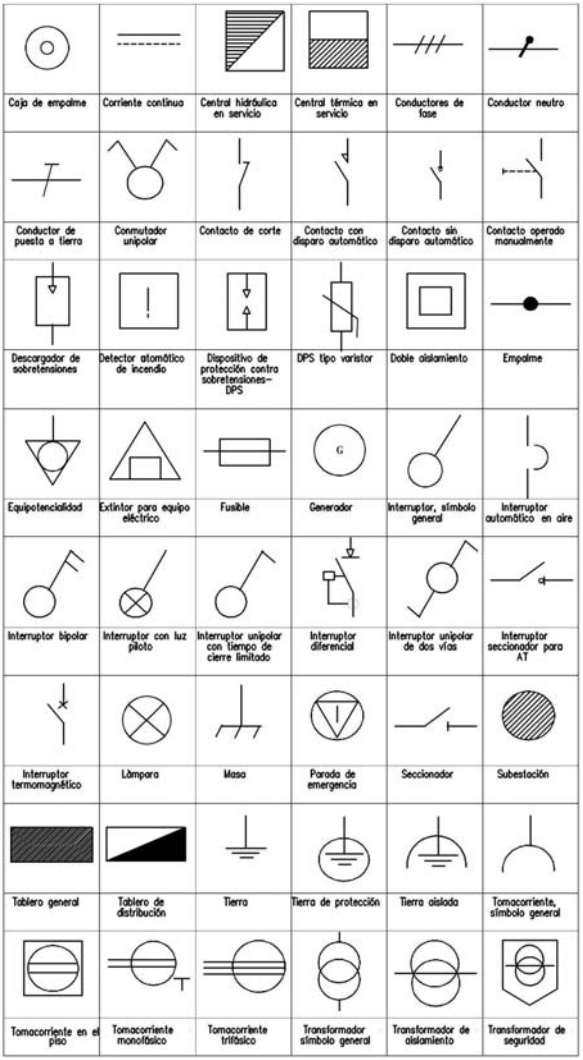


Tabla 5. Simbología general.

1.9. CONVENCIONES.

Se establecen las convenciones presentadas en la Tabla 3, a utilizar en las instalaciones eléctricas y el diseño de planos en redes de distribución de media y baja tensión.

DISEÑADA	REDES	EXISTENTE
	Red de B T Aerea	
	Red de B T Subterranea	
	Red de M T Aerea	
	Red de M T Subterranea	
	Red de 34.5 kV Subterranea	
	Linea de Distribución 34.5 kV Aérea	
	Linea de transmisión 57.5 kV	
	Linea de transmisión 115 kV	
US25	Suplencia del circuito de M T	US25
	Calibre y número de condutores	
	(A) indica red abierta	
	(T) indica red trenzada	
	Calibre y número de conductores	
	Número del circuito en la ruta	

Para planos de dise;o o construcción se utilizarán las indicaciones generales, precisando cuando sea necesario lo existente o proyectado con las letras E O P respectivmaente.

DISEÑADA	POSTERIA	INDICACIONES EN EL PLANO EXISTENTE	PROYECTADA
	Poste de Concreto 10 m tipo Linea. (204 Kg. Carga de Trabajo). (510 Kg. Carga de Trabajo).	 E	P
	Poste de Concreto 10 m Reforzado. (300 Kg. Carga de Trabajo). (750 Kg. Carga de Trabajo).	 E	P
	Poste de Concreto 10 m Extra-reforzado. (420 Kg. Carga de Trabajo). (1 050 Kg. Carga de Trabajo).	 E	P
	Poste de Concreto 12 mts. tipo Linea. (204 Kg. Carga de Trabajo). (510 Kg. Carga de Trabajo).	 E	P
	Poste de Concreto 12 mts. Reforzado. (300 Kg. Carga de Trabajo). (750 Kg. Carga de Trabajo).	E	P
	Poste de Concreto 12 mts. Extra-reforzado. (420 Kg. Carga de Trabajo). (1 050 Kg. Carga de Trabajo).	E	P
	Poste de Concreto 12 mts. Extra-reforzado. (540 Kg. Carga de Trabajo). (1 350 Kg. Carga de Trabajo).	 E	P
	Poste de Concreto 14 mts. tipo Linea. (300 Kg. Carga de Trabajo). (750 Kg. Carga de Trabajo).	 E	P
	Poste de Concreto 14 mts. Reforzado. (420 Kg. Carga de Trabajo). (1 050 Kg. Carga de Trabajo).	 E	P
	Poste de Concreto 14 mts. Extra-reforzado. (540 Kg. Carga de Trabajo). (1 350 Kg. Carga de Trabajo).	E	P
M	Poste de madera inmunizda 10 m tipo liviano	M/E	M/P
 M	Poste de madera inmunizda 10 m tipo pesado	 M/E	M/P
 M	Poste de madera inmunizda 10 m tipo extra-pesado	 M/E	M/P
 M	Poste de madera inmunizda 12 m tipo liviano	M/E	M/P
M	Poste de madera inmunizda 12 m tipo pesado	M/E	M/P
M	Poste de madera inmunizda 12 m tipo extra-pesado	M/E	M/P
M	Poste de madera inmunizda 14 m tipo liviano	M/E	M/P
M	Poste de madera inmunizda 14 m tipo pesado	M/E	M/P
M	Poste de madera inmunizda 14 m tipo extra-pesado	M/E	M/P

INDICACION GENERAL	POSTERIA Poste para A.P.	INDICACION EN EL PLANO EXISTENTE	 PROYECTADA
	Poste de Concreto 10 m tipo recto para A.P.		
	Poste de Concreto 12 m tipo recto para A.P.		
	Poste de Concreto 14 m tipo recto para A.P.		
	Poste de Concreto 16 m tipo recto para A.P.		
	Poste de Concreto 18 m tipo recto para A.P.		
	Poste de Concreto 27 a 30 m tipo recto para A.P.		
	Poste metálico de 4 m tipo ornamental.		
	Poste metálico de 8 m tipo recto para A.P.		
	Poste metálico de 9 m tipo recto para A.P.		
	Poste metálico de 10 m tipo recto para A.P.		
	Poste metálico de 12 m tipo recto para A.P.		
	Poste metálico de 14 m tipo recto para A.P.		
	Poste metálico de 16 m tipo recto para A.P.		
	Poste metálico 27 a 30 m para A.P.		

Para planos de diseño o construcción se utilizarán las indicaciones generales, precisando cuando sea necesario según el caso existente o lo proyectado.

DUCTERIA Y CAJAS DE INSPECCION

INDICACION GENERAL		PROYECTADO
□	Caja de inspección para alumbrado público CS 274	□
▭	Caja de inspección sencilla para redes de B T y M T CS 275	▭
□□	Caja de inspección doble para redes de B T y M T CS 276	□□
□□□	Caja de inspección triple CS 277	□□□
⊡	Caja para uso tipo vehicular CS 280	□
E S	Caja para alojar barrajes preformados de M T CS 281	E S
■	Caja de inspección CS 290	■
○	Caja de inspección cilíndrica prefabricada para zonas verdes	○
□	Caja de inspección metálica	□
40 m	Distancia entre cámaras	40 m

REDES DE DUCTO

EXISTENTE		PROYECTADA
1 ø 3"	1 ducto de 3"	1 ø 3"
2 ø 3"	2 ductos de 3"	2 ø 3"
6 ø 4"	6 ductos de 4"	6 ø 4"
9 ø 4"	9 ductos de 4"	9 ø 4"
6 ø 6"	6 ductos de 6"	6 ø 6"
9 ø 6"	9 ductos de 6"	9 ø 6"
3 ø 4" + 3 ø 6"	3 ductos 4" mas 3 ductos de 6"	3 ø 4" + 3 ø 6"
6 ø 4" + 3 ø 6"	6 ductos 4" mas 3 ductos de 6"	6 ø 4" + 3 ø 6"
	Red de B T enterramiento Directo	
	Red de M T enterramiento Directo	
	Red de 34.5 kV enterramiento Directo	

INDICACION GENERAL	LUMINARIAS	INDICAR EN EL PLANO EXISTENTE	INDICAR EN EL PLANO PROYECTADA
	Luminaria de Mercurio de 125 W		
	Luminaria de Mercurio de 250 W		
	Luminaria de Mercurio de 400 W		
	Luminaria de Sodio de 70 W		
	Luminaria de Sodio de 150 W		
	Luminaria de Sodio de 250 W		
	Luminaria de Sodio de 400 W		
	Luminaria de Sodio de 1000 W		
	Luminaria de Mercurio 125 W, 208 V, tipo ornamental en poste		
	Luminaria de Mercurio 250 W, 208 V, tipo ornamental en poste		
	Luminaria de Mercurio 70 W, 208 V, tipo ornamental en poste		
	Luminaria de Mercurio 150 W, 208 V, tipo ornamental en poste		
	Luminaria de Mercurio 125 W, 208 V, tipo aplique		
	Luminaria de Mercurio 250 W, 208 V, tipo aplique		
	Luminaria de Mercurio 70 W, 208 V, tipo aplique		
	Luminaria de Mercurio 150 W, 208 V, tipo aplique		
	Proyector de Mercurio 400 W		
	Proyector de Sodio 400 W		
	Proyector de Sodio 1000 W		
	Control múltiple para alumbrado público (lux Control)		
	Fotocontrol		

Para planos de diseño o construcción se utilizarán las indicaciones generales, precisando cuando sea necesario según el caso lo existente o lo proyectado.

Tabla 6. Convenciones para diseño de redes de distribución



CAPÍTULO 2
PARÁMETROS DE DISEÑO

CENS

CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 2. 6
2. PARAMETROS DE DISEÑO. 6
2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSION. 6
2.1.1. Suministro desde Redes de Distribución Secundaria. 7
2.1.2. Suministro desde Transformadores de Distribución para uso exclusivo del cliente. 7
2.1.3. Suministro desde redes de media tensión o líneas de alta tensión. 8
2.2. DEMANDA MAXIMA POR NIVELES DE TENSION. 8
2.3. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD. 9
2.3.1. Clasificación de las señales de seguridad. 10
2.3.2. Código de colores para conductores aislados. 12
2.4. REGULACIÓN DE TENSIÓN. 13
2.4.1. Metodología de cálculo. 13
2.4.2. Limites de Regulación de voltaje. 14
2.5. PÉRDIDAS MÁXIMAS DE POTENCIA. 14
2.5.1. Metodología de cálculo. 14
2.5.2. Limites de pérdida de potencia 15
2.6. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS. 15
2.6.1. Campo eléctrico. 16
2.6.2. Campo magnético 16
2.6.3. Campo electromagnético 17
2.6.4. Valores máximos permitidos 19
2.6.5. Medición 19
2.7. LÍMITES DE CARGA. 19
2.8. CARGAS QUE REQUIEREN ESTUDIOS DE CONEXIÓN PARTICULARMENTE COMPLEJOS 21
2.9. CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA. 23
2.10. CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA. 25
2.11. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. 26
2.11.1. Diseño. 28
2.11.2. Requisitos generales. 29

2.11.3.	Materiales de los sistemas de puesta a tierra.	31
2.11.3.1.	Electrodos de puesta a tierra.	31
2.11.3.2.	Conductor del electrodo de puesta a tierra.	33
2.11.3.3.	Conductor de puesta a tierra de equipos.	36
2.11.4.	Valores máximos de resistencia de puesta a tierra. (Ohmio W).	38
2.11.5.	Puestas a tierra temporales.	39
2.11.6.	Mediciones	40
2.11.6.1.	Medición de resistividad aparente.	40
2.11.6.2.	Medición de resistencia de puesta a tierra.	41
2.11.6.3.	Medición de tensiones de paso y contacto.	41
2.12.	CLASE DE APANTALLAMIENTO.	43
2.13.	FACTORES DE SEGURIDAD.	44
2.14.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD	44
2.14.1.	Distancias mínimas de conductores a zonas de construcciones, vías, ferrocarriles y cruce de ríos.	47
2.14.2.	Distancias mínimas de seguridad en cruces de líneas.	53
2.14.3.	Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura.	53
2.14.4.	Distancias mínimas para prevención de riesgo por arco eléctrico.	56
2.15.	REGLAS BÁSICAS PARA TRABAJOS EN REDES ELECTRICAS.	58
2.15.1.	Maniobras.	60
2.15.2.	Verificación en el lugar de trabajo.	60
2.15.3.	Señalización de áreas de trabajo:	61
2.15.4.	Escalamiento de postes y protección contra caídas:	61
2.15.5.	Reglas de oro de la seguridad:	61
2.15.6.	Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados:	63
2.15.7.	Subestaciones de media tensión tipo interior:	63
2.15.8.	Cables subterráneos:	66
2.15.9.	Apertura de transformadores de corriente	68

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de tensión de servicio. 5
Tabla 2. Suministro desde Redes de Distribución Secundaria. 7
Tabla 3. Suministro desde Transformadores de Distribución para uso exclusivo. 7
Tabla 4. Suministro desde redes de media tensión o líneas de alta tensión. 8
Tabla 5. Niveles de tensión de acuerdo a la carga instalada. 9
Tabla 6. Dimensiones típicas de las señales de seguridad en mm. 10
Tabla 7. Colores de las señales y su significado. 10
Tabla 8. Principales símbolos de seguridad. 11
Tabla 9. Código de colores para conductores. 12
Tabla 10. Límites de regulación de voltaje. 14
Tabla 11. Valores máximos de porcentajes de pérdidas de potencia. 15
Tabla 12. Valores límites de campo Electromagnético para baja frecuencia. 18
Tabla 13. Límites de carga. 19
Tabla 14. Factores de Demanda Máxima. 23
Tabla 15. Constantes de la Curva de Demanda Máxima Diversificada. 25
Tabla 16. Valores máximos de tensión de contacto. 27
Tabla 17. Requisitos para electrodos de puesta a tierra. 32
Tabla 18. Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de C.A. 34
Tabla 19. Constantes de los materiales. 35
Tabla 20. Calibre de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos. 37
Tabla 21. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra. 38
Tabla 22. Máximo número de salidas de línea por descarga directa o flameo. 44
Tabla 23. Factores de seguridad. 44
Tabla 24. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones. 47
Tabla 25. Distancias mínimas de seguridad para diferentes condiciones y lugares. 49
Tabla 26. Distancias verticales mínimas en vanos con cruces de líneas. 53
Tabla 27. Distancia horizontal entre conductores en la misma estructura de apoyo. 54

Tabla 28. Distancia mínima vertical en metros entre conductores en la misma estructura. 55
Tabla 29. Límite de aproximación a partes energizadas de equipos. 57
Tabla 30. Distancias mínimas de seguridad para trabajar con líneas energizadas. 59
Tabla 31. Distancias mínimas de seguridad para personal no especialista. 59

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Sistemas con puesta a tierra dedicadas e interconectadas. 30
Figura 2. Una sola puesta a tierra para todas las necesidades. 30
Figura 3. Puesta a tierra separadas e independientes. 31
Figura 4. Montajes típicos de puestas a tierra temporales. 40
Figura 5. Esquema de medición de resistividad aparente. 41
Figura 6. Esquema de medición de resistencia de puesta a tierra. 42
Figura 7. Distancias de seguridad en zonas de construcciones. 48
Figura 8. Distancias d y d1 en cruce y recorridos de vías. 51
Figura 9. Distancias e en cruce con ferrocarriles sin identificar. 52
Figura 10. Distancias f y g para cruces con ferrocarriles y ríos. 52
Figura 11. Límites de aproximación. 57

CAPÍTULO 2.

2. PARAMETROS DE DISEÑO.

2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSION.

Con el fin de atender la demanda del sistema con niveles de voltaje que garanticen el adecuado funcionamiento de los equipos eléctricos, debe tenerse un rango de operación del voltaje. Para efectos de rangos de utilización tolerables se cumplirá lo expresado en la norma NTC-1340.

NIVEL DE TENSION DE SERVICIO	VOLTAJE NOMINAL ENTRE FASES
Extra alta tensión (EAT)	Tensiones superiores a 230 Kv
Alta tensión (AT)	Tensiones mayores o iguales a 57.7 kV y menores o iguales a 230 kV
Media tensión (MT)	Tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57.5 kV
Baja tensión (BT)	Tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V
Muy Baja tensión (MBT)	Tensiones menores de 25 V

Tabla 1. Niveles de tensión de servicio.

2.1.1. Suministro desde Redes de Distribución Secundaria.

NIVEL DE TENSIÓN	TIPO DE SISTEMA	TIPO DE CONEXIÓN	FASES	TENSIÓN NOMINAL EN VOLTIOS (V) TOLERANCIA (+5%; -10%)
Baja tensión	Monofásico trifilar	Monofásico bifilar	FN	120 V
		Monofásico trifilar (bifásico)	FFN	120 / 240 V
	Trifásico tetrafilar	Monofásico bifilar	FN	120 V
		Monofásico trifilar	FFN	120 / 208 V
		Trifásico tetrafilar	FFFN	120 / 208 V

Tabla 2. Suministro desde Redes de Distribución Secundaria.

Para transformadores nuevos (a partir de 2009) instalados al sistema de distribución de Cens, la tensión de servicio con carga será 120V/208 V. Para instalados con anterioridad al 2009, se permite que la tensión de servicio con carga en el secundario sea de 127V/220.

2.1.2. Suministro desde Transformadores de Distribución para uso exclusivo del cliente.

TIPO DE CONEXIÓN	FASES	TENSIÓN NOMINAL EN VOLTIOS (V) TOLERANCIA (+5%; -10%)
Monofásico trifilar (bifásico)	FFN	120 / 240 V
Trifásico tetrafilar	FFFN	127 / 220 V
Trifásico tetrafilar	FFFN	254 / 440 V
Trifásico tetrafilar	FFFN	277 / 480 V

Tabla 3. Suministro desde Transformadores de Distribución para uso exclusivo.

Los transformadores suministrados por el cliente deben traer el protocolo de pruebas aceptado por CENS S.A. E.S.P., la carta de garantía, el certificado de calidad bajo norma y certificado de conformidad con el RETIE.

En el caso de las tensiones diferentes a las normalizadas, se requiere la aceptación de los protocolos de prueba de los transformadores de distribución de uso exclusivo, previa notificación a CENS S.A. E.S.P., sobre la tensión a utilizar y el suministro del equipo de medida certificado y calibrado, en caso de que ésta no disponga de él.

2.1.3. Suministro desde redes de media tensión o líneas de alta tensión.

NIVEL DE TENSIÓN	TIPO DE SISTEMA	TIPO DE CONEXIÓN	FASES	TENSIÓN NOMINAL EN VOLTIOS (V) TOLERANCIA (+5%; -10%)
Media Tensión	Monofásico bifilar	Monofásico bifilar	FF	13.200 V
			FF	13.800 V
	Trifásico trifilar	Trifásico trifilar	FFF	13.200 V
				13.800 V
				34.500 V
Alta tensión	Trifásico trifilar	Trifásico trifilar	FFF	115.000 V

Tabla 4. Suministro desde redes de media tensión o líneas de alta tensión.

2.2. DEMANDA MAXIMA POR NIVELES DE TENSION.

El nivel de tensión de servicio para un usuario, lo definirá la demanda máxima de la carga por atender, de acuerdo con lo establecido en la tabla 5.

NIVEL DE TENSIÓN	CAPACIDAD INSTALADA (KVA).
Baja (127/220 V) *	Hasta 30 KVA
Media (13 200 V) *	Superior a 30 KVA hasta 500
Media (34 500 V) *	Desde 400 KVA en adelante.

Tabla 5. Niveles de tensión de acuerdo a la carga instalada.

* La disponibilidad o factibilidad de servicio estará condicionada según criterio establecido por CENS S.A. E.S.P.

2.3. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD.

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 de la presente norma los siguientes requisitos de señalización, tomados de la NTC 1461 y de la ISO 3461, son de obligatoria aplicación y la entidad propietaria de la instalación será responsable de su utilización. Su escritura debe ser en idioma castellano y deberán localizarse en los sitios visibles que permitan cumplir su objetivo.

2.3.1. Clasificación de las señales de seguridad.

Se clasifican en:

- Informativas (Rectangulares).
- De peligro (Triangulares)
- De obligación o prohibición (Circulares).

		
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 6. Dimensiones típicas de las señales de seguridad en mm.

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 7. Colores de las señales y su significado.

Significado	Descripción	Pictograma	
Información	Equipo de primeros auxilios	Cruz Griega	
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 8. Principales símbolos de seguridad.

2.3.2. Código de colores para conductores aislados.

Con el objeto de unificar criterios para instalaciones eléctricas se debe cumplir el código de colores para conductores establecido en la tabla 9. Puede ser válido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto se puede hacer la marcación mediante pintura en las partes visibles o con cintas o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito también es aplicable a conductores desnudos como los barrajes.

SISTEMA	1ϕ	1ϕ	3 ϕY	3ϕΔ	3ϕΔ-	3ϕY	3ϕΔ
Tensiones nominales	120 V	240 /120 V	208 /120 V	240 V	240/208 /120 V	480 V /277 V	480 V
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 o Amarillo	Verde o Amarillo	Verde o Amarillo	No aplica	Verde 0 Amarillo	No aplica	No aplica

Tabla 9. Código de colores para conductores.

La identificación o marcación de conductores aislados en media tensión para instalaciones subterráneas será para las fases R, S, T; Amarillo, Azul y Rojo, respectivamente, la cual se debe hacer en los lugares accesibles y cajas de inspección.

El código de colores establecido en la tabla 9, no aplica para conductores utilizados en instalaciones externas, tales como las redes, líneas y subestaciones a la intemperie.

2.4. REGULACIÓN DE TENSIÓN.

2.4.1. Metodología de cálculo.

La regulación de voltaje se calcula aplicando la siguiente metodología.

$$R\% = F_c \frac{k_G}{V_L^2} M$$

Donde:

- Fc = Factor de corrección. Se establece de acuerdo al tipo de conexión y al tipo de sistema del circuito según Tabla 30 del capítulo 11.
- M = Momento eléctrico. Se calcula como el producto de la potencia aparente en (kVA) y longitud del tramo en metros (m).
- VL = Voltaje de línea (V).
- KG = Constante de regulación generalizada del conductor y se calcula como

$$KG = (r \cos\phi + XL \ \text{sen}\phi)$$

Donde
r = Resistencia por unidad de longitud del conductor a una temperatura determinada (Ohm/km).
ϕ = Angulo del factor de potencia de la carga.
XL = Reactancia inductiva por unidad de longitud del conductor (Ohm/km).

2.4.2. Limites de Regulación de voltaje.

Nivel de tensión	Área	Limites de regulación de voltaje
Circuitos de baja tensión	Zona urbana	3%
	Zona Rural	3%
	Alumbrado público	3%
	Acometidas	2 %
Circuitos de media tensión	Para expansión de redes derivadas de un circuito alimentador principal	Menor o igual al 1 % a partir del barraje de la subestación de transmisión
	Para acometidas de uso exclusivo	Menor o igual al 0.03% a partir del punto de conexión

Tabla 10. Límites de regulación de voltaje.

La regulación máxima desde la acometida hasta el punto más lejano del circuito ramal debe ser inferior al 5%.

2.5. PÉRDIDAS MÁXIMAS DE POTENCIA.

2.5.1. Metodología de cálculo.

Las pérdidas de potencia en un sistema trifásico se deben calcular para los diseños eléctricos de la siguiente manera:

$$PL\% = \frac{r\ M}{V_L^{\ 2}\ Cos\phi}\ 100$$

En donde:
M = Momento eléctrico en kVA*m.
r = Resistencia por unidad de longitud en Ohm/km.
ϕ = Angulo del factor de potencia de la carga.
VL= Tensión de línea en voltios.

Para otros sistemas diferentes al trifásico se debe multiplicar la anterior expresión de pérdidas de potencia por los factores de corrección de la sección 11.3.5.

2.5.2. Limites de pérdida de potencia

De acuerdo al tipo de instalación las perdidas máximas permitidas son:

Componente.	Pérdidas de potencia.
Líneas de distribución (M.T).	1 %
Redes de baja tensión.	7 %
Transformadores.	De acuerdo a NTC 818, 819 y 1954- última actualización.

Tabla 11. Valores máximos de porcentajes de pérdidas de potencia.

2.6. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Se definen los 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 ICNIRP.

2.6.1. 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.

2.6.2. 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.

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

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 tesla = 1 N/(A.m) = 1 V.s/ m2 = 1 Wb/m2 = 10.000 gauss

2.6.3. 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.

2.6.4. Valores máximos permitidos

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 ICNIRP, para exposición ocupacional de día de trabajo o exposición del público.

Intensidad de campo eléctrico (kV/m)	Densidad de flujo magnético (mT)
10	0,5

Tabla 12. Valores límites de campo Electromagnético para baja frecuencia.

Debe entenderse que ningún sitio donde pueda estar expuesto el público o una persona durante varias horas, 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.

2.6.5. Medición

Para mediciones bajo las líneas de transmisión y distribución, 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, para otros sitios medirlo en el lugar de permanencia frecuente de las personas.

2.7. LÍMITES DE CARGA.

CENS S.A. E.S.P. suministrará la energía eléctrica atendiendo los siguientes criterios respecto a límites de carga instalada que deberá ser contratada en las mismas magnitudes así:

Servicio	Carga (valores enteros)
Monofásico bifilar 120 V	Entre 1 y 3 kVA
Bifásico trifilar 127/220 V	Entre 3 y menor 9 kVA
Trifásico tetrafilar 127/220 V	Entre 9 kVA y menor a 35 kVA
Semidirecta B.T. (TC's)	Entre 35 kVA y menores o iguales a 150 kVA
Indirecta M.T. y A.T. (TC's y TP's)	Superior a 150 kVA

Tabla 13. Límites de carga.

La carga solicitada debe corresponder a la potencia máxima requerida por el usuario que podrá ser resultado de las cargas de diseño o demanda.

Para cargas superiores a 35 kVA y menores a 45 kVA, alimentadas a 127/220 V, CENS S.A. E.S.P. podrá suministrar el servicio de acuerdo a criterios técnico económicos, desde un transformador existente o instalando un transformador nuevo.

En redes subterráneas de baja tensión alimentadas por transformadores de distribución de CENS S.A. E.S.P., se podrán alimentar cargas menores de 45 kVA mediante barrajes preformados de B.T. alojados en cajas de inspección,

siempre y cuando en el transformador exista capacidad disponible o posibilidad de ampliarla. Se debe presentar un proyecto de redes de B.T.

En redes veredales se prestará el servicio a través de transformadores exclusivos cuando:

- Se tiene un solo usuario.
- No existe capacidad disponible o posibilidad de ampliarla con transformadores de CENS S.A. E.S.P. para atender la carga solicitada.

Cuando existe una sola cuenta, con transformador o subestación de uso exclusivo, la carga máxima autorizada podrá ser mayor que la capacidad nominal del transformador, de acuerdo con las sobrecargas permitidas por la norma NTC 2482 “Guía de cargabilidad de los transformadores”.

No se permitirá el montaje de transformadores en poste, ni la construcción de redes aéreas de baja y media tensión en zonas de conservación histórica, urbanizaciones de estratos 5 y 6, igualmente en urbanizaciones de estrato 3 que se generen en los nuevos desarrollos urbanos mediante planes parciales, de conformidad con el Acuerdo 083 de enero 07 de 2001 del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) para San José de Cúcuta y en predios que estén sobre vías arterias, y en general en aquellos sitios donde la conformación urbanística no permita la construcción de redes aéreas de acuerdo con las normas establecidas, en estos casos se deben instalar redes subterráneas.

En las urbanizaciones de estrato 5 y 6 los nuevos centros de transformación deben alimentarse de la red subterránea. En caso excepcional de no existir red subterránea, ni subestación con seccionador de salida disponible en una distancia hasta de 100 metros, CENS S.A. E.S.P., mediante previa solicitud escrita, podrá autorizar la conexión de la acometida subterránea nueva, desde la red aérea de M.T. existente.

Para la tensión de alimentación de la carga desde redes de media tensión, se tiene:

- Para cargas contratadas iguales o mayores a 35 kVA, el servicio se prestará de los circuitos de media tensión a 13.2 kV o 13,8 kV, por medio de centros de transformación de distribución de M.T a B.T.
- Para cargas industriales o conjuntos residenciales comprendidas entre 400 y 6000 kVA, de acuerdo con los resultados del estudio de factibilidad, se suministrará el servicio a 34.5 kV. De no existir la infraestructura, CENS S.A. E.S.P. podrá construirla previo acuerdo entre las partes.
- Para cargas superiores a 6000 kVA, CENS S.A. E.S.P. decidirá el nivel de tensión de acuerdo con los resultados del estudio de factibilidad y equipos para la alimentación del servicio.

CENS S.A. E.S.P., estudiará y resolverá los casos excepcionales que por fuerza mayor o que por incapacidad de las redes existentes deban apartarse de esta disposición. El Operador de RED podrá especificar un nivel de tensión de conexión diferente al solicitado por el Usuario por razones técnicas debidamente sustentadas (artículo 4.4.1 Resolución CREG 070/98).

2.8. CARGAS QUE REQUIEREN ESTUDIOS DE CONEXIÓN PARTICULARMENTE COMPLEJOS

Toda solicitud de factibilidad del servicio para demanda máxima mayor de 500 kVA, requerida por los usuarios, se enmarcará dentro de los estudios de Conexión Particularmente Complejos (Resolución CREG 225/97) y para determinar su factibilidad de servicio y punto de conexión se requerirá de un análisis de las condiciones técnicas y operativas, además de la capacidad disponible de las redes existentes. En este estudio se determinaran las condiciones para la conexión de la nueva carga a los circuitos existentes, la necesidad de ejecutar reformas en la red existente de media tensión para autorizar la conexión o el requerimiento de construcción de nuevos alimentadores.

En las urbanizaciones que requieran la construcción de circuito nuevo de M.T. y que su entrada en servicio se efectué por etapas, CENS S.A. E.S.P. podrá alimentar provisionalmente las primeras etapas, si existe capacidad disponible en las redes de distribución existentes.

Adicionalmente, cuando se requiera la construcción de un proyecto de expansión del sistema de distribución, para la conexión de nuevos usuarios y realizando el estudio, con base en el proyecto aprobado de redes eléctricas; este no resulte viable dentro del contexto de su plan financiero, deberá ser construido por el interesado y CENS S.A. E.S.P. remunerará los activos de conexión de uso general, de acuerdo con lo establecido en el Numeral 9.3.1 de la Resolución CREG 070 de junio de 1998, Reglamento de Distribución.

La capacidad disponible de un circuito de M.T. se determinará por la corriente de demanda máxima registrada en el circuito. El límite de la demanda máxima para un circuito urbano de M.T. (nivel 2) es de 200 amperios y de 100 amperios de la zona veredal.

A los circuitos ramales primarios monofásicos de las redes veredales, se les autoriza una carga máxima de 37.5 kVA, para cargas superiores, el circuito debe ser trifásico.

Toda extensión y reforma que sea necesario ejecutar para adecuar la Red de Distribución a los requerimientos de un servicio, será construida por CENS S.A. E.S.P. o por el usuario de conformidad con lo estipulado en la Resolución 070 de 1998 de la CREG; por consiguiente CENS S.A. E.S.P. no podrá restringir o negar el servicio para otros predios que resulten beneficiados con las obras ejecutadas, siempre y cuando no sufra perjuicios el primer Usuario. CENS S.A. E.S.P. garantizará el libre acceso a la Red de Distribución.

Para medir en nivel I un usuario con carga mayor a 35 kVA, o para medir un cliente en nivel superior al I, se requiere que los transformadores de medida cumplan con las condiciones técnicas del punto de medición: En los transformadores la corriente de carga promedio debe estar entre el 10% y el 110% de la corriente primaria del TC y la cargabilidad del circuito secundario debe estar entre el 10% y el 110% de los VA del TC, el error máximo permitido es del 0.5%.

2.9. CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA.

Para la determinación de la demanda máxima en el diseño de acometidas, y selección de medidores se aplicarán los factores de demanda máxima que se describen a continuación:

Descripción	Carga (vatios)	Factor de Demanda (%)
Residencial		
Nivel de consumo 1	Primeros 800	100
	Sobre 800	30
Nivel de consumo 2	Primeros 1000	100
	Sobre 1000	30
Nivel de consumo 3	Primeros 1200	100
	Sobre 1200	30
Nivel de consumo 4	Primeros 1400	100
	Sobre 1400	30
Nivel de consumo 5	Primeros 1700	100
	Sobre 1700	30
Nivel de consumo 6	Primeros 2000	100
	Sobre 2000	30
Alumbrado común Edificaciones	Según estrato	Según estrato
Alumbrado exteriores	Total	100

Descripción	Carga (vatios)	Factor de Demanda (%)
No Residencial		
Bodegas y depósitos	Primeros 12 000	100
	Sobre 12 000	50
Escuelas (con carga Instalada < 3000W)	Primeros 1 000	100
	Sobre 1 000	30
Hospitales	Primeros 50 000	100
	Sobre 50 000	50
Hoteles, moteles, clubes Sociales y restaurantes	Primeros 20 000	50
	Entre 20 000 y 100 000	40
	Sobre 100 000	30
Industria	Según proyecto particular	
Institutos educativos	Primeros 15 000	100
	Sobre 15 000	50
Oficinas y locales Comerciales en conjunto.	Primeros 20 000	100
	Sobre 20 000	50
Oficinas y locales Comerciales individuales	Primeros 2 000	100
	Sobre 2 000	50
Otros	Primeros 10 000	100
	Sobre 10 000	50
Motores	Total (según dato placa)	100

Tabla 14. Factores de Demanda Máxima.

2.10. CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA.

De acuerdo al artículo 220-37 de la NTC2050. Cálculo opcional en viviendas multifamiliares o grupos de viviendas, según la reglamentación de las empresas locales de energía se permite calcular la capacidad de un transformador, una acometida o un alimentador para edificaciones multifamiliares o grupo de viviendas, de acuerdo con las tablas o métodos establecidos por las empresas locales de suministro de energía. Por consiguiente para determinar la demanda máxima diversificada expresada en kVA, usada para la selección del transformador y las redes de distribución se aplicará la ecuación que se describe a continuación.

$$D\max.div. = \left\{ \frac{1}{A * N + B} + C \right\} * N$$

Dónde.

N = Número de usuarios residenciales.

Las diferentes constantes toman los siguientes valores, según el nivel de consumo:

Nivel de Consumo.	A	B	C
1	1,30	3,51	0,28
2	0,52	1,76	0,43
3	0,70	0,42	0,49
4	0,40	0,25	0,72
5	0,41	0,22	1,17
6	0,21	0,14	1,82

Tabla 15. Constantes de la Curva de Demanda Máxima Diversificada.

2.11. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Todas las instalaciones eléctricas deben tener un sistema de puesta a tierra (SPT) de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que 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.

La exigencia de puestas para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y los apoyos o estructuras que ante una sobretensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra 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:

a. Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
b. Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
c. Servir de referencia al sistema eléctrico.
d. Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
e. 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 energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto y transferidas y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente.

A continuación se presentan los valores máximos de tensión de contacto o de choque que no deben ser superados.

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

Tabla 16. Valores máximos de tensión de contacto.

Los valores de la tabla 16 se refieren a tensiones de contacto aplicada a un ser humano en caso de falla a tierra, corresponden a valores máximos de soportabilidad del ser humano a la circulación de corriente y se considera la resistencia promedio neta del cuerpo humano entre mano y pie, es decir, no considera el efecto de las resistencias externas adicionalmente involucradas entre la persona y la estructura puesta a tierra o entre la persona y la superficie del terreno natural.

Para cumplir el requerimiento de la tabla 16, se acepta como válido calcular la tensión máxima de contacto de circuito abierto, en voltios, aplicando alguna de las siguientes ecuaciones:

La tomada de MIE RAT 13:

$$V_{contacto} = \frac{K}{t^n}(1 + \frac{1{,}5\rho_s}{1000})$$

Donde K = 72 y n = 1 si t < 0,9 segundos.
K = 78,5 y n = 0,18 para 0,9 <t<3 segundos.

ρ_s = Resistividad del terreno en ohmios.metro.
t es el tiempo de duración de la falla en segundos.

O la tomada de IEEE80:

$$V_{contacto} = \frac{0,16}{\sqrt{t}}(1000 + 1,5 C_s \rho_s)$$

Donde Cs es el factor de disminución debido a la capa superficial sobre el terreno natural.

2.11.1. Diseño.

Se recomienda seguir un procedimiento de cálculo reconocido por la práctica de la ingeniería actual, en el que las tensiones máximas admisibles de paso, de contacto y transferidas a que puedan estar sometidos los seres humanos de tal forma que no superen los umbrales de soportabilidad de la Tabla 16.

Se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- 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.
- Evaluar 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, blindajes de cables, circuitos de señalización, además del estudio de la forma de mitigación.
- Ajuste y corrección del diseño inicial hasta que se cumplan los requerimientos de seguridad.
- Diseño definitivo.

2.11.2. Requisitos generales.

- Los elementos metálicos que no formen 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 de refuerzo estructural de una edificación, deben tener conexión eléctrica permanente al sistema de puesta a tierra general.
- Las conexiones por debajo de tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conector certificado para tal fin.
- En Instalaciones domiciliarias, para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial, cumpla con el RETIE se debe dejar al menos un punto de conexión accesible e inspeccionable. Cuando para este efecto se construya una caja de inspección, sus dimensiones debe ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe ser removible.
- No es permitido el uso de aluminio en los electrodos de puesta a tierra.
- En sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales, el conductor de neutro, debe ser dimensionado con por lo menos el 173% de la capacidad de corriente de la carga de diseño de las fases, para evitar sobrecargarlo.
- No se permiten sistemas monofilares, es decir donde se tiene solo un 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, como aparece en la figura 1.

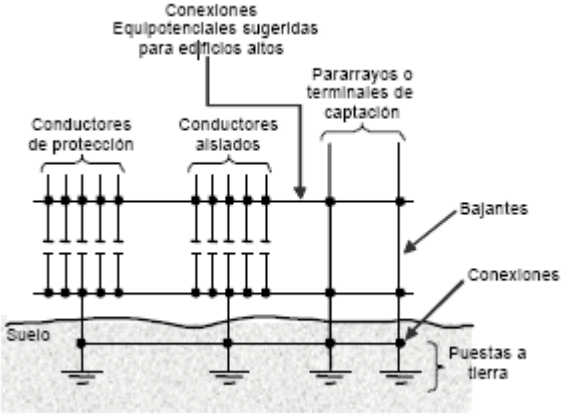


Figura 1. Sistemas con puesta a tierra dedicadas e interconectadas.

❖ Para una misma edificación quedan prohibidos los sistemas de puesta a tierra que aparece en las figuras 2 y 3.

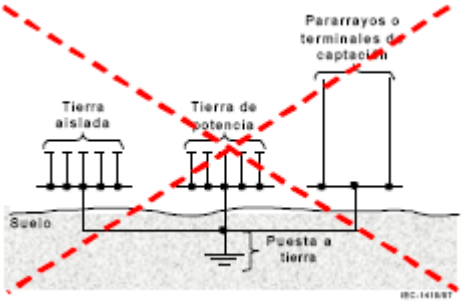


Figura 2. Una sola puesta a tierra para todas las necesidades.

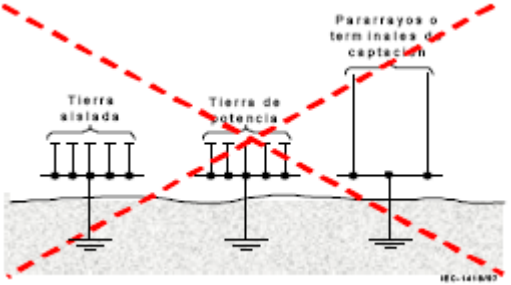


Figura 3. Puesta a tierra separadas e independientes.

Adicionalmente se debe cumplir que si una parte conductora que conforma el sistema de puesta a tierra está a menos de 1,8 m de un bajante de un pararrayos, debe ser unida a la bajante, Igualmente en el caso de los edificios altos, se requiere anillos equipotenciales para protección contra rayos.

2.11.3. Materiales de los sistemas de puesta a tierra.

2.11.3.1. Electrodos de puesta a tierra.

Se deben cumplir los siguientes requisitos mínimos para electrodos de puesta a tierra.

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
Varilla	Acero con recubrimiento electro depositado 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 por hilo	25		
	Cobre estañado.	1,8 por hilo	25		
Placa	Cobre.		20000	1,5	
	Acero inoxidable.		20000	6	

Tabla 17. Requisitos para electrodos de puesta a tierra.

❖ 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.

❖ El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4 m de longitud, además debe estar identificado con el nombre del fabricante o la marca registrada y sus dimensiones; esto debe hacerse dentro de los primeros 30 cm desde la parte superior.

❖ El espesor efectivo de los recubrimientos exigidos en la tabla 17, 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 electrodo y el conductor debe ser fácilmente accesible y hacerse con soldadura exotérmica o un conector especificado para este uso.
○ La parte superior del electrodo enterrado debe quedar a mínimo 15 cm de la superficie. Estos requisitos no aplican a electrodos enterrados en las bases de estructuras de líneas de transmisión ni a electrodos instalados horizontalmente

2.11.3.2. Conductor del electrodo de puesta a tierra.

El conductor para baja tensión debe cumplir con lo dispuesto en la tabla 18.

SECCIÓN TRANSVERSAL DEL MAYOR CONDUCTOR DE ACOMETIDA O SU EQUIVALENTE PARA CONDUCTORES EN PARALELO.				SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.			
COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO REVESTIDO DE COBRE	
mm²	AWG O KCMIL	mm²	AWG O KCMIL	mm²	AWG O KCMIL	mm²	AWG O KCMIL
3,62 o menor	2 menor	53,5 o menor	1/0 o menor.	8,36	8	13,29	6
42,2 o 53,5	1 o 1/0	67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	13,29	6	21,14	4
67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	107,21 o 126,67	4/0 o 250 kcmil	21,14	4	33,62	2

SECCIÓN TRANSVERSAL DEL MAYOR CONDUCTOR DE ACOMETIDA O SU EQUIVALENTE PARA CONDUCTORES EN PARALELO.				SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.			
COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO REVESTIDO DE COBRE	
mm²	AWG O KCMIL	mm²	AWG O KCMIL	mm²	AWG O KCMIL	mm²	AWG O KCMIL
107,21 a 177,34	4/0 o 350 kcmil	152,01 a 253,35	300 a 500 kcmil	33,62	2	53,50	1/0
202,68 a 304,02	400 a 600 kcmil.	278,67 a 456,03	550 a 900 kcmil	53,50	1/0	85,02	3/0
329,35 a 557,37	650 a 1100 kcmil	506,70 a 886,73	100 a 1750 kcmil	67,44	2/0	107,21	4/0
608,04 y más	1200 kcmil y más	912,06 y más.	1800 y más kcmil	85,02	3/0	126,67	250 kcmil

Tabla 18. Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de C.A.

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

$$A_{mm^2} = \frac{IK_f\sqrt{t_c}}{1.9737}$$

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 19 para diferentes materiales y varios valores de T_m

T_m Es la temperatura de fusión o 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 con soldadura exotérmica.	97	1084	7,06
Cobre duro con conector mecánico.	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)	53,5	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.	8,5	419	28,96
Acero inoxidable 304.	2,4	1400	30,05

Tabla 19. Constantes de los materiales.

(1) De acuerdo con las disposiciones del RETIE no se debe utilizar aluminio enterrado.
(2) Se permite el uso de cable de acero galvanizado en sistemas de puesta a tierra en líneas de transmisión y en redes de distribución, siempre que en condiciones de descarga no se superen los valores de soportabilidad del ser humano, para su cálculo podrá utilizar los parámetros de varilla de acero recubierta en cinc.
(3) El espesor del recubrimiento en cobre de la varilla de acero, no debe ser menor a 0,25mm.

2.11.3.3. Conductor de puesta a tierra de equipos.

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 debe acompañar a los conductores activos durante todo su recorrido, ir en la misma canalización y cumplir con lo dispuesto en la tabla 20.

El conductor par media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe seleccionarse de igual manera que se selecciona el conductor del electrodo de puesta a tierra.

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.

CORRIENTE NOMINAL O AJUSTE MÁXIMO DEL DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE EN EL CIRCUITO ANTES DE LOS EQUIPOS, TUBOS CONDUIT, ETC. (A)	SECCIÓN TRANSVERSAL			
	ALAMBRE DE COBRE		ALAMBRE DE ALUMINIO O DE ALUMINIO REVESTIDO DE COBRE*	
	Mm	AWG O kCMIL	mm	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1 000	67,44	2/0	107,21	4/0
1 200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1 600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2 000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2 500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3 000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4 000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5 000	354,69	700 kcmil	608,04	1 200 kcmil
6 000	405,36	800 kcmil	608,04	1 200 kcmil

Tabla 20. Calibre de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

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 identificados 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.

2.11.4. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra. (Ohmio Ω).

En razón de que la 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.

DESCRIPCIÓN.	NIVELES.	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA. (Ohmio Ω).
Estructuras de líneas de transmisión.	> 57,5 kV	20
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	>57,5 kV	1
Subestaciones de media tensión.	1000V-57,5 kV	10
Protección contra rayos.	Todos los niveles	10
Acometidas en baja tensión.	<1000 V	25

Tabla 21. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra.

Cuando por condiciones del terreno o por otras circunstancias no se logren lo valores de resistencia de la Tabla 21, siempre se debe garantizar que las tensiones de paso contacto y transferidas en caso de una 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 soportabilidad para los 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 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 aislante.

2.11.5. Puestas a tierra temporales.

El montaje básico de las puestas a tierra temporales debe hacerse de tal manera que los pies del liniero queden la potencial de tierra y que los conductores que se conectan a las líneas tengan la menor longitud posible, adoptada de la guía IEEE 1048, como se muestra en la figura 4. En la secuencia de montaje primero se conecta al electrodo de tierra y luego los conductores de fases. Para el proceso de desmontaje debe hacerse debe hacerse desde las fases hasta la tierra.

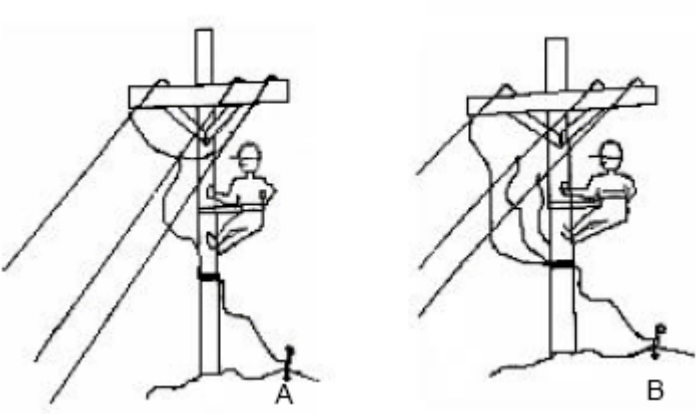


Figura 4. Montajes típicos de puestas a tierra temporales.

Los equipos de puesta a tierra deben cumplir las siguientes especificaciones mínimas, adoptadas de la norma IEC 61230.

- Grapas o pinzas: De aleación de aluminio o bronce, de conductores hasta 40 mm de diámetro y de bronce con caras planas cuando se utilicen en una torre.
- Cable en cobre mínimo 16mm2 o N° 4 AWG, extraflexible, cilíndrico y con cubierta transparente.
- Capacidad mínima de corriente de falla: En alta tensión 40 kA; en media tensión 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.

2.11.6. Mediciones

2.11.6.1. 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 tetraelectródico de Wenner, que es el más utilizado para determinarla. En la Figura 5, se expone la disposición del montaje para la medición.

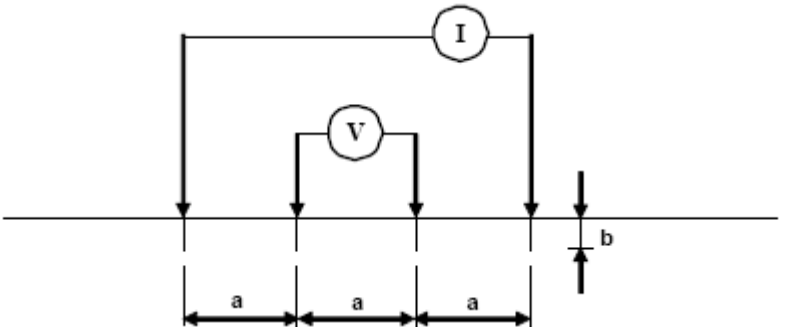


Figura 5. Esquema de medición de resistividad aparente.

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:*

$$\rho = 2\pi a R$$

2.11.6.2. 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 6.

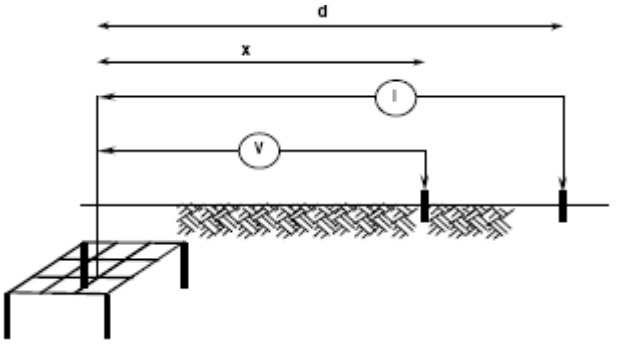


Figura 6. Esquema de medición de resistencia de puesta a tierra.

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.
RPT: Resistencia de puesta a tierra en ohmios, calculada como V/I.

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.

2.11.6.3. 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 alta tensión y extra alta tensión para verificar que estén dentro de los límites admitidos. Deben seguirse los

siguientes criterios adoptados de la IEEE-81.2. Esta medición no se requiere para los apoyos o estructuras de las líneas de transmisión asociadas a las subestaciones, a excepción de las dos primeras estructuras de cada línea.

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.

2.12. CLASE DE APANTALLAMIENTO.

Las salidas de línea por descargas directas o flameo inverso no deben superar, por cada 100 km/año los siguientes valores.

NIVEL DE TENSIÓN (kV).	NÚMERO DE SALIDAS
≥57,5	3
34,5	11

Tabla 22. Máximo número de salidas de línea por descarga directa o flameo.

Para valores mayores de 57,5 kV se permite una falla de aislamiento por cada 100 operaciones de maniobra de la línea.

2.13. FACTORES DE SEGURIDAD.

DESCRIPCIÓN.	FACTOR DE SEGURIDAD.
Postería en concreto	2,5
Estructura metálica	1,5
Cables para templetes	2,0
Anclajes para templetes	2,5
Herrajes general.	3
Herrajes para transformadores	5
A la flexión para espigo.	1,5

Tabla 23. Factores de seguridad.

2.14. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

Los siguientes requisitos deben cumplirse, previo análisis del riesgo para cada situación particular y fueron adaptados de la norma NFPA 70E, contenida en el RETIE.

A continuación se presentan las distancias mínimas que se deben guardar entre líneas eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificios, árboles, etc.) con el objeto de evitar contactos accidentales. 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 seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados serán considerados como parte de los conductores de línea.

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 3% por cada 300 metros que sobrepasen los mil 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 de 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 este puede ser alcanzado de manera casual a través de una puerta, rampa, 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 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. No se aplica para conductores aislados para Baja Tensión.

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 efectué bajo supervisión autorizada y calificada. No se aplica a líneas de alta y extra alta tensión.

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.

Nota 11. Donde el espacio disponible no permita cumplir las distancias horizontales de la tabla 24, la separación se puede reducir en 0,6 m siempre que los conductores, empalmes y herrajes tengan una cubierta que proporcione suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de falla a tierra en caso de contacto momentáneo con una estructura o edificio. Para ello, el aislamiento del cable debe ser construido mínimo, con una primera capa de material semiconductor, una segunda de polietileno reticulado y otra capa de material resistente a la abrasión y a los rayos ultravioleta. Adicionalmente debe tener una configuración compacta con espaciadores y una señalización que indique que es cable no aislado.

2.14.1. Distancias mínimas de conductores a zonas de construcciones, vías, ferrocarriles y cruce de ríos.

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 7.**	44 - 34,5 – 33	3,8
	13,8 - 13,2 - 11,4 - 7,6	3,8
	< 1	0,45
Distancia horizontal **"b"** a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientes de la facilidad de accesibilidad de personas. **Figura 7.**	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 7.**	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 7.**	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 24. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones.

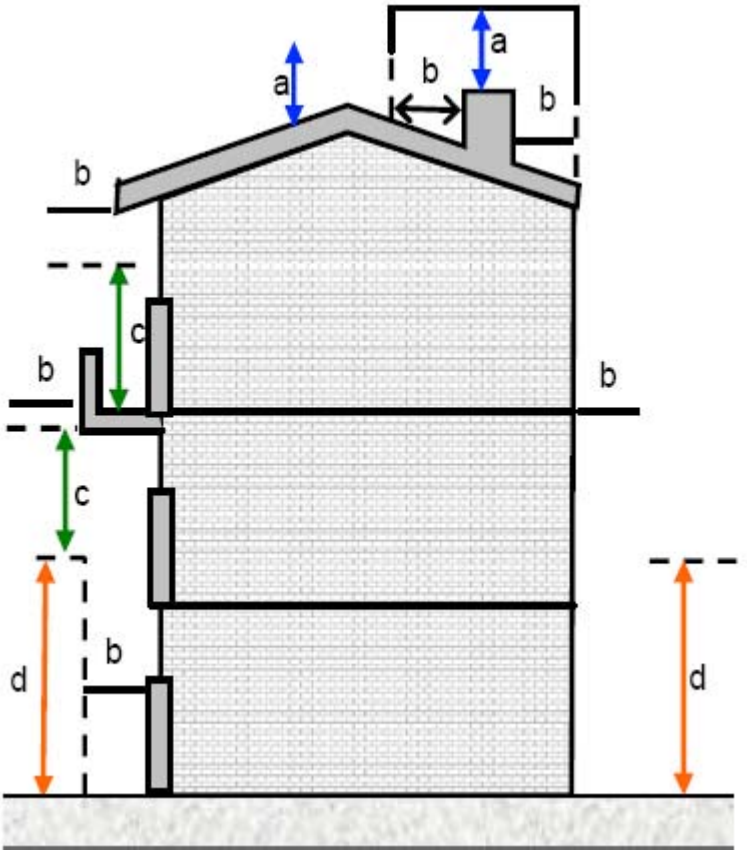


Figura 7. Distancias de seguridad en zonas de construcciones.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN DIFERENTES SITUACIONES.

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 8.	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 o calles. Figura 8.	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 9.	500	11,1
	230 – 220	9,3
	115 – 110	8,6
	66 - 57,5	8,3

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN DIFERENTES SITUACIONES.

DESCRIPCIÓN	TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (kV).	DISTANCIA (m).
	44 - 34,5 - 33	8,1
	13,8 -13,2 - 11,4 - 7,6	8,1
	<1.	7,5
Distancia vertical “f” en cruce con ferrocarriles electrificados, tranvías y trole-buses. Figura 10.	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 2 metros y menor de 7 metros. Figura 10.	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 adecuados para embarcaciones con altura superior 2 metros. Figura 10.	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
Distancia vertical al piso en cruce por campos deportivos abiertos	500	14,6
	230 – 220	12,8
	115 – 110	12

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN DIFERENTES SITUACIONES.		
DESCRIPCIÓN	**TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (kV).**	**DISTANCIA (m).**
por campos deportivos abiertos.	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 25. Distancias mínimas de seguridad para diferentes condiciones y lugares.

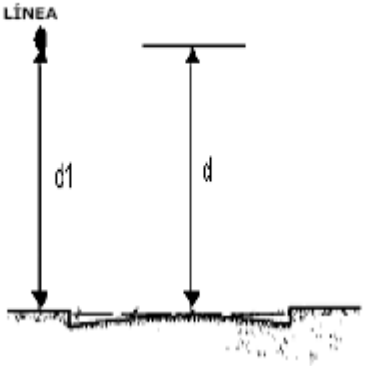


Figura 8. Distancias d y d1 en cruce y recorridos de vías.

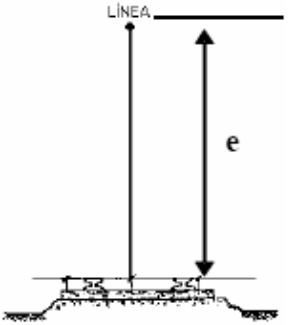
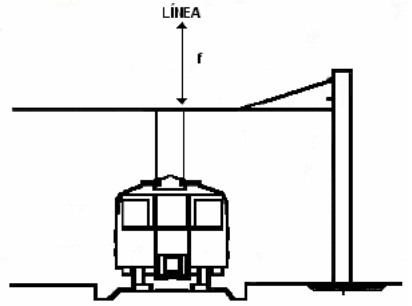


Figura 9. Distancias e en cruce con ferrocarriles sin identificar.



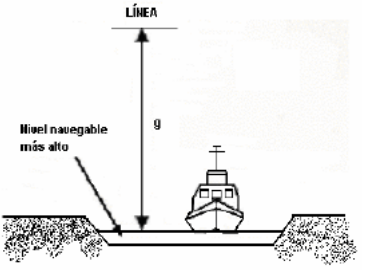


Figura 10. Distancias f y g para cruces con ferrocarriles y ríos.

2.14.2. Distancias mínimas de seguridad en cruces de líneas.

		DISTANCIAS EN METROS.								
Tensión Nominal (kV) entre fases de la línea superior	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	0,6						
	<1.	1,2	0,6							
	Comunicaciones	0,6								
		Comunicaciones.	<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 26. Distancias verticales mínimas en vanos con cruces de líneas.

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

2.14.3. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura.

Los conductores sobre apoyos fijos, deben conservar distancias mínimas horizontales y verticales como se establece en las tablas 27 Y 28. Estos valores son válidos hasta 1000 m sobre el nivel del mar; para mayores alturas debe aplicarse el factor de corrección por altura.

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 N°. 4/0 AWG o mayor calibre. 0 a 750 V calibre menor de N°. 4/0 AWG. Entre 750 kV y 8,7 kV.	 15 30 30
Conductores de suministro del mismo circuito. Hasta 8,7 kV. Entre 8,7 kV y 50 kV. Más de 50 kV.	 30 30 más1 cm por kV sobre 8,7 kV Ningún valor especificado.
Conductores de suministro de diferente circuito. (3) Hasta 8,7 kV. Entre 8,7 kV y 50 kV. Entre 50 kV y 814kV.	 30 30 más1 cm por kV sobre 8,7 kV 72,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV.

Tabla 27. Distancia horizontal entre conductores 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.
(3) Para las tensiones que excedan los 57,5 kV, la distancia de seguridad deberá ser incrementada en un 3% por cada 300 m en exceso de 1000 m 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 Y CABLES 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. Localizados en el apoyo de empresa de comunicaciones.		0,4	0,4 más 0,01m por kV. sobre 7,6 kV.
	Localizados en el apoyo de empresa de energía.		0,4	0,4 más 0,01m por kV. sobre 7,6 kV.
	Conductores de suministro eléctrico a la intemperie	Hasta 1 kV.	0,4	0,4 más 0,01m por kV. sobre 7,6 kV.
		Entre 1 kV. y 7,6 kV.	No permitido.	0,4 más 0,01m por kV. sobre 7,6 kV.
		Entre 11,4 kV. y 34,5 kV.	No permitido.	0,6 más 0,01m por kV. sobre 7,6 kV.
		Entre 44 kV y 66 kV.	No permitido.	0,6 más 0,01m por kV. sobre 7,6 kV.

Tabla 28. Distancia mínima vertical en metros entre conductores en la misma estructura.

Nota 1: La línea de menor nivel de tensión siempre debe estar a menor altura.
Nota 2: Cuando se trate de circuitos de diferentes Empresas las distancias de seguridad se debe aumentar en 0,6m.
Nota 3: Estas distancias son para circuitos de una misma Empresa Operadora. Para circuitos de diferentes Empresas la distancia se debe aumentar en 0,6 m.

Los constructores y en general quienes presenten proyectos a las curadurías, Oficinas de planeación del orden territorial y demás entidades responsables de expedir las licencias o permisos de construcción, deberán manifestar por escrito que los proyectos que solicitan dichos trámite cumplen a cabalidad con las distancias mínimas de seguridad establecidas por el RETIE.

2.14.4. Distancias mínimas para prevención de riesgo por arco eléctrico.

Dado que el arco eléctrico es un hecho frecuente en trabajos eléctricos, que genera radiación térmica hasta de 20000° C, que presenta un aumento súbito de presión hasta de 30 t/m^2, con niveles de ruido por encima de 120 decibeles y que expide vapores metálicos tóxicos por desintegración de productos, se establecen los siguientes requisitos frente a este riesgo:

Las distancias mínimas de aproximación a equipos que se deben cumplir para prevenir efectos de arcos eléctricos, que puedan ocasionarse durante trabajos en equipos con tensión, por una falla técnica o por un acto inseguro, son las indicadas en la tabla 29. Son barreras que buscan prevenir al trabajador y en general a todo el personal. Estos límites virtuales son básicos para la seguridad eléctrica, indican sobre los riesgos que presenta determinado equipo e informan sobre los elementos de protección personal que debe usar una persona calificada y el nivel de entrenamiento que este debe tener en el momento de realizar un trabajo con este tipo de riesgo eléctrico.

Los requisitos establecidos a continuación, deben cumplirse, previo análisis del riesgo para cada situación particular y fueron adaptados de la norma NFPA 70E.

Los términos contenidos allí, significan lo siguiente:

- **Limite de aproximación segura:** Es la distancia mínima desde un punto energizado del equipo, hasta lo cual el personal no calificado puede situarse sin riesgo por arco eléctrico.
- **Limite de aproximación restringida:** Es la distancia mínima hasta el cual el personal calificado puede situarse sin llevar elementos de protección personal certificados contra riesgo por arco eléctrico.
- **Límite de aproximación técnica:** Es la distancia mínima en la cual solo el personal calificado que lleva elementos de protección personal certificados contra arco eléctrico realiza trabajos en la zona de influencia directa de las partes energizadas de un equipo.

TENSION NOMINAL DE SISTEMAS (FASE – FASE)	LÍMITE DE APROXIMACIÓN SEGURO (M)		LÍMITE DE APROXIMACIÓN RESTRINGIDA (M) INCLUYE MOVIMIENTOS INVOLUNTARIOS	LIMITE DE APROXIMACIÓN TÉCNICA (M)
	Parte Móvil Expuesta	Parte Fija Expuesta		
51 V – 300 V	3,00	1,10	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,00	1,10	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,00	1,50	0,66	0,18
15,1 kV – 36 kV	3,00	1,80	0,78	0,25
36,1 kV – 46 kV	3,00	2,44	0,84	0,43
46,1 kV -72,5 kV	3,00	2,44	0,96	0,63
72,6 kV -121kV	3,25	2,44	1,00	0,81
138 kV – 145 kV	3,35	3,00	1,09	0,94
161 kV – 169 kV	3,56	3,56	1,22	1,07
230 kV – 242 kV	3,96	3,96	1,60	1,45
345 kV -362 kV	4,70	4,70	2,60	2,44
500 kV – 550 kV	5,80	5,80	3,43	3,28

Tabla 29. Limite de aproximación a partes energizadas de equipos.

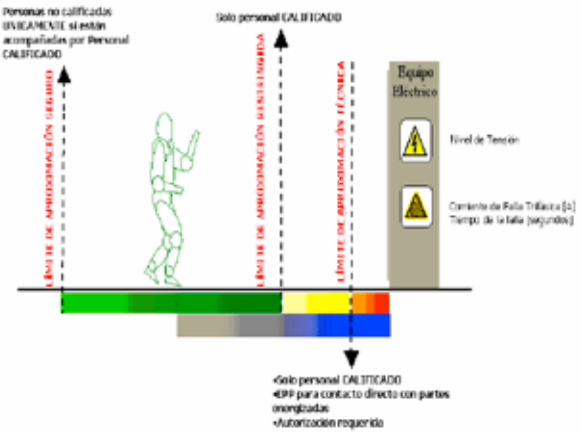


Figura 11. Límites de aproximación.

Para trabajar en zonas con riesgo de arco eléctrico, es decir, en actividades tales como cambio de interruptores o partes de él, intervenciones sobre transformadores de corriente, medidas de tensión y corriente, mantenimiento de barrajes, instalación y retiro de medidores, apertura de condensadores, macromedidores, deben cumplir, mínimo, los siguientes requisitos:

- Realizar un análisis de riesgo donde se tenga en cuenta la tensión, la potencia de corto circuito y el tiempo de despeje de la falla.
- Realizar una correcta señalización del área de trabajo y de las zonas aledañas a ésta.
- Tener un entrenamiento apropiado para trabajar en tensión.
- Tener un plano actualizado y aprobado.
- Tener una orden de trabajo firmada por la persona que lo autoriza.

Usar el equipo de protección personal certificado contra el riesgo por arco eléctrico para trabajar en tensión. Este equipo debe estar certificado para los niveles de tensión y energía incidente involucrados. Para prendas de algodón este debe ser tratado y tener mínimo 300 g/m^2.

2.15. REGLAS BÁSICAS PARA TRABAJOS EN REDES ELECTRICAS.

Los siguientes preceptos o reglas de trabajo, deben cumplirse dependiendo del tipo de labor.

a. Un operario solo, no deberá trabajar en un sistema energizado por encima de 1000 voltios fase a fase.
b. 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.
c. 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 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).

TENSIÓN NOMINAL (kV) ENTRE FASES	DISTANCIA MÍNIMA (m)
Hasta 1	0,80
7,6/13,2/18.8	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 30. Distancias mínimas de seguridad para trabajar con líneas energizadas.

Para el personal no calificado o que desconozca las instalaciones eléctricas, estas distancias son:

TENSIÓN NOMINAL (kV) ENTRE FASES	DISTANCIA MÍNIMA (m)
Menores a 1 Kv	0,40
Entre 1 kV y 66 Kv	3,00
Entre 57,5 kV y 230 kV	5,00
Superiores a 230 kV	8,00

Tabla 31. Distancias mínimas de seguridad para personal no especialista.

Las distancias mínimas de seguridad indicadas pueden reducirse si se protegen adecuadamente las instalaciones eléctricas y la zona de trabajo, con aislantes o barreras.

2.15.1. Maniobras.

Por 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.

2.15.2. 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.
-

2.15.3. Señalización de áreas 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 de tránsito, se deberá parquear el vehículo de la cuadrilla antes del área de trabajo.

2.15.4. 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 sostener a esfuerzos.

2.15.5. Reglas de oro de la seguridad:

Al trabajar en línea muerta, es decir, sobre circuitos desenergizados, siempre se deben 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”:

a. 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 el que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.

b. Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte: Señalización en el mando de los aparatos indicando 2No energizar" o "prohibido maniobrar" y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama 2condenación o bloqueo" de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.

c. 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.

d. 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 si todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.

e. 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 accidentes.

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 conectar 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 a 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 labores 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.

2.15.6. Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados:

Cuando se instalen, trasladen o retiren postes en o cerca de las líneas energizadas, se deben tomar precauciones a fin de evitar el contacto directo de los postes con los conductores 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.

2.15.7. 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 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 deben ser conectados 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 la persona no pueda accede 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 no 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 deben 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 de encerramiento no deben incluir las paredes del cuarto 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 las instalaciones 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 este en posición abierto.

Operación del interruptor, a menos que esté se encuentre en servicio, desconectado, extraído o puesto a tierra.

Cerrar el interruptor, a menos que éste 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 mínimos 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.

2.15.8. Cables subterráneos:

Modificado del Art. 31 Resolución 180498 del 29 de abril de 2005 Ministerio de Minas y Energía.

Los siguientes requisitos se aplicaran 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:

- No higroscópicos.
- Un grado de protección adecuado al uso.

Se acepta el uso de tubo corrugado de polietileno de alta densidad para la protección mecánica térmica de cables de redes de media y baja tensión.

❖ Deberá mantenerse una distancia útil mínima de 0,20 m entre el borde extremo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, etc.). Si esta distancia no puede ser mantenida se deben separa en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de

ladrillo u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego y al arco eléctrico y malos conductores de calor de por lo menos 5 cms 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 “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 0,70 m respecto a la superficie del terreno. Como protección contra el deterioro mecánico, se utilizan ladrillos o cubiertas y a una distancia entre 20 y 30 cms. Por encima del cable debe instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo menor a la vida útil del cable enterrado.

❖ 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 0,70 m de relleno sobre el ducto.

❖ Las uniones entre dos 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 y estar conectados eléctricamente a tierra. 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 construcción.

❖ Todas las transiciones entre tipos de cable, 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 antes dichos, debiéndose instalar, en tramos rectos, a distancias no mayores a 40 metros, 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.

2.15.9. 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.



CAPÍTULO 3
REDES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CENS
CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 3.		4
3.	REDES DE MEDIA Y BAJA TENSION.	4
3.1.	DISPOSICIONES GENERALES.	4
3.2.	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSION.	5
3.2.1.	Redes de distribución urbanas en M.T.	6
3.2.2.	Redes de distribución rurales en M.T.	6
3.2.3.	Redes de distribución subterráneas en M.T.	7
3.3.	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSION.	10
3.3.1.	Redes de distribución urbanas en B.T. (Red trenzada)	10
3.3.1.1.	Calibre de los conductores.	11
3.3.1.2.	Cajas para derivación de acometidas.	13
3.3.1.3.	Conectores para conexión a red trenzada.	13
3.3.1.4.	Anclaje de acometida sobre poste.	13
3.3.1.5.	Cinta y hebilla de acero inoxidable.	14
3.3.1.6.	Grapa de retención (tensor) para acometida en poste.	14
3.3.1.7.	Acometida domiciliaria.	14
3.3.1.8.	Cable para conexión de la caja a red trenzada.	14
3.3.1.9.	Electrodo de puesta a tierra.	14
3.3.1.10.	Grapa de retención de cable trenzado.	15
3.3.1.11.	Grapa de suspensión de cable trenzado.	15
3.3.2.	Redes de distribución rurales en B.T.	15
3.3.3.	Redes de distribución subterráneas en B.T.	16
3.4.	AISLAMIENTO EN REDES.	18
3.5.	SELECCIÓN DEL CONDUCTOR.	18
3.5.1.	Capacidad Térmica.	19
3.5.2.	Regulación de voltaje.	19
3.5.3.	Pérdidas de potencia.	19
3.6.	PROTECCIÓN Y MANIOBRAS DE LÍNEAS Y REDES.	19
3.6.1.	Distribución urbana en M.T.	19
3.6.2.	Distribución rural en M.T.	20
3.7.	DUCTERIA	21

3.8.	CAJAS DE INSPECCION.	22
3.9.	DISEÑO MECANICO.	22
3.9.1.	Hipótesis de diseño para líneas.	22
3.9.1.1.	Condición inicial de tendido.	22
3.9.1.2.	Condición extrema de trabajo mecánico.	23
3.9.1.3.	Condición extrema de flecha.	23
3.9.2.	Diseño topográfico.	23
3.9.2.1.	Selección de ruta.	23
3.9.2.2.	Perfil topográfico.	24
3.9.2.3.	Zonas de servidumbre.	27
3.9.2.4.	Estudio de suelos.	28
3.9.3.	Conductores.	28
3.9.3.1.	Plantillado.	28
3.9.3.2.	Cálculo de flechas y tensiones.	29
3.9.4.	Apoyos.	30
3.9.4.1.	Hipótesis de carga.	31
3.9.4.2.	Factores de seguridad.	32
3.9.4.3.	Esfuerzos.	32
3.9.4.4.	Gráficas de utilización.	33
3.9.4.5.	Herrajes.	33
3.9.4.6.	Aisladores.	33
3.9.5.	Templetes.	34
3.10.	MARCACION DE EQUIPOS.	38
3.10.1.	Marcación de apoyos.	39
3.10.2.	Marcación de equipos.	39
3.10.2.1.	Transformadores.	39
3.10.2.2.	Seccionadores.	40
3.10.2.3.	Seccionalizadores.	40
3.10.2.4.	Reconectadores.	41

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Calibres de conductores de cable trenzado. 12
Tabla 2. Niveles de aislamiento. 18
Tabla 3. Valores de servidumbres. 27
Tabla 4. Distancias horizontales de templetes postes. 37
Tabla 5. Distancia mínima del poste de 8 m a la columna. 38
Tabla 6. Distancia mínima del poste de 12 m a la columna. 38

CAPITULO 3.

3. REDES DE MEDIA Y BAJA TENSION.

3.1. DISPOSICIONES GENERALES.

Dependiendo del área a servir, las líneas y redes pueden ser urbanas o rurales, y de acuerdo con su instalación, aéreas o subterráneas.

Las líneas y redes serán por lo general aéreas, excepto en los siguientes casos donde la red será subterránea:

- Donde las normas de construcción de los municipios expresamente lo prohíban.
- Cruzando parques, distribuidores de tráfico y parqueaderos de zonas comerciales.
- Por aquellos sitios donde su ubicación no permita lograr las distancias mínimas de seguridad.
- En los sectores clasificados por CENS S.A. E.S.P. como de distribución urbana subterránea.
- En conjuntos residenciales cerrados de estrato igual o superior al cinco (5).
- En zonas de conservación histórica.

Todas las líneas y redes entregadas para operar por CENS S.A. E.S.P. deberán tener legalizada la servidumbre. Los permisos requeridos para la ejecución de un proyecto serán tramitados por el interesado. Terminada la obra de ejecución de un proyecto, se deberá entregar a CENS S.A. E.S.P. debidamente rotulado, marcado y los planos finales de construcción actualizados.
Para los cascos urbanos solo se permite el uso de postería certificada y que demuestre conformidad con el RETIE en concreto y/o en fibra de vidrio. La postería de madera podrá ser utilizada sólo en circuitos rurales, previa

autorización de cens, siempre y cuando este certificada con normas de calidad y demuestre conformidad con el RETIE.
Todo proyecto de red de distribución nuevo para su conexión definitiva debe estar previamente georreferenciado.

Los diseños que incluyan el uso de torrecillas metálicas deben anexar los cálculos mecánicos requeridos, y demostrar conformidad con RETIE.

3.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSION.

En el diseño de los circuitos de MT, deben ser consideradas los siguientes criterios operativos:

- Dejar un solo calibre de conductor como circuito principal. En lo posible seccionar el circuito principal en 3 partes tratando de dividir la carga proporcionalmente (reconectadores, seccionador, cuchillas), tratando que cada una de estas secciones tengan suplencia preferiblemente con un circuito de otra S/E de potencia, con el fin de darle una mayor operatividad y confiabilidad al sistema. Cuando se instalen equipos en serie (seccionadores, reconectadores, reguladores, etc), el cable que los une debe ser igual al del circuito.
- Preferiblemente no instalar doble circuito de MT sobre un mismo poste.
- Redistribuir la carga entre los circuitos existentes, antes de construir nuevos.
- Utilización de corredores viales para instalación de los circuitos.
- Que el circuito alimente una sola área de influencia.
- En lo posible no dejar doble circuito de salida del interruptor de la subestación de potencia (empachar).

Con lo anterior se consiguen los siguientes beneficios:

- Menor número de interrupciones y posibilidad de accidentes.
- Menor costo de inversión.
- Menor tiempo de localización de fallas.

- Descongestión de redes.

3.2.1. Redes de distribución urbanas en M.T.

La distribución urbana en media tensión será trifásica.

En el perímetro urbano la distancia máxima entre postes será de 70 m para MT, siempre y cuando no exista red de BT. Se deben hincar los postes en los linderos de las edificaciones y se deben conservar las distancias de seguridad establecidas en el capítulo 2.

Cuando por condiciones del terreno o técnicas no se puedan construir los cruces de línea, se permitirán los pasos en flojo (previa autorización de la Empresa); la distancia máxima de pasos en flojo será de 10 m con doble aislador de pin en cada apoyo.

En los circuitos urbanos industriales las cargas máximas de diseño son: 12 MVA para un nivel de tensión de 34,5 kV y 4 MVA para un nivel de tensión de 13,2 kV.

Para evitar riesgos eléctricos por concurrencia de uno o más circuitos de Baja Tensión o Media Tensión en diferentes fuentes y eliminar retornos o energizaciones por plantas de emergencia, se instalará por poste solo una bajante de circuito de Media Tensión y no se permitirá compartir más de dos circuitos diferentes en Baja Tensión en un poste.

Los postes de las estructuras terminales, ángulos se deben diseñar autosoportados y fundidos con el fin de no utilizar templetes o retenidas puestos a tierra en las zonas urbanas, tanto en BT o en MT.

3.2.2. Redes de distribución rurales en M.T.

La distribución rural en media tensión podrá ser trifásica o bifásica según el tipo de carga, previa aprobación de CENS S.A. E.S.P.

En el caso de la electrificación rural las distancias entre apoyos dependerán de la topografía del terreno y del diseño debidamente aprobado por CENS S.A. E.S.P., y debe soportarse con los respectivos cálculos mecánicos, perfiles tipográficos y curvas de tendido de conductores.

3.2.3. Redes de distribución subterráneas en M.T.

❖ Los diámetros mínimos de los ductos establecidos son: Para 34,5 kV de 6'', para 13,2 kV de 4'', para BT calibres 4 o superiores ductos de 3'', para alumbrado ducto de 3''. Se debe dejar dos ductos de reserva de 4" para media tensión y uno de 3" para baja tensión.

❖ Las canalizaciones o ductos deben ser de material sintético, metal u otros, que reúnan las siguientes condiciones:

- No ser higroscópicos.
- Poseer un grado de protección adecuada al piso.

Además deben cumplir con las disposiciones establecidas en el capítulo 3 en especial las secciones 341-352 de la NTC 2050 revisión de noviembre de1998:

❖ Todas las instalaciones subterráneas se deben conectar a tierra y unir equipotencialmente.

❖ La red principal o troncal que corresponde a la ruta del tramo de mayor momento eléctrico acumulado desde la subestación hasta la última caja de inspección, puede ser trifásica tetrafilar o bifásica trifilar, permitiéndose como máximo un cambio de calibre del conductor.

❖ Las canalizaciones utilizadas para el tendido de cables de circuitos de distribución subterránea serán ductos de acero galvanizado o ductos de PVC corrugados. Los de acero galvanizado se utilizan para los cambios de redes primarias y secundarias subterráneas a aéreas, la ductería de PVC se utiliza para canalizar redes primarias, secundarias, alumbrado público y acometidas.

❖ Las canalizaciones subterráneas en ductos, deben tener cámaras de inspección que cumplan los requerimientos anteriormente expuestos, debiéndose instalar en tramos rectos una cámara máximo cada 40 metros de conducto y en donde existan cambios de ángulo o de dirección de la trayectoria, salvo cuando existan causas debidamente justificadas que permita una distancia mayor, (por ejemplo, cruce de grandes avenidas), en cuyo caso deberá quedar asentado en la memoria o especificación técnica del proyecto

❖ Las cajas de inspección se construirán de acuerdo con su utilización de tal manera que se de cumplimiento a lo establecido en el numeral 5.7. Capítulo 5. Las paredes se construirán en ladrillo tolete recocido colocado en forma 'trabado' con las superficies internas pañetadas, el piso de concreto de 175 kg/cm2 (2500 psi) sobre una capa de recebo debidamente compactada.

❖ Las cajas de inspección deben quedar localizadas en andenes y/o zonas verdes y no podrán tener ningún elemento sobre ellos que impida el libre retiro de la tapa, y las tapas respectivas deben ir identificadas con el logo de CENS y un número respectivo asignado por CENS.

❖ Deberá mantenerse una distancia útil de 0,2 metros entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, etc.). Si esta distancia no puede ser mantenida se debe separar en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego, a los arcos eléctricos y malos conductores de calor y de por lo menos 5 cm de espesor.

❖ No se permite la instalación de canalizaciones (con excepción de las construidas para tal fin) o cables sobre el nivel del suelo terminado, se entiende por "suelo terminado" el que habitualmente es pisado por las personas como resultado de su actividad habitual.

❖ 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

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.

❖ 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 de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salidas serán adecuadas a las funciones específicas y permitirán el tendido en función de la sección de los conductores.

❖ Las cajas para redes de media tensión serán exclusivas para un solo nivel de tensión, mientras que las cajas para redes de baja tensión podrán alojar a su vez redes de alumbrado público. En ningún caso las cajas para redes eléctricas podrán ser cruzadas por ductos o conductores de otros sistemas (por ejemplo: Comunicaciones, televisión, acueducto, gas, alcantarillado, etc.), y las canalizaciones que pertenezcan al sistema de distribución no se permite que sean utilizadas para circuitos internos.

❖ Al llegar a una de las cajas, los ductos deberán estar provistos de boquillas terminales adecuados, los ductos de reserva deberán taponarse a fin de mantenerse libres de basuras, tierra o animales.

❖ Se deben construir desagües en las cajas de inspección para acometidas de MT y BT en la parte más baja de cada proyecto y donde se requiera. Estos Irán en tubería de 1 ½'' a 2 ½'' de diámetro y conectado a la red de aguas lluvias de la vía.

❖ Cuando la red de aguas lluvias se encuentre a nivel superior al piso de la cámara de inspección, se debe construir una cámara sencilla intermedia, en la cual la ductería y el drenaje tengan un nivel superior a la red de aguas lluvias.

❖ Se deben instalar juegos de terminales termoencogibles o premoldeados, para uso exterior o interior según necesidad.

Los empalmes y derivaciones de los conductores que deben realizarse en las cajas de inspección, deben ser de dos tipos. Moldeados en fábrica y termocontraibles. Los empalmes se deben realizar en barrajes preformados y debe existir un barraje por cada fase.

La disposición de los conductores que pertenecen a un mismo circuito en las canalizaciones deben estar agrupados en un mismo ducto.

Los ductos metálicos que realizan el empalme entre la red aérea y la red subterránea deben ser conectados sólidamente a tierra.

En los conjuntos cerrados las cajas de inspección pertenecientes al sistema de distribución son de uso exclusivo para este fin y por esta razón no se permite que los circuitos que hagan parte de las instalaciones internas pasen a través de estas cajas, deben tener sus propias cajas de inspección independientes de la red de distribución.

3.3. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSION.

3.3.1. Redes de distribución urbanas en B.T. (Red trenzada)

Para el sector urbano y rural (perímetro urbano) las redes serán en cable trenzado con postes en concreto

El neutro en baja tensión en el sector urbano se aterrizará en el punto de ubicación del transformador y mínimo cada tres apoyos y en los finales de circuito, a fin de mejorar la seguridad del sistema, conectado por medio de alambre de cobre desnudo, el cual se selecciona de acuerdo a lo establecido en la Tabla 18 Capitulo 2. El calibre mínimo establecido es alambre N° 4**,** la separación mínima horizontal del electrodo a la base del apoyo debe ser de 1 m. El conductor de puesta a tierra se protegerá con tubo galvanizado metálico

de ½" y de mínimo 3 m de longitud, asegurado con cinta de acero inoxidable mínimo en tres puntos.

En los postes de concreto que tengan tubo PVC incorporado en su interior para la puesta a tierra se recomienda el uso del cable de cobre No. 4 AWG a cambio del alambre de cobre o cobrizado.

La red principal o troncal que corresponde a la ruta del tramo de mayor momento eléctrico acumulado desde la subestación hasta el último apoyo, puede ser trifásica tetrafilar o bifásica trifilar.

La construcción de redes de distribución secundaria deberá realizarse en cable antifraude o trenzado y sus accesorios, para los diferentes proyectos presentados por urbanizadores o constructores.

Para redes urbanas la distancia máxima entre postes será de treinta (35) metros.

Se deben seguir las siguientes especificaciones**.**

3.3.1.1. Calibre de los conductores.

Los conductores de baja tensión, son de cable cuádruplex, triplex o dúplex de aluminio tipo XLPE 600V, el cual consta de un neutro mensajero y tres o dos cables de las fases en aluminio trenzados alrededor del neutro aislados en polietileno reticulado XLPE. 90 ºC. El neutro puede ser en ACSR o en aleación de aluminio AAAC. El calibre del neutro puede ser como máximo un calibre inmediatamente inferior al de las fases. Los calibres normalizados expresados en AWG con sus equivalencias en mm^2 son:

CALIBRES EN AWG –XLPE.		CALIBRES EN mm^2 –XLPE.	
Fases.	**Neutro (ASCR-AAAC)**	**Fases.**	**Neutro (ASCR-AAAC)**
3x4/0	1x4/0	3x120	1x120
3x4/0	1x3/0	3x120	1x95
3x4/0	1x2/0	3x120	1x70
3x3/0	1x3/0	3x95	1x95
3x3/0	1x2/0	3x95	1x70
3x2/0	1x2/0	3x70	1x70
3x2/0	1x1/0	3x70	1x50
3x1/0	1x1/0	3x50	1x50
3x1/0	1x2	3x50	1x35
3x2	1x2	3x35	1x35

Tabla 1. Calibres de conductores de cable trenzado.

Los conductores de las salidas del transformador deben ser en cable trenzado de un calibre que cumpla con la capacidad de corriente, regulación y pérdidas de potencia.

Los extremos de los cables en finalizaciones de circuito se deben cubrir con tapones adecuados para tal fin, para protegerlos contra contactos accidentales y entrada de humedad al cable, para ordenar el cable se colocan bajo una misma cubierta en cinta o amarres plásticos resistentes a la intemperie con el fin de reunirlos y que presente mejor estética la red.

Las redes en baja tensión en cable trenzado y la caja para derivación de acometidas se ubicarán a 30 y 50 cm respectivamente de la parte superior del poste, la caja podrá ir directamente sujeta a la red a una distancia horizontal de mínimo 2 m del poste, en el caso de poste de 12 m la ubicación del soporte para los conductores y la caja se hará siguiendo la horizontal del tendido de la red.

3.3.1.2. Cajas para derivación de acometidas.

Su diseño debe ser tal que resista los rayos solares y un ambiente con alta contaminación industrial, debe tener espacio suficiente para la entrada del alimentador principal y derivación de mínimo 8 acometidas domiciliarias, los barrajes deben tener la capacidad de corriente necesaria para la conexión de usuarios residenciales y comerciales, debe estar certificadas por una entidad acreditada por la autoridad correspondiente, debe poseer una cerradura y medios adecuados para asegurar en el poste.

Las cajas deben ser de material polimérico, y su instalación se hará sobre el vano de la red trenzada.
En caso
La conexión del cable a la red se debe hacer con el siguiente orden, de acuerdo al tipo de caja y en posición frontal:

- De izquierda a derecha para las fases R S T ó A B C con los conductores marcados como 1 2 3 respectivamente con el neutro en la parte inferior

- De arriba hacia abajo para las fases R S T ó A B C con los conductores marcados como 1 2 3 respectivamente con el neutro en la parte inferior.

3.3.1.3. Conectores para conexión a red trenzada.

Deben ser aislados, bimetálicos tipo tornillo fusible para conexión sellada a cables aislados XLPE-90°C (Principal y derivación), además debe llevar tapón sellador para el cable derivado.

3.3.1.4. Anclaje de acometida sobre poste.

Las acometidas se sujetarán al poste por medio de una grapa de retención (tensor) aislada para cable concéntrico.

3.3.1.5. Cinta y hebilla de acero inoxidable.

La cinta y hebilla deben ser de acero inoxidable, ¾" de ancho, baja en carbono y alta resistencia mecánica.

3.3.1.6. Grapa de retención (tensor) para acometida en poste.

Su fabricación debe ser de tal forma que resista las condiciones corrosivas del medio ambiente, con resistencia mecánica mínima de 200 kg, los anclajes deben venir para alojar la acometida de concéntrico de varios calibres. Los anclajes pueden ser de tipo cuña o preformado.

3.3.1.7. Acometida domiciliaria.

La acometida debe ser en cable de cobre con neutro concéntrico, aislamiento en polietileno reticulado color negro (XLPE-90°C), la longitud máxima de acometida no debe ser superior a treinta y cinco (35) metros, el calibre mínimo debe ser N° 8, salvo en las excepciones que permite la NTC 2050 en la sección 230-23, el cable se debe sujetar mediante tensores de acometida o aisladores tipo carrete. Cuando existe solo una o dos acometidas domiciliarias, o acometidas de calibres superiores al dos se conectaran directamente de la red mediante conectores apropiados, utilizando conectores por separado para cada acometida.

3.3.1.8. Cable para conexión de la caja a red trenzada.

Se debe utilizar conductores de cable trenzado con aislamiento y chaqueta en polietileno reticulado XLPE-90ºC, triplex o dúplex, de calibre mínimo 2 AWG con neutro AAAC o ACSR.

3.3.1.9. Electrodo de puesta a tierra.

Debe ser fabricada en material resistente a la corrosión y debidamente certificado tal como se especifica en el numeral 2.11.3.1. Capítulo 2.

3.3.1.10. Grapa de retención de cable trenzado.

Su fabricación debe ser de tal forma que resista las condiciones corrosivas del medio ambiente, deberá ser de un material resistente a la tensión ejercida por los conductores.

3.3.1.11. Grapa de suspensión de cable trenzado.

Su fabricación debe ser de tal forma que resista las condiciones corrosivas del medio ambiente y soporte el peso de los conductores.

3.3.2. Redes de distribución rurales en B.T.

En el sector rural las redes serán abierta (conductores desnudos) y los postes pueden ser de concreto o madera

El neutro en baja tensión se aterrizará en el apoyo de ubicación del transformador y en todos los apoyos finales del circuito o en los apoyos que por topografía del terreno, sean más vulnerables a descargas atmosféricas, la conexión se realizará en alambre de cobre desnudo, el cual se selecciona de acuerdo al numeral 2.11.3.2. Capítulo 2. El calibre mínimo establecido es el N° 4, la separación mínima horizontal del electrodo a la base del apoyo debe ser de 1 m.

En el caso de electrificación rural las distancias de pasos en flojo y entre postes, dependerán de la topografía del terreno y el diseño debidamente aprobado por la Empresa.

Cuando por condiciones del terreno o técnicas no se puedan construir los cruces de línea, se permitirán los pasos en flojo (previa autorización de la Empresa), la distancia máxima de pasos en flojo será de 8 m, los postes deberán ubicarse en los linderos de los predios.

En el tendido de red abierta, se debe tener en cuenta el siguiente orden de conexión de los conductores: De arriba hacia abajo, las tres primeras posiciones para las fases, la cuarta posición para el neutro.

3.3.3. Redes de distribución subterráneas en B.T.

❖ Los diámetros mínimos de los ductos establecidos son para BT calibres 4 o superiores ductos de 3''. Se debe dejar un ducto de reserva de 3" para baja tensión.

❖ Las canalizaciones o ductos deben ser de material sintético, metal u otros, que reúnan las siguientes condiciones:

- No ser higroscópicos.
- Poseer un grado de protección adecuada al piso.

❖ Todas las instalaciones subterráneas se deben conectar a tierra y unir equipotencialmente.

❖ Las canalizaciones subterráneas en ductos, deben tener cámaras de inspección que cumplan los requerimientos anteriormente expuestos, debiéndose instalar en tramos rectos una cámara máximo cada 40 metros de conducto y en donde existan cambios de ángulo o de dirección de la trayectoria, salvo cuando existan causas debidamente justificadas que permita una distancia mayor, (por ejemplo, cruce de grandes avenidas), en cuyo caso deberá quedar asentado en la memoria o especificación técnica del proyecto

❖ Las cajas de inspección deben quedar localizadas en andenes y/o zonas verdes y no podrán tener ningún elemento sobre ellos que impida el libre retiro de la tapa,

❖ Deberá mantenerse una distancia útil de 0,2 metros entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, etc.). Si esta distancia no puede ser mantenida se debe separar en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de

ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego, a los arcos eléctricos y malos conductores de calor y de por lo menos 5 cm de espesor.

❖ No se permite la instalación de canalizaciones (con excepción de las construidas para tal fin) o cables sobre el nivel del suelo terminado, se entiende por “suelo terminado” el que habitualmente es pisado por las personas como resultado de su actividad habitual.

❖ Las cajas para redes de baja tensión podrán alojar a su vez redes de alumbrado público. En ningún caso las cajas para redes eléctricas podrán ser cruzadas por ductos o conductores de otros sistemas (por ejemplo: Comunicaciones, televisión, acueducto, gas, alcantarillado, etc.).

❖ Al llegar a una de las cajas, los ductos deberán estar provistos de boquillas terminales adecuados, los ductos de reserva deberán taponarse a fin de mantenerse libres de basuras, tierra o animales.

❖ Se deben construir desagües en las cajas de inspección para acometidas BT en la parte más baja de cada proyecto y donde se requiera. Estos lrán en tubería de 1 ½’’ a 2 ½’’ de diámetro y conectado a la red de aguas lluvias de la vía.

❖ Cuando la red de aguas lluvias se encuentre a nivel superior al piso de la cámara de inspección, se debe construir una cámara sencilla intermedia, en la cual la ductería y el drenaje tengan un nivel superior a la red de aguas lluvias.

❖ Se deben instalar juegos de terminales termoencogibles o premoldeados, para uso exterior o interior según necesidad.

Los empalmes y derivaciones de los conductores que deben realizarse en las cajas de inspección, deben ser de dos tipos. Moldeados en fábrica y termocontraibles. Los empalmes se deben realizar en barrajes preformados y debe existir un barraje por cada fase.

3.4. AISLAMIENTO EN REDES.

El tipo de aislamiento se seleccionará de acuerdo con el nivel de tensión de servicio de la siguiente manera:

NIVEL	AISLAMIENTO (kV)	BIL (kV)
Baja tensión	0,6	25
Media tensión 13,2 kV	15,0	95
Media tensión 34,5 kV	36,0	200

Tabla 2. Niveles de aislamiento.

Cuando se trate de líneas o redes aéreas, la selección de aisladores cumplirá con lo establecido en la sección 11.1.

3.5. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR.

Todos los cálculos para la selección del conductor tienen como base la demanda máxima diversificada proyectada y se debe seleccionar de tal forma que cumpla con los valores establecidos de regulación, de porcentajes de perdidas de potencia y de capacidad de corriente.

Los conductores deben cumplir con las especificaciones mínimas establecidas en la sección 11.4 para cada tipo de red, utilización e instalación.

La Empresa se encargará de indicar el calibre del conductor a utilizar en circuitos primarios cuya ubicación se considere por esta como de desarrollo futuro.

La Empresa no aceptará conductores maltratados, quemados perforados o con abolladuras, estos deben ser nuevos y cumplir con las normas correspondientes.

En líneas y redes no se permite empalmar más de un conductor, ni se acepta hacer más de un empalme por vano. Los empalmes deberán estar a una distancia mínima de tres (3) metros de los respectivos soportes. No se aceptarán empalmes en vanos que atraviesan vías principales.

Los puentes en postes de abertura deben hacerse en el mismo calibre del ramal principal.

En todo apoyo en suspensión o de paso el conductor sobre el aislador de pin debe tener su blindaje correspondiente.

3.5.1. Capacidad Térmica.

Las tablas contenidas en el numeral 11.4.2. Capítulo 11 presentan las corrientes nominales de los conductores más utilizados.

El calibre del conductor del neutro en la red aérea de baja tensión será igual al de las fases o de un calibre menor, para sistemas trifásicos y bifásicos balanceados.

En las redes de distribución subterránea en baja tensión instalada en ductería no metálica, se aterrizara el neutro en la subestación y en tres (3) cajas de derivación.

3.5.2. Regulación de voltaje.

Para el cálculo de regulación de voltaje se usará el método del momento eléctrico, calculado tramo a tramo, según el tipo de la red ya sea aérea o subterránea.

La regulación máxima aceptada para cada caso se encuentra en la sección 2.4. Capítulo 2.

Las constantes de regulación para redes de distribución típicas se encuentran en la sección 11.4.4. Capítulo 11.

3.5.3. Pérdidas de potencia.

Las pérdidas máximas de potencia aceptadas se establecen en el numeral 2.5. Capítulo 2, el cálculo debe realizarse para toda la red principal tanto para media como baja tensión, red aérea o subterránea.

3.6. PROTECCIÓN Y MANIOBRAS DE LÍNEAS Y REDES.

En general, para protección y maniobra de redes en media tensión se tendrán en cuenta los criterios que se describen a continuación, en el numeral 11.8. Capítulo 11 se resumen los dispositivos de protección y sus características para distintos niveles de tensión.

3.6.1. Distribución urbana en M.T.

Cuando la red es la prolongación de una red principal de CENS S.A. E.S.P., no se requiere la instalación de cortacircuitos en el punto de arranque siempre que se mantenga el mismo tipo de conductor y calibre.

Las redes de distribución subterráneas derivadas de subestaciones cabinadas utilizarán como equipo de maniobra seccionadores para operación manual tripolar bajo carga, sin fusibles.

La protección contra sobretensiones en la red subterránea se efectúa con descargadores de sobretensión tipo resistencia no lineal ubicados en los puntos donde esté abierto el circuito, al final del circuito y en el poste donde se hace la transición de circuito aéreo a subterráneo o viceversa.

3.6.2. Distribución rural en M.T.

En redes aéreas todo circuito derivado de un alimentador principal en media tensión se protegerá con cortacircuitos tipo abierto de caída libre que utilizarán hilos fusibles tipo lento, seleccionados, en forma general, con un valor igual o el más próximo normalizado a la corriente de la demanda máxima diversificada inicial.

Todo alimentador primario aéreo rural con tensión igual o superior a 34,5 kV debe llevar cable de guarda aterrizado en todas las estructuras u otro sistema de protección adecuado contra sobretensiones, de tal manera que el número de salidas por año cumpla lo establecido en el numeral 2.12. Capítulo 2. La impedancia de puesta a tierra en cada punto de aterrizaje, debe cumplir con lo indicado en el numeral 2.11.4. Capítulo 2, el calibre del bajante del electrodo de puesta a tierra se debe calcular de acuerdo al numeral 2.11.3.2. Capítulo 2, los electrodos de puesta a tierra se deben seleccionar de acuerdo al numeral 2.11.3.1. Capítulo 2

Cuando una línea o red no apantallada se derive de un alimentador primario blindado con cable de guarda se utilizarán DPS's tipo distribución localizados en el punto de derivación.

3.7. DUCTERIA

Las canalizaciones utilizadas para el tendido de cables de circuitos de distribución subterránea son ductos de acero galvanizado ó ductos de PVC corrugados con los accesorios respectivos.

La disposición de los conductores dentro del ducto, debe conservar su posición y adecuación a lo largo del recorrido, asegurando que se mantenga la separación de los circuitos. Los conductores de un mismo circuito deben disponerse en un solo grupo a través del ducto, no se permite que vayan por ductos separados.

Los ductos de acero galvanizado se utilizan en los cambios de redes primarias y secundarias, subterránea a aérea o viceversa, o donde existan condiciones especiales que lo requieran como cruce de vías férreas y ducterías colgantes de puentes. Estos ductos deben ser puestos a tierra solidamente.

La ductería de PVC se utiliza para canalizar redes primarias, secundarias, alumbrado público y acometidas.

Cuando se efectúe cambio del tipo de ducto se debe construir una caja de inspección para hacer la transición.

El diámetro de los ductos utilizados esta especificado en el numeral 11.7. Capítulo 11

3.8. CAJAS DE INSPECCION.

En el sistema subterráneo se utilizan cajas de inspección dobles y sencillas, cajas de inspección para acometidas de baja tensión y alumbrado público.

Las cajas de inspección sencillas se utilizan entre cajas de inspección doble, en acometidas de baja tensión y subterranización de acometidas junto al poste.

La separación normal entre las cajas está entre 30 y 40 m, pero donde se requiera se permite una separación máxima de 80 m.

Cuando los bancos de ductos consten de más de 6 ductos, las cajas serán dobles.

La selección del tipo de caja de inspección esta especificado en el numeral 11.3. Capítulo 11.

3.9. DISEÑO MECANICO.

3.9.1. Hipótesis de diseño para líneas.

3.9.1.1. Condición inicial de tendido.

- Velocidad del viento : 0 km/hora
- Temperatura del conductor : Temperatura ambiente.
- Tensión mecánica : Máximo. 25% de tensión de rotura.

3.9.1.2. Condición extrema de trabajo mecánico.

- Velocidad del viento :100 km/hora
- Temperatura del conductor : Temperatura ambiente mínima de la zona donde se instala el conductor.
- Tensión mecánica : Máx. 50% de tensión de rotura.

3.9.1.3. Condición extrema de flecha.

- Velocidad del viento :0 km/hora
- Temperatura del conductor : Temperatura del conductor a la máxima temperatura ambiente y máxima corriente de diseño.

3.9.2. Diseño topográfico.

3.9.2.1. Selección de ruta.

La ruta debe ser recta y de fácil acceso, pudiendo sufrir desviaciones solo para evitar:

- Cruce de terrenos.
- Pantanos.
- Lagos.
- Zonas de inestabilidad geológica.
- Aeropuertos.
- Bosque cuya tala no autoriza la autoridad competente.
- Construcciones.
- Campos deportivos.
- Otros a consideración de CENS.

Cualquier cambio que modifique la ruta directa, debe justificarse técnica y económicamente.
La localización definitiva requiere una evaluación de las siguientes condiciones:

- Bajo costo de servidumbres.
- Bajo costo de construcción.

- Bajo costo de mantenimiento.
- Bajo impacto Ambiental

3.9.2.2. Perfil topográfico.

El diseño de todas las líneas y redes rurales y/o urbanas de media tensión se hará con base en el levantamiento topográfico de la ruta, el cual debe incluir una vista de planta de la poligonal y su correspondiente nivelación. Se deben cumplir las siguientes normas para levantamiento topográfico.

- Indicar gráficamente si el teodolito tiene cero en el Cenit, cero en el nadir, o cero horizontal.
- Toma de cota con altímetro en el punto de inicio.
- Toma del azimut en el punto de inicio.
- La distancia máxima permitida estará determinada por el hecho de que la lectura de los hilos inferior, medio y superior sean REALMENTE leídos en la mira.
- Indicar todo POT o DELTA así como todos los detalles relevantes con la siguiente denominación:
    1. De la letra **A** a la **L** para detalles adelante.
    2. De la letra **M** a la **Y** para detalles atrás.
    3. La letra **Z** se reserva para contra lectura.
- Es exigencia ineludible la toma de contra lectura debido a que éste es un punto de auditaje de levantamiento.

- En todo punto de armada del teodolito tiene que indicarse la altura instrumental.

- Periódicamente debe verificarse el resultado de cota con altímetro para detectar posibles descalibraciones de teodolito.

- Los detalles relevantes que deben consignarse en el levantamiento son:

Caños, quebradas, ríos, pantanos, árboles o bosques, erosiones, cercas,

carreteras, carreteables, vías de acceso, aeropuertos, estaciones repetidoras.

Cruces o vecindad de líneas eléctricas o telefónicas, edificios, casas, etc., indicando su altura con respecto al eje de la línea. Se define por vecindad una distancia de veinte (20) metros lado y lado del eje de la línea.

- Debe instruirse a la comisión de topografía sobre la interdistancia aconsejable entre ángulos, la cual debe estar determinada por la ubicación de retenciones 2.000 metros, 3000 metros, etc. Esta interdistancia debe respetarse en lo posible apartándose de ella solamente cuando a criterio del topógrafo sea necesario.
- La ubicación de los POT debe elegirse donde sea posible la instalación de estructuras.
- Deben indicarse los nombres de los propietarios de los predios así como el tipo de cultivo y cualquier otra información que pueda ser susceptible de indemnización.
- En los sitios no hábiles para estructuras debe indicarse claramente "No ubicar estructuras".
- El estacamiento debe someterse a las siguientes convenciones:

1. Cada **POT** debe pintarse de rojo y las referencias atrás y adelante en amarillo, a una distancia entre 5 y 10 metros del POT.
2. Cada **DELTA** debe pintarse de rojo y las referencias en amarillo; en este caso deben indicarse sus seis (6) referencias así:

a) Dos en la dirección de llegada, adelante y atrás.
b) Dos en la dirección de salida, adelante y atrás.
c) Dos sobre la bisectriz a lado y lado del punto.

Las distancias de las referencias son las mismas indicadas para los **POT**.

Tanto en **POT** como en **DELTAS** deben indicarse el número correspondiente y aprovechar cualquier objeto estable tal como piedras, árboles o cercas para resaltar y referenciar el punto.

- El levantamiento topográfico debe estar consignado en la cartera en forma tal que identifique los diferentes detalles y permita su unificación.
- La anterior información deberá ser clasificada y entregada al área correspondiente.

El levantamiento se podrá hacer mediante taquímetro o distanciómetro, con una precisión en planimetría, de 1:10 000, y en nivelación, de 1 segundo para ángulos por estación de armado.
Cuando el levantamiento se hace por taquimetría se someterá a las siguientes restricciones:

- Máxima visual : 500 metros.
- Máximo ángulo vertical : 30 grados.

Deben identificarse todos los detalles que afecten de alguna manera la construcción y funcionamiento de la línea, localizados sobre el ancho de la misma, tales como:

- Cultivos que atraviesa.
- Censo de propietarios.
- Cruces con:
  Otras líneas eléctricas.
  Líneas de comunicaciones.
  Vías peatonales.
  Vías vehiculares.
  Vías férreas.
  Arroyos, quebradas, ríos.
  Lagos.
  Depresiones.
  Construcciones.
  Cercados, etc.

La orientación de estos detalles se definirá mediante el azimut magnético.

En aquellas zonas donde la poligonal corre lateralmente a la pendiente del

terreno y esta sea mayor del 10%, se debe tomar nivelación de los puntos localizados perpendicularmente a la poligonal, en los sitios donde se tomen las visuales y a una distancia de 8 metros del eje de la línea.

La línea se dejará materializada sobre el terreno de la siguiente manera:

- Mojones de concreto:

Puntos de iniciación y terminación de la línea.
Localización de estructuras
En alineamientos mayores de 1.000 metros.

- Estacas de madera:

Como testigos de ángulo y de alineamiento en las desviaciones.
Se efectuarán el abcisado y la nivelación de la poligonal con base en el punto de iniciación.

3.9.2.3. Zonas de servidumbre.

El diseño deberá determinar e identificar todos los daños que se causen durante:

- Tala de árboles.
- Demolición de construcciones.
- Cortes de terreno (excavaciones).

Igualmente en áreas rurales se dejarán lo siguientes anchos de corredor de línea como servidumbre a favor de la Empresa.

TENSIÓN DE LÍNEA (kV).	ANCHO DE CORREDOR DE LÍNEA.
Torres 110/115 2 ctos.	20 m
Postes 110/115	15 m
57,5/66	15 m
34,5/13,2	10 m

Tabla 3. Valores de servidumbres.

Para líneas de transmisión con tensión nominal menor o igual a 230 kV, que crucen zonas urbanas o áreas industriales y para las cuales no se puede dejar la zona de servidumbre, se acepta construir la línea, siempre que se efectúe un estudio de aislamiento del caso, que demustre que no hay efectos de campo electrico o radio interferencia y se cumplan distancias de seguridad de por lo menos 4 m para 115 kV y 6 m para 230 kV, teniendo en cuenta los máximos movimientos de acercamiento a la edificación que pueda tener el conductor, “en ningún caso la línea podrá ser construida sobre edificaciones.”

3.9.2.4. Estudio de suelos.

A criterio la Empresa exigirá un estudio tendiente a determinar la capacidad portante del terreno, la configuración morfogeológica del mismo y el nivel freático, se exigirá en los siguientes casos:

- Líneas en doble circuito en calibre igual o mayor que 4/0 AWG.
- Líneas en circuito sencillo con calibre igual o mayor que 266 mcm.

3.9.3. Conductores.

3.9.3.1. Plantillado.

La plantilla se elegirá para un vano regulador supuesto, efectuando el cálculo de la tensión para la condición extrema de flecha. Con esta tensión se calcula el parámetro del conductor y con este la catenaria. El vano regulador obtenido se revisará sucesivamente hasta obtener una variación máxima del 5% entre el vano regulador supuesto y el vano regulador resultante en el plantillado.

La curva deberá trazarse y recortarse sobre un medio consistente y transparente, junto con las siguientes curvas adicionales:

- Curva de tierra: Distancia de seguridad a tierra.

- Curva de localización de apoyos: Altura del conductor en la estructura. Se requiere trazar curvas igual al número de alturas de estructura que existan.
- Escala (Ver numeral 12.3.4.3. Capítulo 12).
- Dimensión: Se construirá para un vano no inferior al vano máximo previsto.
- Cantidad: Se podrán elegir y construir varias plantillas de acuerdo a las diferentes condiciones topográficas y/o climatológicas que se presenten en línea.

Cuando se localicen las estructuras y se efectúe el cálculo de los vanos reguladores resultantes se comprobará en cada caso el parámetro elegido, no pudiendo ser inferior éste.

Para en plantillado de la línea se tendrán en cuenta las distancias mínimas indicadas en la sección 2.15.

3.9.3.2. Cálculo de flechas y tensiones.

El cálculo deberá tener el siguiente grado de detalle de acuerdo al tipo de línea así:

a. Líneas de tensión menor o igual a 13,2 kV.

- Tensión de tendido para intervalos de 5 ºC por debajo y por encima de la temperatura ambiente, para cada tramo tendido.
- Tensión máxima de trabajo.
- Plantilla.
- Separación horizontal de conductores en cada estructura para condición máxima de flecha.
- Verificación de vano crítico.

b. Líneas de transmisión de 34,5 kV.

- Tablas de tensiones de tendido para intervalos de 5 ºC, para cada tramo de tendido, variando entre 10 y 40 ºC.

- Tensiones máximas de trabajo para cada tramo de tendido.
- Tabla de flechas para cada vano individual, para intervalos de 5 grados centígrados, variando entre 10 y 40 grados.
- Vano peso en metros y kilogramos, obtenidos del plantillado para cada estructura.
- Vano viento en metros y kilogramos para cada estructura.
- Separación horizontal de conductores en cada estructura para condición de máxima flecha.
- Verificación de vano crítico.

3.9.4. Apoyos.

Se elegirán de acuerdo con lo establecido en la sección 11.9. de tal manera que se de cumplimiento a las condiciones establecidas a continuación:

- La postería deberá ubicarse en las calles siguiendo al costado norte y en las avenidas o carreras por el costado occidental.
- No se permitirá la ubicación de postería o templetes en las esquinas de las calles o vías, ni en zonas donde interfieran el tráfico peatonal o automotor. Tampoco se deberá ubicar la postería frente a garajes.
- Todo poste debe ser debidamente aplomado y alineado; la orientación de las perforaciones debe hacerse en el sentido de la dirección de las redes.
- No se permite el uso de templetes en zonas urbanas, por tal razón los postes deben ser autosoportados y fundidos, para los casos que sea requerida.
- El empotramiento de la postería se hará según la siguiente ecuación:

$$H1=0,1H+ K \ (m).$$

Siendo H1 = Longitud de empotramiento.
H = Longitud total del poste (m).
K = 0,40 para áreas urbanas y 0,60 para áreas rurales.

- Las excavaciones para hincar la postería deberán ser circulares con un diámetro uniforme y 20 cm mayor al diámetro de la base del poste, su ubicación será junto al sardinel de los andenes con el ánimo de cumplir las distancias de seguridad de la sección 2.15.
- La apisonada de los postes se hará en capas no mayores a 20 cm, y en ningún caso se podrá emplear tierra blanda y húmeda o conteniendo basuras, raíces y demás elementos que impidan la compactación adecuada.
- En terrenos con baja resistencia, presencia de humedad, arcillas expansivas y otras características especiales del terreno, CENS S.A. E.S.P. exigirá una cimentación con recebo debidamente compactada o cimentación con concreto. Todo poste que requiera ser cimentado, se hará con una mezcla de recebo y cemento del 25%, el cual debe ser compactado desde su base en capas de 10 centímetros de espesor.

La postería de concreto a utilizar en las redes de baja y media tensión tendrá como **mínimo** una carga de rotura de 510 kg para estructuras de paso y de 750 kg y 1050 kg para retensiones y terminales de circuito. La postería que se instale debe cumplir con las normas ICONTEC aplicables debidamente certificada mediante protocolos correspondientes.

En los postes de media y baja tensión que se instalen, deberá estamparse un código asignado por la Empresa con las siguientes características:

- Caracteres de 7 X 5 cm color negro

- Disposición de 7 caracteres en forma vertical con una separación de 3 cm entre los mismos y empezando a una altura de 4 m sobre el nivel del piso.

- Se deben estampar por el frente del poste, tomando como frente la cara que da a la calzada.

3.9.4.1. Hipótesis de carga.

Para diseñar un apoyo se efectuarán cálculos de comprobación para las siguientes condiciones:

❖ **Condición Normal:** El esfuerzo de todos los conductores actuando sobre la estructura en su condición de máxima velocidad de viento.

❖ **Condición de Conductor Roto:** Se supone que el conductor más alto se ha roto en uno de los vanos adyacentes a la estructura. Los demás continúan actuando de la misma forma que en la condición anterior.

❖ **Condición Crítica de Montaje:** Para estructuras autosoportantes terminales o de anclaje, de doble circuito disposición vertical, debe comprobarse su capacidad mecánica, para el caso de un solo circuito actuando sobre la estructura por un solo lado.

3.9.4.2. Factores de seguridad.

Se utilizarán los valores establecidos en el numeral 2.13. Capítulo 2.

3.9.4.3. Esfuerzos.

❖ **Verticales:** Corresponde al peso propio de los apoyos, conductores, cables de guarda, crucetas, aisladores, herrajes, empuje vertical de templetes, equipos y otros. En todos los puntos de cálculo que intervengan esfuerzos verticales, se supondrá una carga adicional de 100 kg por carga viva.

❖ **Por tensiones desequilibradas:** Los origina la diferencia de tensión horizontal en una estructura de los conductores de los vanos adyacentes, por lo tanto su acción es en el sentido longitudinal de la línea.

❖ **Por cambio de dirección:** Los originan los cambios de dirección en el conductor en los apoyos de ángulo. Su sentido de aplicación se considera en el sentido de la bisectriz.

❖ **Por levantamiento:** Se presenta en apoyos localizados en puntos topográficos bajos con respecto a los dos apoyos que lo comprenden. Estos esfuerzos no se admitirán en apoyos de alineamiento. En apoyos de ángulos y

retención se evitarán en lo posible, pero de presentarse no serán superiores al 10% del peso total de la estructura.

Para el cálculo de esfuerzos en apoyos para redes urbanas de baja tensión se asumirá una hipótesis de carga que corresponda a un parámetro de conductor en condición extrema de flecha que cumpla con una relación flecha a un vano igual a 0,008.

3.9.4.4. Gráficas de utilización.

Será la representación gráfica de la magnitud de ángulo de desviación en función de la dimensión del vano viento que pueda soportar un apoyo sin necesidad de templetes.

Se requiere calcular la curva de utilización para todos y cada uno de los tipos de apoyo que diseñen para la construcción de una línea.

3.9.4.5. Herrajes.

Todos los herrajes deberán ser galvanizados en caliente y su diseño deberá soportar los esfuerzos en las condiciones más severas de trabajo; además deberán cumplir las especificaciones técnicas del sistema de calidad y la norma ICONTEC aplicable para cada tipo de elemento. Para su selección debe cumplir con los factores de seguridad del numeral 2.13. Capítulo 2 y de acuerdo al numeral 11.9. Capítulo 11.

3.9.4.6. Aisladores.

Todos los aisladores a utilizar en redes de distribución urbana y rural de la Empresa deberán ser en porcelana esmaltada, vidrio o tipo sintético 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 y cumplir con las normas ANSI como se especifica en el numeral 11.2. Capítulo 11.

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

Para la aplicación de aisladores de vidrio o porcelana se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

En estructuras terminales o de retención en media tensión 13,2 kV se deberá usar dos (2) aisladores de suspensión de 6′′ por línea.

En estructuras terminales o de retención de media tensión a 34,5 kV se usarán cuatro (4) aisladores de suspensión de 6′′ por línea.

En redes de distribución rural a 13,2 kV se utilizarán dos (2) aisladores de suspensión de 6′′ por línea, cuando la cruceta sea de madera. La ranura superior de los aisladores de pin quedará alineada en la misma dirección del conductor y se aprovechará para el amarre del mismo, excepto cuando existan ángulos, en cuyo caso se amarrará el conductor a la ranura lateral del aislador, en la parte opuesta a las fuerzas desbalanceadas.

3.9.5. Templetes.

Los templetes o retenidas que se utilizen para equilibrar las fuerzas longitudinales originadas por tensiones desequilibradas en un vano o en vanos adyacentes de un circuito, por operaciones de tendido, por rotura de conductores, por fuerzas transversales debidas al viento y a ángulos de deflexión, deben ser sometidos a aprobación por previa parte de CENS en las zonas urbanas (en lo posible las estructuras deberán ser autososportadas). Se permite su utilización sin restricciones en zonas rurales.

Las retenidas deben quedar alineadas con el eje de la red o con la bisectriz del ángulo formado con los ejes de la línea.

Se clasifican en:

- **Directo a tierra.** Su uso es muy frecuente en la construcción de redes. Para que el templete cumpla su función, la cabeza de la varilla de anclaje debe sobresalir entre 10 y 15 cm y la distancia horizontal al nivel del piso no debe ser menor de 1/3 de la altura de fijación del templete. En todas las retenciones poste a varilla de anclaje se instalarán, por seguridad aisladores tipo tensor de acuerdo con el nivel de tensión de la red.

- **Cuerda de guitarra.** Retenida para casos muy especiales, ya que el poste tiende a deformarse y debe tenerse especial cuidado con el empotramiento de la vigueta de anclaje para que no se afloje el cable de acero.

- **Poste a poste (o en stop).** Esta retención es la más aconsejada para el área urbana, Se hace generalmente entre dos postes que pueden pertenecer al mismo circuito o circuitos diferentes, sin necesidad de postes adicionales.

- **Pie de amigo.** Esta retención se usa cuando el sitio no permite la ubicación o permanencia de otro tipo de templete

- **De amarre** (o columna o de riel).

En una misma línea debe utilizarse un solo tipo de cable en cuanto a calibre y carga de rotura para templetes. Cuando un solo templete no sea suficiente, se diseñarán templetes con dos o más cables.

Los templetes para líneas y redes en media y baja tensión sector rural o urbano deberán llevar aislador tensor.

Los templetes deben estar conformados por los elementos que se indican a continuación

- Aislador tensor ANSI 54.1 para baja tensión o ANSI 54-3 para media tensión instalado a una distancia de L/3 de la punta del poste, siendo L la longitud del templete.

- Ocho (8) entices, en alambre galvanizado N°10 AWG, cada uno de 7 cm, dos (2) entices por amarre después de la grapa y con una separación entre sí de 10 cm.
- Un (1) guardacabo de acero galvanizado en caliente de 1/2''.
- Varilla de anclaje galvanizada en caliente de 5/8'' x 1,50 m, para baja tensión y de 5/8'' x 1,80 para media tensión.
- Arandela cuadrada de 5/8''x4''x4''x3/8''.
- Vigueta de concreto.
- Cable extrarresistente galvanizado de acero de 1/4''.

Se utilizarán los factores de seguridad que aparecen en el numeral 2.13. Capítulo 2.

Los templetes en stop en el área urbana son de uso en toda estructura terminal de media tensión y deben ser construidos en V. Este tipo de templete está conformado por un templete directo a tierra en el poste de 8 m y una parte aérea en "V" comprendida entre el poste de 12 m y el de 8 m.

La parte aérea del templete estará integrada de los siguientes elementos:

- Un aislador tensor de 7''.
- Cuatro (4) grapas prensoras de 3 pernos de 6''.
- Nueve (9) entices en alambre galvanizado N° 10 AWG, cada uno de 7 cm de longitud (2 entices por amarre después de la grapa, con unión de la V, después del aislador).
- Cable extrarresistente de 1/4''.
- Dos (2) tuercas de ojo redondas de 5/8'' para sujeción a la cruceta.

En casos especiales CENS S.A. E.S.P. autorizará la construcción de templetes directos a tierra en un poste de 8 m para corrección de ángulos o alineación. El amarre del cable extrarresistente al poste de baja tensión debe ser de doble vuelta y ubicado en el primer espacio de arriba hacia abajo y no en el puesto del aislador en la percha. Se debe dejar el amarre lo suficientemente largo de manera que permita adicionar una percha para continuación de la red de baja tensión en caso necesario.

La excavación en el terreno para la varilla del templete debe ser de 0,5X0,5 m, con cajuela, de forma que permita la inclinación de la varilla en la dirección del cable y no se doble en su extremo libre (20 cm).

Para la construcción de las viguetas de anclaje se deberá utilizar concreto reforzado de 3000 PSI. Los templetes a tierra se utilizarán en baja tensión con postes de 8 m. La posición inicial del anclaje del templete debe ser tal que este forme un ángulo no mayor de 65º con la horizontal. De esta forma, las distancias horizontales para las diferentes longitudes de postes son las siguientes:

LONGITUD DEL POSTE (m)	DISTANCIA HORIZONTAL (m)
8	3,0
10	4,0
12	5,0
14	6,0

Tabla 4. Distancias horizontales de templetes postes.

Cuando se justifique por cálculos mecánicos o a criterio de la Empresa, se podrán obviar el uso templetes utilizando apoyos reforzados o extra-reforzados.

Los templetes de amarre a columna de riel se permitirán en aquellos sitios en los cuales no se puedan utilizar los sistemas anteriormente descritos. La columna de riel debe tener una longitud mínima de 2,50 m fundida en concreto, con una profundidad de 1 metro.

Deberán ser en columnas de riel doble o perfil de doble T, con la resistencia apropiada. Los elementos que lo conforman son los mismos que para el resto de templetes descritos.

El siguiente cuadro muestra la distancia mínima del poste a la columna, dependiendo de la longitud de ésta. El ángulo se sigue manteniendo en 65º con respecto a la horizontal y la profundidad de enterramiento de la columna será de 1 metro.

Longitud de la columna (m)	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
Distancia mínima al poste (m)	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,7	0,5

Tabla 5. Distancia mínima del poste de 8 m a la columna.

Longitud de la columna (m)	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
Distancia mínima al poste (m)	4,2	3,7	3,4	3,2	3,0	2,7	2,5	2,3

Tabla 6. Distancia mínima del poste de 12 m a la columna.

La columna debe ser fundida con un ángulo leve respecto a la vertical.

Las columnas deben tener soldada una tuerca de ojo para el amarre del cable; deben estar totalmente cubiertas con pintura anticorrosiva y pintadas en color plateado.

Los templetes cuerda de guitarra se utilizarán exclusivamente para corregir ángulos pequeños en redes de media y baja tensión, en cuyo caso los elementos que lo conformarán son los utilizados para templetes directos a tierra, adicionándoles el respectivo soporte llamado "tormento para templete en guitarra". No se aceptarán templetes en cuerda de guitarra con anclaje al pie del poste.

3.10. MARCACION DE EQUIPOS.

3.10.1. Marcación de apoyos.

Para la marcación del apoyo se establecerá un código de 7 dígitos de un tamaño de 5 cms asignado por CENS S.A. E.S.P. y la marcación se realizara en forma vertical.

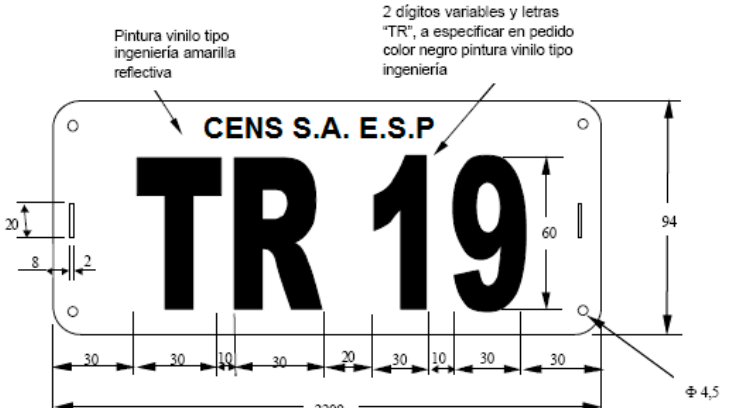
En los postes de concreto o metálicos la marcación se realizará directamente sobre el poste; en los postes de madera la marcación se realizará sobre una lámina de aluminio de 45x10 cms y se fijara al poste con puntillas o tornillos.

En las cajas de inspección se marcará en sentido horizontal sobre una lámina de aluminio de 45x10 cms, la cual se fijara a las paredes de la cámara

3.10.2. Marcación de equipos.

3.10.2.1. Transformadores.

Material: Lámina de aluminio de 1 mm de espesor.
Texto: Debe estar registrado un código alfanumérico, compuesto por el texto TR y seguido de un consecutivo entre 1 y 9999; que serán asignados por CENS S.A. E.S.P.



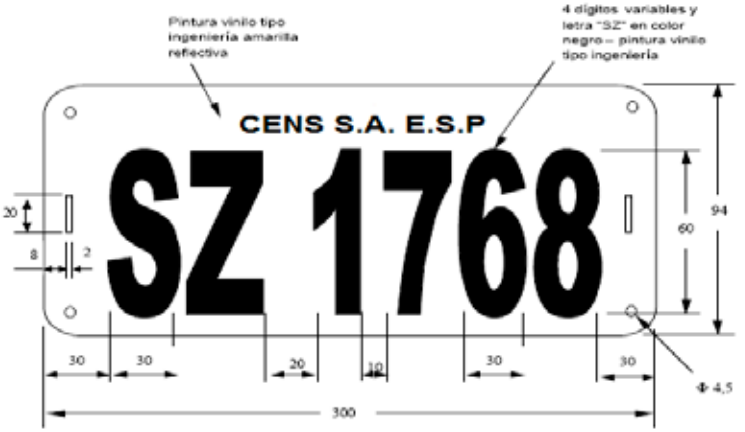
3.10.2.2. Seccionadores.

Material: Lámina de aluminio de 1 mm de espesor.
Texto: Debe estar registrado un código alfanumérico, compuesto por la letra S y seguido de un consecutivo entre 1 y 9999; que serán asignados por CENS S.A. E.S.P.



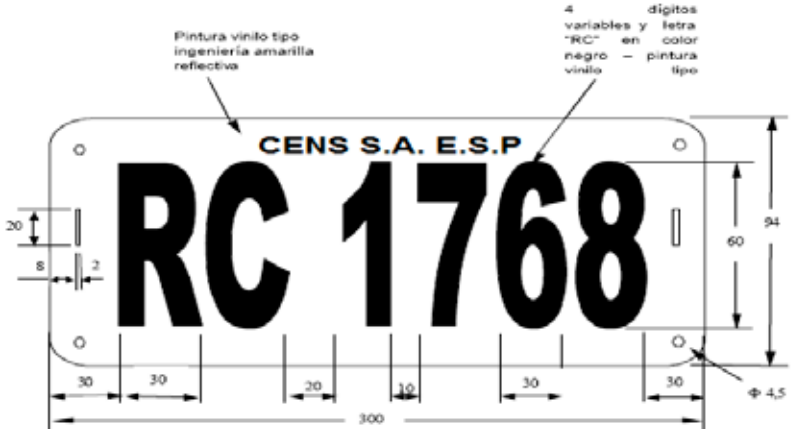
3.10.2.3. Seccionalizadores.

Material: Lámina de aluminio de 1 mm de espesor.
Texto: Debe estar registrado un código alfanumérico, compuesto por la letra SZ y seguido de un consecutivo entre 1 y 9999; que serán asignados por CENS S.A. E.S.P.



3.10.2.4. Reconectadores.

Material: Lámina de aluminio de 1 mm de espesor.
Texto: Debe estar registrado un código alfanumérico, compuesto por la letra RC y seguido de un consecutivo entre 1 y 9999; que serán asignados por CENS S.A. E.S.P.





CAPÍTULO 4
SUBESTACIONES

CENS

CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 4.		6
4.	SUBESTACIONES.	6
4.1.	DISPOSICIONES GENERALES.	6
4.1.1.	Tipos de subestación.	10
4.1.2.	Capacidad de la subestación.	10
4.1.3.	Niveles de tensión.	11
4.1.4.	Aislamiento.	11
4.1.5.	Transformadores de distribución.	11
4.1.6.	Equipo de protección y maniobra.	12
4.1.7.	Requisitos para subestaciones de media tensión tipo interior.	12
4.2.	SUBESTACIONES TIPO AÉREAS.	14
4.2.1.	Generalidades.	14
4.2.2.	Diseño.	17
4.2.2.1.	Subestación aérea en estructura sencilla.	17
4.2.3.	Equipo de protección.	17
4.2.4.	Barrajes y puesta a tierra del neutro.	18
4.3.	SUBESTACIONES TIPO PEDESTAL.	19
4.3.1.	Generalidades.	19
4.3.2.	Diseño.	21
4.3.2.1.	Pórticos.	21
4.3.2.2.	Pedestal.	21
4.3.3.	Equipo de maniobra.	22
4.3.4.	Equipo de protección.	23
4.3.5.	Barrajes.	24
4.3.6.	Equipo de medida.	25
4.3.7.	Circuitos de salida.	26
4.3.7.1.	Media tensión.	26
4.3.7.2.	Baja tensión.	26
4.3.8.	Cerramiento.	26
4.3.9.	Iluminación.	26
4.3.10.	Aviso de seguridad e identificación.	27

4.4.	SUBESTACIONES TIPO INTERIOR.	27
4.4.1.	Generalidades.	27
4.4.2.	Disposición de celdas.	27
4.4.2.1.	Acceso y espacios de trabajo.	27
4.4.2.2.	Piso de la subestación.	29
4.4.3.	Construcción de paredes techo y puerta.	30
4.5.	SUBESTACION TIPO JARDIN (Pad Mounted).	31
4.6.	EQUIPOS.	31
4.6.1.	Equipo de maniobra en media tensión.	31
4.6.2.	Equipo de protección.	32
4.6.3.	Barrajes en baja tensión.	32
4.6.4.	Equipo de medida.	33
4.6.5.	Bancos de condensadores en BT.	33
4.6.6.	Planta de emergencia.	34
4.6.7.	Aviso de seguridad e identificación.	35
4.7.	LOCAL PARA SUBESTACIONES.	35
4.7.1.	Iluminación	37
4.7.2.	Puesta a tierra	37
4.7.3.	Acceso y espacios de trabajo	38
4.7.4.	Piso.	39
4.7.5.	Carcamos y foso	40
4.7.6.	Paredes y techo	40
4.7.7.	Puertas en general.	41
4.7.7.1.	Puertas Cortafuego.	41
4.7.8.	Nivel de ruido.	43
4.7.9.	Ventilación.	44
4.8.	PLANTAS DE EMERGENCIA.	45
4.8.1.	Disposiciones generales.	45
4.8.2.	Clasificación de las plantas de emergencia.	46
4.8.2.1.	Sistemas de emergencia (Emergency Power System)	46
4.8.2.2.	Sistemas de respaldo (Standby) Obligatorios	47
4.8.2.3.	Sistemas de respaldo (Standby) Opcionales	48
4.8.3.	Capacidad de los sistemas de generación eléctrica.	48
4.8.4.	Tipos de sistemas de generación eléctrica.	49

4.8.5. Ruido y contaminación de las plantas de generación. 49
4.8.6. Local para la instalación de plantas de generación. 49
4.8.7. Requisitos para la conexión de plantas de generación. 50
4.8.7.1. Instalación de plantas de generación en conjuntos y edificios residenciales, centros y edificios comerciales. 50
4.8.7.2. Instalación de plantas de generación en centros y edificios comerciales con una sola medida. 50
4.8.7.3. Instalación de plantas de generación en casas, pequeñas fábricas o locales Independientes. 51
4.8.7.4. Instalación de plantas de generación en niveles de media tensión. 51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de tensión según la capacidad del transformador instalado. 11
Tabla 2. Protecciones para transformadores. 23
Tabla 3. Distancias de seguridad para la figura 41 28

LISTA DE FIGURAS

Figuras 1. Distancias de seguridad contra contactos directos. 29

CAPITULO 4.

4. SUBESTACIONES.

4.1. DISPOSICIONES GENERALES.

En este capítulo se establecen los criterios generales de diseño de subestaciones de media tensión. Se dan las normas mínimas de selección de equipo y los procedimientos de instalación.

Los transformadores eléctricos de distribución y de potencia de capacidad mayor o igual a 5 kVA, nuevos, reparados o reconstruidos, deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. En las subestaciones tipo pedestal, cuando en condiciones normales de operación se prevea que la temperatura exterior del cubículo supere en 45 °C la temperatura ambiente, debe instalarse una barrera de protección para evitar quemaduras y colocar 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.
b. En las subestaciones dentro de edificios, el local debe estar ubicado en un sitio de fácil acceso desde el exterior, localizado en áreas comunes, con el fin de permitir al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección y el acceso de vehículos que transportan los equipos.
c. 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.
d. 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 y de refrigeración de los equipos de la subestación.

e. 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.
f. En las zonas adyacentes a la subestación no deben almacenarse combustibles.
g. Los transformadores refrigerados en aceite no deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima o contiguos a sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas.
h. Cuando un transformador aislado en aceite requiera instalación en bóveda (conforme a la sección 450 de la norma NTC 2050), esta debe construirse con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego de mínimo tres horas. Para transformadores secos con potencia superior a 112,5 kVA la resistencia al fuego de la bóveda debe ser mínimo de una hora. Las puertas cortafuegos, deberán ser certificadas por un organismo de certificación de producto acreditado por la SIC.
i. Los transformadores pad mounted deben disponer de un seccionador interno tripolar por MT.
j. Dentro del sitio de instalación del transformador, no se permite que se instalen otros equipos, tales com o tableros, equipos de medida, ect. Estos deben ubiarse en un espacio independiente.
K. Para transformadores nuevos (a partir de 2009) instalados al sistema de distribución de Cens, la tensión de servicio con carga será 120V/208 V. Para instalados con anterioridad al 2009, se permite que la tensión de servicio con carga en el secundario sea de 127V/220.

Los transformadores de distribución pueden ser de los siguientes tipos:

- Sumergidos en aceite mineral
- Tipo seco abierto (clase térmica H o superior).
- Tipo encapsulado en resina epóxica (clase térmica F o superior)

Los Centros de Transformación capsulados, cuando se instalen transformadores con aislamiento en aceite requieren bóveda para el transformador y local para los equipos de maniobra y protección, éste último

local no tiene la exigencia de resistente al fuego, siempre y cuando los equipos no sean aislados en aceite dieléctrico. En los casos en los cuales se utilicen transformadores secos, éstos se instalarán en celdas, con los equipos de maniobras y protección en el mismo local.

El local para los equipos de maniobra debe tener espacio necesario para alojar según el caso:

- Celdas encapsuladas entrada - salida y protección.
- Celda de protección
- Seccionadores de maniobra
- Además de acuerdo con la carga y el diseño pueden estar incluidos la celda de medida de M.T., el tablero general de acometida y otros seccionadores dúplex o de maniobra.

En el Centro de Transformación subterráneo, el equipo de maniobra al igual que el transformador, se alojan en cajas de inspección independientes con dimensiones acordes con el tamaño de los equipos.

Los transformadores instalados dentro de las edificaciones necesitan especial consideración debido a los peligros por incendios que puedan ocasionar. Se deben tener precauciones con el fin de salvaguardar la vida de las personas y la propiedad privada. Los transformadores aislados en aceite podrán ser ubicados a nivel del piso de acceso o cualquier nivel de sótano

Los transformadores tipo seco podrán instalarse en cualquier piso o sótano. En sitios con posibilidades de inundación el transformador seco debe ser capsulado tipo F.

De acuerdo con el Artículo **450** Norma NTC 2050 la instalación de los transformadores de distribución debe ser la siguiente:

1- Cuando los locales para los transformadores tienen puerta con **acceso interior** al edificio deben instalarse así:

Los transformadores con aislamiento en aceite:

❖ En bóvedas localizadas en sótanos o nivel de piso de entrada a edificios.

Los transformadores secos con clasificación de elevación de temperatura mayor de 80°C (ver articulo 450-21 (b) excepción 2 de la Norma NTC 2050)

❖ Estos transformadores no tienen restricción por fuego en su instalación dentro de edificios, dependiendo que el transformador tipo seco sea abierto (clase H) o encapsulado en resina (clase F). Es necesario tener en cuenta las precauciones de contaminación, humedad y mantenimientos preventivos.

2- Cuando los locales para los transformadores tienen puerta con **acceso exterior** al edificio deben instalarse así:

Los transformadores con aislamiento en aceite:

❖ En bóvedas con acceso y ventilación desde el exterior. En casos de proximidad a puertas, ventanas, salidas de emergencia o materiales combustibles debe tener puerta cortafuego, en caso contrario utilizar puertas en celosía. Los transformadores instalados con acceso exterior a edificaciones, disminuyen el peligro por fuego, sin embargo no se elimina totalmente y es necesario tener consideraciones en la ubicación.

Los transformadores secos **abiertos** clase H y encapsulados en resina clase F:

❖ En celdas dentro del local del Centro de Transformación.

Cada fabricante debe acreditar sus productos ante la entidad que designe la Superintendencia de Industria y Comercio para que puedan ser instalados dentro del sistema de distribución de CENS E.S.P.

Los transformadores aislados con aceite para uso en interiores deben ser instalados en una bóveda que debe cumplir las siguientes condiciones básicas:

❖ En la medida de lo posible debe estar ventilada con aire exterior sin necesidad de ductos o canales. (NTC 2050 – 450-41)

❖ Las paredes y techos deben estar hechas de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y con una resistencia mínima al

fuego de 3 horas. Los pisos que estén en contacto con la tierra deben ser de hormigón de un espesor mínimo de 0,10 m. Si la bóveda es construída teniendo por debajo un espacio vacío u otras plantas del edificio, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre el y debe tener una resistencia mínima al fuego de 3 horas. (NTC 2050-450-42)

Con el fin de obtener valores bajos de resistencia de puesta a tierra en todas las subestaciones, se exigirá la construcción de un foso que contengan los compuestos químicos normalmente utilizados para su construcción y hacer más efectiva la puesta a tierra.

4.1.1. Tipos de subestación.

De acuerdo con su forma de instalación las subestaciones se clasifican de la siguiente manera:

- Aérea.
- Pedestal
- Interior.
- Tipo jardín – Pad Mounted.

El tipo de subestación se seleccionará teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

4.1.2. Capacidad de la subestación.

La capacidad de la subestación se determinará por la demanda máxima diversificada y proyectada para el caso de las redes de distribución.
Para transformadores de uso de particulares se deben dimensionar con la demanda máxima.

4.1.3. Niveles de tensión.

Los niveles de tensión de la subestación se determinan según lo establecido en el numeral 2.1. Capítulo 2.
Cuando se trate de niveles de tensión no contemplada en el numeral anterior se presentará su justificación para revisión y aprobación de CENS S.A. E.S.P.

4.1.4. Aislamiento.

Los niveles de aislamiento de la subestación deben estar en concordancia con los de las líneas asociadas a ella, según se establece en el numeral 11.8. Capítulo 11.

4.1.5. Transformadores de distribución.

Los transformadores de distribución cumplirán con lo establecido en las normas ICONTEC aplicables.

A continuación se determinan los siguientes niveles de media y baja tensión según la capacidad instalada así:

Capacidad Instalada (kVA)	Tensiones (kV)		
	Primario	Secundario	
		Residencial y Comercial	Industrial
De 1 – 500	13,2	0,120/0,208	0,22 a 0,44
De 400 a 800	34,5	0,44 – 0,22	0,44
De 801 en adelante	34,5	13,2	13,2

Tabla 1. Niveles de tensión según la capacidad del transformador instalado.

4.1.6. Equipo de protección y maniobra.

Los diferentes equipos de protección y maniobra en este capítulo cumplirán con lo establecido en el numeral 11.8. Capítulo 11.

❖ **Mantenimiento.**

El fabricante debe entregar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento del transformador. 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.

4.1.7. Requisitos para 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 eléctrico para un edificio en el que se tenga previsto la instalación de una subestación, debe reservarse el espacio suficiente para la misma y para los elementos de protección y medida correspondientes. 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.

❖ 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 las labores de mantenimiento y con el fin de que el operario de la subestación tenga plena seguridad de la maniobra que se está 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:

- 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.
- Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.
- Las piezas susceptibles de desprenderse (Ej.: Chapas, aislantes, etc.), deben estar firmemente aseguradas.
- Cuando se presente un arco, no debe perforar partes externas accesibles, ni debe presentarse quemadura de los indicadores por gases calientes.
- 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 dedicado al alojamiento

de la subestación. Las ventanas de inspección deben garantizar el mismo grado de protección 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 deben garantizar que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales mediante la implementación de cerraduras o enclavamientos, en el caso que sean fijas, no se pueden 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 este 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 contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento. Pueden ser mímicos que muestren el estado real de 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.

4.2. SUBESTACIONES TIPO AÉREAS.

4.2.1. Generalidades.

Se usan en redes aéreas en zonas rurales, urbanas, industriales o en urbanizaciones. Generalmente los postes se instalan en los andenes de las vías públicas; no se permitirá el montaje de transformadores en las esquinas, en razón del alto riesgo de accidentes de tránsito que pueden afectar la confiabilidad del sistema

Las subestaciones que tengan el transformador montado sobre postes, deberán cumplir los siguientes requisitos de montaje:

a. Se podrán aceptar subestaciones con transformador en poste, sin ningún tipo de encerramiento, siempre que no supere 225 kVA ni 800 kgf de peso. Los transformadores menores a 150 kVA y con un peso inferior o igual a 600 kgf, se podrán instalar en un solo poste siempre que este tenga una resistencia de rotura no menor a 1050 kgf.

b. Toda subestación tipo poste debe tener en el lado primario del transformador protección contra sobrecorrientes y contra sobretensiones (DPS).

c. No se permite el uso de fusibles de capacidad mayor a la corriente nominal del transformador.

d. El DPS debe instalarse en el camino de la corriente de impulso y lo más cerca posible de los bujes del transformador.

e. El transformador deberá tener el punto neutro y la carcasa solidamente conectados a tierra.

f. En la instalación se debe garantizar que se cumplan las distancias de seguridad que le apliquen, establecidos en el capítulo 2.

g. Los elementos de fijación del transformador deben soportar por lo menos 2,5 veces el peso de este.

h. Las conexiones en media tensión, deberán tener una forma y rigidez mecánica que no les permita moverse con el viento o vibraciones, de tal forma que las ponga en contacto con partes que no se deben energizar.

i. Con el fin garantizar la seguridad tanto del personal del OR, como del público en general, se deben cumplir los requisitos de puesta a tierra que le apliquen, establecidos en el capítulo 2.

j. Los bajantes de los transformadores de BT, debes ser conectados a los bornes del transformador mediante conectores bimetálicos apropiados y certificados para tal fin.

k. Toda subestación instalada en poste debe garantizar una distancia vertical mínima de 7 metros comprendida entre los bornes de MT y el nivel del piso, y 9 metros entre la estructura de instalación de protecciones y el nivel del piso.

El mantenimiento de los transformadores se hará de acuerdo con lo indicado en el código de distribución de energía eléctrica (Resolución 070 del 8 de junio de 1998) expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG. Lo anterior se hará extensivo a las líneas de Media Tensión de uso dedicado que alimentan dichos transformadores.

En los transformadores monofásicos para montaje en circuitos zona rural, 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. Por lo anterior todos los transformadores deben ser mínimo de doble buje conectados a dos fases.

4.2.2. Diseño.

El diseño de las subestaciones aéreas deberá tener en cuenta las características de resistencia propia de los apoyos, crucetas, herrajes y demás elementos y evaluar su comportamiento con relación a las cargas a que estarán sometidos en la instalación.

4.2.2.1. Subestación aérea en estructura sencilla.

En el caso de urbanizaciones se podrá seleccionar subestaciones aéreas en estructura sencilla o poste reforzado 1050 kg hasta una capacidad menor o igual a 45 kVA, en poste reforzado de 1050 kg para transformadores de 75 a 112,5 kVA. Su montaje debe hacerse sobre silla (Para transformadores con capacidad igual o superior a 45 kVA)

Para transformadores de capacidad igual o superior a 112,5 kVA de modelos inferiores al 2000 la instalación deberá hacerse en estructura en H.

4.2.3. Equipo de protección.

Se utilizarán en media tensión cortacircuitos para instalación a la intemperie, y cumpliendo con las características mínimas establecidas en el numeral 11.8. Capítulo 11.

Se prohíbe la apertura o cierre de cortacircuitos con carga, salvo que se emplee un equipo que extinga el arco.

En los cortacircuitos de media tensión se utilizarán hilos fusibles tipo **H** o similar seleccionados en forma general con un valor igual o el más próximo normalizado a la corriente nominal del transformador. En el caso de cargas especiales que soliciten altas corrientes en tiempo corto (arranques de motores, etc.) deberán tenerse en cuenta estos aspectos y justificar en el diseño la selección del fusible correspondiente.

Para protección contra sobretensiones en media tensión se utilizarán

Dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) tipo distribución con válvula de expulsión o de óxido de zinc, los cuales se seleccionarán según los criterios establecidos en el numeral 11.8. Capítulo 11. En la localización de los (DPS) se deberá tener en cuenta que eléctricamente queden lo más próximo posible al transformador y antes de los cortacircuitos ("aguas arriba").

Para zonas rurales se exigirán transformadores que posean soportes incorporados para los (DPS) (tipo polimérico) de tal forma que se ubiquen en la parte posterior del transformador, aguas abajo del cortacircuito y con fusible adecuado para proteger el transformador y derivar las corrientes de falla a través del (DPS), adicionalmente se instalará una protección del tipo filtro de onda en los lugares que CENS S.A. E.S.P. lo determine.

El calibre del bajante y del electrodo de puesta a tierra se seleccionará de acuerdo con lo establecido en los numerales 2.11.3.1. y 2.11.3.2. Capítulo 2. La impedancia de la puesta a tierra, independiente (desconectada) del resto del sistema deberá cumplir con los valores dados en el numeral 2.11.4. Capítulo 2.

4.2.4. Barrajes y puesta a tierra del neutro.

En subestaciones aéreas en estructura doble se harán los bajantes en conductor de cobre aislado, cuyo calibre se seleccionará de acuerdo con la corriente nominal secundaria del transformador. Estos bajantes deberán tener terminales metálicos de cobre ponchados para la conexión con los bornes del transformador y mínimo dos (2) conectores bimetálicos por fase para la conexión a la red de baja tensión; no se aceptarán conexiones con amarres del mismo cable.

El neutro del lado de baja tensión se pondrá a tierra con un bajante que se seleccionará de acuerdo con lo establecido en el numeral 2.11.3.2. Capítulo 2 conectado a un electrodo de puesta a tierra seleccionado de acuerdo al numeral 2.11.3.1. Capítulo 2 El bajante de puesta a tierra de los DPS's y del neutro del transformador se conectarán equipotencialmente.

Los bajantes de puesta a tierra del DPS y del neutro se protegerá con un tubo conduit metálico de ½", hasta una altura de 3 m sobre el nivel del terreno. No se permitirán empalmes de ninguna clase en los cables de puesta a tierra.

4.3. SUBESTACIONES TIPO PEDESTAL.

4.3.1. Generalidades.

Este tipo de montaje debe ser utilizado para la instalación de transformadores de distribución con capacidad igual o superior a 150 kVA, a excepción de las instalaciones donde la Empresa exija subestación cabinada.

El Centro de Transformación de pedestal consiste en dos gabinetes independientes tipo intemperie, uno para el transformador internamente protegido contra cortocircuito y sobrecarga, y el otro gabinete para el seccionador de maniobras con terminales de media tensión de frente muerto. Los gabinetes deben estar provistos de puertas con cerraduras, de tal forma que los mandos, accesorios y conexiones eléctricas queden inaccesibles al público.

Los gabinetes del Centro de Transformación de pedestal deben ser fabricados en lámina cold Rolled calibre No. 12 BWG como mínimo. El calibre mínimo del tanque del transformador es 12 BWG, para capacidades hasta 150 kVA y No. 10 BWG para capacidades mayores. Cuando los radiadores del transformador queden a la vista, estos deben tener refuerzos metálicos que los protejan del vandalismo.

En el transformador de pedestal, los terminales de conexión de los cables eléctricos se sitúan en la pared frontal del transformador. Los de media tensión en compartimentos al lado izquierdo y los de baja tensión en un compartimento al lado derecho; tales compartimentos se deben separar internamente mediante una barrera metálica, de tal forma que cada uno tenga su propia puerta.

Los equipos de pedestal son para instalación tipo exterior, utilizados como parte de un sistema de distribución subterráneo. En el transformador del tipo pedestal los cables de alimentación entran por la parte inferior y se instalan en una base o pedestal con compartimentos sellados para alta y baja tensión (NTC 317 Definiciones).

En conjuntos residenciales cerrados, se instalan en áreas de servicios comunes Su ubicación debe ser tal que exista acceso de vehículo grúa o montacarga con capacidad de izar y transportar el seccionador y transformador, hasta el sitio de instalación del Centro de Transformación y quede a la vista del servicio de celaduría ó usuarios.

El área de los equipos de pedestal (seccionador de maniobra y transformador de pedestal) se cerrará con malla eslabonada galvanizada, que impida el acceso a personas no autorizadas al área de los equipos. La malla tendrá un mínimo de 2,5 m de altura y se instalará a una distancia mínima de un (1) metro del perímetro de los equipos. El cerramiento se diseñará con una puerta de acceso de dos (2) metros de ancho ó el necesario para el fácil acceso a mantenimiento y entrada o salida de equipos, de acuerdo al mayor tamaño de los equipos.

Sobre la malla de cerramiento y puerta de acceso, se colocarán avisos de " PELIGRO ALTA TENSIÓN " en placas de fondo amarillo con letras rojas. (Ver CTS 502-4).

También se permite la instalación de subestaciones de pedestal en un local, con la condición de que el acceso sea desde la calle, es decir exterior al edificio, con el fin de evitar el ingreso al inmueble o solicitud de permisos al usuario.

A la puesta a tierra del Centro de Transformación de pedestal deben conectar sólidamente todas las partes metálicas que no transporten corriente y estén descubiertas: el neutro del transformador, la pantalla metálica de los cables de M.T., los puntos de tierra de los terminales preformados y los descargadores de sobretensión.

- La resistencia de puesta a tierra del centro de transformación tipo pedestal debe ser menor o igual a cinco (5) ohmios.
- Las cubiertas laterales, posterior y frontal tendrán las dimensiones necesarias en celosía o malla para la adecuada ventilación.
- En algunos casos podrán tener domos para la salida del aire caliente o podrá instalarse su propio sistema de ventilación forzada.
- La celda tendrá el espacio suficiente de tal forma que permita: alojar el transformador, una adecuada ventilación, distancias eléctricas a partes energizadas y radio de curvatura de conductores.
- Las celdas deben ser pernadas al suelo y con medios para amortiguar las vibraciones y ruidos.

4.3.2. Diseño.

4.3.2.1. Pórticos.

Se podrán utilizar postes de concreto o estructuras metálicas con una altura mínima de 10 m., con una crucetería de acero galvanizado en caliente, en perfiles “L” (3”x3”x1/4” mínimo), dispuesto por niveles en la siguiente forma:

NIVEL I o superior	Llegada y salida de líneas
NIVEL II	Barrajes
NIVEL III	Barrajes
NIVEL IV	Protecciones

Para lo anterior se deberán tener en cuenta las distancias mínimas establecidas en el numeral 2.14. Capítulo 2.

4.3.2.2. Pedestal.

El pedestal será diseñado en concreto armado de acuerdo con las dimensiones y peso del transformador a instalar.

En la base del pedestal se debe proveer un foso con capacidad de confinar el 75% del aceite del transformador. Este debe tener un medio que permita su fácil disposición final cumpliendo la normatividad en medio ambiente.

Cuando en condiciones normales de operación se prevea que la temperatura exterior del cubículo supere los 45°C la temperatura ambiente, debe instalarse una barrera de protección para evitar quemaduras colocar 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.

Las cercas o paredes que son instaladas como barreras para el personal no autorizado, deben instalarse 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 1 y se muestra en la tabla 3.

El pedestal debe tener libre acceso para efectos de mantenimiento, cargue y descargue.

4.3.3. Equipo de maniobra.

Para transformadores correspondientes a urbanizaciones, hasta una capacidad de 150 kVA, se utilizarán cortacircuitos como equipo de protección.

Para transformadores de capacidad mayor 150 kVA hasta 500 kVA se utilizará cortacircuitos con cámara de extinción de arco. Para otro tipo de servicio y según las tensiones y capacidad del transformador se utilizará como mínimo el equipo indicado a continuación, con las características particulares determinadas en el numeral 11.8. Capítulo 11.

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR (KVA)	EQUIPO DE MANIOBRA.
501- 2000 kVA	Seccionador bajo carga
>2000 kVA	Interruptor de potencia

Tabla 2. Protecciones para transformadores.

Los interruptores de potencia para 34,5 kV deberán tener como medio de extinción del arco el vacío o el hexafluoruro de Azufre (SF_6).

4.3.4. Equipo de protección.

En los cortacircuitos de media tensión se utilizarán hilos fusibles adecuados, seleccionados de tal forma que garantice una correcta coordinación de protecciones. En el caso de cargas especiales que soliciten altas corrientes en tiempo corto (arranque de motores, etc.) Deberán tenerse en cuenta estos aspectos y justificar en el diseño la selección del fusible correspondiente.

Para protección contra sobretensiones en media tensión se utilizarán DPS's tipo distribución con válvula de expulsión los cuales se seleccionarán según los criterios establecidos en el numeral 11.8. Capítulo 11. En la localización de los DPS's se deberá tener en cuenta que eléctricamente queden lo más próximo posible al transformador y antes de los cortacircuitos.

El sistema de tierra de los DPS's se conectará equipotencialmente al electrodo de puesta a tierra del transformador.

Como protección contra descargas atmosféricas se diseñará un sistema de apantallamiento que garantice un blindaje efectivo para tensiones iguales o superiores a 34,5 kV.

En caso de utilizar interruptores de potencia, estos actuarán en coordinación con relés secundarios seleccionados y calibrados para operar con selectividad

de acuerdo con el sistema diseñado. En este caso deberá incluirse en el diseño la justificación de la selección del Burden y la precisión de los transformadores de corriente y tensión asociados a la protección; así mismo deberá justificarse el diseño del cableado secundario y la relación de transformación escogida. En baja tensión se podrán utilizar fusibles o interruptores automáticos, cuya selección se hará de acuerdo con la capacidad de interrupción mayor.
Se diseñará una malla de tierra tipo cuadrícula, siguiendo el criterio de las tensiones de paso y de toque tanto permisibles como reales. A esta malla se conectarán los conductores del electrodo de puesta a tierra de los DPS's, carcaza y neutro del transformador, cables de guarda, estructuras metálicas, crucetería, partes metálicas no conductoras del equipo utilizado en la subestación y malla de cerramiento. La malla de puesta a tierra deberá cubrir como mínimo el área ocupada por las estructuras de pórticos y por el equipo. Esta área deberá diseñarse con una capa de material permeable de alta resistividad (como grava).

Como protección general se utilizará un totalizador en el secundario del transformador y uno en cada circuito de salida parcial.

4.3.5. Barrajes.

Se diseñarán barrajes suspendidos para media tensión en conductor de cobre o aluminio, tubo o platina, soportados por aisladores tipo poste o con cadena de aisladores de disco según el caso, de tal manera que se de cumplimiento a lo establecido en el numeral 2.14. Capítulo 2.

La capacidad de corriente necesaria determinará los calibres y secciones a utilizar. En baja tensión se diseñarán barrajes de cobre dimensionados para las corrientes nominales permanentes y para resistir las corrientes de cortocircuito propias de la instalación.

Los barrajes para baja tensión estarán alojados en los tableros de distribución, caso en el cual se deberá justificar el diseño mediante la consideración de los esfuerzos térmicos y dinámicos.

4.3.6. Equipo de medida.

En caso de requerirse, los transformadores de corriente y tensión primarios se instalarán sobre crucetas en los pórticos de la subestación y sus características de aislamiento y corriente de cortocircuito serán iguales a las de los dos equipos de maniobra utilizados en la subestación.

La relación de transformación se escogerá de acuerdo con la corriente nominal y con el nivel de tensión de la subestación. En el diseño deberá justificarse su selección así como el cableado, acorde con el Burden de los transformadores de medida utilizados. La mínima precisión a utilizar será la indicada en el numeral 11.11. Capítulo 11.

El conductor para el cableado desde el secundario de los transformadores de corriente será cable de cobre tipo ST calibre mínimo Nº. 12 AWG. El conductor para el cableado desde el secundario de los transformadores de tensión será cable tipo ST calibre mínimo Nº. 14 AWG. El ducto podrá ser único y metálico cuando los equipos de medida se encuentren en módulos separados de módulo de transformadores de medida.

En caso de utilizar transformadores de corriente para cumplir ambas funciones (protección y medida), deberán tener núcleos separados.

Se deben instalar los barrajes y elementos de corte y protección.

Los medidores se podrán instalar en armarios metálicos diseñados para resistir la intemperie, los cuales se ubicarán adosados a las estructuras propias de la subestación o sobre una base o pedestal, provista con ventana para lectura, que debe quedar a una altura 1,50 m. En este mismo lugar, en compartimientos separados y que permitan la operación cómoda y segura, con barrajes se podrán montar todos los elementos de protección y corte de servicios auxiliares de la subestación. Estos tableros deben tener acceso tanto en la parte frontal como en la posterior, empotrados dentro de la base o pedestal se ubicarán los ductos de entrada y salida de este compartimiento.

4.3.7. Circuitos de salida.

4.3.7.1. Media tensión.

Los circuitos de salida en media tensión partirán del correspondiente barraje. Si es aérea, a través de líneas aéreas que partirán de los correspondientes pórticos. Si es subterránea, a través de cable seco que irá por canalizaciones.

4.3.7.2. Baja tensión.

Los circuitos de salida en baja tensión deberán partir a un tablero de distribución diseñado para tal fin. Allí se alojarán los barrajes y los interruptores automáticos tanto generales como de distribución de los diferentes circuitos, de acuerdo con lo establecido en el capítulo 5.

4.3.8. Cerramiento.

El área de las subestación se cerrará con un muro y/o malla eslabonada, que impida el fácil acceso de personas no autorizadas y animales al área de los equipos. Por tanto, el muro y/o malla tendrá un mínimo de 2,5 metros de altura y se instalará a una distancia mínima del perímetro utilizado por las estructuras y equipos sujetos a tensión.

Este cerramiento se diseñará con una puerta de acceso de dimensiones adecuadas para permitir la movilización del equipo de mayor dimensión y peso.

4.3.9. Iluminación.

Deberá diseñarse la iluminación adecuada de tal forma que sea fácil efectuar el mantenimiento para el área de subestación.

4.3.10. Aviso de seguridad e identificación.

Sobre la malla de cerramiento, puerta de acceso o pórtico, se ubicará una placa con el símbolo de riesgo eléctrico y la leyenda 'Peligro Alta Tensión'. Además se colocará un aviso de identificación que contenga el nombre de la subestación, capacidad y relación de transformación.

4.4. SUBESTACIONES TIPO INTERIOR.

4.4.1. Generalidades.

Este tipo de montaje debe ser utilizado para la instalación de transformadores de distribución bajo techo localizados en predios que tengan una o varias de las características indicadas a continuación:

- Edificios para centros comerciales.
- Edificios para viviendas multifamiliares u oficinas.
- Zonas restringidas por Planeación Municipal para distribución aérea.
- Zonas definidas por la Empresa para distribución subterránea.

4.4.2. Disposición de celdas.

Los detalles finales de instalación de subestación se deben establecer de acuerdo a cada proyecto en particular.

En el caso de que el tablero de distribución de baja tensión se instale dentro del local de la subestación, se requiere ampliar el correspondiente local según el tamaño del tablero.

4.4.2.1. Acceso y espacios de trabajo.

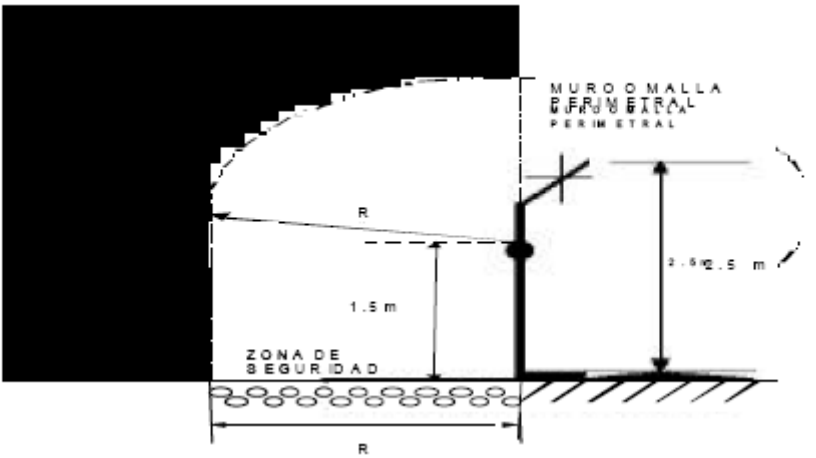
El acceso de la subestación debe ser suficiente para permitir la entrada y salida del equipo o celda de mayor tamaño. Además, el sitio donde está localizada la

subestación será de libre acceso al personal de CENS y los vehículos que transportan los equipos.

Las cercas o paredes que son instaladas como barreras para el personal no autorizado, deben instalarse 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 1 y se muestra tabla 3.

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	4,7
500	5,3

Tabla 3. Distancias de seguridad para la figura 1



Figuras 1. Distancias de seguridad contra contactos directos.

La bóveda de la subestación debe cumplir con la Norma ICONTEC 2050 Sección 450 parte C, y tener las siguientes especificaciones en la Obra Civil.

4.4.2.2. Piso de la subestación.

En el sitio donde ubique la subestación se fundirá una placa de concreto, en esta placa se dejarán embebidas los pernos de anclaje de las celdas y el transformador.

Esta placa de concreto debe presentar una superficie perfectamente horizontal a la base de las celdas. El piso del local debe tener un acabado antideslizante.

Cuando el piso de la subestación que de a un nivel diferente del nivel del piso terminado de la edificación, deberá hacerse una rampa externa con una inclinación máxima del 15% para la movilización del transformador.

4.4.3. Construcción de paredes techo y puerta.

El cuarto para la subestación con transformador tipo seco y las subestaciones con transformadores en aceite deben cumplir con lo establecido en los artículos 450-21 y 450-26 de la norma ICONTEC 2050 respectivamente.

Las salas y espacios donde haya equipo eléctrico instalado 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.

Cuando el transformador requiera instalación en bóveda, esta debe construirse con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego de mínimo tres horas.

Las paredes serán construidas con los siguientes espesores mínimos: En concreto reforzado de 15 cm, en ladrillo sólido de 20 cm, o en ladrillo hueco de 30 cm, con pañete de yeso de 19 mm de espesor.

Los locales ubicados en semisótanos y sótanos, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de protección, deben ser debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación.

Cuando la subestación se encuentre en un lugar donde el acceso sea restringido, deberán dejarse los accionamientos de los interruptores de baja tensión y medidores en un cuarto independiente, lo más cercano a la subestación y cuya ubicación será aprobada previamente por la Empresa.

Las zonas adyacentes a la subestación deben estar libres de combustibles, polvo y humo, y no serán utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.
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.

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.

4.5. SUBESTACION TIPO JARDIN (Pad Mounted).

Para instalación de transformadores de distribución a la intemperie o bajo techo de capacidades superior o igual a 75 kVA en cualquiera de las siguientes zonas:

- Conjuntos residenciales cerrados, sobre áreas de servicios comunes.
- Instalación Bajo techo.
- Zonas restringidas por Planeación Municipal y por la Electrificadora para distribución aérea.

El área de las subestación se cerrará con un muro y/o malla eslabonada, que impida el fácil acceso de personas no autorizadas y animales al área de los equipos. Por tanto, el muro y/o malla tendrá un mínimo de 2,5 metros de altura y se instalará a una distancia mínima de 80 cm del perímetro utilizado por las estructuras y equipos sujetos a tensión.

4.6. EQUIPOS.

4.6.1. Equipo de maniobra en media tensión.

Lo constituye como mínimo un seccionador para operación manual tripolar bajo carga, equipado con fusible tipo HH y un disparador tripolar por fusión de uno de ellos, que cumpla con las características estipuladas en el numeral 11.8. Capítulo 11.

La operación del seccionador se efectuará por medio de palanca o manivela accionada desde el exterior del módulo.

El cubículo del transformador debe disponer de enclavamiento mecánico para permitir el acceso.

A criterio de la Empresa en las áreas donde las redes sean subterráneas y/o esté previsto un desarrollo futuro se deberá dejar en el diseño un espacio para la futura red subterránea.

4.6.2. Equipo de protección.

Asociado al seccionador correspondiente el transformador se utilizarán fusibles tipo HH de fusión en arena y percutor para activar el mecanismo de apertura del seccionador. Su selección tendrá en cuenta los criterios de coordinación de protecciones y lo establecido por los fabricantes de los transformadores y de fusibles. Cuando la capacidad del transformador sea superior a 150 kVA, el cálculo de la protección y fusible deberá ser previamente aprobado por la Empresa.

Para protección contra sobrevoltaje se utilizarán DPS's apropiados para uso interior, siguiendo lo establecido en el numeral 11.8. Capítulo 11. Todas las partes metálicas no conductoras de corriente de la subestación se conectarán a tierra de acuerdo a lo establecido en el numeral 2.11.3.2. Capítulo 2; para ello la subestación llevará una barra de cobre electrolítico que interconecte todos estos puntos.

En este caso siempre se diseñará una puesta a tierra mediante malla de cuadrícula o lazo de conductor de los materiales como acero o cobre tal como se especifica en el numeral 2.11.3.1. y 2.11.3.2. Capítulo 2. El diseño se ajustará a las facilidades del sitio de montaje y garantizará una impedancia de puesta a tierra de acuerdo a lo establecido en el numeral 2.11.4. Capítulo 2.

4.6.3. Barrajes en baja tensión.

Los barrajes de baja tensión se diseñarán en cobre electrolítico de alta pureza

seleccionando en calibre adecuado para las corrientes nominales y de corto circuito de servicio. Se soportarán sobre aisladores o portabarras de resina, porcelana o baquelita de alta resistencia con capacidad para soportar los esfuerzos de cortocircuito exigidos por el sistema.

4.6.4. Equipo de medida.

Los medidores de energía y transformadores de medida se seleccionarán de acuerdo con lo establecido en el numeral 6.3. y 6.4. Capítulo 6.

Los transformadores estarán localizados en el módulo correspondiente a la tensión nominal de los mismos y cumplirán con lo estipulado en el numeral 6.4. Capítulo 6.

Los medidores y las correspondientes borneras se localizarán en un compartimiento separado de los demás elementos incluidos en los módulos. Dicho compartimiento dispondrá de ventanilla para la lectura y deberá tener la facilidad de ser sellado por la Empresa.

4.6.5. Bancos de condensadores en BT.

Se podrá diseñar el montaje de bancos condensadores para mejorar el factor de potencia de la instalación. En tal caso, estos deberán formar parte de la instalación de baja tensión de la subestación como un submódulo del módulo de baja tensión general de la subestación.

El diseño del banco incluirá la instalación del equipo automático de protección y maniobra. La señal de corriente para el relé de comando del automatismo se tomará de un transformador de corriente, independiente al usado para los medidores de energía.

4.6.6. Planta de emergencia.

Se instalarán plantas de emergencia en:

- Escenarios deportivos con gradería para espectadores.
- Centros comerciales.
- Clínicas y hospitales.
- Edificios con ascensor.
- Teatros y salas de espectáculos públicos.
- Terminales de transporte.
- Hoteles y moteles.
- Instalaciones similares a las anteriores.
- Industrias según requerimiento.

La capacidad de la planta de emergencia deberá satisfacer necesidades tales como:

- Áreas de circulación comunal y vías de evacuación.
- Ascensores.
- Procesos industriales donde la interrupción podría producir serios riesgos a la salud y a la seguridad personal.
- Sistemas de alarma.
- Sistemas de bombeo de agua potable.
- Sistemas de comunicación de seguridad pública.
- Sistema de detección y extinción de incendios.

Cuando se requiera la instalación de planta de emergencia, se diseñará en el módulo de baja tensión de la subestación un barraje independiente que alimente las cargas que requieran la suplencia de la planta. Este barraje se alimentará desde el transformador o la planta de emergencia, utilizando un conmutador de transferencia manual o automático, localizado en el módulo de baja tensión de la subestación, que garantice el enclavamiento electromecánico de los dos sistemas.

Así mismo la localización de la planta deberá tener en cuenta factores tales

como ventilación, iluminación, tanque de almacenamiento de combustible, etc.

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 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.

4.6.7. Aviso de seguridad e identificación.

Sobre la malla de cerramiento, puerta de acceso o pórtico, se ubicará una placa con el símbolo de riesgo eléctrico y con la leyenda “Peligro Alta Tensión”. Además se colocará un aviso de identificación que contenga el nombre de la subestación, capacidad y relación de transformación.

4.7. LOCAL PARA SUBESTACIONES.

El local para los Centros de Transformación se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar al personal de la compañía realizar las labores de mantenimiento, revisión e inspección, así como para la movilización de los diferentes equipos.

Otra razón para que el local de los Centros de Transformación quede lo más cerca al exterior de la edificación, es la de minimizar la construcción de canalizaciones de redes de media tensión dentro de la edificación. El recorrido de la canalización debe ser lo más recto posible.

Los Centros de Transformación instalados en el interior de edificaciones deben cumplir las recomendaciones de la Norma NTC 2050 Artículo 450 respecto a la seguridad contra incendios cuando se utilicen transformadores en aceite.

El local del Centro de Transformación no puede ser ubicado en una área clasificada como peligrosa, ver norma NTC 2050 artículos 500 a 517, en los cuales cubren los requisitos de instalación donde puede existir peligro de fuego o explosión debido a líquidos, gases o vapores inflamables, polvo combustible, fibras, cenizas o sustancias volátiles inflamables. Cada área deberá ser considerada individualmente para determinar su clasificación.

Además en el Artículo 511 - " Garajes comerciales, de reparación y almacenamiento"; establece que los garajes de estacionamiento o almacenaje y donde no se realizan reparaciones , excepto el cambio de piezas y mantenimiento de rutina que no requierael uso de equipo eléctrico, llama abierta o el uso de líquidos volátiles inflamables, no son clasificados como lugares peligrosos, pero estarán ventilados adecuadamente para desalojar los gases de escape de motores. La ventilación adecuada , se establece en el artículo 511 - 2 de la NTC 2050 , verificándose el número de veces que se debe realizar los cambios de aire por hora, de acuerdo con la localización del local del Centro de Transformación.

El Local debe mantener libre de elementos ajenos a los equipos eléctricos y en ningún caso podrá usarse como sitio de almacenamiento.

Frente a la puerta del local de la subestación, no deben instalarse vehículos o equipos y materiales que impidan el fácil acceso. Tampoco se deben colocar tanques de combustible o materiales inflamables

La altura del local dependerá de la dimensión de los equipos cuya distancia mínima libre del techo al piso del local de la subestación es de 1 900 mm, en Centros de Transformación con celdas capsuladas y de pedestal.

Por el local del Centro de Transformación no podrán pasar tuberías extrañas a la instalación eléctrica tales como agua, alcantarillado, gas o cualquier otro tipo de instalación excepto las de los equipos de extinción de incendios.

4.7.1. Iluminación

El cuarto deberá disponer de alumbrado eléctrico con el nivel de iluminancia mínimo de 100 luxes sobre el piso (se recomienda utilizar bombillas fluorescentes). El control del alumbrado se debe localizar exterior al local cerca a la puerta de acceso, o interior en un sitio cercano a la puerta cuando el local da a la calle.

4.7.2. Puesta a tierra

Las partes metálicas de la subestación que no transporten corriente y estén descubiertas, se conectarán a tierra en las condiciones previstas en el Articulo 250 de la norma NTC 2050, mediante conductores con los calibres establecidos en las tablas 250-94 y 250-95.

La malla de puesta a tierra se debe construir antes de fundir la placa del piso del local. Esta malla estará construida con cable desnudo de cobre con calibre igual o superior al No. 2/0 AWG, se deberán utilizar conectores que cumplan la Norma IEEE-837 o en su defecto se utilizará soldadura exotérmica. A la malla de tierra se deberán instalar como mínimo dos varillas de puesta a tierra de 2,40 m x 5/8” (16 mm) , distanciadas entre si mínimo dos veces la longitud de la varilla.

En el punto de conexión del conductor de puesta a tierra a la malla de puesta a tierra se debe dejar cajas o pozos de inspección de libre acceso donde se pueda medir, revisar y mantener la resistencia de la malla de puesta a tierra. Esta caja o pozo de inspección dela malla de puesta a tierra es un cuadrado o un círculo de mínimo 300 mm de lado o 300 mm de diámetro. También se puede construir una caja de tierras, sobre un muro, donde lleguen y salgan los conductores de tierra.

El número de varillas dependerá de la resistividad del terreno y de la resistencia de la malla a tierra. La resistencia de la malla de puesta a tierra de

la subestación debe ser menor o igual a cinco ohmios (5 Ω) para sistemas hasta 15 kV y tres ohmios (3 Ω) para sistemas de 34,5 kV.

La configuración de la malla de tierra puede ser un triángulo, cuadrado o rectángulo con cruces intermedios; ésta forma lo define el área , la resistividad del terreno, y el valor dela resistencia a cumplir.

Si el local está construido sobre una placa flotante, debe existir una malla o anillo perimetral que garantice una superficie equipotencial, instalando las varillas fuera del local, en un sitio donde se garantice una buena puesta a tierra, conectando la malla y las varillas mediante conductor de puesta a tierra a través de un ducto independiente.

- Los elementos que se deben conectar a tierra en una subestación son los siguientes:
- La pantalla metálica de los cables de M.T (en uno de los extremos del cable, se recomienda aterrizar el del Centro de transformación).
- Los herrajes de soporte de los cables.
- Las celdas de M.T.
- El tanque y neutro del transformador.
- Los tableros de B.T.
- Equipos de medida donde estén instalados

4.7.3. Acceso y espacios de trabajo

El acceso al local del Centro de Transformación debe tener un ancho mínimo de 2 000 mm para permitir la entrada o salida de equipos o celdas. Se instalarán puertas de mayor tamaño cuando los equipos superen ésta medida. Además, el sitio donde se localice la subestación será, de libre acceso al personal de la CENS S.A. E.S.P. o autorizado por ella.

En lo posible se debe dejar la puerta de la subestación enfrentada a la celda del transformador, dejando una distancia libre mínima de 1 500 mm desde el frente de la celda del transformador al primer obstáculo. Si no es posible dejar

la celda del transformador frente a la puerta del cuarto se debe dejar una distancia libre mínima de 1,90 m al frente de la celda del transformador.
Para locales con equipos de pedestal y capsulados con transformadores tipo seco Clase H o F, las anteriores distancias de 1 500 ó 1 900 mm se pueden reducir a 600 mm, si se utiliza una puerta de plegable con celosías, cubriendo todo el frente en lugar de la pared frontal del local. Esta puerta plegable cuando esté abierta, debe dejar espacio necesario para sacar el transformador y realizar trabajos en las otras celdas. En locales con transformadores aislados en aceite también la distancia libre mínima podrá ser 0,60 m si la puerta a prueba de fuego es igual al ancho del local.

No se permite la instalación de cajas o armarios de medidores dentro del local del Centro de Transformación. En el caso de instalarse en el local un Tablero General de Acometidas, el espacio de trabajo para el equipo eléctrico con tensiones nominales de 600 V o menores debe ser el especificado en la Norma NTC 2050 Artículo 110-16. Las distancias deben medirse desde las partes activas, si están descubiertas o desde el frente de la cubierta o abertura de acceso cuando estén encerradas.

El local para transformadores aislados en aceite debe cumplir con la Norma NTC 2050 Artículo 450 parte C “Bóveda de transformadores”.

4.7.4. Piso.

En el sitio donde se ubique el local se fundirá una placa de concreto. En ésta placa se dejarán embebidos los pernos de anclaje de las celdas y de los rieles de deslizamiento para la entrada del transformador.

Esta placa de concreto debe presentar una superficie perfectamente horizontal a la base de las celdas o a los equipos tipo pedestal. Los transformadores de pedestal pueden o no llevar base e ir instalados a nivel de piso, cuando se instalen en locales.

Para el caso de los Centros de Transformación de instalación interior donde el piso es de concreto y por tanto la resistividad superficial está entre 20-50 ohmios- metro, se hace necesario recubrir el piso, una vez instalados los equipos (transformadores y celdas) con baldosas de aislantes no combustibles, que presenten una resistividad alta
con el fin de cumplir las normas de seguridad de las tensiones tolerables de paso y de contacto.

Cuando se requiera instalar cárcamos o fosos para el aceite, el piso del local podrá tener un nivel superior hasta de 30 cm del nivel del piso terminado de la edificación.

4.7.5. Carcamos y foso

Dentro del local del centro de Transformación no se deben construir cajas de inspección eléctrica y en su lugar se construyen cárcamos, para los cables eléctricos.

Para transformadores aislados en aceite deben poseer medios para confinar el aceite y no permitir su salida a otras áreas, por lo que se construyen fosos y brocal a la entrada del local. Para transformadores tipo seco no se requiere foso, ni brocal.

El piso de los cárcamos y de los fosos para el aceite será en concreto y las paredes podrán ser en concreto o en ladrillo pañetado.

4.7.6. Paredes y techo

El local con transformador seco o refrigerado en aceite debe cumplir con los requerimientos de los artículos 450-21 y 450-26 de la Norma NTC 2050.

Para transformadores con aislamiento en aceite, las paredes, el techo y el piso, se construirán en material de adecuada resistencia estructural y una resistencia al fuego de 3 horas (norma ASTM E119/83), NFPA 251-85.

Las paredes para el local donde se instalan las celdas de distribución o los equipos de maniobra se construirán en tabique con ladrillo tolete prensado a la vista o pañetado y pintado por ambas caras.

Se deberán tomar todas las precauciones para evitar la entrada de agua por infiltraciones, para lo cual se recomienda no ubicar el local en áreas donde coincidan con juntas de construcción o dilatación, debajo de jardines y muros perimetrales. En el caso de que se ubique en dichas zonas se debe hacer una adecuada impermeabilización.

4.7.7. Puertas en general.

Existen varios tipos de puertas dependiendo del tipo de aislamiento del transformador, del material combustible cercano y de las limitaciones de espacio

- Puertas cortafuego para bóvedas de transformadores aislados en aceite .
- Puerta metálica en celosía de dos hojas abriendo hacia afuera, de 2 metros de ancho o del espacio necesario para el ingreso de celdas o equipos de mayor tamaño y entre 1 800 y 2 300 mm de altura
- Puerta metálica plegable en celosía de dos hojas

Para evitar problemas de acuñamiento la puerta debe tener una tolerancia de 5 a 8 mm con relación al marco y tener mínimo tres (3) bisagras.

4.7.7.1. Puertas Cortafuego.

Los requisitos de la puerta cortafuegos adoptados de las normas NFPA 251, NFPA 252, NFPA 257, NFPA 80, ANSI A156.3, UL 10 B, ASTM A 653 M,

ASTM E152 y EN 1634 -1, serán los siguientes y deben demostrarse mediante certificado de conformidad:

a. La puerta debe resistir el fuego mínimo durante tres horas cuando la bóveda aloja transformadores refrigerados en aceite o transformadores secos de tensión mayor o igual a 35 kV.

b. Debe ser construida en materiales que mantengan su integridad física, mecánica y dimensiones constructivas para minimizar y retardar el paso a través de ella de fuego o gases calientes, capaces de provocar la ignición de los materiales combustibles que estén a distancia cercana, del lado de la cara no expuesta al fuego.

c. Las puertas no deben emitir gases inflamables ni tóxicos.

d. La temperatura medida en la pared no expuesta al fuego no debe ser mayor a 200 ºC en cualquiera de los termopares situados a distancias mayores de 100 mm de los marcos o uniones y la temperatura media de estos termopares no debe superar los 150 ºC; la temperatura medida en los marcos no debe superar los 360 ºC cuando en la cara expuesta al fuego se han alcanzado temperaturas no menores a 1000 ºC en un tiempo de tres horas de prueba.

e. La puerta cortafuego debe ser dotada de una cerradura antipánico que garantice que la chapa de la puerta no afecte las características y buen funcionamiento de la misma, la cerradura debe permitir abrir la puerta desde adentro de la bóveda de forma manual con una simple presión aún cuando externamente este asegurada con llave. Se podrán aceptar cerraduras antipánico probadas a dos horas, cuando la temperatura de la cara expuesta alcance los 1000 ºC.

f. La puerta debe garantizar un cierre hermético con el fin de minimizar el paso de gases o humos durante tres horas.

g. Las puertas cortafuego no deben tener elementos cortantes o punzantes que sean peligrosos para los operadores.

h. Las puertas se deben probar en un horno apropiado, que permita elevar la temperatura en un corto tiempo, a los siguientes valores mínimos de temperatura: a 5 minutos 535 ºC, a 10 minutos 700 ºC, a 30 minutos 840 ºC, a 60 minutos 925 ºC, a 120 minutos 1000 ºC y a 180 minutos 1050 ºC.

l. Adicionalmente, la puerta cortafuego debe tener en lugar visible una placa permanente con el símbolo de riesgo eléctrico de acuerdo con las características establecidas en el presente Reglamento.

m. En la instalación de la puerta se debe garantizar que las paredes de la bóveda soporten como mínimo tres horas al fuego, sin permitir que la cara no expuesta al fuego que contenga la puerta supere los 150 ºC, cuando se tenga en el interior de la bóveda una temperatura de 1000 ºC, igualmente se debe sellar apropiadamente las juntas de la puerta que impidan el paso de gases entre la pared y el marco de la puerta.

n. Las bóvedas para alojar transformadores refrigerados con aceite mineral o transformadores tipo seco con tensión mayor a 35 kV o capacidad mayor a 112,5 kVA instalados en interiores de edificios, requieren que las entradas desde el interior del edificio, estén dotadas de puertas cortafuego, capaces de evitar que el incendio o explosión del transformador se propague a otros sitios de la edificación.

o. Para transformadores secos de potencia mayor de 112,5 kVA y tensión inferior a 35 KV, se aceptarán cuartos de transformadores y su puerta resistentes al fuego durante una hora

4.7.8. Nivel de ruido.

Se deben tomar precauciones para limitar el ruido producido por los transformadores. El grado permitido de ruido emitido por un transformador, depende del nivel de ruido aceptable en el ambiente donde será instalado.

Dentro de las precauciones que se deben tomar para disminuir el ruido generado en el local están las de asegurar y apretar todas las conexiones, tanto eléctricas como mecánicas y colocar los transformadores sobre bases antivibratorias en caso de ser necesario.

El nivel de ruido es a veces un factor importante dentro de la selección de la ubicación del Centro de Transformación, ya que dependiendo del uso de la edificación existen límites que no se deben sobrepasar.

El DAMA, establecio máximo 65 db en zona urbana. Los transformadores no deben causar ruidos superiores a éste valor.

4.7.9. Ventilación.

Siempre que el(los) transformador(es) estén dentro de un local se requiere ventilación. La ventilación de la subestacion debe ser adecuada para evitar que la temperatura del (los) transformador(es) exceda los límites permitidos dependiendo del tipo de aislamiento del transformador. El área neta de todas las aberturas de ventilación después de restar el área ocupada por marcos y persianas, no debe ser menor de 20 cm² / kVA de los transformadores en servicio.

Las aberturas de ventilación deben extenderse hacia el área exterior del local. La mitad del área total de ventilación repartida en una o más aberturas debe situarse cerca del piso y la otra cerca del techo

Cuando no sea posible realizar la ventilación en la forma descrita se debe ubicar el área total de ventilación cerca del techo.

Para que la ventilación sea adecuada, los transformadores deberán tener una separación a cualquier equipo o pared, orientando en lo posible las rejillas de ventilación del transformador, en la misma dirección del aire. Para una adecuada ventilación la salida de aire debe estar ubicada a nivel de techo en la pared opuesta a la entrada de aire que debe estar cerca del piso.

4.8. PLANTAS DE EMERGENCIA.

4.8.1. Disposiciones generales.

❖ Las plantas de emergencia deben ser instaladas por los usuarios, para producir la energía eléctrica cuando se suspende o falla el suministro entregado por el sistema de distribución de CENS S.A. E.S.P.

❖ Se debe tener en cuenta las Secciones 700, 701 y 702 de la Norma NTC 2050.

❖ La instalación de equipos de generación eléctrica será obligatoria para los inmuebles destinados a albergar temporal o permanentemente un conglomerado humano, tales como: hoteles, teatros, coliseos, estadios, centros de eventos deportivos, terminales de transporte, aeropuertos, clínicas, hospitales, centros médicos, centros comerciales, universidades y colegios.

❖ Cualquiera que sea el sistema a instalar, será suministrado, instalado, mantenido y operado por el usuario, y el diseño e instalación no deberá interferir con el sistema de distribución de CENS S.A. E.S.P.

❖ El diseño de la instalación deberá garantizar una operación segura tanto para las instalaciones propias del usuario como para las instalaciones, equipos y operarios de CENS S.A. E.S.P.

❖ Los dispositivos de transferencia deberán garantizar la alimentación de las cargas en forma selectiva por la red o por el sistema de generación del usuario, pero nunca en forma simultánea.

❖ En ningún caso se utilizarán los transformadores de CENS S.A. E.S.P. para elevar la tensión nominal del sistema de generación del usuario, ni éste deberá energizar transformadores, líneas o redes de propiedad de CENS S.A. E.S.P.

❖ El sistema de generación del usuario deberá diseñarse e instalarse para que la energía producida no se registre en los medidores o equipos de medida de CENS S.A. E.S.P. En ningún caso CENS S.A. E.S.P. reintegrará, descontará, o comprará la energía generada por el usuario y registrada por los medidores de CENS S.A. E.S.P. originada por conexiones que no cumplan las especificaciones exigidas.

❖ El usuario será responsable ante CENS S.A. E.S.P. y ante la Ley de cualquier problema que afecte sus redes de distribución o la integridad física de sus operarios ocasionado por el incumplimiento de estas Normas.

4.8.2. Clasificación de las plantas de emergencia.

4.8.2.1. Sistemas de emergencia (Emergency Power System)

❖ Es una fuente de energía eléctrica independiente, la cual, cuando falla o se suspende el servicio normal, automáticamente proporciona confiabilidad del servicio eléctrico en un tiempo menor a 10 segundos a equipos críticos y aparatos donde la falla en la operación satisfactoria podría arriesgar la vida y seguridad del personal o causar daño en la propiedad.

❖ Se deberá instalar en edificaciones donde hay concentración o reunión de personas y donde la iluminación artificial sea básica para encontrar las rutas o sitios de salida normal y de emergencia, y controlar de ésta manera el pánico de las personas cuando quedan encerradas sin luz, por falta del fluido eléctrico.

❖ En edificios donde se utilice el ascensor, se hace obligatorio la instalación de una planta de emergencia que garantice la continuidad del servicio y por tanto la seguridad de las personas.

❖ El sistema de emergencia debe tener la capacidad suficiente para que proporcione energía en funciones: de ventilación cuando sea indispensable preservar vidas humanas, sistemas de protección contra incendios, alarmas, ascensores, bombas de agua, sistemas de comunicaciones para seguridad pública, procesos industriales donde la interrupción del suministro normal de energía podría causar serios riesgos y peligros para la conservación de la integridad física y de la salud y seguridad de las personas.

❖ El sistema de emergencia deberá tener un conmutador de transferencia automática con enclavamiento eléctrico y mecánico cuyo tiempo máximo de transferencia no supere los 10 segundos.

❖ Sistemas de respaldo (Standby Power System)

❖ Es una fuente de energía eléctrica independiente, la cual cuando falla o se suspende el servicio normal, proporciona energía eléctrica aceptable en cantidad y calidad, para que el usuario pueda continuar con su operación básica.

❖ En los sistemas de respaldo (Standby) opcionales, no importa el tiempo de interrupción de la energía y el usuario determina la entrada de su propio sistema eléctrico.

4.8.2.2. Sistemas de respaldo (Standby) Obligatorios

❖ Estos sistemas deberán suministrar automáticamente energía eléctrica a cargas específicas cuando por fallas en el servicio normal de energía, se pueden ocasionar peligros o dificultades en las operaciones de rescate de las personas y extinción de incendios entre otras.

❖ Las cargas a alimentar por el sistema de respaldo (Standby) obligatorios, son diferentes y excluyentes de las del sistema de emergencia y deben ser instalados en inmuebles e industrias que posean sistemas de: Calefacción, refrigeración, comunicación, ventilación, extracción de humos, alumbrado y procesos industriales.

❖ El sistema de respaldo (Standby) obligatorio debe tener un conmutador de transferencia automático con enclavamiento eléctrico y mecánico cuyo tiempo máximo de transferencia no supere los 60 seg, según lo exige la Norma NTC 2050 en la sección 701-11.

4.8.2.3. Sistemas de respaldo (Standby) Opcionales

❖ Son aquellos que protegen las propiedades privadas y de negocios particulares, donde la integridad de la vida humana no depende del funcionamiento del sistema eléctrico.

❖ Los sistemas de respaldo (Standby) opcional generarán energía eléctrica que alimentará cargas seleccionadas y su entrada podrá ser manual o automática mediante un conmutador de transferencia con enclavamiento.

❖ Se instalarán como fuentes alternas de energía eléctrica en industrias, comercio, fincas, viviendas para alimentar cargas de calefacción, refrigeración, procesamiento de datos, comunicaciones y procesos industriales, para que cuando se interrumpa o falle el suministro normal de energía eléctrica no se cause molestia, interrupciones o daños en los procesos, y daños a los productos.

4.8.3. Capacidad de los sistemas de generación eléctrica.

Los sistemas de: emergencia, respaldo (Standby) obligatorio y opcional deberán tener la potencia y régimen de funcionamiento adecuado para que todos los equipos puedan simultáneamente trabajar en cada sistema específico de acuerdo con las cargas seleccionadas.

4.8.4. Tipos de sistemas de generación eléctrica.

❖ Quien diseñe las instalaciones eléctricas deberá evaluar el sistema alterno de energía que necesite el usuario de acuerdo con los diferentes casos específicos.

❖ El usuario deberá escoger entre alguno de los siguientes tipos:

- Banco de baterías.
- Grupo electrógenos o planta eléctrica.
- Fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS).
- Equipos unitarios: Lámparas con baterias.

4.8.5. Ruido y contaminación de las plantas de generación.

❖ Las plantas de generación cumplirán con las exigencias de salud, en cuanto a los niveles mínimos de ruido aceptables durante un periodo de 8 horas, así:

- En áreas residenciales: 65 db.
- En áreas comerciales: 70 db.
- En áreas industriales: 75 db.
- En áreas de tranquilidad (hospitales): 45 db.

❖ Deberán tener instalados los filtros adecuados para evitar la contaminación ambiental por escapes de humo y monóxido de carbono.

4.8.6. Local para la instalación de plantas de generación.

El sitio seleccionado para instalar el sistema de generación deberá cumplir con las siguientes condiciones:

❖ Adecuada extracción de los gases tóxicos a la atmósfera.

- Ventilación suficiente para el enfriamiento del motor.
- Manejo seguro de los combustibles.
- Mínima perturbación por ruido hacia el exterior del inmueble.

4.8.7. Requisitos para la conexión de plantas de generación.

Con el fin de definir en las instalaciones eléctricas el punto de conexión de las plantas de generación del usuario, tiene la siguiente reglamentación:

4.8.7.1. Instalación de plantas de generación en conjuntos y edificios residenciales, centros y edificios comerciales.

- En conjuntos y edificios residenciales, centros comerciales y edificios comerciales, se permite la instalación de plantas de generación después de los medidores individuales de energía utilizando un módulo de transferencia manual o automático.

- Puede darse el caso de que la planta de generación asuma toda la carga de los usuarios y los servicios comunes o que solo alimente las cargas críticas de los usuarios. En este último caso, cada usuario deberá tener un tablero de distribución de carga no crítica que sólo será alimentado de la red de distribución de CENS S.A. E.S.P., y un tablero de distribución de carga crítica que será alimentado tanto del suministro de CENS S.A. E.S.P. como de la planta de generación, a través del módulo de transferencia.

4.8.7.2. Instalación de plantas de generación en centros y edificios comerciales con una sola medida

- En centros y edificios comerciales con transformadores de distribución de uso exclusivo, se permite la instalación de plantas de generación conectadas a la entrada del tablero general de acometidas, siempre y cuando

se tenga un único equipo de medida en B.T. o M.T., y la conexión se haga después de éste equipo.

4.8.7.3. Instalación de plantas de generación en casas, pequeñas fábricas o locales Independientes

❖ Como estos usuarios no están alimentados desde un transformador de distribución exclusivo, la planta de generación debe conectarse después del medidor de energía, de tal forma que no se registre la energía generada por el usuario; para ello se debe utilizar un selector de transferencia de tres posiciones, una para la entrada de la red de baja tensión, otra para la entrada de la planta de generación y la posición del centro para conectar la carga del usuario.

❖ No se admiten dispositivos de transferencia que puedan presentar ambigüedad en la maniobra o que puedan llegar a energizar la red de CENS S.A., poniendo en peligro la vida de los operarios encargados de mantener y operar las redes de distribución.

❖ El selector de transferencia debe estar localizado en un sitio de fácil acceso. Su operación será responsabilidad del usuario.

4.8.7.4. Instalación de plantas de generación en niveles de media tensión.

❖ En el caso de agroindustrias o fábricas que tienen líneas internas de media tensión, de propiedad del usuario que alimenta varias subestaciones de distribución distantes entre sí, se permite energizar dicha red interna utilizando una planta de generación con transformador elevador adicional.

❖ Para conectar la unidad generadora –elevadora a la línea de media tensión se necesita instalar después del equipo de medida en M.T., un seccionador tripolar dúplex de operación bajo carga con enclavamiento mecánico, además de los dispositivos de protección que debe tener este tipo de instalación.



CAPÍTULO 5
ACOMETIDAS ELÉCTRICAS

CENS
CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 5.		4
5.	ACOMETIDAS ELECTRICAS	4
5.1.	GENERALIDADES	4
5.2.	CONTINUIDAD DE LA ACOMETIDA	4
5.3.	NÚMERO DE ACOMETIDAS	5
5.4.	REVISIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA ACOMETIDA	5
5.5.	AUTORIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN	6
5.6.	CLASIFICACION DE LAS ACOMETIDAS	6
5.6.1.	Acometidas en Media Tensión.	6
5.6.1.1.	Acometidas Aéreas en Media Tensión.	6
5.6.1.2.	Acometidas Subterráneas en Media Tensión.	8
5.6.2.	Acometidas en baja tensión.	10
5.6.2.1.	Acometidas aéreas en baja tensión.	10
5.6.2.2.	Acometida subterránea de baja tensión.	17
5.6.3.	Acometidas eléctricas especiales.	23
5.6.3.1.	Acometidas a servicios temporales	23
5.6.3.2.	Acometidas para cuentas bifamiliares	23
5.7.	CANALIZACIONES Y DUCTOS DE ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	24
5.7.1.	Generalidades.	24
5.7.2.	Cajas de inspección para acometidas de baja tensión	25
5.7.3.	Cajas de inspección metálicas para acometidas.	25
5.7.4.	Cálculos de las cajas de inspección metálicas de B.T. (Según NTC 2050, Sección 370, tabla 370-16-a)	27
5.7.5.	Cajas y tableros para protección de acometidas de B.T.	27

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distancias mínimas de seguridad en acometidas aéreas B.T. 12
Tabla 2. Conductores para acometida aérea. 14
Tabla 3. Acometidas bifilares 15
Tabla 4. Acometidas monofásicas trifilares. 16
Tabla 5. Acometidas trifásicas tetrafilares 16
Tabla 6. Tuberías para acometidas de baja tensión. 17
Tabla 7. Conductores acometidas monofásica bifilar 21
Tabla 8. Conductores acometidas bifásicas trifilares 21
Tabla 9. Conductores acometidas trifásicas tetrafilares 22

CAPÍTULO 5.

5. ACOMETIDAS ELECTRICAS

5.1. GENERALIDADES

Estas normas aplican en el sistema aéreo y subterráneo de Media y Baja Tensión, en la zona de influencia de CENS S.A. ESP.

La acometida eléctrica servirá para transportar y utilizar la energía después del punto de conexión de la red de distribución, pasando por la medida.

Los diferentes tipos de acometida se muestran en los esquemas en el tomo de estructuras capítulo de Acometidas.

La prolongación de ductos metálicos galvanizado se debe hacer con unión metálica galvanizada roscada.

Todas las acometidas subterráneas deben tener una placa de identificación con el nombre del edificio, nomenclatura, número del transformador y numero de medidor, como se muestra en la figura 25. de acuerdo al nivel de tensión. Esta placa debe ser instalada en el punto de derivación en el poste y en cada una de las cajas de inspección. El material de la placa debe ser de acrílico resistente al medio ambiente en donde vaya a ser instalada, el texto de la placa debe ir en bajo relieve.

5.2. CONTINUIDAD DE LA ACOMETIDA

En la red de media tensión, los conductores de la acometida serán continuos y del mismo calibre, desde el punto de conexión a la red, hasta los bornes de entrada del equipo de medida.

No se aceptan empalmes, ni derivaciones en ningún tramo de la acometida. En la caja o armario de medida deberá reservarse en su extremo una longitud de mínimo un metro de conductor aislado en acometidas subterráneas.

En la red de baja tensión, los conductores de la acometida serán continuos y del mismo calibre, desde el punto de conexión a la red hasta los bornes de entrada del equipo de medición y continuarán en el mismo calibre hasta los bornes del equipo de protección general de la instalación del usuario.

No se aceptan empalmes, ni derivaciones en ningún tramo de la acometida en instalaciones nuevas. En la caja o tablero de medidores se reservará en su extremo una longitud de acometida no menor a medio perímetro de la caja o medidor, y como mínimo 60cm, que permita una fácil conexión del equipo de medida.

5.3. NÚMERO DE ACOMETIDAS

El número de acometidas deberá estar de acuerdo con el numeral 230-2 del Código Eléctrico Colombiano (Norma NTC 2050). Un edificio o predio debe tener una sola acometida. Una edificación o una estructura no deben ser alimentadas desde otras. Los conductores de acometida de una edificación o una estructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o estructura.

5.4. REVISIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA ACOMETIDA

La instalación de la acometida en instalaciones de Media y Baja Tensión, entre la red de la Empresa, el medidor y la protección general del usuario en el tablero de distribución para protección de cargas podrá ser revisada y supervisada por un funcionario o un delegado de CENS S.A. ESP.

El delegado podrá ser un contratista de la empresa o un técnico calificado con matrícula profesional del Consejo Nacional de Técnicos Electricistas CONTE y registrado y autorizado por CENS S.A. ESP.

5.5. AUTORIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN

La instalación de la acometida desde el punto de derivación de la red hasta el punto de medida, será realizada únicamente por personal autorizado por CENS S.A. ESP y que posea matrícula profesional del Consejo Nacional de Técnicos Electricista CONTE.

Para la conexión de la acometida, las instalaciones internas deben demostrar conformidad con el RETIE de acuerdo las disposiciones establecidas por dicho reglamento según la carga o potencia instalable.

5.6. CLASIFICACION DE LAS ACOMETIDAS

De acuerdo con el nivel de tensión al cual esta conectada la acometida en el sistema de distribución se puede clasificar en:

- Acometidas en Media Tensión.
- Acometidas en Baja Tensión.

De acuerdo con la instalación física se puede clasificar en:

- Aéreas.
- Subterráneas.

De acuerdo con el tipo de servicio se puede clasificar en:

- Monofásico
- Bifásica
- Trifásica.

5.6.1. Acometidas en Media Tensión.

5.6.1.1. Acometidas Aéreas en Media Tensión.

La acometida en Media Tensión podrá ser aérea en la alimentación de cargas con transformadores de una capacidad igual o inferior a 45 kVA de uso exclusivo en poste. No obstante la entrada de los cables de BT al predio deberá hacerse en forma subterránea y la medida en gabinete en el poste. Para predios urbanos se definirá en la factibilidad de servicio la autorización para las acometidas aéreas, previo cumplimiento de los permisos y tramites ante las entidades competentes. Toda nuevo servicio que requiera acometida por MT deberá cumplir con las disposiciones establecidos en el capitulo 12 de las normas de CENS.
El conductor para las acometidas aéreas por MT debe ser ACSR de calibre mínimo 1/0, y todos los materiales requeridos deben tener certificado de producto RETIE, y cerificado de producto
No se permite que en el punto de conexión, las estructuras del sistema de distribución sean sometidas a esfuerzos por esta razón, se debe construir en paso en flojo, cuya longitud no debe superar los diez (10) metros.

Las distancias de seguridad vertical y horizontal se cumplirán de acuerdo con lo establecido en el RETIE.

Las acometidas en media tensión se componen de:
- Punto de alimentación.
- Protecciones y seccionamiento.
- Conjunto de conductores.
- Canalización en ducto o instalación aérea.
- Postes.
- Cajas de inspección.
- Herrajes y accesorios.
- Sistema de puesta a tierra

La regulación eléctrica en las acometidas de media tensión no podrá ser superior al 1% del valor nominal de la tensión, desde la subestación de alimentación del circuito o del 0.2% para distancias inferiores a 500 metros.

Las acometidas aéreas se permiten para los siguientes casos:
- Las acometidas temporales de obra provisional.

- Las acometidas en zonas rurales.
- Para acometidas industriales que requieran servicio a 34.5 kV en una subestación tipo intemperie, la acometida podrá ser aérea si el circuito de alimentación es aéreo.
- En lotes industriales con transformadores en poste, como es el caso de lotes de minas de explotación y canteras.
- En estratos 1 y 2, donde el ancho de las vías comunales permiten la construcción de redes aéreas de media tensión y exista acceso vehicular al sitio de instalación de los transformadores de distribución.

Todas las demás acometidas de media tensión deberán ser subterráneas.

5.6.1.2. Acometidas Subterráneas en Media Tensión.

No se permitirá el montaje de transformador en poste, de ninguna capacidad, ni la construcción de redes aéreas de MT y BT en predios que estén sobre vías arterias, zonas de conservación histórica y en las urbanizaciones de estratos 4, 5 y 6, y en general, en aquellos sitios donde la conformación urbanística no permita la construcción de redes aéreas de acuerdo con las normas establecidas. Las nuevas Subestaciones de Distribución no se deberán conectar a las redes aéreas de MT existentes.

La regulación eléctrica en las acometidas de media tensión no podrá ser superior al 1% desde la subestación de alimentación del circuito o del 0.3% para distancias inferiores a 500 metros.

En las acometidas subterráneas de MT, se requiere realizar el estudio de ferrorresonancia para determinar la longitud crítica, y para longitudes mayores a 40 metros el seccionamiento desde el punto de derivación debe ser tripular. En toda acometida subterránea de MT se debe instalar protecciones contra sobre tensiones tanto en el punto de derivación como en los bornes del transformador.
Todos los conductores de un circuito subterráneo que pase a través de una canalización deben ir por el mismo ducto.

Acometida subterránea desde la red subterránea.

- Las cajas de inspección que se construyen debajo de andenes y zonas verdes deben ser: de inspección sencilla y de inspección doble. Ver dimensiones de cajas, según norma
- Para las cajas en calzadas, parqueaderos y accesos vehiculares se deben utilizar cajas de inspección tipo vehicular.
- Para las acometidas eléctricas en el techo de los sótanos de los edificios de utilizan las cajas de inspección metálicas, especificadas en el esquema CNS-050149 y CNS-050150.
- La ductería se debe asegurar al techo de la edificación de los sótanos como aparece en el esquema CNS-050151.
- En las redes de media tensión aéreas, la acometida será subterránea a subestaciones de distribución tipo celda interior o de pedestal.
- El bajante de la acometida se hará utilizando tubo metálico galvanizado con una longitud no inferior a tres (3) metros con un capacete en el extremo superior y con mínimo tres amarres de cinta de acero inoxidable de 5/8'', y en la canalización se debe disponer de ductos de reserva cuando hay cruce de vía.

Se debe instalar una (1) caja de inspección de 60x60x90 cm a una distancia no mayor de un metro y medio (1,5) de la base del poste del cual se derive la acometida. Se debe instalar una caja de inspección cada cuarenta (40) m. En caso de ser necesario el cruce de vías se debe instalar una caja de inspección a lado y lado de la vía dejando un ducto de reserva de 4" en el cruce de la vía.
Las cajas de inspección deben quedar localizadas en andenes y/o zonas verdes y no podrán tener ningún elemento sobre ellos que impida el libre retiro de la tapa.

Acometidas subterráneas de 13.2 kV, 13.8 kV y 34.5 kV desde la red aérea.

- Calibres, 13.2 kV mínimo Nº 2 y 34.5 kV mínimo 2/0, aislamiento 100%, 15 kV y 36 kV. 90ºC, XLPE.

- Por un poste no se pueden bajar más de tres (3) acometidas subterráneas de M.T.

5.6.2. Acometidas en baja tensión.

5.6.2.1. Acometidas aéreas en baja tensión.

Se deriva directamente de la red de distribución secundaria aérea a través de cajas de derivación desde el poste más cercano de la empresa al usuario y el tubo bajante de la acometida en el inmueble.

Las acometidas en baja tensión se componen de:
- ❖ Punto de alimentación.
- ❖ Conjunto de conductores.
- ❖ Canalización en ducto o instalación aérea.
- ❖ Caja para alojar medidor(s).
- ❖ Herrajes y accesorios, según la característica de la instalación si es aérea o subterránea.

En baja tensión la acometida incluye los componentes desde la red, pasa por el medidor hasta el tablero de protección del usuario. Esto es, hasta el medio de desconexión principal del servicio y lugar de derivación hacia las cargas.

Disposiciones sobre acometidas aéreas:

- ❖ Los conductores de la acometida a un inmueble, no deberán pasar por el interior ni por encima de otro predio.
- ❖ Las acometidas de baja tensión podrán ser aéreas hasta una demanda de 35 kVA.
- ❖ Los conductores a utilizar serán de calibre Nº 8 AWG (8,36 mm2) hasta Nº 4 AWG y deben ser concéntricos.
- ❖ El uso de calibres superiores se permite en acometidas subterráneas.
- ❖ No se permiten derivaciones de acometidas desde el vano de la red secundaria aérea. Toda derivación se hará desde un poste. Se exceptúa esta

regla en zonas de alta incidencia de fraude, en donde se derivará la acometida desde una caja montada sobre el vano a 1,50 metros del poste. Para efectos del Sistema de Información Geográfico y cálculos de regulación, estas cajas se asocian al poste más cercano.

- La forma de conexión de los conductores de la acometida a la red de distribución deberá hacerse teniendo en cuenta el calibre y el material, usando conectores apropiados de acuerdo con las normas para las conexiones aluminio – cobre ó cobre – cobre.
- La acometida aérea no deberá sobrepasar el 1% de la regulación de tensión, cuando está conectada a la red de distribución de B.T.
- La derivación de la acometida aérea con conductor concéntrico desde la red aérea de B.T. trenzada o abierta, se muestra en los esquemas del tomo de estructuras capítulo de acometidas.
- Cuando la cometida es exclusiva desde el transformador de distribución, el calibre de los conductores deberá ser tal que la regulación no supere el 5% en la zona urbana y rurales hasta el punto más lejano de alimentación.

Distancias Mínimas de seguridad en acometidas aéreas de B.T.

Los conductores de las acometidas aéreas exteriores deberán tener las siguientes separaciones del piso mínimas (Sección 230-24 Código Eléctrico Colombiano, Norma NTC 2050).

Las distancias verticales de todos los conductores aéreos de acometida se deben basar en una temperatura del conductor de 15ºC, sin viento con una flecha final sin carga en el cable, conductor o alambre.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ACOMETIDAS AÉREAS DE B.T.	
Sobre tejados a no más de 600 V nominales, distancia vertical	2.40 m
Distancia vertical desde el borde del tejado	0.90 m

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ACOMETIDAS AÉREAS DE B.T.	
Separación horizontal de las ventanas, puertas, salidas de emergencia o sitios semejantes.	1.00 m
Distancia desde el piso terminado u otra superficie accesible hasta el punto de entrada de la acometida o hasta la parte inferior de la curva de goteo antes de la entrada, accesible solo a los peatones. Tensión limitada a 150 V a tierra	3.00 m
Sobre la vía pública en aéreas residenciales y comerciales sin tráfico de camiones. Tensión limitada a 300 V a tierra.	3.60 m
Sobre la vía pública en aéreas residenciales y comerciales sin tráfico de camiones. Cuando la tensión supere los 300 V a tierra.	4.60 m
Sobre calles, callejones, avenidas o carreteras públicas, zonas de aparcamiento con tráfico de camiones, acceso a lugares distintos de las edificaciones residenciales y otros lugares donde circulen vehículos, como las zonas de cultivo, de césped, de bosques y huertos.	5.50 m

Tabla 1. Distancias mínimas de seguridad en acometidas aéreas B.T.

Ducto para la acometida aérea

El ducto de la acometida aérea inicia en el capacete donde los conductores entran al inmueble y llegará hasta la caja de medidores.

El ducto de la acometida aérea deberá cumplir los siguientes requisitos:

a) Ser hermético.
b) Calibre Mínimo 3/4" en tubo conduit metálico galvanizado para instalación incrustada y para instalación superpuesta hasta caja del medidor.
c) No podrá tener uniones, derivaciones ni perforaciones desde el inicio hasta la caja del medidor o armario de medidores.
d) No podrá tener curvaturas si se encuentra empotrado.

e) Deberá estar incrustado en los muros, con excepción de las paredes prefabricadas donde podrán ir superpuestos a partir del punto de entrada del tubo a la edificación.
f) No se podrán usar “codos” para tubería de agua en reemplazo de las curvas para tubería conduit eléctrica.
g) En la caja para el medidor tendrán adaptadores terminales (Bushings) “tuerca y contratuerca”

Acometida aérea en cable con neutro concéntrico

Los calibres de los cables de cobre con neutro concéntrico normalizado son los siguientes:

- Acometidas monofásicas: 2x8 AWG, 2x6, 2x4 AWG, 2x10 mm2, y 2x16 mm2
- Acometidas bifásicas: 3x8 AWG, 3x6 AWG, 3x4 AWG, 3x10mm2, 3x16 mm2.

Los conductores con neutro concéntrico indicados en las especificación técnica, estarán conformados por un conductor de neutro, cableado helicoidalmente sobre uno de dos conductores de fase aislados en polietileno reticulado y una cubierta exterior en PVC.

Los cables trenzados para acometidas estarán conformados por tres conductores de fase y un conductor de neutro aislados en polietileno.

Los conductores de fase y el neutro serán en cobre blando, y la chaqueta exterior de los cables terminados en PVC.

El número y calibre de los alambres que conforman el neutro del cable con neutro concéntrico, deberán ser tales que, el área y la resistencia eléctrica equivalente, sea como mínimo la correspondiente a los calibres indicados en la CNS-050112.

El calibre del conductor del neutro será del mismo calibre de las fases (cuando se tengan cargas desbalanceadas). Si la presencia de cargas no lineales es alta se debe calcular la corriente del neutro para dimensionar el calibre respectivo.

Identificación de acometidas de B.T.

Los conductores de la acometida se identificarán en todos sus puntos de conexión utilizando el código de colores establecido en el numeral 2.3.2:

Marcación de la acometida

Las acometidas se identificarán con una marquilla sujeta al cable con el número que identifica el número de la acometida, que sale desde la caja de barraje, y que llega hasta la caja o armario de medidores. También se marcará el medidor con el mismo número de la acometida, mediante un sello duradero.

Conductores para acometida aérea

DESCRIPCIÓN	TIPO	TIPO	TIPO
Configuración	Concéntrico 2x8	Concéntrico 3x8	Concéntrico 4x8
Calibre	8	8	8
Material de conductores	Cobre suave	Cobre suave	Cobre suave
Aislamiento de la chaqueta	XLPE	XLPE	XLPE
Número de hilos por conductor	7	7	7
Clase de cableado	8	8	8
Área mm2	8.37	8.37	8.37
Diámetro conductor en mm	3.6	3.6	3.6

DESCRIPCIÓN	TIPO	TIPO	TIPO
Calibre conductor neutro	8	8	8
Número de hilos del neutro	26	41	41
Diámetro de hilo del neutro (mm)	0.643	0.51	0.51
Peso total Kg/Km	202	408	544
Resistencia eléctrica DC a 20ºC (ohm/Km)	2.10	2.10	2.10
Capacidad de corriente (Amp)	55	55	55

Tabla 2. Conductores para acometida aérea.

A continuación se presentan los máximos calibres para las acometidas aéreas de B.T. hasta cargas iguales a 35 kVA , aplicando los factores de demanda estipulados en la NTC 2050 sección 220.

Monofásicas bifilares a 127 V

MONOFÁSICAS BIFILARES A 127 V		
Carga contratada (kVA)	**Calibre del conductor con neutro concéntrico (AWG)**	**Calibre del conductor con neutro concéntrico (mm2)**
2	2x8	2x10
4	2x6	2x10
6	2x4	2x16

Tabla 3. Acometidas bifilares

Monofásicas trifilares 120/240 V

MONOFÁSICAS TRIFILARES A 120/240 V		
Carga contratada (kVA)	**Calibre del conductor con neutro concéntrico (AWG)**	**Calibre del conductor con neutro concéntrico (mm2)**
5	3X8	3x10
10	3X8	3x10
15	3X6	3x10
20	3X4	3x16
25	*CM 2X2+2	

Tabla 4. Acometidas monofásicas trifilares.

Trifásica tetrafilares 127/220 V

TRIFÁSICAS TETRAFILARES 127/220 V	
Carga contratada (kVA)	**Calibre del conductor y neutro aislados (AWG)**
9	4x8
12	4x8
15	4x8
20	3x6+1x8
25	3x4+1x6
30	3x4+1x6
>30(45)	*CM 3X2+1X4
*CM: Conductores Mono polares	

Tabla 5. Acometidas trifásicas tetrafilares

Tubería para acometida en baja tensión

SISTEMA ELÉCTRICO	*CALIBRE DEL CONDUCTOR DE FASE*	*DIÁMETRO INTERNO DE LA TUBERÍA*
Monofásico bifilar	No. 8	1”
	No. 6	1”
Monofásico trifilar (bifásica trifilar)	No. 8	1”
	No. 6	1”
	No. 4	1 ½”
Trifásico tetrafilar	No. 8	1”
	No. 6	1 ½”
	No. 4	1 ½”

Tabla 6. Tuberías para acometidas de baja tensión.

5.6.2.2. Acometida subterránea de baja tensión.

Desde las redes aéreas de BT, la acometida será subterránea para cargas mayores de 35 kVA y menores de 45 kVA, siempre y cuando, el inmueble no esté localizado en los sectores anteriores y cumpla con los requisitos descritos en el numeral 2.7. Capítulo 2, Límites de Carga.

La construcción de las redes subterráneas se hará siguiendo lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE.

Disposiciones generales.

Las acometidas subterráneas o por ducto se exigen en los siguientes casos:

- Cuando la red de baja tensión existente sea subterránea.
- Cuando los conductores de la acometida sean mayores al No. 4 AWG.

- Cuando se trate de una instalación con transformador particular, montado en poste dentro del perímetro urbano o el transformador sea instalado en local o tipo pedestal.
- Cuando el servicio se requiera, en una zona definida por CENS S.A. ESP para red subterránea.
- Cuando por razones de la legislación local de los entes municipales, se defina que la red debe ser subterránea.
- En urbanizaciones de estratos definidos como 4, 5 y 6.
- Para cargas mayores a 35 kVA. En este caso la acometida subterránea deberá ser exclusiva a partir de bornes del transformador y el calibre de los conductores debe ser tal que la regulación de tensión no supere el 1%.

Otras disposiciones:

- El uso de la tubería y la instalación de la acometida se hará cumpliendo con la Norma NTC-2050 Código Eléctrico Nacional, en sus secciones 341 a 374.
- No existen restricciones en el calibre máximo para acometidas subterráneas.
- No se permiten acometidas de calibres menores al No. 8 AWG, en cobre.
- No se permiten derivaciones de acometidas desde el punto de conexión hasta el lugar de la medida.
- La tubería para uso eléctrico podrá ser en PVC rígido, PVC corrugado o en tubo metálico para uso intermedio o pesado galvanizado.
- El diámetro para la tubería de la acometida no podrá ser inferior a ϕ1”.
- La llegada de la tubería a la caja para el medidor se hará utilizando adaptadores terminales.
- La conexión de la acometida subterránea a la red subterránea, se hará a través de barrajes de baja tensión tipo premoldeado. los cuales serán ubicados en una caja de inspección según diagrama CNS-050127 Y CNS-050128.
- Si la acometida de baja tensión se instala en el techo de un sótano, se deberán utilizar cajas de inspección metálicas.

❖ En la tubería de la acometida no se debe colocar otros conductores diferentes a los de la acometida (Norma NTC-2050 Art.230-7 Otros conductores en canalizaciones o cables).

❖ Dentro del inmueble la ductería será instalada pasando por zonas de tráfico o zonas libres, de tal forma que ante una situación de mantenimiento y revisión sea accesible en toda su extensión.

Acometidas subterráneas alimentadas de la red aérea.

❖ En urbanizaciones definidas como estrato 1, 2 y 3 y en predios que no estén sobre vías arterias, se podrá suministrar el servicio mediante acometida subterránea alimentándose de la red aérea desde el poste más próximo.

❖ La protección mecánica de la acometida desde el punto donde deja de ser aérea hasta la caja de inspección deberá realizarse en tubo conduit galvanizado mayor o igual a 1", de acuerdo con el calibre del conductor, provisto de capacete de aluminio fundido, sujetado al poste con cinta bandit de 5/8". Ver diagrama CNS-050130, CNS-050131 y CNS-050132.

❖ Al pie del poste de alimentación deberá existir una caja de inspección para acometida de B.T. a una distancia menor o igual a 1,5 m. Esquema CNS-050130.

Acometidas subterráneas alimentadas de la red subterránea.

❖ En redes subterráneas de BT, alimentadas por transformadores de distribución de CENS se podrán alimentar acometidas para cargas menores a 35 kVA y se conectaran mediante barrajes preformados de B.T., alojados en la caja de inspección. "Ver diagrama CNS-050127 Y CNS-050128.

❖ Solo se autoriza instalar un solo conductor por fase, no se admiten cables paralelos.

❖ Toda acometida subterránea en baja tensión se debe construir de tal forma que se pueda inspeccionar a la salida de la red y a la entrada al equipo de medida. Por lo tanto, el punto de conexión se debe hacer en una caja de inspección que esté localizada en zona comunal o zona pública de fácil y libre acceso a personal autorizado.

❖ Entre la caja de inspección del punto de conexión y la caja del equipo de medida no se permiten cajas intermedias.

Acometida subterránea en B.T. desde transformadores de distribución exteriores al inmueble.

❖ La acometida a la caja de medidores se deberá construir en tubería metálica galvanizada con diámetro mínimo de 1".
❖ La acometida al armario de medidores y equipo de medida en B.T. (medición semidirecta) se deberá construir en tubería metálica galvanizada o PVC con diámetro de acuerdo con el número y calibre de los conductores; excepto en los tramos de ductería que van sobre el andén de vías frente a los inmuebles y cruce de calzada que deberá ser de 4".
❖ El equipo de medida debe quedar lo más cerca posible al transformador a una distancia menor o igual a 30 m de acuerdo con los requisitos exigidos en esta norma.

Acometidas en B.T. alimentadas desde centros de transformación exclusivos de distribución, localizada dentro del inmueble.

❖ La acometida de B.T. para armarios de medidores y equipos de medida en B.T. (medición semidirecta) se deberá construir en tubería metálica galvanizada, PVC de acuerdo con el número y calibre de los conductores.
❖ Cuando la acometida se construya en el techo de los sótanos, las cajas de inspección metálicas deben cumplir con los esquemas CNS-05-134 y CNS-05-135, y la distribución e instalación de los ductos y accesorios se construirá según el esquema CNS-05-136.
❖ Los cables de las acometidas parciales que van por el techo y piso de los edificios desde los bornes de los transformadores de distribución o desde el tablero general de acometidas, deberán ir en ducto independiente para cada acometida.
❖ Para cargas iguales o mayores de 150kVA, se admite más de un conductor por fase, siempre y cuando los cables en paralelo sean de la misma longitud y calibre.

❖ Para construcciones nuevas con transformadores de uso exclusivo y armarios de medidores, se podrá contemplar en el diseño la alimentación desde bornes del transformador menor a una capacidad de 300 kVA.

Conductores para acometida de B.T.

A continuación se presentan los máximos calibres de los conductores monopolares para las acometidas subterráneas (menores de 75 kVA, utilizando un factor de demanda igual a uno (1); éste factor no es obligatorio, ya que el mínimo calibre del conductor de la acometida se obtendrá aplicando los factores de demanda estipulados en la norma NTC 2050 Sección 220.

MONOFASICAS BIFILARES A 127 V	
Carga contratada (KW)	**Conductor de cobre con neutro concéntrico (AWG)**
2	2x8
4	2x6
6	2x4

Tabla 7. Conductores acometidas monofásica bifilar

BIFÁSICAS TRIFILARES A 120/240 V	
Carga contratada (KW)	**Conductor de cobre con neutro concéntrico (AWG)**
5	3x8
10	3x8
15	3x6
20	3x4
25	*CM 2x2+2

*CM: Conductores Monopolares.

Tabla 8. Conductores acometidas bifásicas trifilares

TRIFÁSICAS TETRAFILARES A 220/127 CARGA HASTA 100 KW		
Carga contratada (kW)	Conductor de cobre	
	Concéntrico	Monopolar
9	4 x 8	
15	4 x 8	
20	4 x 6	
25	4 x 4	
30	4 x 4	
35		3x2 + 1x4
40		3x1/0 + 1x2
45		3x1/0 + 1x2
50		3x1/0 + 1x2
55		3x2/0 + 1x1/0
60		3x2/0 + 1x1/0
65		3x4/0 + 1x2/0
70		3x4/0 + 1x2/0
75		3x4/0 + 1x2/0
80		3x4/0 + 1x2/0
85		3x250 + 1x4/0
90		3x250 + 1x4/0
95		3x300 + 1x250
100		3x300 + 1x250

Tabla 9. Conductores acometidas trifásicas tetrafilares

5.6.3. Acometidas eléctricas especiales.

5.6.3.1. Acometidas a servicios temporales

En el caso de los servicios temporales tales como obras provisionales, para la construcción de la acometida prima como criterio fundamental el cumplimiento de las normas de seguridad de la instalación eléctrica.

La instalación de la provisional de obra, y de servicios temporales deberá constar como mínimo de los siguientes elementos:

- Conductor será seleccionado de acuerdo con la demanda máxima que se estima habrá en la obra o el servicio temporal.
- Regulación eléctrica estimada no podrá superar el 1% para su demanda máxima.
- El conductor de la acometida general y parcial.
- Caja para instalar medidores o equipos de medición.
- Tubería metálica para la acometida y caja para interruptores automáticos de protecciones.
- Línea y electrodo de puesta a tierra.

5.6.3.2. Acometidas para cuentas bifamiliares

El servicio de energía para inmuebles bifamiliares (2 cuentas), se hará en dos acometidas con su respectiva caja para cada medidor, cuando tienen frentes independientes; y con una caja para dos medidores cuando el inmueble bifamiliar tiene un frente común, (edificación de dos pisos). Los diagramas de conexión se observan en (Ver detalle de acometida).

Para cajas de medidores con más de dos cuentas se exigirá una sola acometida.

Acometidas para puestos de venta de servicios en calles y zonas públicas.

CENS suministrará el servicio de energía a los vendedores estacionarios, facilitándoles los elementos necesarios. Para ello se hará el respectivo cobro mediante la modalidad de alquiler.

No se permitirá bajo ninguna circunstancia la instalación de acometidas por personal no autorizado por CENS.

5.7. CANALIZACIONES Y DUCTOS DE ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

5.7.1. Generalidades.

- En el tubo de la acometida no se deberá colocar otros conductores diferentes a los de la acometida.
- Se deben aplicar lo dispuesto en los esquemas CNS-050138, CNS-050139 y CNS-050140.
- Las ducterías de las redes subterráneas, estarán sobre zona dura (andenes o vías) y de acuerdo con el plan de ordenamiento territorial POT y la respectiva aprobación de Planeación Municipal. Ver esquema CNS-050129.

- Por ningún motivo se permitirá el enterramiento directo de los cables de la acometida.
- Cuando la red de distribución es subterránea y por alguna circunstancia la acometida se cambie a aérea, el afloramiento tendrá capacete y deberá estar soportado a un poste o al muro de la edificación hasta una altura mínima de 3 metros, medida desde el nivel del piso o hasta la entrada de tubo existente.
- Las acometidas subterráneas instaladas debajo de un inmueble deberán estar colocadas en una ductería que se extienda más allá de las paredes exteriores del inmueble.
- En la caja con cota más baja que se unan a sumideros, se deberá construir desagües.

❖ Las tuberías de acometidas subterráneas que entran a un inmueble y que se puedan inundar se deberán sellar. Los compuestos utilizados como sellantes deberán ser aptos para usarse con los aislantes de los conductores, de tal forma que no los afecte, ni los deteriore (Norma NTC 2050 Sección 230-8 y Sección 300-5-f).

❖ Cuando se instalen ductos libres deberán quedar debidamente taponados en los extremos de las llegadas a las cajas de inspección, con el fin de mantenerlos libres de basura, tierra y entrada de roedores.

❖ En sitios donde las redes de distribución son aéreas, ya sea por el estrato o que no son vías principales, la ductería de la acometida subterránea en B.T. en la vía pública debe tener 2 ductos de 4" de diámetro, uno utilizado y otro de reserva como se muestra en el esquema CNS-050131.

❖ Para la salida desde la caja de inspección hasta la caja del medidor o armario de medidores, el diámetro mínimo de la tubería es de 1", y de acuerdo el calibre y número de conductores.

❖ Si la acometida subterránea de B.T. necesita atravesar la calzada, en la canalización se deberá instalar 2 ductos de 4" de diámetro y en casos especiales como son vías de doble calzada, carreteras nacionales e internacionales ó por necesidades de la configuración de la red de distribución se exigirán 6 ductos de 4" incluyendo sus respectivas cajas de inspección.

5.7.2. Cajas de inspección para acometidas de baja tensión

❖ La caja de derivación en el punto de entrada de la acometida hacia el armario o caja de medidores deberá ser del tipo de caja para acometida de baja tensión, según lo establecido en los esquemas CNS- 050138, CNS-050139 y CNS-050140, cuando se tienen dos ductos de 4” de diámetro.

❖ La máxima separación entre cajas de inspección será de 40 m, y se deberán construir obligatoriamente en la base del poste, al lado y lado donde se crucen vías, en las esquinas y frente al inmueble hacia donde se vaya a derivar la acometida a la caja o armario de medidores.

5.7.3. Cajas de inspección metálicas para acometidas.

- Las cajas de inspección metálicas se utilizarán para acometidas eléctricas en los techos de los sótanos de los edificios.
- Las cajas metálicas y sus accesorios deberán ser resistentes a la corrosión, tanto por dentro como por fuera.
- La lámina será Cold Rolled calibre N° 18 BWG.
- La lámina estará soportada sobre una estructura en ángulo de hierro de 3/4" X 1/8".
- La tapa estará atornillada, con tornillos galvanizados para lámina.
- Cuando el largo de las cajas sea menor o igual a 60 cm., tendrán una tapa. Las cajas de dimensiones mayores tendrán doble hoja con bisagras en los costados, pasador y porta-candados en el centro de las dos hojas que conforman la tapa central (También pueden ser atornilladas).
- Cuando se necesiten cajas de dimensiones especiales tales como la mostrada en el esquema CNS-050149, utilizadas para cambios de nivel o de dirección, se deberá cumplir que el mínimo radio de curvatura de los conductores es de 12 veces el diámetro exterior.
- Todas las cajas metálicas deberán conectarse a tierra de acuerdo con lo establecido en la Sección 250 de la Norma NTC 2050, y por tanto en la cara exterior lateral tendrán un borne para puesta a tierra, con capacidad de conectar cables hasta el N°2/0 AWG.
- Las cajas tendrán perforaciones en todas sus paredes laterales para diámetros de 2", 21/2", 3" y 4" para las cajas de B.T., y en las de M.T. serán de 4".
- Las perforaciones deberán ser realizadas en taller y en ningún caso se permitirá su construcción en sitio, ya que se dañan las láminas y además quedan con la posibilidad de oxidación y de malos acoples entre ductos y cajas.
- Las tapas deberán ser planas en el mismo calibre de la caja y asegurada con tornillos.
- Las cajas metálicas deberán ser localizadas adecuadamente en lugares donde no sean golpeadas o derribadas por vehículos, especialmente por aquellos que en su parte exterior superior lleven portamaletas, portabicicletas, etc.
- Las cajas metálicas deberán cumplir con los requisitos generales que aparecen en el capítulo 7 de esta Norma en el cual se estipula que deberán

tratarse con proceso químico para desoxidación, desengrase y fosfatizado, con pintura anticorrosiva horneada y acabado final en esmalte horneado de alta dureza, con acabado en color gris y/o beige . En lugares demasiado húmedos se instalaran cajas galvanizadas o con acabado en pintura epóxica.

- Las cajas estarán diseñadas para instalar con doble tapa.
- La ductería que conecta las cajas metálicas también van por el techo de los sótanos y deben asegurarse mediante soportes como los mostrados en el esquema CNS-050151.

5.7.4. Cálculos de las cajas de inspección metálicas de B.T. (Según NTC 2050, Sección 370, tabla 370-16-a)

- Para cajas con tramos rectos la longitud (L) de la caja no debe ser inferior a 8 veces el diámetro comercial del tubo de mayor diámetro. Para el ancho (W) que corresponde al diámetro de las boquillas, soporte de boquillas y diámetro de los otros tubos en el evento que existan, la profundidad (P) o altura de la caja, corresponde a 6 veces el diámetro de las boquillas más las distancias de soporte.
- Para cajas en ángulo es decir cambio de dirección, para determinar la altura de la caja o profundidad (P), se dejará mínimo 5 cm. por arriba y por debajo de la fila de ducterías y en ningún caso la profundidad de la caja será inferior a 20 cm. La longitud no debe ser inferior a 6 veces el diámetro del tubo de mayor diámetro, más la suma de los diámetros de los otros tubos. Además se debe cumplir que la distancia entre los tubos de mayor diámetro debe ser 6 veces el diámetro de los tubos.

5.7.5. Cajas y tableros para protección de acometidas de B.T.

- Cuando se quiera distribuir una acometida general de B.T. en tres o más acometidas parciales para alimentar varios edificios o locales dentro del inmueble, se necesitará instalar un Tablero General de Acometidas de baja tensión, el cual deberá cumplir con las recomendaciones para la construcción de armarios y cajas.

- Dentro del tablero se deberá instalar un totalizador que sirva como protección automática. (incluír macro-medidor).
- El tablero se compondrá de barrajes, totalizador e interruptores automáticos con los bloqueadores mecánicos, para protección de las acometidas parciales, con sus respectivas marcaciones. Ver esquemas CNS-050147 y CNS-050148.
- Cuando entre el tablero general de acometidas y un armario de medidores exista más de 15m, se podrá instalar opcionalmente un interruptor automático que proteja la acometida parcial que alimenta dicho armario.
- Cuando la distancia de la subestación de distribución a los armarios de medidores es mayor que 15 m, y no utiliza acometidas parciales, se podrá instalar opcionalmente una caja para protección de las acometidas.
- Cuando la distancia sea menor que 15m y solo existan hasta dos acometidas parciales, no llevará esta caja.
- El tablero general de acometidas o la caja de protección de la acometida será de uso exclusivo de CENS y deberá ser sellado y por lo tanto no se permite la instalación de instrumentos de indicación o medida (Voltímetros, Amperímetros, Registradores, etc.) en dichos tableros, ni en los armarios y cajas de medidores antes del equipo de medida de CENS.

No se permiten acometidas de suplencia desde la red pública de baja tensión.



CAPÍTULO 6
SISTEMAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA

CENS
CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 6.		3
6.	SISTEMAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA	3
6.1.	GENERALIDADES.	3
6.2.	TIPOS DE TARIFAS DE ENERGÍA	4
6.2.1.	Tarifas residenciales	5
6.2.2.	Tarifas no residenciales	5
6.3.	DISPOSITIVOS DE MEDICION.	6
6.3.1.	De acuerdo con la construcción.	6
6.3.1.1.	Medidor de Inducción o Electromagnético.	6
6.3.1.2.	Medidores Estáticos o Electrónicos.	6
6.3.2.	De acuerdo a la energía que miden	7
6.3.2.1.	Medidores de Energía Activa.	7
6.3.2.2.	Medidores de Energía Reactiva.	7
6.3.3.	De acuerdo a la exactitud.	7
6.3.3.1.	Medidores clase 2.	7
6.3.3.2.	Medidores clase 1.	14
6.3.3.3.	Medidores clase 0.5	23
6.3.3.4.	Medidores clase 0.2	23
6.3.4.	De acuerdo con la conexión a la red.	35
6.3.4.1.	Monofásico bifilar.	35
6.3.4.2.	Monofásico trifilar.	35
6.3.4.3.	Medidor bifásico trifilar.	35
6.3.4.4.	Medidor trifásico trifilar.	35
6.3.4.5.	Medidor trifásico tetrafilar.	35
6.4.	SELECCIÓN DE MEDIDORES Y TRANSFORMADORES DEMEDIDA DE ACUERDO A LA CARGA INSTALADA.	36
6.4.1.	Especificaciones generales transformadores de medida.	37
6.4.1.1.	Transformadores de corriente.	38
6.4.1.2.	Transformadores de potencial.	39
6.4.1.3.	Características técnicas generales.	39
6.4.1.4.	Características de fabricación.	41
6.4.1.5.	Ensayos de rutina.	42
6.4.1.6.	Empaque y embalaje.	43
6.4.1.7.	Cuadros de características técnicas	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características técnicas de los medidores clase 2. 11
Tabla 2. Características técnicas de los medidores clase 1. 20
Tabla 3. Características técnicas de los medidores clase 0.5 y 0.2. 33
Tabla 4. Tipo de medidores de acuerdo a la corriente. 36
Tabla 5. Características de los TRF´s de corriente. 44
Tabla 6. Características de los TRF´s de potencial. 46

CAPÍTULO 6.

6. SISTEMAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA

6.1. GENERALIDADES.

Todos los medidores que se van a instalar deben ser verificados, aprobados y registrados por la Empresa, posteriormente se procederá a su instalación.

Los equipos utilizados en la instalación de medidores deben cumplir con los requisitos de productos a que hace referencia el capitulo 11.

❖ Se deben tener en cuenta las siguientes Normas Generales: Norma NTC 2288, NTC 2148, NTC 2147.

❖ De deben tener en cuenta las siguientes diagramas y esquemas especificados en el tomo de estructuras capítulo de Sistemas de Medición de Energía.

❖ En Colombia la Energía Eléctrica se factura teniendo en cuenta la energía activa y la energía reactiva. De acuerdo con la ley, el cliente que tenga un factor de potencia por debajo de 0.9 se le factura la energía reactiva.

❖ Para el registro de las dos clases de energía existen medidores ya sea de tipo electrónico o electromecánico; en ambos casos, el registro de la energía se basa en la integración de la potencia en el tiempo.

De acuerdo con la capacidad instalada existen tres tipos de medición: Directa, Semidirecta e Indirecta.

❖ Medición Directa: Es aquella en la cual se conectan directamente al medidor los conductores de la acometida, en este caso la corriente de la carga pasa totalmente a través de sus bobinas.

Se utilizarán medidores de energía activa de medida directa clase 2.0, para cargas menores a 45 kVA. Se seleccionaran de acuerdo con la corriente correspondiente a la carga de diseño, de tal manera que no se exceda la corriente máxima de precisión del medidor.

❖ Medición Semidirecta: Es aquella en la cual las señales de corriente se toman a través de transformadores de corriente y las señales de potencial se toman directamente de las líneas de alimentación a la carga.

Se utilizarán medidores de energía activa y reactiva en conexión semidirecta clase 1.0, para cargas mayores o iguales a 45 kVA y menores o iguales a 150 kVA.

En el caso de usuarios con cargas inductivas superiores de 20HP se debe instalar medidor de energía activa y reactiva.

Para cargas mayores o iguales a 75 kVA se debe instalar medidor electrónico de energía activa y reactiva.

La capacidad de corriente de estos medidores debe ser de 5 A de capacidad nominal a 220/127 V, se utilizaran 3 transformadores de corriente seleccionado su relación de transformación, de acuerdo a la carga de diseño para el primario y de 5 A para el secundario.

La instalación de los transformadores de corriente, debe ser aguas arriba de la instalación del totalizador de baja tensión. Las señales de corriente se conectaran al medidor a través de una bornera de conexiones aprobada por la empresa, localizada en el mismo compartimiento de los medidores.

❖ Medición Indirecta: es aquella cuyo medidor de energía no está conectado directamente a los conductores de la acometida sino a bornes de equipos auxiliares de medición, tales como transformadores de corriente y de potencial. Por este motivo la corriente que pasa a través del medidor es proporcional a la corriente de carga.

Para cargas superiores a 150 kVA se debe instalar medidor en conexión indirecta.

Los medidores de conexión indirecta serán de 5 amperios, conectados a través de transformadores de medida según lo establecido en el numeral 11.11. Capítulo 11. La corriente del lado primario del transformador de corriente debe ser igual o superior (1,2 veces máximo) a la corriente calculada para la carga de diseño de la instalación. Los transformadores de medida se localizarán a la salida del medio de seccionamiento general en media tensión. Las señales de tensión y corriente se conectaran a los medidores a través de una bornera de conexiones aprobada por la Empresa, localizada en el mismo compartimiento de los medidores y debe permitir la instalación de los respectivos sellos.

6.2. TIPOS DE TARIFAS DE ENERGÍA

De acuerdo al régimen tarifario aprobado por los organismos competentes, estas tarifas se clasifican en residenciales y no residenciales.

6.2.1. Tarifas residenciales

En las tarifas residenciales el cargo es por consumo, y dependen del estrato socioeconómico en el cual está clasificado el inmueble. Estas tarifas no dependen del horario de consumo.

6.2.2. Tarifas no residenciales

Según la resolución CREG 079/07 (Artículo 3, Parágrafos 1 y 2), el comercializador fija unas opciones tarifarías según el nivel de tensión. El usuario podrá escoger entre las diferentes opciones que le presente la empresa. Estas opciones deben presentar diferencia en el costo de la energía entregada en periodos de máxima demanda.

Dependiendo de la actividad económica, las principales tarifas no residenciales, son:

- **Tarifa comercial:** Esta tarifa es sencilla y no depende del nivel de tensión de la alimentación.
- **Tarifa industrial:** La tarifa industrial depende de la carga contratada, del horario de utilización del servicio y del nivel de tensión de la alimentación.
- **Tarifa oficial:** Tarifa que se aplica a entes gubernamentales, es tarifa sencilla y depende del nivel de tensión de la alimentación.

6.3. DISPOSITIVOS DE MEDICION.

Los medidores de energía son aparatos usados para el registro del consumo de energía eléctrica. Existen varios tipos de medidores dependiendo de la construcción, tipo de energía que miden, clase de precisión y conexión a la red eléctrica. Ver diagramas: CNS-050301, CNS-050302 y CNS-050303.

6.3.1. De acuerdo con la construcción.

6.3.1.1. Medidor de Inducción o Electromagnético.

Es un medidor en el cual las corrientes en las bobinas fijas reaccionan con las inducidas en el elemento móvil o disco, haciéndolo mover. El principio de funcionamiento es muy similar al de los motores de inducción y se basa en la teoría de la relación de corriente eléctrica con los campos magnéticos.

6.3.1.2. Medidores Estáticos o Electrónicos.

Medidores en los cuales la corriente y la tensión actúan sobre elementos de estado sólido (electrónicos) para producir pulsos de salida y cuya frecuencia es proporcional a los Vatios-hora ó Var-hora. Están construidos con dispositivos electrónicos y son de mayor precisión que los electromagnéticos.

❖ Los medidores que trata esta norma deben ser instalados en el sistema de distribución de CENS S.A. E.S.P.

❖ Los medidores deben ser utilizados para medir directamente el consumo de energía eléctrica en acometidas monofásicas, bifásicas y trifásicas y servidas de transformadores de distribución monofásicos de dos y tres hilos ó trifásicos de tres o cuatro hilos.

❖ Se deben tener en cuenta las Normas de fabricación y pruebas NTC 2288(IEC 521) y NTC 2149(IEC 514).

❖ Las pérdidas en los circuitos de tensión y de corriente deben cumplir con los valores estipulados en la Norma NTC 2288(IEC 521).

❖ El aislamiento y sus accesorios se deben construir de forma que no pierdan ninguna de sus cualidades dieléctricas bajo las condiciones normales de uso. Las pruebas de dieléctricas y de impulso y de aislamiento se deben regir por la Norma NTC 2288 (IEC 521).

❖ Para el calentamiento se debe cumplir con los requerimientos de sobre elevación de temperatura estipulados en Norma NTC 2288 (IEC521).

❖ El disco del medidor debe arrancar y girar de manera continua a tensión y frecuencia nominal y factor de potencia igual a 1, con una corriente no superior para pruebas tipo y de rutina según la norma NTC 2288 (IEC 521) y para pruebas de aceptación de acuerdo a la Norma NTC 2149 (IEC 514).

❖ Los medidores deben cumplir con los requerimientos sobre marcha en vacío establecidos en la Norma 2288 (IEC 521).

b. Especificaciones particulares.

❖ Los dispositivos de ajuste deben ser fácilmente accesibles y operables desde la parte frontal del medidor, únicamente retirando la tapa principal del medidor.

❖ Los medidores que trata esta norma deben ser instalados en el sistema de distribución de CENS S.A. E.S.P.

❖ Los medidores deben ser utilizados para medir directamente el consumo de energía eléctrica en acometidas monofásicas, bifásicas y trifásicas y servidas de transformadores de distribución monofásicos de dos y tres hilos ó trifásicos de tres o cuatro hilos.

❖ Se deben tener en cuenta las Normas de fabricación y pruebas NTC 2288(IEC 521) y NTC 2149(IEC 514).

❖ Las pérdidas en los circuitos de tensión y de corriente deben cumplir con los valores estipulados en la Norma NTC 2288(IEC 521).

❖ El aislamiento y sus accesorios se deben construir de forma que no pierdan ninguna de sus cualidades dieléctricas bajo las condiciones normales de uso. Las pruebas de dieléctricas y de impulso y de aislamiento se deben regir por la Norma NTC 2288 (IEC 521).

❖ Para el calentamiento se debe cumplir con los requerimientos de sobre elevación de temperatura estipulados en Norma NTC 2288 (IEC521).

❖ El disco del medidor debe arrancar y girar de manera continua a tensión y frecuencia nominal y factor de potencia igual a 1, con una corriente no superior para pruebas tipo y de rutina según la norma NTC 2288 (IEC 521) y para pruebas de aceptación de acuerdo a la Norma NTC 2149 (IEC 514).

❖ Los medidores deben cumplir con los requerimientos sobre marcha en vacío establecidos en la Norma 2288 (IEC 521).

b. Especificaciones particulares.

❖ Los dispositivos de ajuste deben ser fácilmente accesibles y operables desde la parte frontal del medidor, únicamente retirando la tapa principal del medidor.

- Los medidores deben ser diseñados y construidos con la más alta tecnología de tal forma que garanticen la seguridad personal contra choques eléctricos, adecuados para soportar esfuerzos mecánicos y las elevadas temperaturas que ocurran en condiciones de operación normal y de forma que eviten la propagación del fuego.

- Todas las partes del medidor, incluyendo las bobinas deben ser de fácil cambio, pero no obstante su sistema de fijación debe ser tal que garantice gran confiabilidad en el ensamble general evitando la remoción accidental o pérdida de alguno de sus elementos, para minimizar así los riesgos de cortocircuito que puedan presentarse por desajuste de tornillos, alambrados, etc.

- Todas las partes expuestas a la corrosión bajo condiciones normales de climas tropicales deben esta protegidas contra las influencias ambientales

- El registrador debe ser de tipo tambor ó ciclométrico, no se aceptan de tipo aguja. La unidad principal de registro debe ser kilovatios – hora (kWH) y se debe indicar con una marca indeleble junto al conjunto de tambores, sobre la placa de características, con tamaño de letra de altura de 7 mm y ancho de 3 mm.

- Los engranajes del mecanismo registrador deben ser de material metálico con superficies de contacto pulidas o lisas, con alta resistencia a la deformación y al desgaste, de gran durabilidad, apto para trabajar en ambientes altamente corrosivos y humedad relativa alta, que resista las temperaturas de funcionamiento, con bajo coeficiente de fricción, alta resistencia a la ruptura y tracción, resistentes a los ácidos y las temperaturas hasta 100º C.

- Se requiere un empaque individual en caja de cartón de tal forma que se efectúen las maniobras de transporte y almacenaje sin deteriorar el medidor ni la pérdida de alguna de sus partes. La caja debe venir marcada como mínimo con la siguiente información:

  - Nombre del fabricante.

- Tipo de material.
- Número de serie.
- Características técnicas mínimas.
- Tensión nominal en voltios.
- Corriente básica y máxima.
- Precisión del medidor.

❖ Los medidores deben ser empacados individualmente y embalados en huacales o cajones resistentes de buena calidad, en forma tal que los protejan contra golpes por mal manejo durante el transporte, carga y bodegaje, así como la absorción de humedad. Cada cajón debe tener una numeración consecutiva de acuerdo al total de cajones que conforman el pedido. Cada cajón debe estar marcado en un sitio visible, por lo menos en dos de sus caras laterales opuestas, con la siguiente información mínima.

- Nombre del fabricante.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Tipo de medidores que contiene.
- Cantidad de medidores.
- Peso total.
- Número de remesa.
- Numeración consecutiva correspondiente.

❖ El medidor debe tener una placa visible en la parte frontal con toda la información solicitada en la Norma NTC 2288 (IEC 521).

❖ Cada medidor debe tener marcado indeleblemente en la placa de características con un diagrama de conexiones que incluya la secuencia de fases.

❖ Todos los medidores deben ser sometidos en fábrica a las pruebas de rutina, las cuales están compuestas de los siguientes ensayos: aislamiento, marcha en vacío, arranque, precisión y verificación de la constante según la Norma NTC 2288 (IEC 521).

❖ El proveedor debe presentar como mínimo reportes de las anteriores pruebas para el 100% de los medidores del lote. Las pruebas para aceptación definitiva por parte de CENS S.A. E.S.P., se efectuarán de acuerdo con las especificaciones de la Norma NTC 2149 (IEC 514), “Control de recepción para medidores de energía activa clase 2”.

❖ El suministro debe incluir un certificado de pruebas tipo efectuadas en un laboratorio certificado de acuerdo con lo estipulado en la Norma NTC 21288 (IEC 521).

❖ El precio de las pruebas debe estar incluido en los precios unitarios y totales cotizados.

❖ No se aceptan unidades reconstruidas aunque su apariencia sea aceptable, ni las que tengan componentes de soporte soldados o remachados.

❖ Con el objeto de verificar el cumplimiento de las características técnicas y de construcción, y la calidad de los equipos, los proponentes deben presentar con la propuesta dos (2) muestras de cada uno de los medidores ofrecidos.

❖ Los resultados de las pruebas y verificaciones de las muestras, deben formar parte de la documentación que se tendrá en cuenta para el análisis técnico de las propuestas.

c. Características técnicas de los medidores clase 2.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DE LOS MEDIDORES CLASE 2			
	Monofásicos	**Bifásicos**	**Trifásicos**
DESCRIPCIÓN	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**
Norma de fabricación	NTC 2288 (IEC 521)	NTC 2288 (IEC 521)	NTC 2288 (IEC 521) NTC 2148 y NTC 2233

CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DE LOS MEDIDORES CLASE 2			
	Monofásicos	Bifásicos	Trifásicos
DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTO	REQUERIMIENTO	REQUERIMIENTO
Clase de exactitud	2 ó mejor	2 ó mejor	2 ó mejor
Número de hilos	2	3	4
Frecuencia de referencia	60 HZ	60 HZ	60 HZ
Corriente básica (Ib)	15	20	20, 30, 40, 50
Corriente máxima (Imax)	60	80	80, 90,100,120,150,160
Tensión de prueba NTC 2288	2 kV	2 Kv	2 kV
Número de bobinas de tensión	1	2	3
Localización de los puentes de tensión	Interna	Interna	Interna
tipo de mecanismo registrador	Ciclométrico	Ciclométrico	Ciclométrico
Lectura del registrador	5 enteros 1 decimal	5 enteros 1 decimal	5 enteros 1 decimal
Unidad principal de lectura	kWH	kWH	kWH
Material de los terminales	Bimetálicos	Bimetálicos	Bimetálicos
Tipo de cojinete superior	Aguja	Aguja	Aguja
Tipo de cojinete inferior	Suspensión magnética	Suspensión magnética	Suspensión magnética
Material del disco	Aluminio puro	Aluminio puro	Aluminio puro
Color de marca visible en el disco	Negro	Negro	Negro

CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DE LOS MEDIDORES CLASE 2			
	Monofásicos	**Bifásicos**	**Trifásicos**
DESCRIPCIÓN	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**
Eje del disco	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Tapa principal	Vidrio o policarbonato	Vidrio o policarbonato	Vidrio o policarbonato
Tapa cubre bornes	Transparente	Transparente	Transparente
Base	Una pieza que no permita perforaciones	Una pieza que no permita perforaciones	Una pieza que no permita perforaciones
Diagrama de conexiones	Grabado en la placa de características	Grabado en la placa de características	Grabado en la placa de características
Principio de funcionamiento	Inducción	Inducción	Inducción
Código de barras	Con serial y año de fabricación	Con serial y año de fabricación	Con serial y año de fabricación
Pérdidas totales	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Corriente de arranque	Menor a 0.5% Ib	Menor a 0.5% Ib	Menor a 0.5% Ib
Votajes de referencia	120, 127	2 x 120, 2 x 1127	3 x 127(220), 3 x 120(208)
Consumo propio del medidor por elemento	1 VA	2 VA	3 VA

Tabla 1. Características técnicas de los medidores clase 2.

6.3.3.2. Medidores clase 1.

Incluye los medidores trifásicos para medir energía activa y reactiva de grandes consumidores. Para cargas mayores a 45 kVA Se exige que sean medidores electrónicos.

a. Especificaciones generales.

❖ Estas especificaciones establecen las características mínimas que deben reunir los medidores de energía trifásicos, multifuncionales, programables, unidireccionales del tipo estático para conexión directa ó semidirecta con clase de precisión 1 ó mejores para programar las funciones de energía activa, reactiva , demanda de activa, demanda de reactiva, potencia aparente, valores instantáneos de potencia activa, reactiva y aparente, corriente, voltaje y factor de potencia , los cuales serán instalados a usuarios regulados.

❖ Los medidores que trata esta norma deben ser instalados en el sistema de distribución de CENS S.A. E.S.P.

❖ Los medidores deben ser utilizados para medir directamente el consumo de energía eléctrica en acometidas monofásicas, bifásicas y trifásicas y servidas de transformadores de distribución monofásicos de dos y tres hilos ó trifásicos de tres o cuatro hilos.

❖ Se deben cumplir las pruebas y requisitos establecidos en las normas IEC 687 “Medidores estáticos de corriente alterna para energía activa, clase 02s y 0.5s”, IEC 1036 “Medidores estáticos de corriente alterna para energía activa, clase 2”, IEC 1268 e IEC 514 “Control de recepción para medidores de energía activa”, IEC 1036 “Medidores estáticos de corriente alterna para energía activa, clase 1 y 2”.

❖ De acuerdo con los diseños de los fabricantes pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí

señaladas, siempre cuando se tenga el certificado de homologación expedido por el CIDET o el ICONTEC.

❖ Se deben utilizar en aquellos puntos donde la cantidad de energía solicitada es importante, la cual se registrará en un solo medidor y con el cual se puede controlar y programar las variables de energía activa (kWH), reactiva (kVARH.), aparente (kVAH), demanda máxima y acumulada (kW), reactiva (kVAR) ó aparente (kVA), corriente (A), voltaje (V), factor de potencia, distorsión de armónicos de tensión y corriente.

b. Especificaciones particulares.

❖ El medidor deberá tener memoria de almacenamiento de la información de lo por lo menos 28 kb y un sistema de autodiagnóstico que indicará las condiciones anormales de operación, ya sea por daño del equipo, programación ó por estar operando en condiciones diferentes a las que fue programado (señales anormales de voltaje, corriente ó ángulo de fase).

❖ El medidor tendrá una pantalla de cristal líquido (LDC) para mostrar en forma programada los diferentes valores registrados ó datos grabados.

❖ La programación de funciones y/o captura de información grabada se hará a través de un puerto óptico de comunicación localizado al frente del medidor.

❖ Las funciones programables deben ser como mínimo las siguientes:

- kWH, kVARH
- Demanda en kW.
- Demanda en kVAR.
- Demanda de kW acumulada.
- Demanda de kW máxima.
- Cuatro (4) demandas máximas registradas.

❖ Los parámetros programables deben ser mínimo los siguientes:

- Tiempo de datos en la pantalla.
- kH para emular al medidor electromagnético.
- Escala de registro.
- Multiplicador del registro.
- Duración del intervalo de demanda, número de subintervalos.

❖ Adicionalmente debe suministrar la siguiente información, luces de prueba de los segmentos, número de identificación del medidor, registro del número de veces que el medidor es intervenido, registro del número de veces que se modifica la programación, número de veces que se presenta una interrupción del servicio, número de días que han pasado desde el último reseteo de la demanda.

❖ Mediante la modalidad de autodiagnóstico y verificación deberá suministrar mediante un código de errores, la información sobre la parte que no está funcionando correctamente, mostrará las corrientes, voltajes y ángulos asociados a cada elemento del medidor y mediante un código de diagnóstico indicará cuando exista el tipo de problema presente.

❖ El medidor podrá emular a un medidor convencional de disco para verificar su exactitud mediante equipo de prueba estándar.

❖ Los medidores deben funcionar correctamente libres de interferencias eléctricas externas en un amplio rango dinámico lineal, estabilidad a largo plazo y altamente insensibles a los armónicos, cambios de voltaje y frecuencia.

❖ La clase de precisión requerida es 1 ó mejor para los equipos de medición de energía, los cuales se emplearán en los siguientes rangos de carga solicitada: Entre 30 y 55 kVA medida directa y mayores a 55 kVA, medida semidirecta. Los medidores deben permitir programar los parámetros dentro de la clase de precisión garantizada.

❖ Se debe proveer del software necesario para ser instalado en un computador personal para poder configurar los medidores, además debe

permitir obtener los valores de las medidas de las diferentes variables en tiempo real.

❖ Se debe contar con un sistema de seguridad para el acceso consistente en una clave ó password en caso que se presente alguna alteración ó fraude, se debe registrar esta evidencia.

❖ Quien suministre los medidores deberá cotizar aparte del costo del medidor, la actualización de las nuevas versiones del software para su manejo durante un mínimo de un año y especificar las características de los computadores.

❖ El proveedor deberá dictar un curso en las instalaciones de CENS S.A. E.S.P. para capacitar al personal en el manejo del software y de los equipos.

❖ El diseño del medidor debe ser en tarjetas enchufables modulares que permitan el fácil acceso a sus componentes electrónicos para su mantenimiento y reparación.

❖ Los medidores no perderán ningún tipo de información en caso de que hubiera una falla en el sistema de alimentación de energía no superior o igual a 30 días calendario, por lo cual la memoria deberá estar respaldada con baterías con una vida en sitio superior a 10 años. El reloj de tiempo real deberá ser independiente de la frecuencia de la red.

❖ La fuente de alimentación del medidor debe continuar funcionando aún con la interrupción de la tensión en una ó dos fases cualesquiera que sean.

❖ Los medidores deben tener un botón externo donde se puedan instalar sellos o precintos de calibración que permita reponer los picos de demanda mensuales.

❖ El medidor electrónico debe suministrarse con un puerto óptico ubicado al frente de la tapa del medidor para comunicación y programación a 9600 bps ó superior, además debe tener un diodo que emita señales luminosas visibles

accesibles desde el frente del medidor que permita su chequeo para activa y reactiva.

❖ El proveedor debe presentar el reporte de las pruebas de rutina realizadas al 100% de los medidores despachados.

❖ El aislamiento y sus accesorios se deben construir de forma que no pierdan ninguna de sus cualidades dieléctricas bajo las condiciones normales de uso. Las pruebas de dieléctricas y de impulso y de aislamiento se deben regir por la Norma IEC 1036 ó IEC 687 según corresponda.

❖ Para el calentamiento se debe cumplir con los requerimientos de sobre elevación de temperatura estipulados en Norma NTC 2288 (IEC521).

❖ Los dispositivos de ajuste deben ser fácilmente accesibles y operables desde la parte frontal del medidor, únicamente retirando la tapa principal del medidor.

❖ Los medidores deben ser diseñados y construidos con la más alta tecnología de tal forma que garanticen la seguridad personal contra choques eléctricos, adecuados para soportar esfuerzos mecánicos y las elevadas temperaturas que ocurran en condiciones de operación normal y de forma que eviten la propagación del fuego.

❖ Todas las partes del medidor, incluyendo las bobinas deben ser de fácil cambio, pero no obstante su sistema de fijación debe ser tal que garantice gran confiabilidad en el ensamble general evitando la remoción accidental o pérdida de alguno de sus elementos, para minimizar así los riesgos de cortocircuito que puedan presentarse por desajuste de tornillos, alambrados, etc.

❖ Todas las partes expuestas a la corrosión bajo condiciones normales de climas tropicales deben esta protegidas contra las influencias ambientales

❖ Se requiere un empaque individual en caja de cartón de tal forma que se efectúen las maniobras de transporte y almacenaje sin deteriorar el medidor

ni la pérdida de alguna de sus partes. La caja debe venir marcada como mínimo con la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de material.
- Número de serie.

Características técnicas mínimas.

- Tensión nominal en voltios.
- Corriente básica y máxima.
- Precisión del medidor.

❖ Los medidores deben ser empacados individualmente y embalados en huacales o cajones resistentes de buena calidad, en forma tal que los protejan contra golpes por mal manejo durante el transporte, carga y bodegaje, así como la absorción de humedad. Cada cajón debe tener una numeración consecutiva de acuerdo al total de cajones que conforman el pedido. Cada cajón debe estar marcado en un sitio visible, por lo menos en dos de sus caras laterales opuestas, con la siguiente información mínima.

- Nombre del fabricante.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Tipo de medidores que contiene.
- Cantidad de medidores.
- Peso total.
- Número de remesa.
- Numeración consecutiva correspondiente.

❖ El medidor debe tener una placa visible en la parte frontal con toda la información solicitada en la Norma NTC 2288 (IEC 521), IEC 1036 ó IEC 687 según corresponda.

❖ Cada medidor debe tener marcado indeleblemente en la placa de características con un diagrama de conexiones que incluya la secuencia de fases para los cuales se han diseñado marcas que correspondan a las asignadas a los terminales. No se admiten diagramas en papel o materiales que se deterioren con la humedad, calcomanías o fijados con pegantes.

❖ El proveedor debe presentar como mínimo reportes de las anteriores pruebas para el 100% de los medidores del lote. Las pruebas para aceptación definitiva por parte de CENS S.A. E.S.P. se efectuarán de acuerdo con las especificaciones de la Norma NTC 2149 (IEC 514).

❖ El suministro debe incluir un certificado de pruebas tipo efectuadas en un laboratorio certificado de acuerdo con lo estipulado en la Norma NTC 21288 (IEC 521).

❖ El precio de las pruebas debe estar incluido en los precios unitarios y totales cotizados.

❖ No se aceptan unidades reconstruidas aunque su apariencia sea aceptable, ni las que tengan componentes de soporte soldados o remachados.

❖ Con el objeto de verificar el cumplimiento de las características técnicas y de construcción, y la calidad de los equipos, los proponentes deben presentar con la propuesta dos (2) muestras de cada uno de los medidores ofrecidos.

❖ Los resultados de las pruebas y verificaciones de las muestras, deben formar parte de la documentación que se tendrá en cuenta para el análisis técnico de las propuestas.

c. Características técnicas de los medidores clase 2.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DE LOS MEDIDORES ELECTRÓNICOS CLASE 1			
	Monofásicos	**Bifásicos**	**Trifásicos**
DESCRIPCIÓN	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**
Norma de fabricación	NTC 4052, IEC 687, IEC 1036	NTC 4052, IEC 687, IEC 1036	NTC 4052, IEC 687, IEC 1036

CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DE LOS MEDIDORES ELECTRÓNICOS CLASE 1			
	Monofásicos	**Bifásicos**	**Trifásicos**
DESCRIPCIÓN	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**
Clase de exactitud	1 ó mejor	1 ó mejor	1 ó mejor
Número de hilos	2	3	4
Frecuencia de referencia	60 HZ	60 HZ	60 HZ
Corriente básica (Ib)	15	20	20, 30, 40, 50, semidirecta 5 A
Corriente máxima (Imax)	60	80	80, 90,100,120,150,160, semidirecta 10 A.
Tensión de prueba NTC 2288	2 kV	2 kV	2 Kv
Tensiones nominales de referencia			Mutirango 63.5 y 200 V
Número de bobinas de elementos	1	2	3
Localización de los puentes de tensión	Interna	Interna	Interna
tipo de mecanismo registrador	Ciclométrico	Electrónico	Electrónico
Lectura del registrador	5 enteros 1 decimal	5 enteros 1 decimal	5 enteros 1 decimal
Unidad principal de lectura	kWH	kWH	kWH y kVARH
Material de los terminales	Bimetálicos	Bimetálicos	Bimetálicos

CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DE LOS MEDIDORES ELECTRÓNICOS CLASE 1			
	Monofásicos	**Bifásicos**	**Trifásicos**
DESCRIPCIÓN	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**
Principio de funcionamiento	Procesamiento de señales digitales	Procesamiento de señales digitales	Procesamiento de señales digitales
Sistema de ajuste	Red resistiva	Red resistiva	Red resistiva
Pérdidas totales	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Curvas de error adjuntas al suministro para factor de potencia 1 y 0.5	Si	Si	Si
Diagrama de conexiones	Grabado en la placa de características	Grabado en la placa de características	Grabado en la placa de características
Código de barras	Con serial y año de fabricación	Con serial y año de fabricación	Con serial y año de fabricación
Votajes de referencia	120, 127	2 x 120, 2 x 1127	3 x 127(220), 3 x 120(208)
Consumo propio del medidor por elemento VA	0.04	0.04	0.04
Capacidad de memoria			140 para un canal de 15 minutos
Número de tarifas programadas			De acuerdo al esquema tarifario (máximo 4 más la total)
Aplicación del elemento del medidor	Efecto hall ó tecnología Shunt	Efecto hall ó tecnología Shunt	Efecto hall ó tecnología Shunt

CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DE LOS MEDIDORES ELECTRÓNICOS CLASE 1			
	Monofásicos	**Bifásicos**	**Trifásicos**
DESCRIPCIÓN	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**	**REQUERIMIENTO**
Máxima temperatura que soporta	Máximo 85º C sobre componentes electrónicos	Máximo 85º C sobre componentes electrónicos	Máximo 85º C sobre componentes electrónicos.

Tabla 2. Características técnicas de los medidores clase 1.

6.3.3.3. Medidores clase 0.5

Se utilizan para medir a grandes consumidores. Cuando el usuario es no regulado o la tarifa es horaria, el medidor debe tener un puerto de comunicación o modem para enviar la información a través de la línea telefónica.

6.3.3.4. Medidores clase 0.2

Se utilizan para medir la energía activa suministrada en bloque en punto de frontera con otras empresas electificadoras o grandes consumidores alimentados a 115 kV.

Los medidores electrónicos de energía activa, deben cumplir con la Norma NTC 2147 “Medidores Estáticos de Energía Activa. Especificaciones Metrológicas para clase 0.2S y 0.5S” y NTC 4052 “Medidores Estáticos de Energía Activa para corriente alterna clase 1 “

El índice de clase es el número que expresa el límite de error porcentual admisible para todos los valores de corriente entre 0.1 veces la corriente básica y la corriente máxima ó entre 0.05 veces la corriente nominal y la corriente máxima con un coseno igual a 1.

a. Especificaciones generales medidores clase 0.5 y 0.2.

❖ Estas especificaciones establecen las características mínimas que deben reunir los medidores de energía trifásicos, multifuncionales, programables, unidireccionales y bidireccionales del tipo estático para conexión a transformadores de medida con clase de precisión 0.5 ó 0.2 para controlar y programar las funciones de energía activa, reactiva , demanda de activa, demanda de reactiva, potencia aparente, valores instantáneos de potencia activa, reactiva y aparente, corriente, voltaje y factor de potencia , los cuales serán instalados a usuarios no regulados, subestaciones y puntos de frontera.

❖ Los medidores que trata esta norma deben ser instalados en el sistema de distribución, subtransmisión y/o transmisión de CENS.

❖ Los medidores deben ser utilizados para medir en forma indirecta el consumo de energía eléctrica en circuitos de 13.2, 13.8, 34.5 y 115 kV, tensiones secundarias de 160/69 V, 110/63 V ó 115/66 V y corriente nominal secundaria de 5 A.

❖ Se deben cumplir las pruebas y requisitos establecidos en las normas NTC 2147 (IEC 687) “Medidores estáticos de corriente alterna para energía activa, clase 02s y 0.5s”, NTC 2148 (IEC 145) “Medidores de energía activa”, NTC 2149 (IEC 514) “Control de recepción para medidores de energía activa”, NTC2288 (IEC 521) “ Medidores de energía activa de corriente alterna clase 2, 1 y 0.5.

❖ De acuerdo con los diseños de los fabricantes pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí señaladas, siempre cuando se tenga el certificado de homologación expedido por el CIDET o el ICONTEC.

❖ Los medidores trifásicos, multifuncionales, programables, unidireccionales y bidireccionales monopolares del tipo estático para conexión a transformadores de medida, con clase de precisión 0.5 y 0.2, se utilizarán en

aquellos puntos donde existan negociaciones de grandes volúmenes de energía para que con solo un medidor se puedan controlar y programar las variables de energía activa (kWH), reactiva (kVARH.), aparente (kVAH), demanda máxima y acumulada (kW), reactiva (kVAR) ó aparente (kVA), corriente (A), voltaje (V), factor de potencia por fase, distorsión de armónicos de tensión y corriente.

❖ Para fronteras comerciales con tensiones mayores ó iguales a 115 kV ó transferencias medias horarias mayores ó iguales a 20 mWH la precisión de la medida debe ser 0.2 y para fronteras con tensiones menores a 115 kV y transferencias medias horarias menores a 20 mWH de 0.5.

b. Especificaciones particulares medidores clase 0.5 y 0.2.

❖ En la medición de armónicos, la tecnología empleada debe ser de conversión análoga – digital con la distorsión de armónicos y exactitud de demanda independiente de las fluctuaciones de carga. Los muestreos de onda de tensión y corriente deben ser migratorios de forma que se capten mínimo hasta el quinto armónico.

❖ El medidor debe permitir leer cada una de las variables programadas en cualquier momento a través de la pantalla de cristal líquido (display) con suficientes caracteres, en forma secuencial, apropiada resolución de lectura y debe permitir registrar unidades y múltiplos de las variables medidas para lecturas primarias directas sin haberse afectado por la constante.

❖ Las funciones programables deben ser como mínimo las siguientes:

- kWH, kVARH
- Demanda en kW.
- Demanda en kVAR.
- Demanda de kW acumulada.
- Demanda de kW máxima.
- Cuatro (4) demandas máximas registradas.

- Los parámetros programables deben ser mínimo los siguientes:

  - Tiempo de datos en la pantalla.
  - kH para emular al medidor electromagnético.
  - Escala de registro.
  - Multiplicador del registro.
  - Duración del intervalo de demanda, número de subintervalos.

- Adicionalmente debe suministrar la siguiente información, luces de prueba de los segmentos, número de identificación del medidor, registro del número de veces que el medidor es intervenido, registro del número de veces que se modifica la programación, número de veces que se presenta una interrupción del servicio, número de días que han pasado desde el último reseteo de la demanda.

- Mediante la modalidad de autodiagnóstico y verificación deberá suministrar mediante un código de errores, la información sobre la parte que no está funcionando correctamente, mostrará las corrientes, voltajes y ángulos asociados a cada elemento del medidor y mediante un código de diagnóstico indicará cuando exista el tipo de problema presente.

- El medidor podrá emular a un medidor convencional de disco para verificar su exactitud mediante equipo de prueba estándar.
-
- Los medidores deben funcionar correctamente libres de interferencias eléctricas externas en un amplio rango dinámico lineal, estabilidad a largo plazo y altamente insensibles a los armónicos, cambios de voltaje y frecuencia.

- Con el fin de facilitarle al usuario el acceso a la información registrada por el medidor electrónico, el proponente debe suministrar la licencia de software requerido para solo lectura, además del soporte respecto a los accesorios necesarios para la telemedida.

- El software suministrado debe contar con la capacidad para efectuar análisis vectorial y de armónicos si se requiere. Igualmente debe contar con un

sistema de seguridad para el acceso y en caso de que se presentase alguna alteración ó fraude, se debe registrar esta evidencia y la cantidad de intentos de acceso no autorizados. Se debe proveer del software necesario para ser instalado en un computador personal para poder configurar los medidores, además debe permitir obtener los valores de las medidas de las diferentes variables en tiempo real.

- El paquete de software debe reunir los siguientes requisitos mínimos:

- Capacidad para la elaboración de reportes: Cualquiera de de las variables registradas ó calculadas deben poder ser analizadas y reportadas individualmente ó en grupos diarios, semanal ó mensual. Estos reportes deben poderse visualizar a través de pantalla, imprimir y almacenar ó transferirse a otro computador.
- Capacidad de graficación: Cualquiera de las variables registradas ó calculadas se debe poder graficar usando formatos diarios, semanales o mensuales. Se deben poder graficar hasta seis (6) variables en un mismo gráfico.
- Capacidad de uso de datos por otros paquetes de software: Tales como datos estadísticos, procesadores de texto y hojas de cálculo.
- Capacidad de totalización: Los datos de diferentes intervalos de tiempo de los medidores programables individuales deben poderse combinar, totalizar, ser analizados, graficados y reportados a la base de datos de la facturación de CENS S.A. E.S.P.
- Seguridad: Impedir accesos no autorizados al sistema y a ciertas operaciones críticas de programación.
- Capacidad de lectura y programación a través de computadores portátiles.
- Debe permitir la validación de datos registrados con las lecturas y generar reportes.
- Mantenimiento de los equipos en forma remota: Que permita la reprogramación, actualización de horas, capacidad de interrogar manual y automáticamente los clientes.

❖ Aparte de los módulos básicos de fuente de alimentación, de conversión análoga – digital, de cálculo de display, los medidores deben contar con los siguientes módulos:

- o Memoria másica, es decir memoria no volátil para registro.
- o Cinco tarifas mínimo incluyendo la tarifa total.
- o Comunicación para telemedida a través de unidades remotas (RTU).
- o Comunicación para interrogación remota 2400 bps ó superior, vía telefónica (modem), celular, Internet, fibra óptica ó Internet.
- o Salidas de pulsos KYZ.
- o Puerto óptico para comunicación y programación a 9600 bps ó superior.
- o Sondas para programación de los medidores.

❖ Para activar la función de reinicialización de la demanda, el medidor debe contar con un dispositivo manual ubicado en el frente del mismo, además puede ser programado automáticamente.

❖ Debe tener una memoria no volátil para su programación y registro que permita como mínimo almacenar 35 días continuos de información para cuatro (4) canales de información de los parámetros medidos con intervalos de grabación programables. La memoria debe tener la capacidad de grabar mínimo las variables del punto anterior.

❖ Para que los medidores puedan ser integrados a un sistema automático de supervisión deben poseer un puerto de comunicación serial, con capacidad de soportar los estándares EIA RS-232 (para comunicación con microcomputadores) y RS-485. Dichos puertos deben estar óptimamente aislados y protegidos contra trancientes y deben permitir ser operados a velocidades de transmisión ajustables entre 300-1200-2400-4800 y 9600 baudios.

❖ El medidor electrónico se debe suministrar con un puerto óptico ubicado al frete de la tapa del medidor para comunicación y programación a 9600 bps ó superior, un módulo de entrada – salida (I/O) de pulsos KYZ con

una velocidad de tres (3) pulsos por segundo, amplitud y constante programable. Además debe tener un diodo que emita señales luminosas visibles accesibles desde el frente del medidor que permita su chequeo para activa y reactiva.

❖ Los medidores deben tener modem interno a 2400 bps ó superior ó modem externo a 9600 bps ó superior con salida telefónica tipo RJ11 ó RJ31 para conexión a un PC.

❖ Se debe contar con un sistema de seguridad para el acceso consistente en una clave ó password en caso que se presente alguna alteración ó fraude, se debe registrar esta evidencia.

❖ Quien suministre los medidores deberá cotizar aparte del costo del medidor, la actualización de las nuevas versiones del software para su manejo durante un mínimo de un año y especificar las características de los computadores.

❖ El proveedor deberá dictar un curso en las instalaciones de CENS S.A. E.S.P. para capacitar al personal en el manejo del software y de los equipos.

❖ El diseño del medidor debe ser en tarjetas enchufables modulares que permitan el fácil acceso a sus componentes electrónicos para su mantenimiento y reparación.

❖ Los medidores no perderán ningún tipo de información en caso de que hubiera una falla en el sistema de alimentación de energía no superior o igual a 30 días calendario, por lo cual la memoria deberá estar respaldada con baterías con una vida en sitio superior a 10 años. El reloj de tiempo real deberá ser independiente de la frecuencia de la red.

❖ Los módulos de pulso de salidas deben enviar hasta 4 señales de pulsos KYZ (contactos de 3 hilos), libres de potencial, con dispositivo antiretroceso (bloqueo de oscilaciones que generan emisión de impulsos) y

podrán ser programados para cualquiera de las variables de energía con diferentes constantes (unidades hora/impulso).

❖ La fuente de alimentación del medidor debe continuar funcionando aún con la interrupción de la tensión en una ó dos fases cualesquiera que sean.

❖ Los medidores deben estar provistos en los circuitos de tensión con varistores que protejan los circuitos electrónicos contra sobretensiones externas.

❖ Los medidores deben tener un botón externo donde se puedan instalar sellos o precintos de calibración que permita reponer los picos de demanda mensuales.

❖ El medidor electrónico debe suministrarse con un puerto óptico ubicado al frente de la tapa del medidor para comunicación y programación a 9600 bps ó superior, además debe tener un diodo que emita señales luminosas visibles accesibles desde el frente del medidor que permita su chequeo para activa y reactiva.

❖ El proveedor debe presentar el reporte de las pruebas de rutina realizadas al 100% de los medidores despachados.

❖ El aislamiento y sus accesorios se deben construir de forma que no pierdan ninguna de sus cualidades dieléctricas bajo las condiciones normales de uso. Las pruebas de dieléctricas y de impulso y de aislamiento se deben regir por la Norma IEC 1036 ó IEC 687 según corresponda.

❖ Para el calentamiento se debe cumplir con los requerimientos de sobre elevación de temperatura estipulados en Norma NTC 2288 (IEC521).

❖ Los dispositivos de ajuste deben ser fácilmente accesibles y operables desde la parte frontal del medidor, únicamente retirando la tapa principal del medidor.

❖ Los medidores deben ser diseñados y construidos con la más alta tecnología de tal forma que garanticen la seguridad personal contra choques eléctricos, adecuados para soportar esfuerzos mecánicos y las elevadas temperaturas que ocurran en condiciones de operación normal y de forma que eviten la propagación del fuego.

❖ Todas las partes del medidor, deben ser de fácil cambio, pero no obstante su sistema de fijación debe ser tal que garantice gran confiabilidad en el ensamble general evitando la remoción accidental o pérdida de alguno de sus elementos, para minimizar así los riesgos de cortocircuito que puedan presentarse por desajuste de tornillos, alambrados, etc.

❖ Todas las partes expuestas a la corrosión bajo condiciones normales de climas tropicales deben esta protegidas contra las influencias ambientales.

❖ Los elementos de corriente del medidor deben tener capacidad para soportar una sobrecarga de 15 amperios continuamente y 30 Amperios durante un segundo, también tener capacidad para soportar picos y trancientes de acuerdo a los indicado en la Norma ANS/EEEC C.37.90.A.

❖ Los medidores deben ser aptos para sistemas trifásicos desbalanceados de neutro sólidamente aterrizado, como también deben ser aptos para conexión directa a transformadores de corriente 5 A de corriente nominal secundaria y transformadores de potencial de 110, 115 y 120 voltios secundario.

❖ Se requiere un empaque individual en caja de cartón de tal forma que se efectúen las maniobras de transporte y almacenaje sin deteriorar el medidor ni la pérdida de alguna de sus partes. La caja debe venir marcada como mínimo con la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de material.
- Número de serie.

Características técnicas mínimas.

- Tensión nominal en voltios.
- Corriente básica y máxima.
- Precisión del medidor.

❖ Los medidores deben ser empacados individualmente y embalados en huacales o cajones resistentes de buena calidad, en forma tal que los protejan contra golpes por mal manejo durante el transporte, carga y bodegaje, así como la absorción de humedad. Cada cajón debe tener una numeración consecutiva de acuerdo al total de cajones que conforman el pedido. Cada cajón debe estar marcado en un sitio visible, por lo menos en dos de sus caras laterales opuestas, con la siguiente información mínima.

- Nombre del fabricante.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Tipo de medidores que contiene.
- Cantidad de medidores.
- Peso total.
- Número de remesa.
- Numeración consecutiva correspondiente.

❖ El medidor debe tener una placa visible en la parte frontal con toda la información solicitada en la Norma NTC 2288 (IEC 521), IEC 1036 ó IEC 687 según corresponda.

❖ Cada medidor debe tener marcado indeleblemente en la placa de características con un diagrama de conexiones que incluya la secuencia de fases para los cuales se han diseñado marcas que correspondan a las asignadas a los terminales. No se admiten diagramas en papel o materiales que se deterioren con la humedad, calcomanías o fijados con pegantes.

❖ El proveedor debe presentar como mínimo reportes de las anteriores pruebas para el 100% de los medidores del lote. Las pruebas para aceptación definitiva por parte de CENS S.A. E.S.P., se efectuarán de acuerdo con las especificaciones de la Norma NTC 2149 (IEC 514).

❖ El suministro debe incluir un certificado de pruebas tipo efectuadas en un laboratorio certificado de acuerdo con lo estipulado en la Norma NTC 2188 (IEC 521).

El precio de las pruebas debe estar incluido en los precios unitarios y totales cotizados.

❖ No se aceptan unidades reconstruidas aunque su apariencia sea aceptable, ni las que tengan componentes de soporte soldados o remachados.

❖ Con el objeto de verificar el cumplimiento de las características técnicas y de construcción, y la calidad de los equipos, los proponentes deben presentar con la propuesta dos (2) muestras de cada uno de los medidores ofrecidos con un ejercicio práctico.

❖ Todos los medidores deben ser sometidos a fábrica a las pruebas de rutina, las cuales están compuestas de los siguientes ensayos: Aislamiento, marcha en vacío, arranque, precisión y verificación de constante según Norma 2288 (IEC 521). Los resultados de las pruebas y verificaciones de las muestras, deben formar parte de la documentación que se tendrá en cuenta para el análisis técnico de las propuestas.

c. Características técnicas de los medidores clase 0.5 y 0.2.

DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTO
Norma de fabricación	**NTC 4052, IEC 687, IEC 1036**
Clase de exactitud	0.5 y 0.2
Número de hilos	3 ó 2 2n 2l secundario.
Frecuencia de referencia	60 HZ
Corriente básica (Ib)	5 A
Corriente máxima (Imax)	15 A

DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTO
Norma de fabricación	**NTC 4052, IEC 687, IEC 1036**
Tensión de prueba NTC 2288	2 Kv
Tensiones nominales de referencia	Mutirango 63.5 y 200 V
Número de bobinas de elementos	2 ó 3
Localización de los puentes de tensión	Interna
tipo de mecanismo registrador	Electrónico
Lectura del registrador	5 enteros 2 decimales
Unidad principal de lectura	kWH y kVARH
Material de los terminales	Bimetálicos
Principio de funcionamiento	Procesamiento de señales digitales
Sistema de ajuste	Red resistiva
Pérdidas totales	< 0.8
Curvas de error adjuntas al suministro para factor de potencia 1 y 0.5	Si
Diagrama de conexiones	Grabado en la placa de características
Código de barras	Con serial y año de fabricación
Número de tarifas programadas	De acuerdo al esquema tarifario
Aplicación del elemento del medidor	Efecto hall ó tecnología Shunt
Máxima temperatura que soporta	Máximo 85º C sobre componentes electrónicos.
Peso neto del medidor	2 Kg.

Tabla 3. Características técnicas de los medidores clase 0.5 y 0.2.

6.3.4. De acuerdo con la conexión a la red.

6.3.4.1. Monofásico bifilar.

Se utiliza para el registro de consumo en una acometida que tenga un solo conductor activo o fase y un conductor no activo o neutro. Es el medidor de uso más frecuente es en las intalaciones residenciales. Esta compuesto por una bobina de tensión y una de corriente. Su capacidad normalmente es de entre 15 y 60 A.

6.3.4.2. Monofásico trifilar.

Se utiliza para el registro del consumo de una acometida monofásica de fase partida (120/240 V) donde se tienen dos conductores activos y uno no activo o neutro.

6.3.4.3. Medidor bifásico trifilar.

Se utiliza para el registro del consumo de energía de una acometida en B.T de dos fases y tres hilos, alimentadas de la red de B.T de distribución trifásica tetrafilar. Se usa para medir la energía consumida por aparatos que requieran para su funcionamiento dos fases a 220 voltios, como por ejemplo motores de menos de 10 HP o aires acondicionados hasta 12000 BTU/H.

6.3.4.4. Medidor trifásico trifilar.

Se utiliza para registrar el consumo de energía de una cometida trifásica de tres fases sin neutro.

6.3.4.5. Medidor trifásico tetrafilar.

Se utiliza para registrar el consumo de una acometida trifásica en B.T. de tres fases y cuatro hilos. Se utiliza para medir la energía consumida por aparatos que requieran funcionar con tres fases a 220 voltios, como por ejemplo motores de más de 10 HP. Están compuestos por tres (3) bobinas de tensión y tres (3) bobinas de corriente.

Ver esquemas: CNS-050304, CNS-050305 Y CNS-050306.

6.4. SELECCIÓN DE MEDIDORES Y TRANSFORMADORES DE MEDIDA DE ACUERDO A LA CARGA INSTALADA.

La Empresa suministrará el servicio de energía eléctrica en la siguiente forma, dependiendo de la carga del predio.

Con medidores monofásicos: Para cargas menores a 3 kVA.
Con medidores bifásicos trifilares: Para cargas menores a 9 kVA.
Con medidores trifásicos tetrafilares: Para cargas mayores o iguales a 9 kVA.

La selección del medidor será de acuerdo a las siguientes especificaciones.

TIPO DE MEDIDOR.	CAPACIDAD DE CORRIENTE. (A)
Monofásicos.	1x15/60
Bifásicos.	2 x 15/60 2 x 30/90
Trifásico	3 x 20/60 3 x 20/80 3 x 20/100 3 x 50/150 3 x 40/160

Tabla 4. Tipo de medidores de acuerdo a la corriente.

En la instalación de medidores electrónicos, este esquema de conexión también es válido para otro tipo de medidor en conexión indirecta-conexión simétrica, para todos los casos se debe consultar el diagrama de conexión propio del fabricante.

Transformadores de corriente: Los transformadores de corriente a instalarse para medida indirecta en transformadores de distribución de CENS S.A. E.S.P., deben ser de una sola relación de transformación para el caso de clase extendida y máximo de doble relación para la clase de precisión no extendida. Para los transformadores de corriente con clase de precisión no extendida, se exigirá el sello en los bornes de la relación que no se utilizará y será requisito imprescindible su conservación en buen estado.

Apertura de transformadores de corriente. El secundario de un transformador de corriente no debe ser abierto mientras se encuentra energizado. En caso que todo el circuito no pueda ser desenergizado adecuadamente, antes de empezar a trabajar con un instrumento, un relé, u otra sección de un circuito secundario de un transformador de corriente, se deberá conectar el circuito secundario en derivación con puentes, para que bajo ninguna condición se abra el secundario del transformador de corriente.

6.4.1. Especificaciones generales transformadores de medida.

- Las presentes especificaciones aplican a los transformadores de medida para corriente y potencial, destinados a alimentar con señales de corriente y tensión de medidores de energía.

- Se deben tener en cuenta las siguientes Normas: NTC 2205 “Transformadores de corriente”, NTC 2207 “Transformadores de tensión”.

- Los factores que determinan la selección de los transformadores de medida son :

  - El tipo de instalación.

- El tipo de aislamiento.
- La potencia.
- La clase de precisión.

6.4.1.1. Transformadores de corriente.

❖ Es un transformador de medida en la cual la corriente secundaria, bajo condiciones normales de uso, es proporcional a la corriente primaria y cuya diferencia de fase es aproximadamente cero para una dirección apropiada de las conexiones.

❖ El primario de este transformador está conectado en serie con el circuito que se desea controlar, en tanto que el secundario está conectado a los circuitos de corriente de los aparatos de medición, relevadores ó aparatos análogos, todos ellos conectados en serie.

❖ La relación de los transformadores de corriente se determinará de forma tal que garantice que la corriente nominal primaria del transformador de corriente sea el valor más cercano al de la corriente nominal del sistema calculado a plena carga.

❖ Para escoger la potencia nominal de un transformador de corriente, es necesario hacer las sumas de las potencias de todos los aparatos que serán conectados en serie con su devanado secundario y tener en cuenta las pérdidas por efecto joule de los cables de alimentación.

❖

❖ La tensión nominal de aislamiento de un transformador de corriente, debe ser cuanto menos igual a la tensión más aislada del sistema. La selección de la tensión también depende de las condiciones ambientales.

❖ Los valores normalizados de corriente nominal primaria en M.T y A.T. de acuerdo a la instalación son los siguientes: 10/5, 15/5, 20/5, 25/5, 30/5, 40/5, 50/5, 60/5, 75/5, 100/5, 150/5, 200/5, 300/5, 400/5, 500/5, 600/5 y 1200/5.

❖ Los valores normalizados de corriente nominal primaria en B.T. de acuerdo a la instalación son los siguientes: 100/5, 200/5, 300/5, 400/5, 500/5, 600/5, 800/5, 1000/5, 1200/5 y 1500/5.

6.4.1.2. Transformadores de potencial.

❖ Es un transformador de medida, donde la tensión secundaria esta dentro de las condiciones normales de operación, prácticamente proporcional a la tensión primaria y defasada de ella un ángulo cercano a cero, para un sentido apropiado de las conexiones.

❖ El primario del transformador está conectado a los terminales entre los que se desea medir la tensión, en tanto que el secundario está conectado a los circuitos de potencial de los aparatos de medida, relevadores ó aparatos que requieran está seña, conectados en paralelo.

❖ Los transformadores de potencial se conectarán ya sea entre fases (dos elementos), ó bien entre fase y tierra (tres elementos). La conexión entre fase y tierra se emplea normalmente en un grupo de tres transformadores monofásicos conectados en estrella ó cuando un transformador de un usuario no regulado es conectado en Y por el lado primario,

❖ Para la selección de la tensión nominal se escoge la tensión nominal de aislamiento en kV superior y más próxima a la tensión de servicio.

❖ Para la tensión nominal secundaria entre fases debe ser de 110 ó 120 V para transformadores de tensión nominal hasta 25 kV.

6.4.1.3. Características técnicas generales.

❖ Los transformadores de medida para usuarios que presenten problemas internos con el equipo de medida (fraude) deben ser instalados a la intemperie.

- Aquellos usuarios con subestaciones internas que presenten problemas en sus transformadores de medida en lo relacionado a saturación, subutilización ó precisión, deben ser reemplazados por transformadores nuevos que cumplan técnicamente y que estén acorde con la precisión del medidor.

- La potencia nominal que se debe seleccionar para los transformadores de está en función de la utilización a que se destine el aparato. Se deben examinar las potencias que se deben prever en forma general separadamente para los transformadores de corriente y potencial. Siempre de deben calcular en base a la carga instalada y no a la potencia nominal del los transformadores de distribución ó a la carga contratada.

- En cuanto a la clase de precisión, esta debe ser mínimo la misma exactitud que los aparatos a ser conectados.

- Los transformadores de corriente y potencial deben ser aptos para ser utilizados en asocio con los medidores de energía, con lo cual se facturará el consumo a los usuarios.

- Para todos los transformadores, el aislamiento de las bobinas será seco y adecuado a las condiciones climáticas. No se aceptan transformadores sumergidos en aceite ó que requieran mantenimiento periódico.

- El aislamiento externo preferido para los transformadores de la clase 600 V es de encapsulado completo con resina y para los de la clase 15 kV resina moldeada.

- La resina epóxica debe tener excelentes características dieléctricas y físicas, tale como resistencia a: Corrientes superficiales de fuga, arco eléctrico, ionización, rayos ultravioleta, intemperie, polución e impactos. La distancia de fuga mínima que se debe garantizar entre fase y tierra debe ser de 440 mms.

- Todos los accesorios metálicos componentes del transformador de medida deben ser de acero inoxidable.

❖ Los terminales secundarios estarán aislados de la carcasa y del equipo de acuerdo al nivel de aislamiento solicitado. Los terminales primarios serán aptos para recibir cables de Cu ó Al.

6.4.1.4. Características de fabricación.

❖ La bornera de conexión secundaria tendrá una tapa preferiblemente de material sintético transparente que permita la instalación de sellos de seguridad en forma tal que no pueda ser removida a menos que se rompan dichos sellos.

❖ La carcasa de estos equipos debe permitir la conexión a tierra.

❖ En los transformadores de la clase 15 kV, la bornera tendrá lateralmente dos orificios de entrada y salida que permitan la instalación de tubos conduit roscados con diámetro de 1”.

❖ Los transformadores de clase 600V serán del tipo ventana ó aleta pasante. El diámetro de la ventana del transformador debe ser mínimo de entre 4 y 5 cms para los de ventana pequeña y 7 a 8 cms para los de ventana ancha.

❖ Los bornes deberán estar marcados de una forma clara e indeleble sobre su superficie o sobre su proximidad designados de acuerdo con la norma de fabricación y pruebas. No se periten marcas de polaridad con papel o cinta.

❖ Todos los transformadores requeridos deben tener accesorios para montaje consistentes en pequeñas platinas galvanizadas y/o tornillos de fijación, base en aluminio ó en acero extragalvanizado que permita el montaje y fijación sobre superficie horizontal ó vertical o suspendido en posición invertida.

❖ Las marcas de los transformadores de potencial y corriente, deben identificar:

o Los arrollamientos primarios y secundarios.

- Las secciones de los arrollamientos si los hay.
- Las polaridades relativas de los arrollamientos.
- Las derivaciones intermedias si las hay.

❖ Las marcas deben consistir en letras seguidas o preseguidas de números donde sea necesario. Las letras deben ser mayúsculas para el lado primario y minúsculas para el lado secundario.

❖ Los terminales que tengan las marcas mayúsculas y minúsculas correspondientes deben tener la misma polaridad en el mismo instante.

❖ Los transformadores de corriente y potencial deben llevar como mínimo las siguientes marcas:

- Marca ó nombre del fabricante.
- Número de serie y denominación del tipo.
- Corrientes nominales primarias y secundarias.
- Tensiones nominales primarias y secundarias.
- Frecuencia nominal.
- La clase de precisión.
- La tensión más alta del sistema.
- El nivel de aislamiento nominal.

❖ Cada transformador debe tener una placa remachada de características, de material resistente a la corrosión, en acero inoxidable, aluminio ó acrílico.

6.4.1.5. Ensayos de rutina.

❖ De acuerdo con la norma ICONTEC 2205 (IEC 185) para los transformadores de corriente y la ICONTEC 2207 (IEC 186) para los transformadores de potencial, deben someterse a los siguientes ensayos de rutina:

- Verificación de las marcas de terminales.
- Ensayos a frecuencia industrial en los arrollamientos primarios.
- Ensayos a frecuencia industrial en los arrollamientos secundarios.
- Ensayos de sobretensión entre espiras.
- Determinación de errores de acuerdo de acuerdo con los requisitos de la clase de presición apropiada.
- Determinación de la potencia del secundario VA.

❖ Otros ensayos son los siguientes:

- Para transformadores de corriente: Ensayos de corriente de corta duración, ensayos de aumento de temperatura, ensayo de tensión de impulso, medida del error compuesto.
- Para transformadores de potencial: Ensayo de aumento de temperatura, ensayo de tensión de impulso para transformadores destinados a servicio en instalaciones expuestas y ensayo de capacidad para soportar cortocircuitos.

❖ Los costos de estos ensayos deben estar incluidos dentro de los precios unitarios

❖ El proveedor debe suministra con cada equipo el protocolo de pruebas realizadas por un laboratorio certificado ante la SSPD.

6.4.1.6. Empaque y embalaje.

❖ Para el empaque se requiere el uso de una caja de cartón o madera por cada unidad de manera que se efectúen las maniobras de transporte y almacenaje sin deteriorar el transformador. Se debe marcar en la caja como mínimo la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de material.
- Tensión nominal del primario y secundario.
- Corriente nominal del primario y secundario.

❖ El embalaje se debe efectuar en huacales o cajones resistentes y de buena calidad, en forma tal que los protejan contra golpes por mal manejo durante el transporte, carga y bodegaje, así como la absorción de humedad. Cada cajón debe estar marcado en un sitio visible, por lo menos en dos de sus caras laterales opuestas, con la siguiente información mínima:

- Nombre del fabricante.
- Destinatario.
- Tipo de elementos que contiene.
- Cantidad.
- Peso total.
- Número de remesa.

6.4.1.7. Cuadros de características técnicas

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE			
Característica	**Baja Tensión**	**13.2 kV ó 13.8 kV**	**34.5 kV**
Tensión de servicio		13.2 kV ó 13.8 kV	34.5 kV
Tensión nominal	600 V	15 kV	36 kV
Tensión nominal de aislamiento (clase)	0.6 kV	15 kV	36 kV
Frecuencia	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Clase	0.5	0.5 s	0.5
Instalación	Interior	Interior	Interior
Número de núcleos	1	1	1
carga	15 VA	10 - 15 VA	10 - 15 VA
Factor de potencia(a potencia nominal de precisión)	0.80 Inductivo	0.80 Inductivo	0.80 Inductivo

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE			
Característica	**Baja Tensión**	**13.2 kV ó 13.8 kV**	**34.5 kV**
Tensión de ensayo a 60 Hz	3 kV	34 kV	70 kV
Tensión de ensayo al impulso		95 kV	170 kV
Corriente primaria	100, 200, 300, 400, 500, 600 y 800 A.	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75 y 100 A.	30, 60, 100 A
Corriente secundaria	5 A.	5 A.	5 A.
Corriente térmica (In)	80 In	80 In	80 In
Corriente dinámica (Id)	200 In	200 In	200 In
Limite de aumento de temperatura del devanado con corriente térmica permanente	60º C	60º C	60º C
Factor de seguridad	≤ 5	≤ 5	≤ 5

Tabla 5. Características de los TRF´s de corriente.

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL		
Característica	**13.2 kV ó 13.8 Kv**	**34.5 kV**
Tensión de servicio	13.2 kV ó 13.8 kV	34.5 kV
Tensión nominal	15 kV	36 kV
Tensión nominal de aislamiento (clase)	15 kV	36 kV
Frecuencia	60 Hz	60 Hz
Clase	0.5	0.5

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL		
Característica	**13.2 kV ó 13.8 Kv**	**34.5 kV**
Instalación	Interior	Interior
Número de núcleos	1	1
carga	25 VA	25 VA
Factor de potencia(a potencia nominal de precisión)	0.80 Inductivo	0.80 Inductivo
Tensión de ensayo a 60 Hz	34 kV	70 kV
Tensión de ensayo al impulso	95 kV	170 kV
Tensión primaria	13.2 kV ó 13.8 kV	34.5 kV
Tensión secundaria	110 V ó 120 V	115 V
Limite de aumento de temperatura del devanado con corriente térmica permanente	60º C	60º C
Factor de seguridad	≤ 5	≤ 5

Tabla 6. Características de los TRF´s de potencial.



CAPÍTULO 7
CAJAS, ARMARIOS Y CELDAS

CENS

CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 7.		4
7.	CAJAS , ARMARIOS Y CELDAS	4
7.1.	GENERALIDADES.	4
7.1.1.	Instalación de medidores de energía.	4
7.1.2.	Autorización de la instalación.	5
7.1.3.	Ubicación.	5
7.2.	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA ARMARIOS DE MEDIDORES	6
7.2.1.	Generalidades.	6
7.2.2.	Ensamble, alambrado e instalación.	9
7.2.3.	Compartimiento del interruptor general y del barraje.	10
7.2.4.	Compartimiento de medidores	11
7.2.5.	Compartimiento de interruptores automáticos.	11
7.2.6.	Puesta a tierra.	12
7.2.7.	Pintura.	12
7.2.8.	Identificación	14
7.2.9.	Dimensiones de los armarios de medidores.	16
7.3.	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CAJAS DE EQUIPOS DE MEDIDA.	16
7.3.1.	Generalidades.	16
7.3.2.	Ensamble, alambrado e instalación.	18
7.3.3.	Compartimiento de los transformadores de corriente (TC's).	20
7.3.4.	Compartimiento del medidor.	20
7.3.5.	Compartimiento del interruptor automático o totalizador.	20
7.3.6.	Puesta a tierra.	20
7.3.7.	Pintura.	21
7.3.8.	Identificación	23
7.4.	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CELDAS DE GRUPOS DE MEDIDA	23
7.4.1.	Generalidades.	23
7.4.2.	Ensamble, alambrado e instalación.	25

7.4.3. Compartimiento de los transformadores de corriente (TC's) y Potencial /TP's). 26
7.4.4. Compartimiento del medidor. 27
7.4.5. Compartimiento del interruptor automático o totalizador. 27
7.4.6. Puesta a tierra. 28
7.4.7. Pintura. 28
7.4.8. Identificación 30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de los armarios de medidores 16

CAPITULO 7.

7. CAJAS , ARMARIOS Y CELDAS

7.1. GENERALIDADES.

El objeto de este capítulo es establecer los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de cajas, armarios y celdas de medida en la instalación de equipos de medición de energía eléctrica.

❖ En la instalación de cajas y armarios de medidores se deberá tener en cuenta la disposición de los equipos y barrajes alojados dentro, con el fin de cumplir con los espacios de trabajo y las distancias mínimas libres a las partes activas, especificadas en la norma NTC 2050 tabla 110-16- a

❖ Para ambientes especiales o peligrosos (clasificados), deberán seguirse las recomendaciones hechas en la norma NTC 2050 Sección 500.

7.1.1. Instalación de medidores de energía.

CENS instalará medidores de energía para una o mas cuentas así:

❖ Se instalaran en nivel 1, con tensiones menores e iguales a un (1) kV: 127 V, 127/220 V, 254/440 V.

❖ En cajas para servicios monofásicos, bifásicos y trifásicos máximo hasta 4 cuentas en la zona urbana.
❖ En armarios, para servicios monofásicos, bifásicos y trifásicos desde 5 cuentas hasta un máximo de 24, incluidas tres (3) reservas.
❖ En cajas o armarios para equipos de medida en BT y medidor electrónico con cargas mayores o iguales a 45 kVA.

❖ Las cajas utilizadas para la instalación son las siguientes:

- Caja troquelada para medidor monofásico.
- Caja para medidor monofásico con puerta plana.
- Caja para medidor polifásico.
- Cajas para dos medidores polifásicos.
- Caja horizontal para dos medidores monofásicos.
- Caja vertical para dos medidores monofásicos
- Cajas para tres y cuatro medidores.
- Armarios para medidores.
- Cajas y armarios para transformadores de corriente y medidor de B.T.
- Cajas para medidores trifásicos 50(150)A.
- Cajas para dos medidores trifásicos 50(150) A.

7.1.2. Autorización de la instalación.

Para ser aceptadas e instaladas, las cajas, armarios y celdas requieren la acreditación de producto otorgada por una entidad autorizada por la superintendencia de industria y comercio.

7.1.3. Ubicación.

❖ La caja para medidores deberá ubicarse en el exterior de los inmuebles.

❖ El armario para medidores debe localizarse fuera del local del centro de transformación y no se debe empotrar en la pared.

❖ El armario para medidores deberá localizarse en un lugar especialmente destinado para tal fin. El sitio deberá ser lo suficientemente iluminado y de fácil acceso de modo que facilite la lectura, revisión y mantenimiento de los respectivos equipos. No se deberá llegar a ellos a través de habitaciones, oficinas o locales.

❖ Cuando estén adosados a la pared externa de los edificios estos deberán ser tipo intemperie con una cubierta protectora, si estas edificaciones

no están dentro del conjunto residencial cerrado con portería; los armarios deben tener una protección antivandálica consistente en una reja metálica con portacandado.

❖ Por razones de seguridad de evacuación de edificios en caso de incendio, no se permitirá la instalación de armarios de medidores debajo de escaleras de acceso.

❖ Se deberá evitar que el armario sirva como muro o pared divisoria para cerramiento de cuartos o recintos que puedan utilizarse como depósitos de materiales, desperdicios, lugar de habitación, portería, vestier, etc.

❖ El lugar de ubicación del armario de medidores y las cajas para equipos de medida semidirecta, deberán indicarse clara y específicamente en los planos eléctricos, cuando se presente el respectivo proyecto ante CENS.

❖ Al frente de las cajas y de los armarios se deberá disponer de un espacio libre mínimo de un (1) metro, con el objeto de lograr la total apertura de las puertas de tal forma que permita una rápida y segura manipulación o mantenimiento de los equipos.

❖ Para los armarios ubicados en sótano utilizados como parqueaderos de vehículos, se deberá colocar una defensa física que los proteja de choques. Dicha defensa deberá permanecer instalada permanentemente y su eliminación o retiro, posterior a la recepción del armario por parte de CENS, será causal de la suspensión del servicio de energía a dicho armario de medidores.

7.2. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA ARMARIOS DE MEDIDORES

7.2.1. Generalidades.

Se debe cumplir con las siguientes normas: Norma IEC 144 (grado de

protección de la envoltura exterior del armario IP33 y IP 55), Norma ASTM D 4541 de 1995), NTC 2050 art. 110-21/384-13, NTC 2050 tabla 250-94, NTC 2050 art. 110-22, NTC 2050 art. 110-16 y 230-64, NTC 2050 art. 310-3 y NTC 2050 230-23 (b).

❖ Todos los tornillos, tuercas, arandelas guasas, bisagras, etc. Utilizados, deberán ser galvanizados zincados o cromados.

❖ Los armarios para medidores de energía se deben instalar de forma sobrepuesta y no empotrada en paredes de edificios, fuera del local del centro de transformación, con alimentación trifásica desde la red de distribución secundaria.

❖ Los armarios deben ser construidos en lámina de acero CR calibre 16 BWG (1,588 mm) mínimo o en poliéster reforzado con fibra de vidrio.

❖ El grado de protección de la envoltura exterior del armario deberá ser como mínimo IP33 según Norma IEC 144.

❖ Cuando el tablero esté localizado junto a tableros de registros de gas, debe tener un grado de protección IP55 y una energía de choque de 20 Julios. (VER NTC 2050).

❖ Las bandejas de soportes de los medidores deberán ser fijas. No se permiten bisagras.

❖ El armario debe quedar anclado al piso y el sistema de anclaje no debe estar en un lugar fijo de la base del armario, sino que se pueda desplazar sobre su base para adaptarlo a la parte civil de la obra sin necesidad de hacerle modificaciones.

❖ Los armarios se deben instalar sobre una base de 10 cm de altura como mínimo.

- En los armarios hasta 10 cuentas se permite reducir su altura y podrán tener dos bandejas porta-medidores. En este caso el centro de la bandeja inferior debe estar a 1,2 m del nivel del piso.

- El interior del armario debe estar dividido en tres compartimientos separados, de los cuales el superior y el inferior serán intercambiables para ser ensamblados de acuerdo a la entrada de la acometida (parte superior o inferior). Este tema se define en forma particular más adelante.

- La caja debe ser fabricada con un marco con pestaña, de forma que permita el cierre y ajuste, impidiendo el acceso del agua al interior de la caja. La pestaña alrededor de la caja evita las intervenciones y el acceso no autorizado o fraudulento de los usuarios o extraños.

- La puerta de la caja debe incluir un sistema de cierre mediante un perno de cabeza especial que consta de una pieza torneada metálica en la cual se aloja el sistema de seguridad y un buje metálico a prueba de intemperie. El perno de cabeza especial estará incluido junto con las llaves para accionarlo, las serán suministradas por el fabricante únicamente a CENS. en la cantidad que se solicite. Adicionalmente, éste sistema debe permitir la instalación de un sello de seguridad.

- La caja también se puede fabricar en material polimérico de cualquier tipo como plástico, poliéster o fibra de vidrio, sin embargo la base del armario no se permite construir en policarbonato, ni ningún otro material que pueda ser atacado por materiales alcalinos como el cemento. El color debe ser incorporado en el momento de la fabricación.

- Material del visor debe ser policarbonato con protección UV.

- El material de las cajas debe tener una resistencia a la tracción y a la flexión de 2500 kg/cm² a la compresión de 3000 kg/cm² y una dureza brinell de 100 kg/cm².

- Los materiales deben tener además las siguientes características:

- Alta resistencia al impacto IK 10 (20 julios).
- Auto extinguible.
- No higroscópico.
- No degradación con el tiempo.
- Resistencia a la deformación por temperatura.
- Excelentes propiedades dieléctricas.

7.2.2. Ensamble, alambrado e instalación.

❖ Todos los dispositivos de protección y alambrado, deben tener características tales que se obtenga una coordinación y selectividad completas.

❖ El alambrado debe hacerse de tal forma que los puntos vivos se conecten al “ON” (encendido) y los puntos muertos al “OFF” (apagado), en posición vertical u horizontal del dispositivo. En posición vertical el dispositivo debe ser alimentado por la parte superior en donde debe estar “ON” y en posición horizontal “ON” a la derecha.

❖ El usuario debe suministrar el armario debidamente instalado y alambrado con todas las cuentas identificadas y con los suficientes espacios de trabajo para accionar los aparatos de maniobra y protección. Norma NTC 2050 art. 110-16 y 230-64.

❖ CENS o el contratista debidamente autorizado montará los medidores y hará la conexión de los mismos, una vez el usuario haya cumplido con los requisitos exigidos y adelantado los trámites requeridos.

❖ Cada extremo de los conductores de entrada y salida que va a la bornera del cada medidor, debe estar claramente identificados, mediante sendas marquillas en cinta de enmascarar firmemente adheridas a cada conductor.

❖ Cada bloque debe tener su propio armario de medidores, no se permitirá localizar en un armario cuentas de diferentes bloques de apartamentos.

❖ El conexionado interno del armario puede realizarse en alambre hasta el calibre Nº 8 AWG. Norma NTC 2050 art. 310-3. Los conductores mayores deben ser cables, lo mismo se aplica para canalizaciones.

❖ Las acometidas monofásicas se deben alambrar en un conductor de cobre calibre mínimo Nº 8 AWG. Norma NTC 2050 art. 230-23 (b).

❖ Las acometidas trifásicas se deben diseñar de acuerdo con la carga, teniendo en cuenta que el calibre mínimo es Nº 8 AWG.

7.2.3. Compartimiento del interruptor general y del barraje.

❖ El acceso a este compartimiento es exclusivo para el personal de CENS debidamente autorizado.

❖ En el compartimiento para el barraje se localizará un barraje en bronce o cobre electrolítico, calculado de acuerdo a la corriente nominal de la carga y los esfuerzos de corto circuito.

❖ La disposición de las tres (3) fases en el barraje deberá ser A, B, C, de frente hacia atrás (horizontal), de abajo hacia arriba (vertical)

❖ Las barras serán pintadas de color amarillo, azul y rojo para las fases A, B y C y blanco o gris natural para el neutro el cual irá colocado en la parte superior, más cerca de fondo.

❖ El barraje debe estar a la vista y protegido contra contactos accidentales por medio de una cubierta removible de acrílico o policarbonato transparente de 3 mm de espesor. Deberá llevar dos (2) pines porta sellos diametralmente opuestos. En ningún caso se aceptan barrajes sin protección.

7.2.4. Compartimiento de medidores

❖ A este compartimiento solo tendrá acceso el personal de CENS debidamente autorizado.

❖ De acuerdo con la cantidad de las cuentas se deben colocar las bandejas removibles sobre las cuales se instalarán los medidores.

❖ En ningún caso se aceptan bandejas soldadas o con bisagras.

❖ En los armarios para 6 hasta 15 cuentas se aceptan puertas de una sola hoja por compartimiento.

❖ En los armarios de 16 cuentas en adelante las puertas deben tener dos hojas, en este caso se deben hacer las perforaciones para los medidores de tal forma que no queden medidores en la unión de las 2 hojas de las puertas, dejando 20 cm a cada lado de la unión de las puertas. Igual se dejará entre la pared lateral y el primero de ellos 20 cm a lado y lado de la división.

❖ Incluyendo el medidor para la cuenta de servicios comunes, alumbrado exterior y alumbrado de escaleras, todo armario debe contar como mínimo de tres espacios de reserva para instalar un medidor en futuras ampliaciones.

❖ La puerta de este compartimiento deberá tener por fila de medidores una ventana con policarbonato transparente de 3 mm de espesor.

7.2.5. Compartimiento de interruptores automáticos.

❖ A este compartimiento podrán tener acceso los usuarios.

❖ Los interruptores automáticos cumplen la función de protección y de suspensión de los diferentes circuitos que se deriven del armario.

❖ Los interruptores automáticos y los bloqueadores se deben montar sobre bandejas metálicas removibles frontalmente.

❖ Este compartimiento podrá tener una o dos bandejas.

❖ Además de los interruptores automáticos debe existir por cada cuenta un bloqueador automático para el control de la suspensión del servicio.

7.2.6. Puesta a tierra.

❖ El calibre del conductor de puesta a tierra y el conductor entre el neutro y la barra de tierra del armario debe cumplir con lo estipulado en la NTC 2050, tabla 250-94, donde se especifica que el calibre mínimo del conductor de puesta a tierra debe ser Nº 8 AWG.

❖ Tanto la barra del neutro como la estructura del armario deben estar conectadas a tierra.

7.2.7. Pintura.

❖ El calibre de la lámina sin pintura debe ser como mínimo calibre 16 BWG (1,588 mm)

❖ El color de la pintura debe ser Gris o beige RAL 7032.

❖ Para la aplicación de pintura líquida, después de la limpieza debe aplicarse una capa imprimante no mayor de 30 μm para luego aplicar una capa de 70 μm en la parte externa de la caja y de 40 μm en la parte interna de la caja. El total de la capa de recubrimiento será de 100 μm en la parte exterior y 70 μm en la parte interior.

❖ Para la aplicación de pintura electrostática en polvo, debe ser horneada y el total de la capa de recubrimiento será mínimo de 65 μm en el área exterior y de 50 μm en el área interior, sin la presencia de áreas sin recubrimiento.

❖ Las capas de pintura deben garantizar una adherencia mínima de todas y de cada una de ellas de 400 libras/ pulg², garantizada y probada según Norma NTC 3916 (ASTM 4541 de 1995).

❖ Las láminas de acero Cold Rolled utilizadas en la construcción de armarios para medidores de energía, deberán ser tratadas químicamente para la desoxidación, el desengrase y el fosfatizado, tal como indican las normas ICONTEC antes de proceder a la aplicación de la pintura.

❖ Se deberá proceder a la pintura de la caja, sólo después de cumplir con el tratamiento químico de ésta. Este tratamiento consistirá en:

a) Desoxidación

La superficie deberá estar seca, libre de polvo, mugre, grasa, cera y óxido, para lo cual se requiere una limpieza del metal que podrá llevarse a cabo en forma mecánica o química y preferiblemente una combinación de ambas, con el fin de eliminar todas las impurezas que presenta la superficie.

b) Desengrase

Una vez efectuada la desoxidación es necesario llevar a cabo un desengrase completo, preferiblemente por ataque químico o en su defecto por medio de disolventes o alcalinos de acuerdo con el tipo de pintura a utilizar. La pieza desengrasada deberá ser manipulada de tal forma que no exista posibilidad de ser contaminada de nuevo.

c) Fosfatizado

Toda la superficie deberá ser fosfatizada con el fin de darle la protección suficiente a la corrosión y adherencia a la capa de pintura. Ésta puede ser aplicada por inmersión o spray.

Una vez aplicada la capa de fosfato se deberá lavar debidamente para remover los químicos activos que puedan causar corrosión posterior.

d) Aplicación de pintura

Luego de ser tratada químicamente la lámina con los procedimientos anteriores, ésta se deberá pintar dentro de las 48 horas siguientes, para lo cual se deberán seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante del producto a utilizar.

Si se trata de pintura de secamiento al aire se deberán aplicar dos capas de anticorrosivo y dos capas de pintura de acabado, ambas a partir de resinas epóxicas.

Si la pintura es horneable se deberán aplicar sendas capas de base y de esmalte liso, ambas del tipo horneable.

7.2.8. Identificación

❖ La caja debe tener todos sus compartimientos identificados, así como el terminal de puesta a tierra.

❖ Sobre las puertas del compartimiento del interruptor general y el barraje y el compartimiento de los medidores se deben instalar en forma individual una placa de acero inoxidable, aluminio, plástico o acrílico con la siguiente inscripción:

TOTALIZADOR Y BARRAJE USO EXLUSIVO DE CENS S.A. ESP

❖ Sobre la puerta del compartimiento de los interruptores automáticos debe ir remachada una placa de acero inoxidable, aluminio, plástico o acrílico, con la siguiente inscripción en letras indelebles:

AUTOMÁTICOS – USUARIOS

❖ Se remachará sobre la puerta de mayor altura una placa del fabricante con las características similares a los anteriores avisos y en tamaño de 3 mm como mínimo y la siguiente información: La capacidad de corriente del barraje en amperios, tensión, número de fases, total del número de cuentas, número de serie de fabricación dirección de la fabrica, teléfono, empresa responsable del producto, fecha de fabricación y acreditación. Norma NTC 2050 art. 110-21/384-13.

❖ Los sitios para ubicación de los medidores e interruptores de protección deben identificarse claramente con la dirección y número del apartamento o local respectivo, mediante marquillas remachadas de acero inoxidable, aluminio o plástico. No se permitirán marquillas pegadas, atornilladas, hechas con rotuladora, pintura, cinta, marcador o similar. Norma NTC 2050 art. 110-16 y 230-64.

❖ La identificación de las cuentas y su disposición, debe estar ordenada de menor a mayor de arriba hacia abajo. Ejemplo en la primera columna 1, 2, 3, en la segunda columna 4, 5, 6 y en la tercera columna 7, 8, 9. Cada una en su respectiva bandeja.

❖ También se instalará en la parte media de una de las puestas del compartimiento de medidores una calcomanía de advertencia de peligro al usuario.

7.2.9. Dimensiones de los armarios de medidores.

DIMENSIONES DE LOS ARMARIOS DE MEDIDORES					
No. DE CUENTAS TOTALES	**ANCHO (m)**	**ALTURA (m)**	**PROFUNDIDAD (m)**	**No. DE BANDEJAS PARA MEDIDOR**	**No. DE PUERTAS**
24	2	1,85	0,3	3	2
21	1,8	1,85	0,3	3	2
18	1,6	1,85	0,3	3	2
15	1,2	1,85	0,3	3	1
12	1	1,85	0,3	3	1
10	1,2	1,28	0,3	2	1
8	1	1,28	0,3	2	1
6	0,8	1,28	0,3	2	1
9*	0,8	1,77	0,3	3	1
6*	0,6	1,77	0,30	3	1

Tabla 1. Dimensiones de los armarios de medidores

(*) Dependiendo del espacio de la disposición para armarios de menos de 10 cuentas los medidores se pueden instalar en tres bandejas.

7.3. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CAJAS DE EQUIPOS DE MEDIDA.

7.3.1. Generalidades.

- Se debe cumplir con las siguientes Normas: Norma IEC 144 (grado de protección de la envoltura exterior del caja IP33 y IP 559), Norma ASTM D 4541 de 1995), NTC 3916(ASTM 4541 de 1995) NTC 2050 art. 110-16 y 230-64, NTC 2050, tabla 250-94.

- Cuando la magnitud de la carga contratada sea igual o mayor a 45 kVA, se requiere la instalación de un equipo de medida en baja tensión con transformadores de corriente TC's y medidor electrónico en las cajas que se describen en la presente norma.

- Todos los tornillos, tuercas, arandelas guasas, bisagras, etc. utilizados, deberán ser fabricados en acero inoxidable, galvanizados zincados o cromados.

- Su alimentación se hará desde la red trifásica de distribución secundaria.

- Las cajas deben ser construidas en lámina de acero CR calibre 16 BWG (1,588) mínimo o en poliéster reforzado con fibra de vidrio.

- El grado de protección de la envoltura exterior de la caja deberá ser como mínimo IP33 según Norma IEC 144.

- Cuando el tablero esté localizado junto a tableros de registros de gas, debe tener un grado de protección IP55 y una energía de choque de 20 Julios.

- La caja debe ser fabricada con un marco alrededor con una pestaña, de forma que permita el cierre y ajuste, impidiendo el acceso del agua al interior de la caja. La pestaña alrededor de la caja evita las intervenciones y el acceso no autorizado o fraudulento de los usuarios o extraños.

- Las puertas de la caja debe incluir un sistema de cierre mediante un perno especial de cabeza triangular, que consta de una pieza torneada metálica en la cual se aloja el sistema de seguridad, un buje metálico a prueba

de intemperie. El perno de cabeza triangular estará incluido y las llaves para accionarlo serán suministradas por el fabricante únicamente a CENS. en al número que se solicite.

❖ La puerta del compartimiento de los TC's y del medidor debe tener dos dispositivos (pernos) para la instalación de los sellos de CENS.

❖ Cada puerta como mínimo debe tener dos bisagras construidas en acero inoxidable y una manija..

❖ La caja también se puede fabricar en material polimérico de cualquier tipo como plástico, poliéster o fibra de vidrio, sir embargo a base del caja no se permite construir en policarbonato, ni ningún. otro material que puada ser atacado por materiales alcalinos corno el cemento. El color debe ser incorporado en el momento de la fabricación.

❖ Material del visor policarbonato con protección UV de 3 mm de espesor.

❖ El material de las cajas debe tener una resistencia a la tracción y a la flexión de 2500 kg/cm² a la compresión de 3000 kg/cm² y una dureza brinell de 100 kg/cm².

❖ Los materiales deben tener además las siguientes características:

- Alta resistencia al impacto lK 10 (20 julios).
- Auto extinguible.
- No higroscópico.
- No degradación con el tiempo.
- Resistencia a la deformación por temperatura.
- Excelentes propiedades dieléctricas.

7.3.2. Ensamble, alambrado e instalación.

- En las áreas urbanas se instalaran las cajas empotradas o sobrepuestas en muros y los módulos anclados al piso.

- En el área rural se instalarán las cajas empotradas en muros construidos en la base de la estructura que soporta el transformador. En los esquemas del capítulo de Medición de Energía Eléctrica se muestran las diferentes alternativas.

- Para los espacios de trabajo se debe tener en cuenta lo estipulado en la Norma NTC 2050 art. 110-16 y 230-64.

- Todos los dispositivos de protección y alambrado, deben tener características tales que se obtenga una coordinación y selectividad completas.

- El alambrado debe hacerse de tal forma que los puntos vivos se conecten al “ON” (encendido) y los puntos muertos al “OFF” (apagado), en posición vertical.

- El usuario debe suministrar las cajas debidamente instaladas y alambradas e identificadas.

- CENS o el contratista debidamente autorizado montará el medidor y los transformadores de corriente (TC’s) y hará la conexión de los mismos, una vez el usuario haya cumplido con los requisitos exigidos y adelantado los trámites requeridos.

- Cada extremo de los conductores de entrada y salida del primario de corriente debe estar claramente identificados, mediante sendas marquillas en cinta de enmascarar firmemente adheridas a cada conductor.

- Cuando la ubicación de los armarios sea externa, deberán ir empotrados en las paredes de la edificación y además deben ser de tipo intemperie y con una cubierta protectora superior que sobresalga del armario.

❖ Si los armarios están expuestos en la calle deben tener protección antivandálica consistente en una reja metálica con portacandado.

7.3.3. Compartimiento de los transformadores de corriente (TC's).

❖ El acceso a este compartimiento es exclusivo para el personal de CENS debidamente autorizado.

❖ La disposición de las tres (3) fases dentro de la caja deberá ser A, B, C, de arriba hacia abajo.

7.3.4. Compartimiento del medidor.

❖ A este compartimiento solo tendrá acceso el personal de CENS debidamente autorizado.

7.3.5. Compartimiento del interruptor automático o totalizador.

❖ A este compartimiento podrán tener acceso los usuarios.

❖ El interruptor automático cumple la función de protección y de suspensión del circuito.

7.3.6. Puesta a tierra.

❖ El calibre del conductor de puesta a tierra y el conductor entre el neutro y la barra de tierra de la caja debe cumplir con lo estipulado en la NTC 2050, tabla 250-94.

❖ La estructura de la caja deben estar conectadas a tierra.

7.3.7. Pintura.

❖ El calibre de la lámina sin pintura debe ser como mínimo calibre 16 BWG (1,588 mm)

❖ El color de la pintura debe ser Gris o beige RAL 7032.

❖ Para la aplicación de pintura líquida, después de la limpieza debe aplicarse una capa imprimante no mayor de 30 μm para luego aplicar una capa de 70 μm en la parte externa de la caja y de 40 μm en la parte interna de la caja. El total de la capa de recubrimiento será de 100 μm en la parte exterior y 70 μm en la parte interior.

❖ Para la aplicación de pintura electrostática en polvo, debe ser horneada y el tota de la capa de recubrimiento será mínimo de 65 μm en el área exterior y de 50 μm en el área interior, sin la presencia de áreas sin recubrimiento.

❖ Todas las capas de pintura deben garantizar una adherencia mínima de todas y de cada una de las capas de 400 libras/ pulg², garantizada y probada según Norma NTC 3916 (ASTM 4541 de 1995).

❖ Las láminas de acero Cold Rolled utilizadas en la construcción de cajas para grupos de medida en B.T., deberán ser tratadas químicamente para desoxidación, desengrase y fosfatizado, tal como indican las normas ICONTEC antes de proceder a la aplicación de la pintura.

❖ Se deberá proceder a la pintura de la caja, sólo después de cumplir con el tratamiento químico de ésta. Este tratamiento consistirá en:

a) Desoxidación

La superficie deberá estar seca, libre de polvo, mugre, grasa, cera y óxido, para lo cual se requiere una limpieza del metal que podrá llevarse a cabo en forma mecánica o química y preferiblemente una combinación de ambas, con el fin de eliminar todas las impurezas que presenta la superficie.

b) Desengrase

Una vez efectuada la desoxidación es necesario llevar a cabo un desengrase completo, preferiblemente por ataque químico o en su defecto por medio de disolventes o alcalinos de acuerdo con el tipo de pintura a utilizar. La pieza desengrasada deberá ser manipulada de tal forma que no exista posibilidad de ser contaminada de nuevo.

c) Fosfatizado

Toda la superficie deberá ser fosfatizada con el fin de darle la protección suficiente a la corrosión y adherencia a la capa de pintura. Ésta puede ser aplicada por inmersión o spray.

Una vez aplicada la capa de fosfato se deberá lavar debidamente para remover los químicos activos que puedan causar corrosión posterior.

d) Aplicación de pintura

Luego de ser tratada químicamente la lámina con los procedimientos anteriores, ésta se deberá pintar dentro de las 48 horas siguientes, para lo cual se deberán seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante del producto a utilizar.

Si se trata de pintura de secamiento al aire se deberán aplicar dos capas de anticorrosivo y dos capas de pintura de acabado, ambas a partir de resinas epóxicas.

Si la pintura es horneable se deberán aplicar sendas capas de base y de esmalte liso, ambas del tipo horneable.

7.3.8. Identificación

❖ La caja debe tener todos sus compartimientos identificados, así como el terminal de puesta a tierra.

❖ Sobre las puertas del compartimiento de los TC's y del medidor se deben instalar en forma individual una placa de acero inoxidable, aluminio, plástico o acrílico con la siguiente inscripción:

TOTALIZADOR Y BARRAJE USO EXCLUSIVO DE CENS

❖ Se remachará sobre la puerta una placa del fabricante en letras de tamaño de 3 mm como mínimo y la siguiente información: La capacidad de corriente en amperios, tensión, número de fases, número de serie de fabricación dirección de la fábrica, teléfono, empresa responsable del producto, fecha de fabricación y acreditación.

❖ La placa debe ser de acero inoxidable, aluminio o plástico. No se permitirán marquillas pegadas, atornilladas, hechas con rotuladora, pintura, cinta, marcador o similar.

7.4. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CELDAS DE GRUPOS DE MEDIDA

7.4.1. Generalidades.

❖ Se debe cumplir con las siguientes normas: Norma IEC 144 (grado de protección de la envoltura exterior del celda IP33 y IP 55), Norma ASTM D

4541 de 1995), NTC 3916(ASTM 4541 de 1995) NTC 2050 art. 110-16 y 230-64, NTC 2050, tabla 250-94.

❖ Cuando la magnitud de la carga contratada se igual o mayor a 45 kVA, se requiere la instalación de un equipo de medida en media tensión con transformadores de corriente TC's y medidor electrónico en las celdas que se describen en la presente norma.

❖ Los diagramas y esquemas específicos se describen en el tomo de estructura capítulo de cajas.

❖ Todos los tornillos, tuercas, arandelas guasas, bisagras, etc. utilizados, deberán ser fabricados en acero inoxidable, galvanizados zincados o cromados.

❖ Su alimentación se hará desde la red trifásica de distribución de 13.2 kV, 13.8 kV y 34.5 kV.

❖ Las celdas deben ser construidos en lámina de acero CR calibre 16 BWG (1,588) mínimo o en poliéster reforzado con fibra de vidrio.

❖ El grado de protección de la envoltura exterior de la celda deberá ser como mínimo IP33 según Norma IEC 144.

❖ La celda debe ser fabricada con un marco alrededor con una pestaña, de forma que permita el cierre y ajuste, impidiendo el acceso del agua al interior de la celda. La pestaña alrededor de la celda evita las intervenciones y el acceso no autorizado o fraudulento de los usuarios o extraños.

❖ Las puertas de la celda debe incluir un sistema de cierre mediante un perno especial de cabeza triangular, que consta de una pieza torneada metálica en la cual se aloja el sistema de seguridad, un buje metálico a prueba de intemperie. El perno de cabeza triangular estará incluido y las llaves para accionarlo serán suministradas por el fabricante únicamente a CENS. en al número que se solicite.

❖ La puerta del compartimiento de los TC's y TP's y del medidor debe tener dos dispositivos (pernos) para la instalación de los sellos de CENS.

❖ Cada puerta como mínimo debe tener dos bisagras construidas en acero inoxidable y una manija.

❖ La celda también se puede fabricar en material al polimétrico de cualquier tipo como plástico, poliéster o fibra de vidrio, sir embargo a base del celda no se permite construir en policarbonato, ni ningún. otro material que puada ser atacado por materiales alcalinos corno el cemento. El color debe ser incorporado en el momento de la fabricación.

❖ Material del visor policarbonato con protección UV de 3 mm de espesor.

❖ El material de las celdas debe tener una resistencia a la tracción y a la flexión de 2 500 kg/cm² a la compresión de 3 000 kg/cm² y una dureza brinell de 100 kg/cm².

❖ Los materiales deben tener además las siguientes características:

- Alta resistencia al impacto lK 10 (20 julios).
- Auto extinguible.
- No higroscópico.
- No degradación con el tiempo.
- Resistencia a la deformación por temperatura.
- Excelentes propiedades dieléctricas.

7.4.2. Ensamble, alambrado e instalación.

❖ En las áreas urbanas se instalaran las celdas empotradas o sobrepuestas en muros y los módulos anclados al piso. Este tema se contempla en forma particular en el Capitulo V, Medición de Energía Eléctrica.

- En el área rural se instalarán las celdas empotradas en muros construidos en la base de la estructura que soporta el transformador. En el Capitulo V, Medición de Energía Eléctrica, se contemplan estos esquemas.

- Para los espacios de trabajo se debe tener en cuenta lo estipulado en la Norma NTC 2050 art. 110-16 y 230-64.

- Todos los dispositivos de protección y alambrado, deben tener características tales que se obtenga una coordinación y selectividad completas.

- El alambrado debe hacerse de tal forma que los puntos vivos se conecten al “ON” (encendido) y los puntos muertos al “OFF” (apagado), en posición vertical.

- El usuario debe suministrar las celdas debidamente instaladas y alambradas e identificadas.

- CENS o el contratista debidamente autorizado montará el medidor los transformadores de corriente (TC’s) y hará la conexión de los mismos, una vez el usuario haya cumplido con los requisitos exigidos y adelantado los trámites requeridos.

- Cada extremo de los conductores de entrada y salida del primario de corriente debe estar claramente identificados, mediante sendas marquillas en cinta de enmascarar firmemente adheridas a cada conductor.

- Cuando la ubicación de la celda sea externa, deberán ir montados sobre un pedestal y además deben ser de tipo intemperie y con una cubierta protectora superior que sobresalga de la celda.

7.4.3. Compartimiento de los transformadores de corriente (TC’s) y Potencial /TP’s).

❖ El acceso a este compartimiento es exclusivo para el personal de CENS debidamente autorizado.

❖ La disposición de las tres (3) fases dentro de la celda deberá ser A, B, C de izquierda a derecha.

❖ Se debe tener en cuenta el tipo de anclaje. Ver detalle del esquema CNS-050223.

❖ Este compartimiento debe llevar un visor en lámina acrílica transparente de 3 mm.

7.4.4. Compartimiento del medidor.

❖ A este compartimiento solo tendrá acceso el personal de CENS debidamente autorizado.

❖ En este compartimiento se debe instalar el bloque de pruebas y los accesorios de comunicaciones cuando el medidor tenga MODEM.

❖ Este compartimiento debe ser sellable y tener un visor de policarbonato de 3 mm.

7.4.5. Compartimiento del interruptor automático o totalizador.

❖ A este compartimiento podrán tener acceso los usuarios una vez se desenergice el circuito, por tanto debe tener un sistema de bloqueo que no permita que la puerta se abra cuando el circuito este energizado.

❖ El interruptor automático cumple la función de protección y de suspensión del circuito.

7.4.6. Puesta a tierra.

- El calibre del conductor de puesta a tierra y el conductor entre el neutro y la barra de tierra de la celda debe cumplir con lo estipulado en la NTC 2050, tabla 250-94.

- La estructura de la celda deben estar conectadas a tierra.

7.4.7. Pintura.

- El calibre de la lámina sin pintura debe ser como mínimo calibre 16 BWG (1,588 mm)

- El color de la pintura debe ser Gris o beige RAL 7032.

- Para la aplicación de pintura líquida, después de la limpieza debe aplicarse una capa imprimante no mayor de 30 μm para luego aplicar una capa de 70 μm en la parte externa de la celda y de 40 μm en la parte interna de la celda. El total de la capa de recubrimiento será de 100 μm en la parte exterior y 70 μm en la parte interior.

- Para la aplicación de pintura electrostática en polvo, debe ser horneada y el tota de la capa de recubrimiento será mínimo de 65 μm en el área exterior y de 50 μm en el área interior, sin la presencia de áreas sin recubrimiento.

- Todas las capas de pintura deben garantizar una adherencia mínima de todas y de cada una de las capas de 400 libras/ pulg², garantizada y probada según Norma NTC 3916 (ASTM 4541 de 1995).

- Las láminas de acero Cold Rolled utilizadas en la construcción de celdas para grupos de medida en M.T, deberán ser tratadas químicamente para la desoxidación, el desengrase y el fosfatado, tal como indican las Normas ICONTEC antes de proceder a la aplicación de la pintura.

❖ Se deberá proceder a la pintura de la celda, sólo después de cumplir con el tratamiento químico de ésta. Este tratamiento consistirá en:

a) Desoxidación

La superficie deberá estar seca, libre de polvo, mugre, grasa, cera y óxido, para lo cual se requiere una limpieza del metal que podrá llevarse a cabo en forma mecánica o química y preferiblemente una combinación de ambas, con el fin de eliminar todas las impurezas que presenta la superficie.

b) Desengrase

Una vez efectuada la desoxidación es necesario llevar a cabo un desengrase completo, preferiblemente por ataque químico o en su defecto por medio de disolventes o alcalinos de acuerdo con el tipo de pintura a utilizar. La pieza desengrasada deberá ser manipulada de tal forma que no exista posibilidad de ser contaminada de nuevo.

c) Fosfatizado

Toda la superficie deberá ser fosfatizada con el fin de darle la protección suficiente a la corrosión y adherencia a la capa de pintura. Ésta puede ser aplicada por inmersión o spray.

Una vez aplicada la capa de fosfato se deberá lavar debidamente para remover los químicos activos que puedan causar corrosión posterior.

d) Aplicación de pintura

Luego de ser tratada químicamente la lámina con los procedimientos anteriores, ésta se deberá pintar dentro de las 48 horas siguientes, para lo cual se deberán seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante del producto a utilizar.

Si se trata de pintura de secamiento al aire se deberán aplicar dos capas de anticorrosivo y dos capas de pintura de acabado, ambas a partir de resinas epóxicas.

Si la pintura es horneable se deberán aplicar sendas capas de base y de esmalte liso, ambas del tipo horneable.

7.4.8. Identificación

❖ La celda debe tener todos sus compartimientos identificados, así como el terminal de puesta a tierra.

❖ Sobre las puertas del compartimiento de los TC's y TP's y del medidor se deben instalar en forma individual una placa de acero inoxidable, aluminio, plástico o acrílico con la siguiente inscripción:

TRANSFORMADORES DE MEDIDA
ACCESO EXCLUSIVO DE CENS

❖ Se remachará sobre la puerta una placa del fabricante en letras de tamaño de 3 mm como mínimo y la siguiente información: La capacidad de corriente en amperios, tensión, número de fases, número de serie de fabricación dirección de la fábrica, teléfono, empresa responsable del producto, fecha de fabricación y acreditación.

La placa debe ser de acero inoxidable, aluminio o plástico. No se permitirán marquillas pegadas, atornilladas, hechas con rotuladora, pintura, cinta, marcador o similar.



CAPÍTULO 8
INSTALACIONES INTERNAS

CENS

CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 8		3
8.	INSTALACIONES INTERNAS	3
8.1.	DISPOSICIONES GENERALES.	3
8.1.1.	Protección contra contacto directo o indirecto.	3
8.1.2.	Protección contra sobrecorrientes.	5
8.1.3.	Requisitos particulares para instalaciones especiales	6
8.1.4.	Bombas contra incendios.	7
8.2.	DISEÑO DE INSTALACIONES INTERNAS.	8
8.2.1.	Niveles de iluminación.	8
8.2.1.1.	Diseño.	8
8.2.1.2.	Instalación	9
8.2.2.	Salidas mínimas necesarias.	19
8.2.2.1.	Salidas de tomacorrientes.	19
8.2.2.2.	Salidas mínimas de alumbrado.	21
8.2.3.	Circuitos ramales.	21
8.2.3.1.	Número de circuitos ramales.	21
8.2.3.2.	Código de color de los circuitos ramales	25
8.2.4.	Tableros de distribución.	25
8.2.5.	Carga instalada.	28
8.2.6.	Demanda máxima.	30
8.2.7.	Tubería para instalaciones eléctricas.	30
8.2.8.	Protección de edificaciones contra descargas atmosféricas.	31
8.2.9.	Requisitos para instalaciones hospitalarias.	35
8.2.10.	Instalación de tomacorrientes, interruptores y salidas de alumbrado.	36
8.2.11.	Instalaciones en lugares especiales (peligrosos).	37
8.2.11.1.1.	Descripción.	37
8.2.11.2.	Requisitos de instalación.	37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Límites de temperatura para equipos eléctricos.	8
Tabla 2.	Niveles típicos de iluminancia aceptados para diferentes áreas, tareas o actividades.	10
Tabla 3.	Alumbrado general para deportes.	17
Tabla 4.	Requisitos de los circuitos ramales.	24
Tabla 5.	Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación.	30
Tabla 6.	Características de los terminales de captación.	32
Tabla 7.	Requisitos para bajantes de protección contra rayos.	33
Tabla 8.	Alturas mínimas para salidas de tomacorrientes y alumbrado.	36

CAPITULO 8

8. INSTALACIONES INTERNAS

8.1. DISPOSICIONES GENERALES.

El diseño de las instalaciones eléctricas internas se hará siguiendo lo dispuesto en la NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2050 y en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. Este capitulo es aplicable a las instalaciones eléctricas destinadas a la conexión de equipos o aparatos para el uso final de la electricidad. Los requisitos establecidos se aplican a condiciones normales y nominales de la instalación. En general comprende los sistemas eléctricos que van desde la acometida de servicio al interior de la edificación o al punto de conexión de los equipos o los elementos de conexión.

Para efectos de la presente norma los requisitos contenidos en este capítulo, deben se tomados como complementarios de los requisitos de los demás capítulos.

A continuación se resumen los apartes más relevantes para los procesos de diseño y construcción.

8.1.1. Protección contra contacto directo o indirecto.

1. Los sistemas de prevención y protección de los usuarios contra contactos eléctricos directos e indirectos que deben implementarse son:

- Alejamiento de las partes bajo tensión.
- Colocación de obstáculos que impidan el acceso a las zonas energizadas.
- Empleo de muy baja tensión. (menor a 50 V en locales secos, menor a 24 V en lugares húmedos)
- Equipos de protección contra corrientes de fuga.

- Dispositivos de corte automático de la alimentación.
- Empleo de circuitos aislados galvánicamente, con transformadores de seguridad.
- Conexiones equipotenciales.
- Sistemas de puesta a tierra.
- Regímenes de conexión a tierra, que protejan a las personas frente a las corrientes de fuga.

Para prevenir y proteger contra contactos directos o indirectos deben implementarse al menos dos de las anteriores medidas.

2. En unidades de vivienda menor o igual a 3.5 KVA instalados, se permite que los tomacorrientes con interruptor de circuito de falla a tierra, puedan hacer parte de un circuito para pequeños artefactos de cocina, iluminación y fuerza de baños, siempre y cuando, tanto en el mesón de la cocina, como en el baño, no se tengan mas de dos salidas sencillas o una salida doble. Esta consideración no es aplicable al circuito destinado a duchas eléctricas.

3. En los cuartos de baño que contienen bañeras, duchas o lavamanos y las zonas circundantes, el riesgo de shock aumenta en razón de la reducción de la resistencia eléctrica del cuerpo humano y la del contacto del cuerpo con el potencial de tierra, por ello debe cumplirse:

- Para locales con bañeras o duchas para tratamiento médico se deben aplicar los requisitos especiales, referidos en el Art. 517 de la NTC 2050. Dentro de la zona donde esta ubicada la bañera o ducha, se admite como protección, el uso de muy baja tensión de seguridad con tensión nominales no superiores a 12 V c.a., siempre y cuando la fuente de tensión de seguridad este 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 la cabina de la ducha.

4. 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.

5. Los sistemas accionados por motores eléctricos que impliquen riesgos mecánicos para las personas, deben tener un sistema de parada de emergencia.

Con las excepciones establecidas en la NTC2050 primera actualización, en las demás instalaciones eléctricas, solo se aceptan como regímenes de conexión a tierra en baja tensión, el de conexión sólida o el de impedancia limitatoria. Queda prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de protección las cumple el mismo conductor.

8.1.2. Protección contra sobrecorrientes.

Las instalaciones eléctricas de las unidades de vivienda deberán ser construidas para contener por lo menos los siguientes circuitos:

- Un circuito para pequeños artefactos de cocina, despensa y comedor.
- Un circuito para conexión de plancha y lavadora de ropa
- Un circuito para iluminación y fuerza.

Cada circuito debe ser provisto de un interruptor automático que lo proteja de sobrecorrientes.

Los conductores de los circuitos ramales deben tener una capacidad de corriente no menor a la carga máxima que van a alimentar. Además los conductores de circuitos ramales con salidas para alimentar tomacorrientes para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente nominal del circuito ramal.

No se debe cambiar el interruptor automático por uno de mayor capacidad, cuando se supere la cargabilidad de los conductores del circuito a proteger.

8.1.3. Requisitos particulares para instalaciones especiales

En todos los edificios de servicio público con más de cien personas por cada piso o nivel debe proveerse de un sistema de potencia de emergencia. 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. Estos sistemas de emergencia deben suministrar energía eléctrica automáticamente dentro de los 10 segundos siguientes al corte de energía.

Los grupos de baterías de acumuladores deben poseer un cargador automático en los sitios donde se requiera respaldo adicional de energía, debe tener autonomía de mínimo 60 minutos a plena carga sin que la tensión baje del 87,5% de su valor nominal.

Las subestaciones para el servicio en lugares de alta concentración de personas no deben contener transformadores con aislamiento en aceite a menos que estén confinados en una bóveda con resistencia al fuego mínimo de 3 horas.

Las instalaciones eléctricas para piscinas deben alimentarse desde un transformador de aislamiento con 12 V de salida no puestos a tierra y con pantalla electrostática entre los devanados, el cual debe estar certificado para este uso en particular y su primario deberá trabajar a una tensión menor o igual a 150 V o directamente desde un interruptor diferencial de falla a tierra para luminarias que operan a más de 15 V pero no mas de 150 V.

Los productos eléctricos usados en instalaciones especiales, para los cuales la NTC 2050 Primera Actualización exija certificación, deben ser certificados para ese uso y sus dimensiones y características de seguridad deben cumplir la especificaciones señaladas en las normas técnicas internacionales, de reconocimiento internacional o NTC que les aplique a cada uno de ellos.

8.1.4. Bombas contra incendios.

Debido a la importancia de las bombas contra incendio como medio efectivo de la seguridad de la vida en las edificaciones, se deben cumplir los siguientes requerimientos:

❖ 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 puede instalarse barreras corta fuego 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.

❖ Para evitar quemaduras y lograr una protección contra incendios, los materiales conectados de manera estable, susceptibles a producir arcos o chispas en servicio normal, deben cumplir con lo establecido a continuación:

✓ 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 tabla No. 1.

PARTES ACCESIBLES.	MATERIALES DE LAS PARTES ACCESIBLES.	TEMPERATURA MÁXIMA. (°C).
Elementos de control manual.	Metálicos No metálicos.	55 65
Previstas para ser tocadas pero no destinadas a ser tocadas con la mano.	Metálicos No Metálicos.	70 80
No destinadas a ser tocadas en servicio normal.	Metálicos No Metálicos	80 90

Tabla 1. Límites de temperatura para equipos eléctricos.

8.2. DISEÑO DE INSTALACIONES INTERNAS.

El diseño de instalaciones internas se elaborara sobre planos de planta, en los cuales se representará de manera unifilar la localización de los elementos proyectados de la instalación eléctrica, utilizando la simbología establecida en la presente norma.

En todos los casos se debe hacer un diagrama unifilar de la instalación, para edificaciones con tableros de acometida o distribución localizados en varios niveles de edificaciones se debe presentar adicionalmente plano eléctrico de corte vertical.

8.2.1. Niveles de iluminación.

8.2.1.1. Diseño.

Teniendo en cuenta el área y la tarea que se realiza, un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente y la uniformidad adecuada.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada uso particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar fuentes luminosas de color adecuado y que aseguren una apropiada reproducción de los colores.

8.2.1.2. Instalación

- Debe existir suministro ininterrumpido de iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de 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 60 minutos después que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- Los residuos de 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 máquinas rotativas, la iluminación debe diseñarse para evitar el efecto estroboscópico.

Para las instalaciones residenciales no es necesario cálculos de iluminación, pero se debe tener como precedente los niveles de iluminancia recomendados en la tabla 2. En el caso de instalaciones especiales como Hospitales, clínicas, escuelas, escenarios deportivos cubiertos e instalaciones industriales o comerciales destinados a trabajos específicos que requieran un buen nivel de iluminación se debe hacer cálculos de iluminación que cumplan con los niveles de iluminancia de la tabla 3**.**

Se adoptan los siguientes niveles de iluminancia, establecidos en la norma ISO 8995. El valor medio de iluminancia relacionado en la tabla 1, debe considerase como el objetivo de diseño, pero el requisito exigible es que el valor medido a la altura del sitio de trabajo se encuentre entre el rango del valor mínimo y el valor máximo.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	**NIVELES DE ILUMINANCIA.**		
	Mínima	**Media**	**Máxima**
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
Trab. Intermedio, ensamble de motores, 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	100	150	200
intervención ocasional.	200	300	500

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	NIVELES DE ILUMINANCIA.		
	Mínima	Media	Máxima
Áreas generales en el interior de las fábricas.	300	500	750
Cuartos de control, laboratorios.	300	500	750
Industria farmacéutica.	500	750	1000
Inspección.	750	1000	1500
Balanceo de colores.	300	500	750
Fabricación de llantas de caucho.			
Fabrica de confecciones.			
Costura.	500	750	1000
Inspección.	750	1000	1500
Prensado.	300	500	750
Industria Eléctrica.			
Fabricación de cables.			
Ensamble de aparatos telefónicos.	200	300	500
Ensamble de devanados.	300	500	750
Ensamble de aparatos receptores de radio y	500	750	1000
TV.	750	1000	1500
Ensamble de aparatos de ultra precisión	1000	1500	2000
componentes electrónicos.			
Industria alimenticia.			
Áreas generales de trabajo.	200	300	500
Procesos automáticos.	150	200	300
Decoración manual, inspección.	300	500	750

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	NIVELES DE ILUMINANCIA.		
	Mínima	Media	Máxima
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
Recinto de mezcla, moldeo, conformado y estufas.	200	300	500
Terminado, esmaltado, envidriado.	300	500	750
Pintura y decoración.	500	750	1000
Afiliado, 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	500	750	1000

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	NIVELES DE ILUMINANCIA.		
	Mínima	Media	Máxima
calzado. Clasificación, adaptación y control de calidad.	700	1000	1500
Taller de mecánica y de ajuste. Trabajo ocasional Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura. Maquinado y trabajo de media precisión en banco, máquinas generalmente automáticas. Maquinado y trabajo fino en banco, máquinas automáticas finas, inspección y ensayo. Trab fino, calibración e inspección de partes complejas pequeñas.	 150 200 300 500 1000	 200 300 500 750 1500	 300 500 750 1000 2000
Talleres de pintura y rociado. Inmersión, rociado basto. Pintura ordinaria, rociado y terminado. Pintura fina, rociado y terminado. Retoque y balanceo de colores.	 200 300 500 750	 300 500 750 1000	 500 750 1000 1500
Fabricas de papel. Elaboración de papel y cartón. Procesos automáticos. Inspección y clasificación.	 200 150 300	 300 200 500	 500 300 750
Trabajos de impresión y encuadernación de libros. Recintos con máquinas de impresión.	300 500	500 750	750 1000

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	NIVELES DE ILUMINANCIA.		
	Mínima	Media	Máxima
Cuartos de composición y lecturas de prueba.	750	1000	1500
Pruebas de precisión, retoque y grabado.	1000	1500	2000
Reproducción del color e impresión.	1500	2000	3000
Grabado con acero y cobre.	300	500	750
Encuadernación.	500	750	1000
Decoración y estampado.			
Industria textil.			
Rompimiento de la paca, cardado, hilado.			
Giro, embobinamiento, enrrollamiento	200	300	500
peinado, tintura.	300	500	750
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido,	500	750	100
tejido.	750	1000	1500
Costura, desmote, inspección.			
Talleres de madera y fábricas de muebles.			
Aserraderos.	150	200	300
Trabajo en banco y montaje.	200	300	500
Maquinado en madera.	300	500	750
Terminado e inspección final.	500	750	1000
Oficinas.			
Oficinas de tipo general, mecanografía y	300	500	750
computación.	500	750	1000
Oficinas abiertas.	500	750	1000
Oficinas de dibujo.	300	500	750
Salas de conferencia.			

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	NIVELES DE ILUMINANCIA.		
	Mínima	Media	Máxima
Hospitales.			
Salas			
Iluminación general	50	100	150
Examen.	200	300	500
Lectura.	150	200	300
Circulación nocturna.	3	5	10
Salas de examen.			
Iluminación general.	300	500	750
Inspección local.	750	1000	1500
Terapia intensiva.			
Cabecera de la cama.	30	50	100
Observación.	200	300	500
Estación de enfermería.	200	300	500
Salas de operación.			
Iluminación general.	500	750	1000
Iluminación local.	1000	3000	100000
Salas de autopsia.	0	0	
Iluminación general.			1000
Iluminación local.	500	750	15000
Consultorios.	5000	1000	
Iluminación general.		0	750
Iluminación local.	300		1000
Farmacia y laboratorios.	500	500	
Iluminación general.		750	750
Iluminación local.	300		1000

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	NIVELES DE ILUMINANCIA.		
	Mínima	Media	Máxima
	500	400 750	
Almacenes.			
Iluminación general.			
En grandes centros comerciales.	500	750	
Ubicados en cualquier parte.	300	500	
Supermercados.	500	750	
Colegios.			
Salones de clase.			
Iluminación general.	300	500	750
Tableros para emplear con tizas.	300	750	750
Elaboración de planos.	500	750	1000
Salas de conferencia.			
Iluminación general.	300	500	750
Tableros.	500	750	1000
Bancos de demostración.	500	750	1000
Laboratorios.	300	500	750
Salas de arte.	300	500	750
Talleres.	300	500	750
Salas de asamblea.	150	200	300
Hoteles – moteles.			
Vestíbulos de entrada.		300	
Comedores.		200	
Cocinas.		500	

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	NIVELES DE ILUMINANCIA.		
	Mínima	Media	Máxima
Dormitorios, baños. General. *Dormitorios, baños* Local		100 300	

Tabla 2. Niveles típicos de iluminancia aceptados para diferentes áreas, tareas o actividades.

TIPO DE DEPORTE.	ILUMINANCIA HORIZONTAL.	
	DISTRACCIÓN Y ENTRETENIMIENTO.	COMPETICIÓN.
Fútbol.	75	200-600*
Balonmano.	75	400
Rugby.	75	200-600*
Gimnasia.	75	150
Béisbol.	200	400
Balonvolea (interior).	200	400
Bádminton (interior).	200	400
Hockey (interior/exterior).	200	400

TIPO DE DEPORTE.	ILUMINANCIA HORIZONTAL.	
	DISTRACCIÓN Y ENTRETENIMIENTO.	COMPETICIÓN.
Natación (interior/exterior).	200	400
Waterpolo (interior/exterior).	200	400
Saltos de trampolín (interior/exterior).	200	500
Patinaje (interior).	150	300
Patinaje (exterior).	75	150
Hockey sobre hielo (interior/exterior).	300	500
Tenis (interior/exterior).	200	400-600*
Equitación – carreras.	100	150
Equitación – saltos (interior).	150	300
Equitación – saltos (exterior).	200	400
Bolera.	200	200
Tiro.	150	150

Nota: Para áreas de competición televisada se recomienda un mínimo de 1000 Luxes.

** Depende de la distancia máxima entre espectadores y centro del terreno.*

Tabla 3. Alumbrado general para deportes.

8.2.2. Salidas mínimas necesarias.

8.2.2.1. Salidas de tomacorrientes.

Se considera “espacio de pared” una pared continua a lo largo de la línea del suelo sin aberturas como puertas, chimeneas y similares. No se consideran espacios de pared los que quedan contra las puertas abiertas a 90°, los espacios ocupados o limitados por armarios fijos o los espacios que correspondan a áreas de acceso o circulación permanente donde no sea posible instalar artefactos eléctricos.

Las salidas de tomacorrientes en el piso no se deben contar como parte del número exigido de salidas. Todos los tomacorrientes deben ser con polo a tierra. A continuación se relacionan como se deben instalar salidas de tomacorrientes

🕮 ***Para unidades de vivienda*****:** En todas las zonas habitables, se deben instalar salidas de tomacorrientes de tal forma que cualquier punto de la pared quede a una distancia menor a 180 cm de un tomacorriente, medidos horizontalmente. Se incluye cualquier pared de forma individual de más de 60 cm. de ancho y el espacio de pared ocupado por paneles fijos en los muros exteriores, pero excluyendo los paneles corredizos en los muros exteriores, las longitudes de la pared se pueden medir continuamente incluyendo las esquinas de las zonas habitacionales

🕮 **E*spacio de pared del mostrador****:* En cocinas y comedores auxiliares se debe instalar salidas de tomacorriente en cada espacio de pared de más de 30 cm, de tal forma que cualquier punto a lo largo de la superficie de pared quede a no más de 60 cm de una salida de tomacorriente, medidos horizontalmente.

🕮 ***Mostradores en el centro de la cocina (islas).*** Se debe instalar por lo menos un tomacorriente en cada mostrador instalado de modo aislado en el centro de la cocina, cuya parte más larga tenga 60 cm y la más corta 30 cm.

📖 ***Mostradores unidos a la pared por un lado (penínsulas).*** En cada mostrador unido a la pared por un lado, cuya parte mas larga tenga 60 cm o mas y la parte mas corta 30 cm o mas, se debe instalar por lo menos una salida de tomacorriente. Un espacio de este tipo se mide desde el borde de la unión.

📖 ***Espacios Independientes.*** Para aplicar los anteriores requisitos se deben considerar espacios independientes los mostradores separados por refrigerados o lavaplatos. Las salidas debe estar ubicadas a no más de 50 cm por encima del mostrador. No se deben instalar mirando hacia arriba en las superficies de trabajo o mostradores.

📖 ***Cuartos de baño:*** Se debe instalar una salida de tomacorriente en la pared adyacente a cada lavamanos, esté o no en el cuarto de baño.

📖 ***Zonas de lavandería y planchado.*** En las unidades de vivienda se debe instalar como mínimo un toma corriente para lavadora y plancha.

📖 ***Sótanos y garajes:*** En todos los sótanos y garajes adjuntos y en los garajes independientes con instalación eléctrica se debe instalar por lo menos un tomacorriente.

📖 ***Recibidores y zonas similares.*** Los recibidores, vestíbulos, corredores, zaguanes y zonas similares, de 3 m de largo o más deben tener por lo menos un tomacorriente.

📖 ***Vitrinas.*** Encima de una vitrina debe instalarse directamente por lo menos una salida de tomacorriente por cada 3.6 m lineales o fracción de los mismos de la vitrina, medidos horizontalmente en su anchura máxima.

📖 ***Salidas para equipos de calefacción, congeladores y aire acondicionado.*** Se debe instalar una salida para tomacorriente monofásica en un lugar accesible para el servicio o mantenimiento de lso equipos de calefacción, congeladores y airea acondicionado en las azoteas, áticos y

espacios bajo el suelo. Esta salida debe estar situada al mismo nivel y a menos de 8 m de los equipos.

🕮 Los tomacorrientes instalados en circuitos ramales de 15 y 20 A deben tener polo a tierra.

8.2.2.2. Salidas mínimas de alumbrado.

🕮 ***Unidad o unidades de vivienda:*** En cada cuarto habitable, cuartos de baño, recibidores, escaleras, garajes anexos, e independientes y en el exterior de las entradas y salidas al exterior, debe instalarse al menos una salida para alumbrado con un interruptor de pared. Cuando se instalen salidas para alumbrado en escaleras interiores, debe haber en cada planta un interruptor de pared que permita encender y apagar la luz.

🕮 ***Habitaciones de huéspedes:*** En las habitaciones de hoteles o moteles se debe instalar por lo menos una salida de alumbrado con interruptor de pared o tomacorriente controlada por interruptor.

🕮 ***Otros lugares:*** En todos los áticos, cerca de equipos que requieran revisión, como los de refrigeración o aires acondicionados o espacios bajo el piso se debe instalar una salida para alumbrado con un interruptor de pared. El interruptor se debe localizar en el punto de entrada al ático o al espacio bajo el piso y la salida de alumbrado se debe instalar cerca del equipo que haya que revisar.

8.2.3. Circuitos ramales.

Las instalaciones internas serán alimentadas por circuitos ramales, los cuales se derivarán de tableros de distribución.

8.2.3.1. Número de circuitos ramales.

📖 El número mínimo de circuitos ramales se debe establecer a partir de la carga total calculada y la capacidad nominal de los circuitos utilizados.

📖 Los circuitos ramales se deben clasificar según la capacidad de corriente máxima o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Deben tener una capacidad de corriente no menor a la carga máxima que van a alimentar.

📖 Debe existir uno o más circuitos ramales de más de 20 A para pequeños artefactos y para tomacorrientes como se establece en numeral 8.2.2.1.

📖 Debe existir al menos un circuito ramal de 20 Amperios para conectar las salidas de tomacorriente para lavandería y planchado, este circuito no debe tener otras salidas.

📖 ***Cargas permisibles.*** En ningún caso la carga debe exceder a la corriente nominal del circuito ramal. Está permitido que un circuito ramal individual alimente cualquier tipo de carga dentro de su valor nominal. Un circuito ramal que suministre corriente a dos o más salidas o tomacorrientes, sólo debe alimentar las cargas especificadas de acuerdo con los siguientes ítems (a) a (d) y resumidos en la tabla 4**.**

(a) Circuitos ramales de 15 y 20 A. Se debe permitir que un circuito ramal de 15 o 20 A suministre corriente a unidades de alumbrado, a otros equipos de utilización o a una combinación de ambos. La corriente nominal de cualquier equipo de utilización conectado mediante cordón y clavija no debe superar el 80% de la corriente nominal del circuito ramal. La capacidad total del equipo de utilización fijo en su lugar, no debe superar el 50% de la capacidad de corriente del circuito ramal cuando se alimenten unidades de alumbrado o equipos de utilización conectados con cordón y clavija no fijos en el sitio, o a ambos a la vez.

(b) Circuitos ramales de 30 A. Se debe permitir que un circuito ramal de 30 A alimente a unidades fijas de alumbrado con portabombillas de servicio pesado, en edificaciones distintas a las viviendas, o a equipos de utilización en cualquier ocupación. La corriente nominal de cualquier equipo de utilización conectado con cable y clavija no debe superar el 80% de la corriente nominal del circuito ramal.

(c) Circuitos ramales de 40 y 50 A. Se debe permitir que un circuito ramal de 40 o 50 A alimente equipos de cocina fijos en cualquier ocupación. En edificaciones que no sean para vivienda, se debe permitir que tales circuitos alimenten unidades de alumbrado fijas con portabombillas de servicio pesado, unidades de calefacción por infrarrojos u otros equipos de utilización.

(d) Circuitos ramales de más de 50 A. Los circuitos de más de 50 A sólo deben alimentar a salidas de cargas que no sean para alumbrado.

CORRIENTE NOMINAL DEL CIRCUITO	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
Conductores (Calibre mínimo) * :					
Alambres del circuito	2,08(14)	3,3(12)	5,25(10)	8,36(8)	13,29(6)
Salidas derivadas	2,08(14)	2,08(14)	2,08(14)	3,3(12)	3,3(12)
Alambres y cordones de artefactos					
Protección contra sobrecorriente.	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
Dispositivos de salida: Portabombillas permitidos Capacidad nominal del tomacorriente **	Cualquier tipo 15 A máx.	Cualquier tipo 15 o 20 A	Servicio pesado 30 A	Servicio pesado 40 o 50 A	Servicio pesado 50 A
Carga máxima	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A

CORRIENTE NOMINAL DEL CIRCUITO	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
Carga permisible para equipos conectados mediante cordón y clavija	80%	80%	80%	Véase item 4.1.3.1-c	Véase item 4.1.3.1-c
Carga permisible para unidades fijas o de alumbrado.	50%	50%		Véase item 4.1.3.1-c	Véase item 4.1.3.1-c

* Estos calibres se refieren a conductores de cobre en mm^2 y entre paréntesis AWG.

Tabla 4. Requisitos de los circuitos ramales.

📖 Cuando se trate de circuitos que alimenten motores se deben seguir lo dispuesto en el capítulo IV de la NTC 2050.

📖 El conductor del neutro tendrá el mismo calibre de las fases, Cuando se trate de circuitos que alimenten cargas de tipo no lineal (cargas del tipo electrónico exclusivamente) el área de la sección transversal del neutro debe ser al menos el 173% del área del mayor conductor de fase.

📖 Todos los circuitos ramales deben llevar un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el la tabla 20. Capitulo 2.

📖 Los ductos para circuitos ramales se seleccionaran de acuerdo al número de conductores y el calibre de los mismos, de tal forma que no exceda lo establecido en las tablas 104 y 105, Capítulo 11. (Número máximo de conductores por ducto).

📖 En las unidades de vivienda y en las habitaciones de huéspedes de hoteles, moteles y establecimientos similares, la tensión no debe superar los 120V nominales entre los conductores que den suministro al alumbrado y tomacorrientes de fuerza con cargas menores a 1.440 VA conectadas con cordón y clavija.

📖 Los conductores de los circuitos ramales que alimentan cargas distintas de artefactos de cocina, y cargas portátiles, deben tener una capacidad de corriente suficientes para las cargas conectadas y una sección transversal no menor a 2,08 mm2 (14 AWG)

📖 Los conductores de circuitos ramales y los equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad de corriente nominal o ajuste que no supere lo especificado en la NTC 2050 art. 240-2 , 240-3 y 210-21

8.2.3.2. Código de color de los circuitos ramales

a. El conductor neutro de un circuito ramal se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris natural
b. El conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito ramal se debe identificar con un color verde continuo o un color verde con una o mas bandas amarillas, excepto se está desnudo.

8.2.4. Tableros de distribución.

Los tableros de distribución se seleccionaran de tal forma que tengan la capacidad suficiente de alojar la totalidad de los circuitos ramales derivados de ellos y dejando un margen de capacidad para futuras ampliaciones, cada circuito debe tener su protección independiente.

El tablero de distribución, es decir el gabinete o panel de empotrar o sobreponer, accesible solo desde el frente, debe construirse en lamina de

acero, de espesor minimo de 0,9 mm para tableros hasta 12 circuitos y en lamina de acero de espesor minimo 1,2 mm para tableros desde 13 a 42 circuitos. Los encerramientos de estos tableros deben resistir los efectos de la humedad y la corrosión, verificados mediante pruebas bajo condiciones de rayado en ambiente salino, durante al menos 400 hrs sin que la progresión de la corrosión en la raya sea mayor a 2 mm. Los compuestos químicos utilizados en la elaboración de las pinturas para aplicarse en los tableros, no deben contener TGIC (Isocianurato de Triglicidilo).

La protección de cada circuito se hará mediante interruptor automático enchufable con capacidad interruptiva superior a la corriente de cortocircuito resultante en el punto de instalación con un mínimo de 5 kA, su capacidad de corriente nominal o ajustada se selecciona de tal manera que sea igual o la inmediatamente superior a la carga instalada del circuito ramal.

Un interruptor automático debe fijarse en una posición tal que al conectarse el circuito alimentador llegue al terminal de línea y la salida se conecte a los terminales de carga. Las especificaciones de corriente y tensión no pueden ser menores a los valores nominales de los circuitos que controla. Deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se debe permitir su modo normal de funcionamiento, por ejemplo eléctrico o neumático, si además cuentan con medios para su accionamiento manual.

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

Cuando los circuitos alimenten motores el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de transportar la corriente de arranque del motor, además se debe tener en cuenta los criterios establecidos en la NTC 2050 sección 430.

Cuando se trate de circuitos polipolares el interruptor automático deberá tener disparo simultáneo de todos los polos por falla en uno de ellos. En el caso de tableros con totalizador general, su capacidad se selecciona siguiendo el

mismo criterio establecido para circuitos ramales, teniendo en cuenta para efectos de cálculo, la demanda máxima proyectada a 15 años, de la carga atendida por este tablero. Los contactos de los circuitos automáticos enchufables tendrán una capacidad superior a la del automático de mayor capacidad instalada en el tablero. El barraje y/o bornes de entrada tendrán una capacidad igual o superior a la capacidad nominal del conductor de la acometida parcial o subacometida.

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

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

Un tablero de distribución debe tener adheridad de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información:

a. Tensión(es) nominal(es) de operación.
b. Corriente nominal de operación.
c. Número de fases.
d. Número de hilos (incluyendo tierras y neutros).
e. Razón social o marca registrada del fabricante.
f. El símbolo de riesgo eléctrico.
g. Cuadro para identificar los circuitos.

Se deben elaborar cuadros de carga por cada tablero de distribución, en el que se consignará para cada circuito la siguiente información:

- Cantidad de salidas de alumbrado.
- Cantidad de tomacorrientes normales.
- Cantidad de tomacorrientes especiales.
- Salidas especiales para motores.
- Carga instaladas por fase en Vatios.
- Carga instalada en Voltamperios.

- Factor de potencia a utilizar.
- Corriente total por circuito.
- Tipo y calibre del conductor seleccionado.
- Protección seleccionada.

8.2.5. Carga instalada.

El cálculo de la carga instalada se efectuará siguiendo lo establecido en la tabla 5, para carga de iluminación por metro cuadrado de vivienda construida, circuitos para pequeños artefactos y circuitos de lavandería y planchado.

De acuerdo a los criterios de la NTC 2050 se consideran las siguientes disposiciones:

Carga mínimas para instalaciones residenciales:

- 32 VA/m2 para el alumbrado en el sector residencial.
- Mínimo 1 circuito para pequeños artefactos de 1500 VA.
- 1 circuito de 1500 VA para lavadora y plancha.

Para el cálculo de los voltamperios para alumbrado general se debe tener en cuenta solo el área de la edificación que se encuentra totalmente construida, se excluyen las zonas de parqueaderos, garajes o patios, se deben ubicar salidas de acuerdo a la sección 8.2.2.

Para cada salida se debe especificar como mínimo 180 VA, o la potencia nominal aparente del artefacto proyectado. La carga de iluminación por metro cuadrado para distintos tipos de instalaciones se presenta a continuación.

TIPO DE OCUPACIÓN	CARGA UNITARIA (VA/m^2)
Cuarteles y auditorios	10
Bancos	38 **
Barberías y salones de belleza	32
Iglesias	10
Clubes	22
Juzgados	22
Unidades de vivienda *	32
Garajes públicos (propiamente dichos)	5
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina *	22
Edificios industriales y comerciales	22
Casas de huéspedes	16
Edificios de oficinas	38 **
Restaurantes	22
Colegios	32
Tiendas	32
Depósitos	2,5

TIPO DE OCUPACIÓN	CARGA UNITARIA (VA/m^2)
En cualquiera de los lugares anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares: Lugares de reunión y auditorios	10
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras.	5
Lugares de almacenaje.	2,5

Tabla 5. Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación.

* Todas las salidas de tomacorriente de uso general de 20 A nominales o menos en unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en las habitaciones de los de hoteles y moteles, se deben considerar como salidas para alumbrado general y en tales salidas no serán necesarios cálculos para cargas adicionales.

** Además se debe incluir una carga unitaria de 10 VA por metro cuadrado para salidas de tomacorriente de uso general cuando no se sepa el número real de este tipo de salidas de tomacorriente.

8.2.6. Demanda máxima.

El cálculo de la demanda máxima se hará aplicando los factores de demanda establecidos en la Tabla 14, este factor se debe aplicar a la carga calculada de iluminación por metro cuadrado, carga de pequeños aparatos y carga de lavadora y plancha.

Para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, cocinas en mostradores y otros artefactos domésticos de cocina de capacidad nominal superior a 1,75 kW se permiten aplicar los factores de demanda que se presentan en la tabla.220-19 de la NTC 2050 del 28 de Noviembre de 1998.

8.2.7. Tubería para instalaciones eléctricas.

De sección circular con acoplamientos, conectores y accesorios integrados o

asociados, certificada para la instalación de conductores eléctricos. Esta hecha de un material resistente a la humedad, a atmosferas químicas y retardante de la llama.

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

En edificaciones de más de tres pisos, las tuberías eléctricas no metálicas flexibles deben ir dentro de cielorrasos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego de máximo 15 minutos. No se acepta el uso de tubería 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 trescientos (300) a no ser que estén certificados para mayos tensión.

No debe instalarse tubería eléctrica no metálica en lugares expuestos a daños físicos severos que la fracturen 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 canaletas no metálicas en instalaciones ocultas (excepto cuando atraviesen muros o paredes), donde estén sujetas a severo daño físico, en los espacios vacíos de ascensores, en ambientes con temperaturas superiores a las certificadas para la canalización o para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la canaleta.

8.2.8. Protección de edificaciones contra descargas atmosféricas.

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, debe tener un sistema integral de protección, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa o indirecta a descargas atmosféricas, teniendo en cuenta lo establecido por la NTC 4552.

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 de disminuir sus efectos, que pueden ser de tipo electromagnético, mecánico o térmico. En todos los casos se deben realizar los análisis de los niveles de tensión de paso, de contacto y transferidas, para garantizar que una persona con una resistencia de 1000 Ω no vaya a soportar más de 30 J.

❖ ***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 tratada como una terminal de captación; no se deben utilizar terminales de captación o pararrayos con elementos radiactivos.

A continuación se presentan las características que deben cumplir los terminales de captación.

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

TIPO Y MATERIAL DEL TERMINAL.		DIÁMETRO MÍNIMO (mm).	ESPESOR MÍNIMO (mm).	CALIBRE MÍNIMO AWG	ANCHO (mm)
	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
Laminas	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 6. Características de los terminales de captación.

❖ ***Bajantes:*** Los 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 (AWG)	*Aluminio (AWG)*
Menor que 25 m	2	2	1/0
Mayor que 25 m	4	1/0	2/0

Tabla 7. Requisitos para bajantes de protección contra rayos.

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, los bajantes deberán ir en ductería galvanizada de un diámetro mínimo de 3/4".

Se admite el uso de acero inoxidable y acero galvanizado en caliente para bajantes. En el caso de usar alambre, la sección no debe ser menor a 50 mm^2 y su diámetro no debe ser menor a 8 mm. Para el caso de cable de acero inoxidable la sección no debe ser inferior a 70 mm^2 y cada alambre no inferior a 1,7 mm de diámetro. Para cable de acero galvanizado en caliente, la sección no debe ser menor a 50 mm^2 y cada alambre no inferior a 1,7 mm de diámetro. Estos requisitos son adoptados de la IEC 62305-3.

Los fabricantes de electrodos de puesta a tierra, deben garantizar que la resistencia a la corrosión de cada electrodo, sea mínimo de 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 y estar identificado con el nombre del fabricante.

Los conductores, encerramientos, estructuras y otras partes metálicas de equipos eléctricos no portadores de corriente, se deben mantener alejados como mínimo a 1.8 m de los conductores de los bajantes de los pararrayos, cuando no sea posible se deben conectar equipotencialmente a dichas bajantes.

Requisitos de instalación de electrodos:

- 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

8.2.9. Requisitos para instalaciones hospitalarias.

- El adecuado diseño, construcción, pruebas de puesta de 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 oxido de esterilización por oxido de etileno ya que por ser inflamable y tóxico, deben tener sistema de extracción de gases.
- 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 en operación dentro de los 10 segundos siguientes al corte de energía del sistema normal. Además debe poseer un sistema de transferencia automática.
- Se debe efectuar una adecuada coordinación de protecciones eléctricas para garantizar la selectividad necesaria, conservando así al máximo la continuidad del servicio.
- 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 de un sistema de potencia aislado no puesto a tierra, en áreas medicas criticas , donde una falla en la alimentación pone en riesgo la vida del paciente
- En áreas húmedas como piscina, baños y tinas terapéuticas bajo condiciones de falla puede ser admitida, debe instalarse un interruptor diferencial de falla a tierra, para la protección de las personas contra electrocución , así como a baños, así estos se encuentren o no dentro de un baño.
- Cumplir los requisitos de la NTC 2050 en especial la sección 517.

8.2.10. Instalación de tomacorrientes, interruptores y salidas de alumbrado.

Las salidas de tomacorrientes, interruptores y alumbrado se deben instalar como se indica a continuación, tomando como referencia la superficie del piso y la base del dispositivo a instalar.

SALIDA.	UBICACIÓN	ALTURA MÍNIMA (m).		
		CUARTOS DE BAÑO	COCINA-PATIO.	OTRAS ÁREAS
Tomacorriente normal.	Horizontal	1,2	1,1	0,25
Interruptor.	Vertical	1,2	1,1	0,75
Interruptor y toma.	Vertical	1,2	1,1	1,1
Luz de aplique.	-	1,9	2,0	2,0
Timbre.	vertical	-	-	1,1

Tabla 8. Alturas mínimas para salidas de tomacorrientes y alumbrado.

Se podrán utilizar cajas diferentes a las normalizadas cuando se trate de aparatos cuyas características exijan compartimentos especiales.
Los interruptores se deben instalar siempre al conductor de fase, nunca al neutro. En la conexión del portalámpara, el neutro se debe instalar en la rosca. Los interruptores conmutables se deben instalar mediante el sistema de control de fase.

Para el encendido y apagado del interruptor se debe tener en cuenta lo siguiente:

Para interruptor sencillo el encendido será arriba y el apagado abajo; Para interruptor doble, triple o de interruptor y toma el encendido será hacia la izquierda y el apagado a la derecha.

8.2.11. Instalaciones en lugares especiales (peligrosos).

8.2.11.1.1. Descripción.

Son aquellos lugares en los que en condiciones normales de funcionamiento, puede haber concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables en los que frecuentemente, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, pueda haber concentraciones combustibles de dichos gases o vapores o en los que la rotura o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueda liberar concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y simultáneamente se pueda producir una avería en el equipo eléctrico de forma que se convierta en una fuente de ignición.

Nota:
Para determinar la clasificación del lugar, cada local, sección o área se debe considerar individualmente. Frecuentemente se puede ubicar la mayor parte de los equipos en lugares menos peligrosos o no peligrosos, con los que se reduce el número de equipos especiales necesarios.

8.2.11.2. Requisitos de instalación.

Se debe seguir los requerimientos especificados en la sección 500 de la NTC 2050 revisión de 1998, a continuación se presentan apartes más relevantes.

a- Para transformadores y condensadores que contengan líquidos inflamables se deben instalar en bóvedas que cumplan las mismas condiciones establecidas para transformadores en interiores que se describen en el capítulo 4, además deben cumplirse las siguientes condiciones:

- No debe haber puerta ni otra abertura entre la bóveda y lugar de división.
- Debe haber una buena ventilación para la remoción continua de los gases o vapores inflamables.

❖ Las aberturas de ventilación deben desembocar en un lugar seguro fuera de la instalación.
❖ Los ductos y las aberturas de ventilación deben ser de sección suficiente para aliviar las presiones causadas por explosiones dentro de la bóveda.

b- Los medidores, instrumentos y relés, los transformadores de instrumentos, las resistencias, los rectificadores y tubos termoiónicos deben estar dotados de encerramientos a prueba de explosión y dotados de dispositivos de purga y presurización.

c- El alambrado se debe hacer en tubo conduit rígido metálico roscado NPT, tubo conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT o cables tipo MI con accesorios de terminación aprobados para estos lugares.

Todas las cajas, accesorios y juntas de unión deben ser roscadas para conectarlos a los tubos o terminaciones de los cables y deben ser a prueba de explosión. Las juntas roscadas deben tener por lo menos cinco (5) hilos que queden completamente metidos. Los cables tipo MI se deben instalar y soportar de modo que no se encuentren sometidos a esfuerzos de tensión en sus accesorios terminales.

Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en los terminales de motores, se debe utilizar accesorios flexibles certificados para este tipo de instalaciones y lugares.

d- *Sellado y drenaje*. El sellado de sistemas de tubería conduit debe cumplir las siguientes disposiciones:

❖ El compuesto sellante debe ser de un tipo aprobado para la aplicación y condiciones correspondientes. Se debe aplicar sellante a los accesorios terminales de los cables tipo MI para evitar que entre humedad o algún líquido en el aislante del cable.

❖ En cada tubo conduit que entre en un encerramiento para interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relés, resistencias u otros equipos que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas en condiciones normales de funcionamiento se debe instalar sellos cortafuego para tubería a menos de 0,5 m de dichos encerramientos.

❖ En tubos conduit de 2'' o más que entren en los encerramientos o accesorios que alberguen terminales, empalmes o derivaciones se instalará sellos cortafuego a menos de 0,5 m de dicho encerramiento.

❖ El cable debe estar sellado en todas sus terminaciones con accesorios después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee cada conductor individual aislado para minimizar el paso de gases y vapores.

❖ Cuando haya la posibilidad de que puedan quedar atrapados líquidos u otros vapores condensados dentro de los encerramientos para equipos de control en cualquier punto de un sistema de canalización, se deben proporcionar medios adecuados y aprobados para que eviten la acumulación o permitan drenar periódicamente dichos líquidos o vapores condensados.

e- *Interruptores, controladores de motores y fusibles*. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares deben ir dotados de encerramientos aprobados como un conjunto completo para uso en estos lugares.

f- *Equipos de alumbrado*. Cada equipo debe estar aprobado como un conjunto completo para este tipo de lugares y debe llevar rotulado la máxima potencia en vatios de la bombilla, para la cual esta aprobado el equipo. Cada equipo se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o mediante la utilización de rejillas protectoras.

Los equipos colgantes deben estar suspendidos y alimentados a través de tramos de tubo conduit metálico rígido roscado o tubo conduit intermedio de acero y las juntas roscada deben llevar tuercas de seguridad u otro medio

eficaz para evitar que se aflojen. Los tramos de más de 0,3 m se deben sujetar eficazmente para evitar su desplazamiento lateral. Las cajas o accesorios utilizados como soportes de los equipos de alumbrado, deben estar aprobados para su uso en estos lugares.

g- *Puesta a tierra*. El alambrado y los equipos en estos lugares se deben poner a tierra como se establece en el capítulo 2 y además cumplir lo siguiente:

❖ Las conexiones equipotenciales se deben hacer mediante accesorios u otros medios adecuados para este propósito, como medio de conexión equipotencial no se debe depender del contacto de las boquillas con contratuerca o doble contratuerca. Los medios para conexiones equipotenciales se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, armarios, etc. Involucrados entre estos lugares y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o de un sistema derivado independiente.

Cuando se utilice tubo metálico flexible o tubo metálico flexible hermético a los líquidos y se empleen estos tubos como único medio de puesta a tierra de los equipos, se debe instalar puentes de conexión equipotencial internos en paralelo con cada tubo conduit.



CAPÍTULO 9
ALUMBRADO PÚBLICO

CENS

CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 9.		3
9.	ALUMBRADO PUBLICO	3
9.1.	NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS.	3
9.2.	DISEÑO DE ILUMINACION.	4
9.2.1.	Generalidades.	4
9.2.2.	Clasificación de las vías.	5
9.2.2.1.	Clase de iluminación para diferentes tipos de vías.	5
9.2.2.2.	Criterios de calidad.	6
9.2.3.	Circuitos de alumbrado público.	8
9.2.4.	Criterios de diseño.	8
9.3.	DISEÑO ELECTRICO.	9
9.3.1.	Tipo de alimentación.	9
9.3.2.	Selección del conductor.	9
9.3.3.	Protecciones y control.	9
9.4.	CÁLCULO DEL DISEÑO.	10
9.5.	APOYOS PARA LUMINARIAS.	11
9.6.	SELECCIÓN DE CAJAS Y DUCTOS.	12
9.7.	BOMBILLAS.	12
9.8.	LUMINARIAS.	13
9.8.1.	Partes de la luminaria.	14
8.9.2	Requisitos Básicos de una Luminaria.	15
8.9.3	Protección del cuerpo de las Luminarias.	16
9.9.	PÉRDIDAS DE ENERGÍA.	17
9.10.	PROYECTORES.	18
9.11.	MANTENIMIENTO.	19
9.12.	COMPATIBILIDAD DE LAS LUMINARIAS.	20
9.13.	DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS.	20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normas de fabricación y pruebas. 3
Tabla 2. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías. 5
Tabla 3. Criterios según tipo de vía. 6
Tabla 4. Criterios de control. 7
Tabla 5. Características de las fuentes luminosas. 13
Tabla 6. Pérdidas máximas de las lámparas de alumbrado público. 17
Tabla 7. Factores de mantenimiento. 20
Tabla 8. Recomendaciones para la disposición de la luminaria 21

CAPÍTULO 9.

9. ALUMBRADO PUBLICO

9.1. NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS.

Las luminarias y sus elementos constitutivos deberán ser diseñados, fabricados y probados de acuerdo con lo establecido en las NTC (última revisión) que se describen a continuación:

NTC	OBJETO
900	Código Colombiano de Alumbrado Público.
1469	Casquillos y portabombillas para lámparas de iluminación general.
1470	Casquillos y portabombillas roscados E27 y E40. Dimensiones y galgas de verificación.
2069	Balastos para bombillas de vapor de mercurio de alta presión.
2117	Balastos para bombillas de alta intensidad de descarga, especificaciones.
2118	Balastos para bombillas de alta intensidad de descarga, ensayos.
2134	Condensadores fijos para aplicación en corriente alterna.
2230	Electrotecnia, luminarias.
2232	Portabombillas ‘’Edison’’ roscados.
2470	Dispositivos de fotocontrol intercambiables para iluminación pública. Especificaciones y ensayos.

NTC	OBJETO
3657	Eficiencia de balastos para bombillas de alta intensidad de descarga.
3200	Arrancadores para bombillas de sodio de alta presión.
1133	Balastos de reactancia para tubos fluorescentes.
1156	Productos metálicos y recubrimientos. Ensayos en cámara salina.
3279	Grados de protección dado por encerramiento de equipo eléctrico. [Grado IP].
3547	Electrotecnia. Controles de iluminación para alumbrado exterior.
4545	Métodos de ensayo para medición de pérdidas de potencia en balastos.

Tabla 1. Normas de fabricación y pruebas

9.2. DISEÑO DE ILUMINACION.

9.2.1. Generalidades.

Está comprobado que el color del medio ambiente produce en el observador reacciones psíquicas o emocionales. No se pueden observar reglas fijas para la elección del color apropiado con el fin de conseguir un efecto determinado, pues cada caso requiere ser tratado de una forma particular. Por tanto, un buen diseño luminotécnico es fundamental para cumplir con los factores deseados en la iluminación de cada área.

Para el diseño de una buena iluminación se debe tener en cuenta las siguientes condiciones esenciales:
a. Suministrar una cantidad de luz suficiente y la uniformidad adecuada.
b. Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
c. Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.

d. Utilizar fuentes luminosas del color adecuado y que aseguren una apropiada reproducción de los colores.

9.2.2. Clasificación de las vías.

9.2.2.1. Clase de iluminación para diferentes tipos de vías.

El tipo de iluminación de clasifica de las clases M1 a M5 que dependen de la funcionalidad de la vía, densidad, complejidad y separación y la existencia de medios de control de tráfico, se presentan en la tabla 2 y lo criterios admitidos para la determinación del tipo de vía se presenta en la tabla 3.

DESCRIPCIÓN DE LA VÍA	CLASE DE ILUMINACIÓN
Vías de alta velocidad con calzadas exentas de cruces a nivel y con accesos completamente controlados: autopistas expresas. Densidad del tráfico y complejidad de la vía Alto Medio Bajo	 M1 M2 M3
Vías de alta velocidad con doble sentido de circulación. Control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía. Escaso Suficiente	 M1 M2
Vías más importantesde tráfico urbano, vías circunvalares y distribuidoras. Control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía. Escaso Bueno	 M2 M3
Conectores de vías de poca importancia, vías distribuidoras	M4

DESCRIPCIÓN DE LA VÍA	CLASE DE ILUMINACIÓN
locales, vías de acceso a zonas residenciales. Vías que conducen a las propiedades y a las otras vías conectoras. Control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía. Densidad del tráfico y complejidad de la vía. Escaso Bueno	M5

Tabla 2. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías.

Tipo de vía	Velocidad de circulación (V) en km/h		Tránsito de vehículos (T) vehículos/h	
Vía M1	Muy importante	V > 90	Muy importante	T > 1000
Vía M2	Importante	60 < V < 90	Importante	500 < T < 1000
Vía M3	Media	30 < V < 60	Media	250 < T < 500
Vía M4	Reducida	V < 30	Reducida	100 < T < 250
Vía M5	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T < 100

Tabla 3. Criterios según tipo de vía

9.2.2.2. Criterios de calidad.

Para determinar si una instalación es adecuada y cumple con todos los requisitos de seguridad y visibilidad necesarios se establecen una serie de parámetros que sirven como criterios de calidad, como son:

- Luminancia media, Lm, debe ser mantenida a lo largo de la vida de la instalación y depende de la distribución de luz de la luminaria, el flujo luminoso de la bombilla y de las propiedades de reflexión de la calzada.
- Coeficiente de uniformidad global, Uo, es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio de la vía. Analiza el rendimiento

visual de la iluminación de la vía. Este criterio es importante puesto que controla la visibilidad mínima de la vía, pero puede afectar el confort.

- Coeficiente de uniformidad longitudinal, UL, es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia máxima, medidas sobre uno o varios ejes paralelos al eje principal de la vía. Analiza la comodidad visual de la iluminación en la vía.
- Incremento del umbral, TI, es una medida de la perdida de visibilidad causada por el deslumbramiento enceguecedor debido a las luminarias. El TI se calcula en la condición más desfavorable, es decir, con las luminarias limpias y con el flujo inicial de la bombilla.
- Coeficiente de iluminación en los alrededores, SR, es una medida de la iluminación en las zonas limítrofes de la vía. De esta manera se asegura que los objetos, vehículos o peatones que se encuentren allí sean visibles para los conductores.

Los requisitos para los criterios de calidad se encuentran en la tabla 4.

Clase de Iluminación	ZONA DE APLICACION				
	Todas las vías	Todas las vías	Todas las vías	Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Lm (cd/m2) Mínimo mantenido	Uo Mínimo	T.I. (%) Máximo Inicia	UL Mínimo	SR Mínimo
M1	2.0	0.4	10	0.5 a 0.7"	0.5
M2	1.5	0.4	10	0.5 0.7"	0.5
M3	1.0	0.4	10	0.5	0.5
M4	0.75	0.4	15	N.R.	N.R.
M5	0.5	0.4	15	N.R.	N.R.

Tabla 4. Criterios de control

9.2.3. Circuitos de alumbrado público.

Los circuitos de baja tensión de alumbrado público serán aéreos en vías clasificadas como tipo M3, M4 y M5.

Los circuitos de baja tensión de alumbrado público serán subterráneos en los siguientes casos:

- En vías clasificadas como M1 y M2 o donde exista red de baja tensión subterránea.
- En urbanizaciones de estratos definidos como 4, 5, y 6.
- En zonas de conservación histórica.
- En aquellas zonas que por su desarrollo comercial y urbano lo requieran por disposición de CENS S.A. E.S.P.

El circuito de alumbrado público será independiente de la red de baja tensión, 2 hilos en conductor de cobre o aluminio aislado en el calibre adecuado para una regulación en la última luminaria acorde con lo establecido en la norma NTC 1340.

Para las canalizaciones exclusivas de redes subterráneas de alumbrado público se instalaran 2 ductos, uno principal y otro de reserva.

Para las acometidas desde la red subterránea de alumbrado público a la luminaria, se utilizan 2 alambres de cobre No. 14 AWG-THW en ducto metálico galvanizado de ½" con capacete para postes de concreto.

Para evitar hurtos de energía también se puede utilizar el cable con neutro concéntrico de cobre 2x14 AWG 600 V para la conexión de la luminaria en red aérea.

9.2.4. Criterios de diseño.

Los criterios que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de un diseño de iluminación de alumbrado público son:

- Tránsito de peatones.
- Necesidad de tener en cuenta los colores.
- Disposición de la vía (recta, curva, número de carriles de circulación, reglas de tránsito, superficie de la vía).
- Puntos particulares sobre la vía (cruces, puentes y alrededores).
- Tipo de iluminación: Depende de la velocidad de circulación, tránsito de vehículos y peatones, e influencia de los colores.
- Tipo de luminaria y fuente.
- Localización de las luminarias: depende de la altura de los soportes, las interdistancias y la disposición de luminarias. Estos factores, varían según el tipo de iluminación que vaya a tener la vía.

9.3. DISEÑO ELECTRICO.

9.3.1. Tipo de alimentación.

Será a 220 o 440 V derivada de subestación bifásica o trifásica.

Cuando la red sea aérea en cable trenzado se energizarán las luminarias de las cajas de derivación de dos de las fases a través de cable de cobre aislado concéntrico 600 V 2x14 AWG ó directamente de la red a través de conectores de tornillo con chaqueta aislante.

9.3.2. Selección del conductor.

El conductor seleccionado se hará siguiendo los criterios de diseño de redes de baja tensión y de regulación de acuerdo con lo establecido en el numeral 2.4.2. Capítulo 2 y su calibre mínimo a utilizar será de Aluminio en calibre No. 4 AWG y de Cobre en calibre No. 6 AWG.

9.3.3. Protecciones y control.

Todos y cada uno de los circuitos de alumbrado público deben tener su control

de encendido y apagado automático. En vías M3, M4 y M5 las luminarias poseerán control central y debe estar instalado en una caja hermética, para intemperie y en un apoyo diferente a la subestación que alimenta el circuito y para luminarias sobre vías tipo M1 y M2 el control del alumbrado se hará en forma individual, mediante foto controles instalados en cada luminaria.

La red exclusiva de alumbrado público se protegerá con interruptores automáticos o fusibles tipo cartucho según norma aplicable. La bobina de los contactores se deberá proteger con un fusible de 2 amperios.

Para control del sistema de alumbrado público en red de distribución trenzada se utilizarán fotoceldas individuales con capacidad nominal de acuerdo a la carga instalada.

Se recomienda que el elemento sensor esté orientado en la dirección Norte – Sur.

9.4. CÁLCULO DEL DISEÑO.

Dentro del diseño del alumbrado público es necesario cumplir con unas condiciones mínimas de calidad en el servicio. Mediante métodos de ingeniería se realiza el cálculo del diseño teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Inclinación de la luminaria.
- Altura del punto de luz.
- Altura de montaje.
- Ancho de la calzada.
- Interdistancia de luminarias.
- Posición de avance o retraqueo e inclinación de la luminaria.
- Tipo de lámpara.
- Características fotométricas del pavimento.
- Características fotométricas de las luminarias (matriz espacial de intensidades luminosas, tipo de luminaria utilizada).
- Cuadrícula de cálculo de Luminancias e Iluminancias.

- Posición del observador en el plano de la instalación.

Los resultados obtenidos mediante los métodos de ingeniería establecen las características del diseño. Éstas características son:

- La Luminancia de cada uno de los puntos de la cuadrícula en servicio.
- La Luminancia media en servicio.
- El coeficiente de uniformidad global.
- El coeficiente de uniformidad longitudinal.
- Limitación del deslumbramiento causado por la instalación.
- Coeficiente de iluminación en los alrededores.

El proyecto debe además soportar las condiciones ambientales propias de la región. Éstas son:

- Instalación a la intemperie.
- Exposición a la lluvia, vibración, contaminación atmosférica, polvo e insectos.
- Temperatura ambiente entre -3°C y 40°C.
- Humedad relativa del 95%.
- Utilización del viento hasta 100km/h.
- Altura sobre el nivel del mar entre 0 y 3000m

Los cálculos deben ser realizados de acuerdo con la metodología descrita en la norma CIE 30 o una equivalente IES; el diseñador deberá indicar en su proyecto la metodología indicada.

9.5. APOYOS PARA LUMINARIAS.

- Se utilizarán apoyos metálicos en las iluminaciones en vías tipo M1 y M2.
- Se utilizarán apoyos metálicos o de concreto en las iluminaciones en vías tipo M3, M4 y M5, pudiéndose utilizar la postería de red de baja tensión aérea.

❖ Los postes metálicos para instalación en vías públicas llevarán en la base un recubrimiento protector en concreto reforzado y de las dimensiones y distribución indicadas en la

RECOMENDACIONES DE UBICACIÓN DE LUMINARIAS

La interdistancia recomendada para luminarias de 4,5 m de alto será 15 m . Ésta variará según el tipo de luminaria y según el proyecto. En el casos que se enfrenten luminarias, la distancia mínima entre las mismas será 30m. En ningún caso se deberán ubicar luminarias a espaldas y cerca a una fachada. Debido a las distancias de postes con iluminación vehicular, se recomienda intercalar las luminarias peatonaleș.Se deberán ubicar las luminarias a una distancia mayor de 2,5 m respecto a señales de transito y semáforos, para permitir la visibilidad de las mismaș.Se deberán ubicar las luminarias a una distancia mayor de 5 m respecto al tronco de un árbol cercano. Debe restringirse al máximo la utilización del poste con un solo soporte La luminaria con un solo soporte debe iluminar la vía.

9.6. SELECCIÓN DE CAJAS Y DUCTOS.

Para la selección de cajas y ductos se tendrá en cuenta lo indicado en los numerales 11.3. y 11.7. Capítulo 11.

9.7. BOMBILLAS.

Las bombillas solicitadas estarán especialmente diseñadas para aplicaciones en alumbrado vial y serán aptas para funcionar permanentemente en posición horizontal, sin disminuir sus características luminosas ni su vida útil; así mismo estarán diseñadas para trabajar con balastos tipo reactor o autorregulado y se debe garantizar su adecuada operación con tensiones de alimentación entre el 92% y 106% del valor de tensión nominal.

Cada bombilla, según su potencia y tensión debe garantizar el flujo normal.

CARACTERÍSTICA	LUZ MIXTA	MERCURIO	METAL HALIDE	VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN
Color de la luz.	BLANCO AMARILLO	BLANCO	BLANCO	BLANCO DORADO
Potencia (W).	100-500	50-1000	70-1500	50-1000
Flujo luminoso(Lm)	1150-8900	1700-52000	5000-110000	4000-140000
Eficacia Luminosa(Lm/W)	11,5-17,5		71-73	80-140
Fuentes luminosas individuales.	18-25	34-52	71-109	78-140
Vida útil (h)	4000	23000	5000-13600	24000
Influencia de las fluctuaciones de tensión.				
a. Sobre el flujo luminoso.	Importante	Sensible	Sensible	Sensible
b. Sobre la vida	Importante	Débil	Débil	Sensible

Tabla 5. Características de las fuentes luminosas.

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).

Las bombillas utilizadas en alumbrado público deberán reponerse cuando la emisión del flujo luminoso haya descendido al 70 % de su valor inicial

9.8. LUMINARIAS.

Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación

y protección de las bombillas. Pero no las bombillas mismas y, donde sean necesario los circuitos auxiliares, con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

9.8.1. Partes de la luminaria.

Las luminarias se componen, entre otras, de las siguientes partes:

a) Reflector: Elemento de la luminaria cuyo propósito es tomar aquella porción de luz emitida por la bombilla que de otra manera se habría perdido o se habría mal utilizado, y redirigirla en un patrón de distribución de luz deseable. Se diseñan los reflectores para trabajar ya sean solos o en combinación con un refractor. Los reflectores diseñados para operar con un refractor, nunca deben utilizarse sin éstos.
De acuerdo con el factor de reflexión, los reflectores se clasifican en reflectores de superficie difusa y reflectores de superficie especular.

El tamaño del conjunto óptico debe garantizar que las temperaturas no lleguen a los valores críticos en las partes importantes de la bombilla, tales como el punto de unión entre el bulbo y el casquillo y no sobrepasen las temperaturas máximas de funcionamiento de los elementos que conforman la luminaria. Adicionalmente debe garantizar que no sobrepase el incremento de tensión en bornes de bombilla para sodio, según lo establecido por la norma IEC 60662 y que pueda afectar seriamente la vida útil de la misma.

b) Refractor o Difusor: Elemento de la luminaria usado para alterar la distribución espacial del flujo luminoso de una fuente, por el proceso de refracción de la luz, así como garantizar el IP de la luminaria. Generalmente el refractor está construido de vidrio o policarbonato mejorado al impacto, compuesto de prismas o facetas, destinados a orientar los rayos luminosos de acuerdo con las direcciones requeridas.

C) Protector: Elemento traslúcido de vidrio, policarbonato de alto impacto con protección UV o acrílico mejorado al impacto con protección UV, que se utiliza

en lugar del refractor y sirve para proteger la bombilla y el reflector de los agentes externos, así como garantizar el IP de la luminaria.

D) Cuerpo de la luminaria: Las especificaciones técnicas correspondientes al cuerpo de la luminaria están referidas fundamentalmente a cuerpos fabricados en aluminio por el proceso de coquilla o de inyección.
Todas las luminarias para ser instaladas deben garantizar mediante certificación de pruebas realizadas por laboratorios acreditados en Colombia o internacionalmente, las condiciones mínimas de resistencia mecánica, estabilidad a la temperatura, resistencia a la acción de los rayos ultravioleta y agentes contaminantes, establecidas en la norma NTC 2230 para cuerpos fabricados en aluminio.
La unión entre el cuerpo y el soporte de la luminaria, debe proveer una alta resistencia y rigidez mecánica, que evite el movimiento de la luminaria con la vibración de los postes. Igualmente, los elementos que se coloquen en la luminaria, deben fijarse de tal manera que no se produzcan fallas mecánicas, causadas por la vibración a que está sometida continuamente la luminaria.

El acabado exterior del cuerpo de la luminaria debe ser de color gris aluminio, similar al aluminio metalizado (RAL 7004), garantizando la adherencia de la pintura y estabilidad del color contra rayos ultravioleta.

9.8.2. Requisitos Básicos de una Luminaria.

a) ***Requisitos Fotométricos***.
- Reparto de flujo luminoso.
- ·Cumplimiento de los parámetros garantizados en el diseño de iluminación (de acuerdo con la Norma CIE-115 de 1995 y NTC 900).
- Alta eficiencia lumínica.
- Alto coeficiente de utilización.

b) ***Requisitos mecánicos y eléctricos***.
- Servir de soporte y protección para los dispositivos eléctricos alojados en su interior.
- Ser de fácil instalación y mantenimiento.

- Permitir fácil ventilación del sistema eléctrico y del conjunto óptico, sin que sobrepase la temperatura máxima que puede soportar cada uno de los elementos que la constituyen (de acuerdo con la condición más exigente entre la recomendación de fabricante y el requisito de norma).
- Ser eficiente y compacta.
- Las luminarias clase I, deben estar provistas en su interior de un terminal adecuado, en contacto con el cuerpo de la luminaria, para permitir su conexión a tierra.

*c) **Requisitos estéticos.***
Las luminarias de alumbrado público, encendidas durante la noche o apagadas en el día, deben armonizar con el ambiente e integrarse con el amoblamiento del sitio de instalación.

9.8.3. Protección del cuerpo de las Luminarias.

En todos los casos el conjunto óptico de las luminarias deben tener como mínimo un índice de protección IP65 según la resolución CREG 070 de 1998 numeral 8.2.

En las especificaciones de las luminarias se debe tener en cuenta el tipo de protección contra choque eléctrico y el grado de hermeticidad.

- Grado de Hermeticidad y Protección Mecánica de las Luminarias.

Las luminarias deben cumplir con un grado de hermeticidad específico, para el conjunto eléctrico y otro para el conjunto óptico.

La clasificación para indicar el grado de protección consiste en las letras de denominación IP, seguidas de dos dígitos (números característicos), que indican la conformidad con las condiciones establecidas en las recomendaciones IEC 60529 y 60598 y las letras de denominación IK, seguidas de dos dígitos (números característicos) que indican la conformidad con las condiciones establecidas en las normas EN-50102.

Los códigos IP son la marca principal en las luminarias, pero pueden usarse símbolos normalizados adicionales con los dígitos correspondientes. A continuación se indica el grado de protección:

i. Primer dígito: Protección del equipo contra la entrada de cuerpos extraños sólidos. Corresponde al primer número y comprende siete grados, desde el grado 0 –sin protección hasta el grado 6 –totalmente protegido contra polvo-.
ii. Segundo dígito: Protección del equipo dentro de la cubierta contra entrada de agua. Corresponde al segundo número y comprende nueve grados, desde el grado 0 –sin protección hasta el grado 8 –protegido contra los efectos prolongados de inmersión bajo presión-.
iii. Índice IK: (3 y 4 digito) Protección mecánica del cuerpo de la luminaria y/o refractor o cubierta contra choques de cuerpos sólidos. Número que comprende diez grados que van desde el grado 00 –sin protección- hasta el grado 09 - Energía de choque 20,0 J. (5 kg, a una distancia de 40 cm).

9.9. PÉRDIDAS DE ENERGÍA.

El diseño del sistema de alumbrado público debe realizarse mediante luminarias del tipo horizontal cerrada y bombillas de la mejor tecnología.

La instalación del sistema debe cumplir con una regulación máxima del 3%. Las pérdidas producidas por la luminaria están asociadas fundamentalmente al balasto utilizado. En la tabla 6 se presentan los valores permitidos.

	BALASTOS TIPO REACTOR							BALASTOS AUTOREGULADOS (CWA)		
TIPO DE BOMBILLA	MERCURIO			SODIO				SODIO		
POTENCIA	125 W	250 W	400 W	70W *	150W**	250W	400 W	150 W	250 W	400 W
PÉRDIDA MÁXIMA	12	19	27	11	19	29	40	40	51	79

* Sólo para bombillas con tensión de 90 V.
** Sólo para bombillas con tensión de 100 V.

Tabla 6. Pérdidas máximas de las lámparas de alumbrado público.

9.10. PROYECTORES.

El proyector es una luminaria que por medio de lentes o espejos concentra la luz, en un ángulo sólido determinado por su sistema óptico, lo cual permite conseguir una intensidad luminosa elevada.

El sistema de fijación de los proyectores debe contar con elementos de graduación vertical y horizontal, que permiten una orientación y fijación adecuada a las condiciones del espacio y a los requerimientos fotométricos de la aplicación específica.

Adicionalmente, se debe explicar el manejo del reglaje en las diferentes posiciones, en relación con el comportamiento fotométrico, para satisfacer los requerimientos establecidos en el diseño. Igualmente, el elemento de soporte del portabombilla debe ser suficientemente seguro para impedir desajuste o descalibración de la posición de la bombilla debido a los movimientos y vibración a que está sometido durante el transporte, montaje y operación. Los proyectores se clasifican, de acuerdo con la distribución luminosa en:

- Proyectores circulares: Se caracterizan por tener un haz simétrico de forma cónica, que puede ser estrecho (semiconcentrante o concentrante) o ancho (disperso).

- Proyectores rectangulares: Pueden ser del tipo de distribución simétrico, tanto en el plano horizontal (haz ancho) como en el plano vertical (haz ancho o estrecho).

Otra forma de clasificar los proyectores, es de acuerdo con el tipo de construcción y el uso:

- Proyectores clase HID: Proyector cerrado para trabajo pesado con carcasa exterior, con reflector separado y removible.

- Proyectores clase GP: Proyector cerrado para uso general, con carcasa exterior que también puede cumplir la función de reflector.
- Proyectores clase O: Proyector tipo abierto (sin protector).

- Proyectores clase IO: Proyector abierto, similar al de clase O, el cual contiene un reflector auxiliar, interno, removible para modificar el haz.

De acuerdo con la aplicación el proyector debe cumplir con los índices de protección (IP) e índice al impacto (IK) señalados para las luminarias.

9.11. MANTENIMIENTO.

Es buena práctica mantener el nivel lumínico de una instalación por encima del 70% de su nivel nominal. Para este efecto el mantenimiento de las instalaciones de iluminación comprende esencialmente cinco aspectos:

- Operar las luminarias a tensión y corriente nominales.
- El reemplazo de las fuentes luminosas.
- Limpieza de luminarias.
- Mantenimiento eléctrico en general.
- La presencia de ramas y follaje frondoso de los árboles, puede obstruir gravemente la llegada de la luz sobre la calzada. Una poda adecuada realizada por personal autorizado por la Empresa reduce o elimina este efecto de apantallamiento.

El adecuado y eficiente funcionamiento de una instalación de alumbrado público será realidad con la aplicación de un programa de mantenimiento. El factor o grado de mantenimiento de las luminarias y proyectores depende de su grado de protección (IP) y de la categoría de polución del sitio de instalación.

FACTORES DE MANTENIMIENTO				
CATEGORÍA DE POLUCIÓN	**≥ IP 023**	**≥ IP 54**	**≥ IP 65**	**OBSERVACIONES**
I	0.85	0.9	0.95	Ambientes poco polucionados.
II	0.65	0.8	0.9	Ambientes medianamente polucionados.
III	0.5	0.62	0.85	Ambientes muy polucionados.
IV	-	0.42	0.7	Ambientes excesivamente polucionados.

Tabla 7. Factores de mantenimiento.

9.12. COMPATIBILIDAD DE LAS LUMINARIAS.

Este aspecto considera las luminarias, o sea el conjunto del soporte, el reflector y la cubierta y su compatibilidad con los diferentes tipos de bombillos.

Si la luminaria está diseñada para una bombilla ovoide, debe ser reemplazado por una de forma ovoide. Si la luminaria está diseñada para un bombillo tubular, se debe reemplazar por una de forma tubular. Las bombillas tubulares no son compatibles con luminarias diseñadas para bombillas ovoides.

9.13. DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS.

16.2 Instalación
Los sistemas de iluminación deben cumplir los siguientes requisitos:
a. Debe existir suministro ininterrumpido para iluminación en sitios donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas.

d. Los residuos de las lámparas deben ser manejados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.
e. En lugares accesibles a personas donde se operen maquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para evitar el efecto estroboscópico.
f. Para efectos del presente Reglamento, en lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los siguientes niveles de iluminancia, adoptados de la norma ISO 8995. El valor medio de iluminancia, relacionado en la Tabla 2 Capítulo 8 “Niveles de iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades”, debe considerarse como el objetivo de diseño, pero el requisito exigible es que el valor medido a la altura del sitio de trabajo se encuentre entre el rango del valor mínimo y el valor máximo.

Ventajas de las Luminarias con l lámparas de Sodio

- Mayor Flujo Luminoso
- Eficacia Luminosa, Lm/W
- Ahorro de Energía.
- Menor contaminación Ambiental.
- Mayor vida útil.

Clase de Iluminación	Altura (m)	Relación Interdistancia/ Altura de Montaje	Criterio	Disposición
M1	10 - 12	2.5 - 3	Dos carriles de circulación Tres carriles de circulación Cuatro carriles de circulación	Unilateral Bilateral alternada Bilateral opuesta

Clase de Iluminación	Altura (m)	Relación Interdistancia/ Altura de Montaje	Criterio	Disposición
M2	8.5 - 10	3 - 4	Dos carriles de circulación Tres carriles de circulación Cuatro carriles de circulación	Unilateral Bilateral alternada Bilateral opuesta
M3	8.5 - 10	3 -4	Ancho de la calzada menor o igual a la altura de las luminarias Ancho de la calzada entre 1 y 1,5 veces la altura de las luminarias Ancho de la calzada mayor a 1,5 veces la altura de las luminarias	Unilateral Bilateral alternada Bilateral opuesta
M4	7 - 10	3 -5	Unilateral	
M5	3 - 6	4 - 5	A criterio del diseñador	

Tabla 8. Recomendaciones para la disposición de la luminaria

En iluminación clase M1 y M2 conviene una disposición unilateral en calzadas con un ancho de vía del orden de los 7 m, una disposición bilateral alternada

cuando la calzada tenga 3 carriles con un ancho de vía del orden de los 10,5 m, para calzadas más anchas se debe utilizar disposición bilateral en oposición.

En la clase M4, se requiere una disposición unilateral ya que las vías secundarias tienen generalmente 2 carriles.

En la clase M5, la disposición debe escogerse teniendo en cuanta las condiciones locales; arborizaciones, jardines, etc.

En curvas, las luminarias se colocan únicamente del lado exterior y cuanto más pequeña sea el radio de la curvatura más se disminuye el radio entre ellas. Si el transito es importante y el ancho de la vía es tal que la iluminación en el lado interior de la curva es insuficiente, se deben preveer luminarias suplementarias en este lado de la curva.

Una instalación de alumbrado público operará eficientemente a lo largo de su vida útil, siempre y cuando sea mantenida. Aunque es inevitable el deterioro en la calidad, aún en instalaciones bien mantenidas, el deterioro será mayor si el mantenimiento no se lleva a cabo.

Entre mayor sea el tiempo en que se efectúe el mantenimiento (factor de conservación bajo), el nivel de iluminancia inicial alto, caerá por debajo de lo especificado y por tanto el consumo de energía durante la vida de la instalación será mayor. Con un esquema de mantenimiento adecuado (factor de conservación alto), se asegura una instalación de alumbrado efectiva, tanto desde el punto de vista energético como económico.



CAPÍTULO 10
UTILIZACIÓN DE POSTES Y DUCTOS DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA PARA SISTEMAS DE COMUNICACIONES

CENS
CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 10.		2
10.	UTILIZACION DE POSTES Y DUCTOS DE LA INFRAESTRUCUTRA ELECTRICA PARA SISTEMAS DE COMUNICACIONES.	2
10.1.	GENERALIDADES.	2
10.2.	ALCANCE	2
10.3.	CONDICIONES GENERALES	3
10.4.	CONDICIONES PARTICULARES	5
10.4.1.	Postes de alineación.	5
10.4.2.	Postes de ángulo	6
10.4.3.	Postes de retención	6
10.4.4.	Tensión mecánica de tendido	7
10.4.5.	Restricciones	7
10.4.6.	Condiciones de seguridad eléctrica e industrial	9
10.4.7.	Distancia a los conductores de la red de m.t y b.t.	9
10.4.8.	Fijación de equipos y accesorios	10
10.4.9.	Puesta a tierra de servicio y portección	11
10.4.10.	Instalación de redes subterráneas.	12
10.4.11.	Ampliación de la cobertura y casos especiales	12
10.4.12.	Identificación	12
10.4.13.	Acceso a redes del arrendatario	12
10.4.14.	Solicitud de servicio de energía	13
10.5.	RESPONSABILIDADES DEL ARRENDATARIO	13
10.5.1.	Daño a las instalaciones de CENS S.A. E.S.P.	13
10.5.2.	Daños causados a usuarios	14
10.5.3.	Supervisión de sus instalaciones	14
10.6.	PROCEDIMIENTO PARA APROBAR EL TENDIDO DE REDES AL ARRENDATARIO	14
10.7.	INSPECCION DEL TENDIDO DE REDES DE TELECOMUNICACIONES.	17
10.8.	CASOS NO CONTEMPLADOS POR LAS NORMAS	18

_Toc195603399

CAPÍTULO 10.

10. UTILIZACION DE POSTES Y DUCTOS DE LA INFRAESTRUCUTRA ELECTRICA PARA SISTEMAS DE COMUNICACIONES.

10.1. GENERALIDADES.

El Artículo 30 de la Ley 143 del 11 de julio de 1994 (Ley Eléctrica) permite a las empresas eléctricas propietarias de redes de distribución, prestar el servicio de servidumbre para telecomunicaciones. Se entiende por telecomunicaciones la emisión, transmisión o recepción de signos, señales, imágenes, sonidos o informaciones de todas clases por hilo, radioelectricidad, medios ópticos, etc.

La Resolución CREG N° 144 del año 2001, que considera el Artículo 13 de la Ley 680 de 2001, el Artículo 69 y 73 de la Ley 142 de 1994 y el Artículo 23 literal n de la Ley 143 de 1994, resuelve: “Expedir la norma para regular el acceso a la Infraestructura Eléctrica para la prestación del servicio de televisión”.

CENS S.A. E.S.P. en la presente norma establece las condiciones que deben cumplir los prestatarios de servicios de sistemas de televisión por cable, valor agregado, telemáticos, seguridad, vigilancia, monitoreo remoto y comunicaciones entre otros, para usar los postes de sus redes aéreas y los ductos de sus redes subterráneas, de ser técnicamente posible, y previo acuerdo entre las partes.

La presente norma es parte integral en la relación contractual con las empresas interesadas (arrendatarias).

10.2. ALCANCE

Se refiere a la instalación de sistemas análogos y digitales de televisión, telecomunicaciones, telemáticos, servicios de valor agregado, seguridad,

vigilancia y monitoreo remoto, o cualquier sistema que se base en la transmisión de señales eléctricas u ópticas por cables multiconductores, coaxial o fibra óptica, que no involucre tensiones a tierra superiores a 65 Voltios eficaces o continuos. No se permitirá la instalación de conductores activos desnudos de ningún tipo.

CENS S.A. E.S.P., se reserva el derecho de no aceptar, o aplazar la solicitud de utilizar algunos de sus postes y/o ductos, por motivos de carácter técnico; por la carencia de permisos o de licencias expedidas por las autoridades competentes; incompatibilidades o inhabilidades declaradas por los entes Reguladores del Estado y/o por violación de las normas existentes del manejo del espacio público.

El arrendatario se compromete a utilizar su red y a establecer las acciones necesarias para la correcta operación. CENS SA ESP no se responsabiliza de las posibles perturbaciones electromagnéticas que se puedan causar en la operación y funcionamiento de su sistema. El diseño de la instalación deberá garantizar una operación segura tanto para las instalaciones propias del suscriptor, las instalaciones eléctricas de los clientes del servicio de energía, así como para las instalaciones y equipos de CENS S.A. E.S.P.

CENS no se responsabiliza por los daños que pueda sufrir la red o la infraestructura del arrendatario o de los usuarios del arrendatario, ocasionado por postes estrellados o intervenidos por terceros sin autorización de CENS S.A.y/o por los daños que se puedan presentar

10.3. CONDICIONES GENERALES

1. La función de los postes de CENS S.A E.S.P., utilizadas por los arrendatarios, será soportar las redes de las empresas de telecomunicaciones. La autorización de la instalación de un número determinado de cables de señal por poste, dependerá de los cálculos mecánicos y la capacidad de las estructuras a utilizar; rigiendo en cada caso las las restricciones indicadas en el punto 3.5 para cada uno de ellos. A tal fin el interesado deberá gestionar la solicitud correspondiente, de acuerdo a lo indicado en el numeral 5.

En los postes con estructuras de transformadores de distribución de CENS S.A. E.S.P., no se permitirá la instalación de amplificadores y/o equipos por parte del arrendatario, así mismo el espacio frente a tales estructuras debe quedar libre de cruce de calle de cables aéreos de señal, con el fin de permitir el trabajo normal sobre dichas estructuras, con grúas, escaleras, etc.

2. En lo posible no se deben instalar cables de señal sobre postes de red de doble circuito de BT, ya que los coeficientes de seguridad, pueden en estos casos caer por debajo de los valores mínimos admisibles. En el caso de utilizar estos postes, la empresa arrendataria deberá presentar un diseño de refuerzo o cambio de los mismos y cancelar a CENS S.A. E.S.P. el presupuesto de los trabajos de adecuación de la red eléctrica.

3. Los cables de señal deberán fijarse al poste del lado de los predios, a efectos de no entorpecer el mantenimiento de las redes eléctricas (subida con pretales, posibilidad de apoyo de escaleras, etc.)

4. Los cables de redes aéreas de los sistemas de televisión por cable, valor agregado, telemáticos, seguridad, vigilancia, monitoreo remoto y comunicaciones, deben ser cables autosoportados, debido a que estos cables presentan una protección aislante sobre el mensajero, haciendo que este no esté expuesto a posibles descargas eléctricas. No se permitirá la instalación de cables de señal de diámetro exterior mayor de 25 mm, o de más de 200 pares telefónicos. Si existen dos conductores con el mismo herraje se contabilizaran para cobro como si fueran uno solo, teniendo en cuenta que entre los dos no superen el diámetro de 25 mm permisible, cuando se tenga un segundo cable, utilizando el espacio que otro usuario pueda tener, se cobrara como adicional por el uso de la infraestructura.

5. En el cable autosoportado antes de apretar las grapas de suspensión en cada poste intermedio, se le debe aplicar al cable una torsión de paso adecuado, a fin de minimizar el efecto de la fuerza del viento sobre el cable. Para el remate del mensajero se usa un tensor ajustable.

6. En los casos en que el cable necesite cambiar de dirección en el cruce de una calle, el cable mensajero deberá extenderse hasta el próximo poste en que se pueda rematar al otro lado de la calle en las dos direcciones, a manera de hacer una cruz.

7. Las instalaciones a realizar por el arrendatario deberán cumplir las condiciones de distancias mínimas de seguridad de la presente norma y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.

8. Si para ejecutar trabajos de remodelación, ampliación o mantenimiento de las redes eléctricas por parte de CENS S.A. ESP o de particulares autorizados por ella, se necesita modificar el tendido de las redes de los arrendatarios de telecomunicaciones, se dará aviso a dichos arrendatarios para que procedan a adecuar sus instalaciones a la nueva infraestructura de la red eléctrica (subterranización, eliminación de postes, instalación de transformadores, etc.) cuyos costos serán asumidos por ellos. De no actuar oportunamente ante el llamado de CENS S.A. ESP., los arrendatarios asumirán los costos por lo daños que se llegaren a causar a sus redes.

9. Todo caso especial a lo hasta aquí exigido y que se considere necesario realizar, deberá ser consultado a CENS S.A. ESP., en los términos del punto 10.4.11.

2.10 Para la alimentación de las fuentes y/o amplificadores, los arrendatarios deberán gestionar ante CENS. S.A. ESP. las factibilidades de servicio de energía y las factibilidades de uso de infraestructura.

10.4. CONDICIONES PARTICULARES

10.4.1. Postes de alineación.

Para el tendido del cable de señal o su cable mensajero, el arrendatario deberá utilizar aparejos (poleas) para que el cable corra libremente y evitar ocasionar esfuerzos mayores 102 kgf (100 daN) sobre los postes existentes.

Las grapas de suspensión deberán permitir que el cable de señal o su cable mensajero, durante el servicio o su montaje, se deslice sobre ellas a fin de no transmitir esfuerzos que superen la carga de trabajo del poste soporte.

No se podrán cargar las crucetas o los postes de la red eléctrica con aparejos o cualquier elemento que les pudiera transmitir un esfuerzo mayor de 51 kgf (50 daN).

Los vínculos mecánicos de estos aparejos o elementos podrán ser metálicos, debidamente protegidos y aislados como cuerdas o cintas de tejidos aislantes.

10.4.2. Postes de ángulo

Si el poste existe en la red eléctrica tiene la opción de desvio en angulo, este podrá ser utilizado con la misma función por el arrendatario previo análisis sobre la necesidad de refuerzo o reemplazo del mismo. En el caso que CENS. S.A. ESP. lo estime necesario, presupuestara el valor de los trabajos a cargo del arrendatario, porque una vez cancelados sean ejecutados por CENS S.A. ESP., y de esta forma autorizar la utilización del poste por parte del arrendatario.

10.4.3. Postes de retención

Los postes de retención en lo posible no deberán ser utilizados en función similar por la empresa arrendataria; en el caso que se requiera, se analizara la necesidad de reforzar dicha retención con templetes o postes pie de amigo, refuerzo de la cimentación, anillada, o se reemplazara por otro de mayor resistencia. CENS S.A. ESP. presupuestara el valor de los trabajos a cargo del arrendatario, los cuales serán ejecutados por CENS S.A ESP. una vez cancelados. De esta forma se autorizara la utilización del poste por parte del arrendatario. Los herrajes de los templetes de los postes y de la red eléctrica deben estar homologados y normalizados.

10.4.4. Tensión mecánica de tendido

El arrendatario no deberá tensionar el cable de señal o su cable mensajero a mas de 204 kgf (200 daN) si tiende en el vano un solo cable, o mas de 102 kgf (100 daN) si fuesen dos cables. Para esta restricción no se tienen en cuenta los tramos de cables flojos de corta longitud que se derivan de una caja amplificadora o de derivación y salen hacia el poste adyacente (a menos de dos metros de distancia)

10.4.5. Restricciones

1. No se permitirá la instalación de conductores activos desnudos de ningún tipo

2. No se admite perforar los postes para fijaciones o ejecución de refuerzos.

3. De los cables de señal (suspendidos, amarrados o retenidos), solo un arrendatario podrá tener instaladas cajas de derivación, filtros, amplificadores o cualquier otro equipo auxiliar a su servicio en un poste. Los cables de señal admitidos serán continuos, salvo empalmes, y sus equipos auxiliares deberán ser montados en vanos libres de accesorios de otros cables de señal ya existentes.

4. En los postes no deben existir mas de tres (3) ductos bajantes, incluyendo energía eléctrica y telecomunicaciones, de transiciones de circuito aéreo a subterráneo para afloramientos o subterranización de cables; en caso contrario deberá realizarse la transición de un poste antes o después. Los ductos bajantes de los arrendatarios deberán ser galvanizados en 4”, para que se autorice su instalación en los postes de CENS S.A. ESP., y se debe compartir con otros telemáticos.

En el caso que los afloramientos de las telecomunicaciones requieran cámara de inspección, esta debe construirse a una distancia mayor de 0,60 m del poste. No debe interferir con los ductos de las redes eléctricas subterráneas y

en el caso de que lo hagan deben construir cajas de inspección normalizadas por CENS. S.A. ESP.

5. Se prohíbe a los arrendatarios la instalación de puesta a tierra en los postes que tengan instalado puesta a tierra del sistema eléctrico de CENS. S.A. ESP.; por lo tanto el arrendatario deberá realizar su puesta a tierra un vano antes o después.

6. En postes exclusivos de alumbrado publico que no tengan redes eléctricas aéreas y en cajas de inspección de uso exclusivo de alumbrado publico, no se permite la instalación de redes de telecomunicaciones.

7. Los ductos subterráneos son de uso exclusivo de CENS. S.A. ESP., por lo tanto no se permite su utilización a ningún arrendatario.

8. En las equinas no se deben realizar cruces aéreos en forma diagonal, todos los cruces deben ser en la misma dirección de las redes de CENS. S.A. ESP.

9. No se permite la instalación de fuentes de alimentación y/o nodos ópticos en postes, en cámaras ni al interior de los centros de transformación.

10. En los postes donde existan puestas a tierra de CENS. S.A. ESP., el arrendatario deberá aislar la abrazadera para evitar descargas que puedan afectar las redes de los telemáticos.

11. Si en el mismo vano existen dos o mas cables de un mismo arrendatario, se deberán grapar en la longitud del trayecto.

12. En las cámaras de CENS. S.A. ESP. solo se permitirá dejar reservas de cables no superiores a 10 m; siempre y cuando no se supere mas de dos (2) reservas de empresas diferentes, debidamente marcadas y adosadas a la pared de la cámara.

13. En los postes de MT y BT no se permitirá dejar reservas de cables de telecomunicaciones.

14. Las acometidas de empresas de telecomunicaciones que se deriven de los postes de CENS. S.A. ESP., solo se permitirán como máximo a un segundo piso. No se permiten las acometidas a edificios por la parte de la fachada (ingresando por las ventanas)

10.4.6. Condiciones de seguridad eléctrica e industrial

Para evitar el contacto con partes metálicas, puestas a tierra en las zonas de separación entre los conductores de BT y el cable de señal, o su cable mensajero; éste (el mensajero) con su soporte o abrazadera será aislado en forma continua en PVC o polietileno, u otro material resistente a la intemperie en este punto.

Si por razones de seguridad el arrendatario requiere de la suspensión del servicio en un tramo de las redes de energía mientras ejecuta los trabajos de instalación de sus redes y equipos, deberá presentar ante CENS. S.A. ESP. la solicitud respectiva, que una vez estudiada la necesidad de la suspensión del servicio, procederá a hacer el presupuesto del costo de dicho trabajo. El corte de servicio será programado y realizado una vez sea cancelado su valor por el arrendatario y/o solicitante.

Para realizar trabajos en la infraestructura de CENS. S.A. ESP., los arrendatarios deben contar con la dotación y elementos de protección y seguridad industrial adecuados. De no cumplirse este requerimiento, cualquier funcionario de CENS. S.A. ESP. estará autorizado para suspender los trabajos.

10.4.7. Distancia a los conductores de la red de M.T. y B.T.

El cable de señal o su cable mensajero, los accesorios y equipos auxiliares, deberán mantener una distancia mínima de 0,5 m por debajo de la red de BT Y 1,80 m de la red de MT. A partir de esta distancia de separación, existirá en el poste una zona de 0,60 m para la instalación de sistemas de televisión por cable, valor agregado, telemáticos, seguridad, vigilancia y monitoreo remoto. A

una distancia de 1,50 m de la red de BT, que equivaldría a una altura del piso de 5,70 m, se tiene hacia abajo una zona de 0,60 m para la instalación de comunicaciones telefónicas.

Por razones de la flecha del vano, la distancia entre los conductores de las acometidas aéreas de BT y los cables de las acometidas a los suscriptores de TV por cable, valor agregado, telemáticos, seguridad, vigilancia, monitoreo remoto o comunicaciones, se podrá reducir en 0,20 m. En todos los casos deberá respetarse una distancia mínima al terreno libre de 5,00 m para la condición de flecha máxima.

Con el fin de prevenir daños en las esquinas donde se presenten cruces de cables BT con cables de señal de TV por cable, valor agregado, telemáticos, seguridad, vigilancia, monitoreo remoto o comunicaciones, debido a su contacto directo, estos últimos cables deben reforzarse en la zona de cruce con un revestimiento adicional de aislamiento, el cual puede ser una manga aislante termocontraible, o tubo preensanchado encogible en frio resistente a la intemperie y a los rayos ultravioletas, con o sin blindaje metálico interior, dependiendo si se presentan o no problemas de radiointerferencias.

Si en el trabajo de inventario y actualización de las redes eléctricas aéreas existentes, para la solicitud de aprobación del uso de la infraestructura de CENS. S.A. ESP.; se encuentran vanos con un exceso de flecha, que llegaren a reducir en mas de 0,20 m la distancia de separación entre las redes de BT y los cables de los sistemas de TV por cable, valor agregado, telemáticos, seguridad, vigilancia, monitoreo remoto y comunicaciones, se debe incluir dentro del presupuesto de adecuación con cargo al arrendatario, los costos de tensionado de la red de CENS. S.A. ESP. Su omisión en el informe de levantamiento no exonera al arrendatario del pago posterior del presupuesto, en el momento en que CENS. S.A. ESP. detecte dicha anomalía.

10.4.8. Fijación de equipos y accesorios

Todos los accesorios y equipos auxiliares de los cables de señal, sin perjuicio de lo indicado en el punto 10.4.5, serán fijados por debajo de la señal. No se permitirá la fijación de equipos a los postes.

Sus dimensiones no podrán exceder los siguientes valores: altura 0,50 m, ancho 0,30 m y profundidad 0,20 m, siendo el peso máximo permitido de 20 kg. Solo se debe montar uno por vano.

Toda instalación de equipos y accesorios que cumplan requisitos diferentes a las dimensiones antes mencionadas, deberán ser consultadas a CENS. S.A. ESP. para su respectiva aprobación y posterior instalación.

En el caso de las acometidas de los abonados de las comunicaciones telefónicas se podrá instalar la caja de dispersión de acometidas en los postes de CENS. S.A. ESP., siempre y cuando su instalación no se salga de los 0,60 m de zona asignada en el poste para dicho servicio. En dichos postes se podrán instalar los peldaños de acceso a la caja de dispersión, de los cuales el primer peldaño debe estar instalado a una altura superior o igual a 3,20 m.

Las derivaciones a usuarios se ejecutaran de tal forma que no afecten la instalación de CENS. S.A. ESP., ni dificulten su explotación.

10.4.9. Puesta a tierra de servicio y portección

Tanto los mensajeros de los cables de señal y las cajas metálicas de los equipos a su servicio, deberán ser conectados a tierra de seguridad bajo la aprobación de CENS. S.A. ESP.

La puesta a tierra de seguridad y de servicio, necesaria para el funcionamiento normal y seguro del sistema al que pertenecen los cables de señal, no deberán ser coincidentes en su implantación a tierra con las de servicio de la red de BT y MT de CENS. S.A. ESP., debiendo existir respecto a ellas una separación mínima de 20 m.

10.4.10. Instalación de redes subterráneas.

Para la instalación de los ductos, previamente el arrendatario deberá solicitar la factibilidad técnica de uso de infraestructura a CENS. S.A. ESP., sin embargo, existirá prioridad para CENS. S.A. ESP. la utilización de los ductos para el sistema eléctrico.

10.4.11. Ampliación de la cobertura y casos especiales

Cuando las firmas arrendarías requieran ampliar su cobertura utilizando la infraestructura de CENS. S.A. ESP. o necesiten la definición de casos especiales usando dicha infraestructura, deben solicitar una solicitud ante CENS. S.A. ESP., presentando el proyecto de tendido de red con el calculo y la descripción de los elementos a utilizar.

10.4.12. Identificación

Cada empresa arrendataria deberá tener una identificación de sus cables y no podrá utilizar el mismo formato de códigos que usa CENS. S.A. ESP. para sus puntos significativos de la red eléctrica. Esta identificación debe ser en forma clara y distinguible por una persona parada en el anden debajo de los mismos, medida mínima de 10x6 cm, con un color institucional para cada empresa y en una forma perdurable con el tiempo. El tamaño de la letra debe ser como mínimo de 1,5 cm, esta marcación debe encontrarse en puntos intermedios y en los cambios de dirección. En redes subterráneas se deberá identificar en todas las cámaras.

10.4.13. Acceso a redes del arrendatario

El personal de la empresa arrendataria podrá acceder a sus redes, utilizando como medio los postes de CENS. S.A. ESP., pero cuidara de no dañar la

infraestructura existente. Si ellos ocurriere serán reparados a su cargo, previa comunicación a CENS. S.A. ESP. para su reparación.

10.4.14. Solicitud de servicio de energía

El arrendatario deberá tramitar ante la dependencia del Proceso de Conexión a los usuarios de CENS. S.A. ESP., la solicitud de factibilidad de servicio de energía para todos los equipos que lo requieran, anexando para ello la autorización de su instalación, con base en el proyecto aprobado por CENS. S.A. ESP.

10.5. RESPONSABILIDADES DEL ARRENDATARIO

El arrendatario será responsable ante CENS. S.A. ESP. y ante la ley de cualquier problema que afecte sus redes de distribución o la integridad física de sus operarios y usuarios, ocasionado por el incumplimiento de las normas de seguridad, o de las normas de construcción establecidas y aprobadas por CENS. S.A. ESP. para su instalación.

En el caso que por responsabilidad del arrendatario se ocasione la suspensión del servicio de energía eléctrica, deberá cancelar la energía dejada de facturar, la sanción por DES y FES y una sanción equivalente a 4 SMLV

El arrendatario deberá establecer las pólizas necesarias para responder por los daños que se puedan causar a la empresa o a terceros por causa de sus redes y equipos, o por el uso de infraestructura eléctrica de CENS. S.A. ESP.

10.5.1. Daño a las instalaciones de CENS S.A. E.S.P.

Si con motivo de la ejecución de la obra o su explotación por el arrendatario se producen daños o trastornos a las instalaciones de CENS. S.A. ESP., o instancias de peligro, el arrendatario deberá proceder a solucionarlos a su

cargo. En caso contrario CENS. S.A. ESP. esta facultada a retirar la instalacion que fuera causa de los trastornos o del peligro, a cargo del arrendatario, previa comunicación al mismo.

10.5.2. Daños causados a usuarios

Todo daño o perjuicio que afecte a los clientes de CENS. S.A. ESP. por causa de mala ejecución de trabajos de redes del arrendatario, deberá ser atendido y solucionado de inmediato.

En caso de cualquier reclamo hecho ante CENS. S.A. ESP., el arrendatario deberá responsabilizarse por ello y darle solución en el menor tiempo posible, si así no lo hiciera CENS. S.A. ESP. lo solucionara a cargo de aquel o podrá hacer efectiva la garantía del caso, estipulada en el contrato.

10.5.3. Supervisión de sus instalaciones

Será responsabilidad del arrendatario verificar periódicamente e implementar correctivos cuando se sobrepasen los niveles de radiointerferencia, tensiones inducidas y tensiones de paso, que presenta el sistema de redes eléctricas en los sitio donde se comparten los postes y ductos y que afecte su sistema.

10.6. PROCEDIMIENTO PARA APROBAR EL TENDIDO DE REDES AL ARRENDATARIO

Antes de tender las redes, el arrendatario debe solicitar la factibilidad técnica de uso de la infraestructura para la disponibilidad de postes y ductos. Igualmente solicitar la factibilidad de servicio de energía. Esta factibilidad no compromete a CENS. S.A. ESP. en la ejecución por su cuenta de obras que deben se contratadas y sufragadas por el arrendatario.

Para que un arrendatario obtenga la aprobación de un proyecto de tendido de redes, debe cumplir con el siguiente procedimiento:

1. Se debe cancelar el valor correspondiente a una factibilidad de servicio de energía por cada amplificar o fuente conectada a la red. Además se debe cancelar el valor equivalente a una factibilidad de servicio de energía por una factibilidad técnica de uso de infraestructura para cada veinte estructuras utilizadas, si el numero de estructuras utilizadas es menor o igual a veinte (20), se deberá cancelar el valor correspondiente a una factibilidad de energía.

2. Una vez que el arrendatario ha definido el tipo de red aérea o subterránea, y la zona donde va a utilizar la infraestructura de CENS. S.A. ESP., debe presentar los planos de su proyecto con las redes existentes, debidamente radicado en la empresa

En la memoria técnica se debe determinar la localización, estrato, tipo de cable, cantidad de infraestructura a utilizar, resistencia de los postes y la existencia de templetes de los postes donde tenga proyectado finalizar o cambiar la dirección de tendido, al igual que el tipo de ductería existente con el numero de ductos ocupados y de reserva, para ello se requiere que el arrendatario cuente con el equipo y personal necesario para realizar el inventario y actualización (ver capitulo 11).

Si en el inventario y actualización de las redes eléctricas y subterráneas existentes se encuentra algún poste y/o cámara en mal estado, el arrendatario procederá a informar a CENS. S.A. ESP. para que se adelanten los trabajos necesarios y de esta manera contemplar en el diseño su utilización.

3. Con el inventario y actualización de los postes y ductos eléctricos existentes, el arrendatario debe elaborar los planos; y hará el diseño de tendido de red donde se determinara la necesidad de cambio o refuerzo de postes existentes, o la instalación de templetes. El arrendatario suministrara la información en copia dura y magnética en escala 1:1000 para redes aéreas; ducterías y redes subterráneas, cumpliendo con la norma de presentación de planos y en formato DXF o DWG respectivamente.

Las medidas presentadas para el tendido de la red subterránea, deben ser tomadas de centro de la cámara a centro de cámara.

Una vez verificada la información suministrada por el arrendatario se dará viabilidad al proyecto, el cual contara con un sello de aprobación firmado por CENS. S.A. ESP, que lo autoriza para la utilización de la infraestructura en determinada zona.

El contratista del arrendatario debe contar con los planos debidamente aprobados en la ejecución de obra.

4. Si CENS. S.A. ESP. no acepta la ruta del tendido del cable, el arrendatario deberá estudiar y presentar alternativas de otras rutas.

5. Si en el momento de realizar los trabajos, se encuentra que se están ejecutando labores sin la aprobación de CENS. S.A. ESP., se suspenderán los trabajos y se aplicara el reglamento interno de trabajo.

6. En cada caso particular se requiere conocer la información técnica sobre la instalación propuesta por el arrendatario (características del cable y de los herrajes de montaje, cálculos de esfuerzos, retenciones y condiciones de montaje). Lo anterior a fin de fijar las condiciones de montaje para que estar redes no interfieran y conserven las distancias de seguridad con las redes de energía y garantizar la estabilidad de la infraestructura de la empresa. Esta información técnica deberá cumplir con lo establecido en el capitulo 10 de las normas de diseño y construcción de los sistemas de distribución de CENS. S.A. ESP.

7. En el caso que sea necesario modificar el diseño aprobado, el arrendatario presentara ante la CENS. S.A. ESP. los nuevos planos modificados para su aprobación.

8. Una vez terminada la instalación y para propósitos de la inspección y control , el arrendatario debe contar con la información requerida en el numeral 2.5 debidamente actualizado.

10.7. INSPECCION DEL TENDIDO DE REDES DE TELECOMUNICACIONES.

Todas las instalaciones de tendido de red que al ser revisadas por CENS. S.A. ESP. no cumplan con los requisitos técnicos y de seguridad exigidos en la presente norma de utilización y demás normas de la Empresa, deberán ser modificadas una vez realizado el requerimiento al arrendatario. De no cumplir dicha solicitud, CENS. S.A. ESP. desmontara las respectivas redes y dará por terminado el contrato, sin que esto exonere al arrendatario de cancelar los costos estimados por el tiempo de uso de la infraestructura y los gastos generados por la ejecución del desmonte.

El arrendatario deberá coordinar con CENS. S.A. ESP. el cronograma de montaje de su instalación y entregar con la debida antelación los programas de obra para poder elaborar presupuestos y coordinar internamente con las áreas operativas de CENS. S.A. ESP. en caso de requerir trabajos de redes eléctricas. El arrendatario deberá solicitar, con la debida antelación la inspección de las obras ejecutadas.

De existir discrepancia respecto a lo exigido en esta norma técnica, deberán ser solucionadas antes del inicio del montaje y/o a la puesta en servicio de la instalación.

Toda instalación de accesorios, equipos o elementos de seguridad deben contar con la aprobación de CENS. S.A. ESP.

Cuando CENS. S.A. ESP. realice las revisiones y encuentre proyectos que han sido instalados por el arrendatario y no han sido reportados, se procederá a realizar el desmonte correspondiente del proyecto y se pasara al arrendatario un cobro por incumplimiento de las normas, correspondiente al desmonte y se aplicaran las sanciones a que de lugar de acuerdo al contrato.

Los proyectos con factibilidad técnica que se hayan montado y no reportado para la facturación ante CENS. S.A. ESP., serán desmontados y se pasara al arrendatario un cobro por incumplimiento de las normas.

10.8. CASOS NO CONTEMPLADOS POR LAS NORMAS

Todo caso particular no contemplado en los puntos enumerados anteriormente, deberá ser consultado a la Subgerencia de Distribución de CENS. S.A. ESP., la cual mediante el Proceso de Conexión al Usuario determinara la solución a adoptar, a su criterio.



CAPÍTULO 11
ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO

CENS

CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 11.		6
11.	ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	6
11.1.	ACEPTACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS	6
11.2.	AISLADORES.	7
11.2.1.	Aisladores para media tensión.	7
11.2.1.1.	Aisladores Individuales.	7
11.2.1.2.	Cadena de aisladores.	9
11.2.1.3.	Aisladores para baja tensión (tipo carrete).	9
11.2.1.4.	Aisladores para templetes (tipo tensor).	10
11.3.	CAJAS DE INSPECCIÓN.	10
11.4.	CONDUCTORES.	11
11.4.1.	Utilización de Conductores.	11
11.4.2.	Capacidades de Corriente.	13
11.4.3.	Características de cables y alambres.	20
11.4.4.	Constantes de regulación.	31
11.4.4.1.	Conductores al aire libre.	31
11.4.4.2.	Conductores en ducto.	37
11.4.5.	Factores de corrección.	38
11.5.	MEDIDORES DE ENERGÍA.	39
11.5.1.	Características.	39
11.6.	CRUCETERÍA Y PERCHAS.	39
11.7.	DUCTOS.	41
11.7.1.	Utilización de ductos.	41
11.7.2.	Número máximo de conductores por ducto.	42
11.8.	EQUIPO DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN EN MEDIA TENSIÓN.	45
11.8.1.	Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS)	47
11.8.2.	Requisitos de producto	49
11.9.	HERRAJES.	50
11.10.	POSTERIA Y ESTRUCTURAS METALICAS.	50
11.10.1.	Utilización de apoyos.	50
11.10.2.	Postería de Concreto.	51

11.10.3. Postería metálica para alumbrado público. 52
11.10.4. Brazos para luminarias. 52
11.11. TRANSFORMADORES. 52
11.11.1. Transformadores monofásicos nuevos de 5 a 167,5 kVA. 53
11.11.2. Transformadores trifásicos nuevos de 15 a 2000 kVA. 53
11.11.3. Transformadores reparados. 55
11.11.4. Requisitos de producto: 57
11.12. TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN. 58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aisladores individuales para media tensión. 7
Tabla 2. Cadena de aisladores en media tensión. 9
Tabla 3. Aislador tipo carrete para baja tensión. 10
Tabla 4. Aisladores tipo tensor. 10
Tabla 5. Selección de tipos de cajas de inspección. 11
Tabla 6. Selección del conductor y calibres mínimos. 12
Tabla 7. Capacidades de corriente (A) permisibles para conductoresen baja tensión cables monopolares al aire libre, temperatura ambiente. 14
Tabla 8. Capacidades de Corriente (A) permisibles para conductores aislados baja tensión. 16
Tabla 9. Factores de corrección para más de 3 conductores en ductería. 17
Tabla 10. Factores de corrección por temperatura en ductería o cárcamo. 17
Tabla 11. Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores desnudos en media tensión, Cables monopolares al aire libre, temperatura ambiente de 30º C, temperatura del conductor 90º C. 18
Tabla 12. Capacidades de corriente permisibles para conductores aislados en media tensión. Temperatura ambiente 30º C. 20
Tabla 13. Requisitos para alambres de cobre suave 21
Tabla 14. Requisitos para cables de cobre suave 22
Tabla 15. Requisitos para cables de aluminio con refuerzo de acero - ACSR 22
Tabla 16. Requisitos para cables de aleaciones de Aluminio Clase A y AA – AAAC 25
Tabla 17. Requisitos para alambres y cables aislados. 28
Tabla 18. Requisitos Clase 1: Alambres. 28
Tabla 19. Requisitos Clase 2: Cables. 29
Tabla 20. Constantes de regulación KG para cables de aluminio aislado. 31
Tabla 21. Constantes de regulación KG para cables de aluminio ACSR desnudo. 31
Tabla 22. Constantes de regulación KG cobre suave aislado. 32
Tabla 23. Constantes de regulación KG cobre desnudo. 33

Tabla 24. Constantes de regulación KG cable cuádruplex AAAC, AAC, ACSR B.T. 35
Tabla 25. Constantes de regulación KG cable triplex AAAC, AAC, ACSR B.T. 35
Tabla 26. Constantes de regulación KG cable dúplex AAAC, AAC, ACSR B.T. 36
Tabla 27. Distancias equivalentes para distintos niveles de tensión. 36
Tabla 28. Constantes de regulación KG para cobre THW en ducto. 37
Tabla 29. Constantes de regulación KG para Aluminio THW en ducto. 38
Tabla 30. Factores de corrección para las tablas 73-82. 38
Tabla 31. Principales características para medidores. 39
Tabla 32. Especificaciones para crucetas. 39
Tabla 33. Selección de la cruceta. 40
Tabla 34. Ductos para redes subterráneas. 41
Tabla 35. Ductos para acometidas subterráneas. 41
Tabla 36. Ductos para bajantes aéreos. 42
Tabla 37. Máximo número de conductores por ducto metálico. 42
Tabla 38. Máximo número de conductores por ducto no metálico. 43
Tabla 39. Equipos de protección para media tensión. 45
Tabla 40. Tipos de postería. 50
Tabla 41. Especificaciones de postería metálica para alumbrado público. 52
Tabla 42. Pérdidas en transformadores monofásicos nuevos de 5 kVA a 167,5 kVA serie MT£15 kV, serie BT£1,2 kV. 53
Tabla 43. Pérdidas de Transformadores trifásicos nuevos de 15 kVA 2000 kVA, serie MT£15kV, serie BT£1,2 kV. 54
Tabla 44. Transformadores reparados parcial o totalmente, monofásicos sumergidos en aceite serie 15/1,2 kV fabricados antes de 1996. 55
Tabla 45. Transformadores reparados parcial o totalmente, trifásicos sumergidos en aceite serie 15/1,2 kV fabricados antes de 1996. 56
Tabla 46. Dispositivos de puesta a tierra para transformadores. 57
Tabla 47. Clase de los Transformadores de medida y de protección. 58
Tabla 48. Transformadores de corriente de acuerdo a carga nominal y nivel de tensión. 59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Montaje de los DPS 48

CAPÍTULO 11.

11. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

A continuación se establecen los requisitos esenciales para los productos de mayor utilización en instalaciones eléctricas.

Los equipos o aparatos receptores que usan la electricidad y los dispositivos inherentes a los circuitos eléctricos no contemplados en la presente norma 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.

11.1. ACEPTACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS

Los productos empleados en las instalaciones eléctricas, demostraran el cumplimiento de los requisitos exigidos mediante un certificado de conformidad con el RETIE, expedido por un Organismo de Certificación Acreditado por la SIC o por el mecanismo que esta entidad determine. Los productos que requieran demostrar tal conformidad con el RETIE son los descritos en la Tabla 1 Numeral 2.3. del reglamento ya mencionado.

Por tanto los materiales y equipos suministrados por particulares y los comprados por CENS S.A. E.S.P., deberán ser nuevos y cumplir con las normas NTC aplicables o internacionales.

Todos los materiales deberán tener el nombre del fabricante o la marca de fábrica y las instrucciones mínimas que permitan su correcta utilización.

Únicamente se admitirán los materiales o equipos que posean certificación de producto, según la resolución 070 de la CREG de 1998, por ello se recomienda

a los ingenieros o firmas constructoras que soliciten información a los entes delegados por la Superintendencia de Industria y Comercio tales como el CIDET, el ICONTEC y otras aceptadas.

11.2. AISLADORES.

Los aisladores utilizados en las líneas de transmisión y las redes de distribución, podrán ser de porcelana, vidrio, resina epóxica, esteatita 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 los que estén sometidos, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitito aplicables establecidos en las normas técnicas.

El aislador debe estar marcado con la razón social o marca registrada del fabricante, tensión de rotura máxima permisible y nivel de aislamiento.

En este capítulo se dan las especificaciones mínimas que se deben cumplir, así como tablas de utilización que contribuyan a facilitar la selección y coordinación de los diferentes componentes de un sistema.

11.2.1. Aisladores para media tensión.

11.2.1.1. Aisladores Individuales.

Características	**Und.**	**Disco 6″**	**Disco 10″**	**Pin 15 kV**	Pin 36 kV
Utilización		Retención	Retención	Alineamiento	Alineamiento
		Suspensión	Suspensión		
Referencia ANSI.	Mm	52 - 1	25 - 3	55 - 4	56 – 3
Distancia de Fuga.	Mm	178	292	229	533
Distancia de arco en	Mm	114	197-	127	241

Características	Und.	Disco 6″	Disco 10″	Pin 15 kV	Pin 36 kV
Utilización		Retención	Retención	Alineamiento	Alineamiento
		Suspensión	Suspensión		
seco.					
Resistencia electromecánica.	Kg	4550	6820	-	-
Resistencia al impacto.	kg-cm.	52	64		
Resistencia al Cantiliver.	Kg	-	-	1363	1363
Tensión de prueba.	Kg	2300	3410	-	-
Tensión sostenida.	Kg	2730	4550	-	-
Tensión máxima de trabajo.	Kg	2300	3410	-	-
Flameo de baja frecuencia en seco.	kV	60	80	70	125
Flameo de baja frecuencia en húmedo.	kV	30	50	40	80
Flameo crítico al impulso positivo.	kV	100	130	110	200
Flameo crítico al impulso negativo.	kV	100	125	140	265
Voltaje de perforación de baja frecuencia.	kV	80	100	95	165

Tabla 1. Aisladores individuales para media tensión.

11.2.1.2. Cadena de aisladores.

(Basado en procedimientos de ensayo ANSI C29.1)

Diam.	Características	Unid	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6″	Flameo de baja fcia. En seco.	kV	120	175	225	275	-	-	-	-	-
	Flameo de baja fcia. En húmedo.	kV	55	80	105	130	-	-	-	-	-
	Flameo crítico al impulso positivo.	kV	200	300	385	460	-	-	-	-	-
	Flameo crítico al impulso negativo.	kV	190	275	355	435	-	-	-	-	-
	Flameo de baja fcia. En seco.	kV	155	215	270	325	380	435	485	540	590
10″	Flameo de baja fcia. En húmedo.	Kv	90	130	170	215	255	295	335	375	415
	Flameo crítico al impulso positivo.	kV	255	355	440	525	610	695	780	860	945
	Flameo crítico al impulso negativo.	kV	255	345	415	495	585	670	760	845	930

Tabla 2. Cadena de aisladores en media tensión.

11.2.1.3. Aisladores para baja tensión (tipo carrete).

Características	Unid.	2.1/2″	3″	3,3/8″
Referencia ANSI.		53 - 1	53 - 2	53 – 3
Referencia transversal.	kg	909	1363	1818
Flameo de baja fcia. En seco.	kV	20	25	25

Características	Unid.	2.1/2″	3″	3,3/8″
Flameo de baja fcia. húmedo vertical.	kV	08	12	12
Flameo de baja fcia. húmedo horizontal	kV	10	15	15

(Basado en la norma ANSI C29.3 de 1986).

Tabla 3. Aislador tipo carrete para baja tensión.

11.2.1.4. Aisladores para templetes (tipo tensor).

Características	Unid.	3 1/2″	4 1/4″	5 1/2″	6 ¾”
Utilización		B.T.	M.T. 15 kV	M.T. 35 kV	M.T. 35 kV
Referencia ANSI		54 - 1	54 - 2	54 – 3	54 – 4
Distancia de Fuga	mm	41,2	47,6	57,2	76,2
Resistencia a la tracción	kg	4 545	5 454	9 090	9090
Flameo de baja fcia. en seco	kV	25	30	35	40
Flameo de baja fcia. húmedo	kV	12	15	18	23

(Basado en la norma de ANSI C29.4 de 1989)

Tabla 4. Aisladores tipo tensor.

11.3. CAJAS DE INSPECCIÓN.

Red	Utilización	Medidas interiores. Largo X ancho X profundidad (m)	Marco	Tapa
M.T.	Todos los casos	1,2 x0,6 x 1,0	Metálico	Concreto
B.T.	Vías privadas y públicas.	0,6 x 0,6 x 0,9	Metálico	Concreto
A.P.	Vías públicas	0,6 x 0,6 x 0,6	Metálico	Concreto
A.P.	Parques	0,3 x 0,3 x 0,4	Metálico	Concreto

Tabla 5. Selección de tipos de cajas de inspección.

Los marcos de las cajas de las cajas de inspección serán de platina de hierro de 2 ½" 3/16".

11.4. CONDUCTORES.

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 la resistencia mínima de aislamiento. Queda entendido que quienes importen, fabriquen o comercialicen alambres y cables que no cumplan estas prescripciones, infringen esta norma. Por lo tanto cuando se especifique un cable o alambre en AWG o kcmil debe cumplir con los requisitos que se presentan en esta sección. La resistencia máxima en corriente continua referida a 20°C será 1,02 veces la resistencia nominal en corriente continua.

$\mathbf{R_{maxcc} = 1,02 * R_{Ncc}}$.

Donde: $\mathbf{R_{maxcc}}$ = Resistencia máxima en corriente continua.
$\mathbf{R_{Ncc}}$ = Resistencia nominal en corriente continua.

11.4.1. Utilización de Conductores.

De acuerdo al tipo de Red y de utilización final se deben seleccionar los siguientes calibres mínimos, se aclara que el calibre seleccionado debe cumplir con los requisitos de capacidad de corriente, perdidas de energía y regulación de acuerdo a la demanda máxima de la instalación. Los valores de capacidad de corriente se ven afectados por los factores de corrección para más de tres conductores por ducto tabla 8 y corrección por temperatura en ductería y cárcamo de la tabla 10.

Red	Utilización	Tipo de Instalación	Material	Calibre mínimo (AWG)
MT	Urbana	Aérea	ASC ó ACSR	2
MT	Rural	Aérea	ACSR	2
MT	Urbana o rural	Subterránea	Cu. XLPE	2
BT	Rural	Aérea	ACSR	2
BT	Urbana o Rural	Subterránea	Cu	2
BT	Urbana	Aérea	ACSR, AAAC-XLPE	2
BT	Acometida	subterránea	Cu THWN-THHN	8
BT	Acometida	Aérea o subterránea	Cu. Concéntrico. Al. Concéntrico.	8 (1) 6 (1)
AP	Urbana	Aérea	ACSR	4
AP	Rural	Aérea	ACSR	4
AP	Urbana	Subterránea	Cu TW	10

Nota. (1) Para unidades de vivienda que no superen una superficie de planta de 53 m2 cuya carga corresponda exclusivamente a carga de alumbrado general los conductores no deben ser inferiores a 10 (AWG) en cobre o 8 (AWG) en aluminio.

Tabla 6. Selección del conductor y calibres mínimos.

11.4.2. Capacidades de Corriente.

Tamaño	60ºC TW		75ºC THW-THWN-THHW		90º C XLP-THHN-THWN		Conductor Desnudo	
AWG ó Mcm	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
18	-	-	-	-	18	-	-	-
16	-	-	-	-	24	-	-	-
14	25+	-	30+	-	35+	-	30	-
12	30+	25+	35+	30+	40+	35+	40	30
10	40+	35+	50+	40+	55+	40+	55	45
8	60	45	70	55	80	60	70	55
6	80	60	95	75	105	80	100	80
4	105	80	125	100	140	110	130	100
3	120	95	145	115	165	130	150	115
2	140	110	170	135	190	150	175	135
1	165	130	195	155	220	175	205	160
0	195	150	230	180	260	205	235	185
00	225	175	265	210	300	235	275	250

Tamaño	60ºC TW		75ºC THW-THWN-THHW		90º C XLP-THHN-THWN		Conductor Desnudo	
AWG ó Mcm	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
000	260	200	310	240	350	275	320	250
0000	300	235	360	280	405	315	370	290
250	340	265	405	315	455	355	410	320
300	375	290	445	350	505	395	460	360
500	515	405	620	485	700	545	630	490
600	575	455	690	540	780	615	710	560
700	630	500	755	595	855	675	780	615
750	655	515	785	620	885	700	810	640
800	680	535	815	645	920	725	845	670
900	730	580	870	700	985	785	905	725
1000	780	625	935	750	1055	845	965	770
1250	890	710	1065	855	1200	960		
1500	980	795	1175	950	1325	1075		
1750	1070	875	1280	1050	1445	1185		
2000	1155	960	1385	1150	1560	1335		

Tabla 7. Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores en baja tensión cables monopolares al aire libre, temperatura ambiente.

Tamaño	60ºC TW		75ºC THW-THWN-THHW		90º C XLP-THHN-THWN	
AWG ó MCM	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
18	-	-	-	-	14	-
16	-	-	-	-	18	-
14	20+	-	20+	-	25+	-
12	25+	20+	25+	20+	30+	25+
10	30+	25+	35+	30+	40+	35+
8	40	30	50	40	55	45
6	55	40	65	50	75	60
4	70	55	85	65	95	75
3	85	65	100	75	110	85
2	95	75	115	90	130	100
1	110	85	130	100	150	115
0	125	100	150	120	170	135
00	145	115	175	135	195	150
000	165	130	200	155	225	175
0000	195	150	230	180	260	205
250	215	170	255	205	290	230
300	240	190	285	230	320	255

Tamaño	60ºC TW		75ºC THW-THWN-THHW		90º C XLP-THHN-THWN	
AWG ó MCM	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
350	260	210	310	250	350	280
400	280	225	335	270	380	305
500	320	260	380	310	430	350
600	355	285	420	340	475	385
700	385	310	460	375	520	420
750	400	320	475	385	535	435
800	410	330	490	395	555	450
900	435	355	520	425	585	480
1000	455	375	545	445	615	500
1250	495	405	590	485	665	545
1500	520	435	625	520	705	585
1750	545	455	650	545	735	615
2000	560	470	665	560	750	630

(No más de tres conductores en canalización o cables o directamente enterrados; temperatura ambiente 30º C.)

Tabla 8. Capacidades de Corriente (A) permisibles para conductores aislados baja tensión.

Nº de Conductores	% de los valores
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 40	45
De 31 a 6	40
41 y más	35

Tabla 9. Factores de corrección para más de 3 conductores en ductería.

Temperatura Ambiente	Temperatura del Conductor		
ºC	60 ºC TW	75 ºC THW, THWN, THHW	90 ºC XLP, THHN, THWN
21-25	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76
56 – 60	-	0,58	0,71

Temperatura Ambiente	Temperatura del Conductor		
ºC	60 ºC TW	75 ºC THW, THWN, THHW	90 ºC XLP, THHN, THWN
61 –70	-	0,33	0,58
71 – 80	-	-	0.41

Tabla 10. Factores de corrección por temperatura en ductería o cárcamo.

Calibre	Desnudo	
AWG o MCM	Cobre (Amp)	Aluminio (Amp)
8	90	-
6	130	100
4	180	140
2	230	180
0	310	230
00	360	270
000	420	300
0000	480	340
250,0	540	-
266,8	-	460
300.0	610	500
336,4	-	530
397,5	670	600
400,0	730	-
450,0	780	-
477,0	-	670

Calibre	Desnudo	
AWG o MCM	Cobre (Amp)	Aluminio (Amp)
500,0	-	690
556,5	-	730
600,0	940	-
605,0	-	750
636,0	-	770
666,6	-	800
700,0	1040	-
715,5	-	830
750,0	1090	-
795,0	-	900
800,0	1130	-
874,5	-	950
900,0	1120	970
954,0	-	1010
1000,0	1300	-
1033,5	-	1060
1113,0	-	1100
1192,5	-	1160
1272,0	-	1200
1351,0	-	1250
1431,5	-	1300
1510,5	-	1340
1590,0	-	1380

Tabla 11. Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores desnudos en media tensión, Cables monopolares al aire libre, temperatura ambiente de 30º C, temperatura del conductor 90º C.

Calibre	Cobre aislado 15 kV – N° de conductores por ducto -		
AWG o MCM	Tres	Seis	Nueve
2	179	156	146
1	204	177	165
1/0	232	201	188
2/0	265	228	212
3/0	302	259	241
4/0	344	294	273
250	378	322	298
300	418	355	328
350	457	387	357
400	490	414	382
500	557	468	431
600	613	513	471
750	695	579	531
1000	807	668	611

Para temperaturas ambientales superiores a 30ºC se aplican los factores de corrección por temperatura de Tabla 10.

Tabla 12. Capacidades de corriente permisibles para conductores aislados en media tensión. Temperatura ambiente 30º C.

11.4.3. Características de cables y alambres.

- El área mínima de la sección transversal no debe ser menor al 98% del área nominal de las tablas que se presentan en esta sección.

- 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 15 a 16.

- Para los cables de aluminio, ACSR y de aleaciones de aluminio, deben tener el número de hilos presentados en las tablas 15 a 16**.**

- Los conductores aislados deben cumplir con cada uno de los valores presentados en la tabla 17.

- Los cables o alambres aislados, deben estar rotulados en forma indeleble y legible, con la siguiente información:

- Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm2.
- Material del conductor, únicamente cuando es diferente al cobre.
- Razón social o marca registrada del fabricante o comercializador.
- Tensión nominal.
- Tipo de aislamiento

- El rotulado debe cumplir con las siguientes características:

- El rotulo se debe repetir a intervalos no mayores de 63 cms.
- 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 asilamiento por debajo del mínimo establecido.

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

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		
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				

(Adoptada de NTC 359)

Tabla 13. Requisitos para alambres de cobre suave

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

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	0,164	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

Cableado clase A, C Y D (Adoptada de la NTC 307).

Tabla 14. Requisitos para cables de cobre suave

Kcmil	AWG	Cableado	Nominal Del Aluminio (mm^2)	R_{NCC} 20°C (Ω/Km)	Mínima de Rotura 1) (kN)	kcmil	AWG	Cableado	Nominal Del Aluminio (mm^2)	R_{NCC} 20°C (Ω/Km)	Mínima de Rotura 1) (kN)
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

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				
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

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				
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

(Adoptada de la NTC 309)

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

Tabla 15. Requisitos para cables de aluminio con refuerzo de acero - ACSR

Calibre		Área Nominal (mm2)	Número de Hilos	R_{NCC} 20°C (Ω/Km)	Carga Mínima de rotura (KN)	Calibre		Área Nominal (mm2)	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

Calibre		Área Nominal (mm2)	Número de Hilos	R_{NCC} 20°C (Ω/Km)	Carga Mínima de rotura (KN)	Calibre		Área Nominal (mm2)	Número de Hilos	R_{NCC} 20°C (Ω/Km)	Carga Mínima de rotura (KN)
kcmil	AWG					kcmil	AWG				
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						

(Adoptada de la NTC 2730).

Tabla 16. Requisitos para cables de aleaciones de Aluminio Clase A y AA – AAAC

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	Conductores Tipo THN y THHN
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
1600	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

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	Prome-dio	En Cualquier Punto		Conductores Tipo TW	Conductores Tipo THN y THHN
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

(Adoptada de la NTC 1332).

Tabla 17. Requisitos para alambres y cables aislados.

Area Nominal (mm^2)	Máxima resistencia del conductor en corriente continua a 20°C		Area 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

Area Nominal (mm^2)	Máxima resistencia del conductor en corriente continua a 20°C		Area 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)
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[1)]		-	

(Adoptada de IEC 228). Nota 1). Solo se admiten conductores circulares.

Tabla 18. Requisitos Clase 1: Alambres.

Area 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

Area 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)
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					-	-	0,0129	0,0212
1600					-	-	0,0113	0,0186
1800					-	-	0,0101	0,0165
2000					-	-	0,0090	0,0149

(Adoptada de IEC 228).-Nota 1). Solo se admiten conductores circulares.

Tabla 19. Requisitos Clase 2: Cables

11.4.4. Constantes de regulación.

11.4.4.1. Conductores al aire libre.

Constante KG para distintos factores de potencia									
Tensión	**B.T.**			**13 200 V**			**34 500 V**		
Calibre (AWG)	***0,80***	***0,90***	***0,95***	***0,80***	***0,90***	***0,95***	***0,80***	***0,90***	***0,95***
6	189,62	212,21	223,11	190,70	213,00	223,67	190,75	213,04	223,69
4	120,32	134,18	140,77	121,40	134,96	141,33	121,45	135,00	141,36
2	76,94	85,35	89,27	78,02	86,14	89,83	78,07	86,17	89,86
1/0	49,44	54,42	56,66	50,52	55,21	57,22	50,57	55,24	57,25
2/0	39,85	43,65	45,31	40,94	44,44	45,87	40,99	44,47	45,90
4/0	26,14	28,26	29,09	27,23	29,04	29,66	27,28	29,08	29,68

Tabla 20. Constantes de regulación KG para cables de aluminio aislado.

Constante KG para distintos factores de potencia									
Tensión	***B.T.***			***13 200 V***			***34 500 V***		
Calibre (AWG)	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**
6	182,27	204,99	216,12	183,35	205,77	216,69	196,44	215,25	223,47
4	114,90	129,09	136,02	115,99	129,88	136,59	128,77	139,14	143,22
2	72,48	81,30	85,59	73,56	82,09	86,15	86,05	91,13	92,63

Constante KG para distintos factores de potencia									
Tensión	*B.T.*			*13 200 V*			*34 500 V*		
Calibre (AWG)	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**
1/0	45,85	51,31	53,95	46,93	52,10	54,51	59,12	60,92	60,83
2/0	36,50	40,79	42,85	37,59	41,58	43,41	49,62	50,29	49,65
3/0	29,14	32,51	34,11	30,23	33,29	34,67	42,11	41,90	40,83
4/0	23,25	25,87	27,11	24,33	26,66	27,67	36,07	35,16	33,76
266,8 MCM	20,10	22,54	23,72	20,50	22,83	23,93	20,52	22,84	23,94
300 MCM	18,05	20,23	21,28	18,45	20,52	21,49	18,47	20,53	21,50
336,4 MCM	16,00	17,92	18,85	16,40	18,21	19,06	16,42	18,23	19,07
397,5 MCM	13,68	15,30	16,08	14,07	15,59	16,29	14,09	15,60	16,30
477 MCM	11,44	12,79	13,43	11,84	13,08	13,64	11,86	13,09	13,65

Tabla 21. Constantes de regulación KG para cables de aluminio ACSR desnudo.

Constante KG para distintos factores de potencia									
Tensión	*B.T.*			*13 200 V*			*34 500 V*		
Calibre (AWG)	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**
14	727.09	815.2	857.96						
12	460.29	514.8	541.05						
10	292.82	326.3	342.28						
8	186.78	207.040	216.43						
6	120.45	132.5	137.91						
4	78.18	85.09	87.98						

Constante KG para distintos factores de potencia									
Tensión	***B.T.***			***13 200 V***			***34 500 V***		
Calibre (AWG)	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**
2	51.43	55.14	56.48	56.91	60.02	60.88			
1/0	35.33	37.03	37.39	39.23	40.25	40.08	40.15	40.92	40.56
2/0	29.33	30.3566	30.39	32.75	33.11	32.64	33.65	33.76	33.11
3/0	24.49	24.9789	24.76	27.58	27.43	26.72	28.45	28.06	27.18
4/0	20.60	20.6675	20.26	23.40	22.86	21.98	25.14	24.12	22.89
250 MCM	18.04	17.94	17.48	20.47	19.82	18.95	22.18	21.07	19.84
350 MCM	14.40	13.93	13.30	16.49	15.52	14.51	18.10	16.69	15.34
500 MCM	11.90	11.10	10.32	13.68	12.42	11.27	15.12	13.46	12.02
750 MCM	9.76	8.78	7.91	11.36	9.90	8.68	12.43	10.68	9.23
1000 MCM	8.72	7.66	6.76	10.07	8.56	7.32	11.03	9.25	7.82

Tabla 22. Constantes de regulación KG cobre suave aislado

Constante KG para distintos factores de potencia									
Tensión	***B.T.***			***13 200 V***			***34 500 V***		
Calibre (AWG)	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**
14	777.69	865.58	907.08	785.27	871.08	911.01	785,63	871,34	911,20
12	499.58	552.61	576.98	507.17	558.11	580.92	507,53	558,37	581,10

Constante KG para distintos factores de potencia									
Tensión	*B.T.*			*13 200 V*			*34 500 V*		
Calibre (AWG)	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**	**0,80**	**0,90**	**0,95**
10	322.48	353.45	367.01	330.07	358.95	370.95	330,43	359,21	371,14
8	211.00	228.23	235.08	218.58	233.72	239.01	218,94	233,98	239,20
6	140.73	149.47	152.20	148.32	154.96	156.13	148,68	155,22	156,32
4	95.84	99.30	99.51	103.42	104.80	103.45	103,78	105,06	103,64
2	67.26	67.52	66.22	74.85	73.01	70.15	75,21	73,27	70,34
1/0	48.60	47.01	44.89	56.18	52.51	48.83	56,54	52,77	49,01
2/0	42.01	39.80	37.41	49.60	45.30	41.35	49,96	45,56	41,54
3/0	36.67	33.99	31.41	44.25	39.49	35.34	44,61	39,75	35,53
4/0	32.32	29.31	26.59	39.91	34.80	30.53	40,27	35,06	30,71
250 MCM	29.69	26.52	23.76	37.28	32.01	27.70	37,64	32,28	27,88
350 MCM	25.32	21.90	19.07	32.90	27.40	23.01	33,26	27,66	23,19
500 MCM	21.85	18.32	15.49	29.43	23.81	19.43	29,80	24,08	19,61
750 MCM	18.83	15.30	12.54	26.42	20.80	16.47	26,78	21,06	16,66
1000 MCM	17.15	13.67	10.97	24.73	19.16	14.91	25,10	19,42	15,10

Tabla 23. Constantes de regulación KG cobre desnudo.

Calibre **(AWG)**	***Constante KG para distintos factores de potencia***		
	0,80	***0,90***	***0,95***
6	186.17	209.72	221.32

Calibre (AWG)	*Constante KG para distintos factores de potencia*		
	0,80	*0,90*	*0,95*
4	117.01	131.78	139.06
2	73.76	83.05	87.62
1/0	46.41	52.23	55.09
2/0	36.90	41.51	43.77
3/0	29.18	32.86	34.67
4/0	23.22	26.14	27.58

Tabla 24. Constantes de regulación KG cable cuádruplex AAAC, AAC, ACSR B.T.

Calibre (AWG)	*Constante KG para distintos factores de potencia*		
	0,80	*0,90*	*0,95*
6	186.22	209.75	221.34
4	117.05	131.81	139.08
2	73.79	83.07	87.64
1/0	46.44	52.25	55.11
2/0	36.93	41.53	43.79
3/0	29.19	32.87	34.68
4/0	23.23	26.15	27.58

Calibre (AWG)	*Constante KG para distintos factores de potencia*		
	0,80	***0,90***	***0,95***
6	186.35	209.85	221.41
4	117.18	131.90	139.14
2	73.90	83.15	87.69
1/0	46.55	52.33	55.16
2/0	37.03	41.61	43.85
3/0	29.23	32.89	34.69
4/0	23.27	26.17	27.60

Tabla 26. Constantes de regulación KG cable dúplex AAAC, AAC, ACSR B.T.

NOTA: Para obtener la constante de regulación (K) se divide el valor correspondiente de la constante generalizada (KG) por el voltaje de línea al cuadrado. K = KG/(V_L)^2.

Las constantes obtenidas corresponden a las siguientes características.

Nivel	Disposición	Distancia equivalente
Baja tensión	Vertical	0,25 m
Media tensión (13,8 kV)	Delta	1,33 m
Media tensión (34,5 kV)	Delta	1,44 m

Tabla 27. Distancias equivalentes para distintos niveles de tensión.

11.4.4.2. Conductores en ducto.

Constante KG para distintos factores de potencia0									
Tensión	***B.T.***			***13 200 V***			***34 500 V***		
Calibre (AWG)	***0,80***	***0,90***	***0,95***	***0,80***	***0,90***	***0,95***	***0,80***	***0,90***	***0,95***
14	810,898	909,657	957,655						
12	513,258	574,514	604,060						
10	326,049	363,807	381,808						
8	211,282	234,644	245,572						
6	135,591	149,580	155,924						
4	87,889	96,036	99,536						
2	57,557	62,040	63,765	60,627	64,263	65,357			
1/0	38,702	40,833	41,404	41,573	42,912	42,893	42,493	43,579	43,370
2/0	31,918	33,275	33,479	34,614	35,227	34,877	35,511	35,877	35,342
3/0	26,522	27,264	27,177	29,056	29,099	28,492	29,934	29,736	28,947
4/0	22,176	22,441	22,132	24,577	24,180	23,378	26,322	25,444	24,283
250MCM	19,339	19,407	19,028	21,463	20,945	20,130	23,185	22,192	21,023
350MCM	15,285	14,927	14,355	17,198	16,313	15,347	18,817	17,486	16,187
500MCM	12,423	11,697	10,942	14,186	12,975	11,857	15,630	14,021	12,606
750MCM	9,995	9,039	8,183	11,704	10,277	9,070	12,775	11,053	9,626
1000 MCM	8,755	7,693	6,794	10,332	8,835	7,612	11,241	9,493	8,083

Tabla 28. Constantes de regulación KG para cobre THW en ducto.

Constante KG para distintos factores de potencia									
Tensión	*B.T.*			*13 200 V*			*34 500 V*		
Calibre (AWG)	*0,80*	*0,90*	*0,95*	*0,80*	*0,90*	*0,95*	*0,80*	*0,90*	*0,95*
8	304,976	340,080	356,774	305,459	340,430	357,024	305,459	340,430	357,024
6	195,922	216,962	226,680	195,236	216,465	226,324	195,236	216,465	226,324
4	126,366	138,784	144,284	125,632	138,253	143,904	125,632	138,253	143,904
2	82,233	89,236	92,098	81,453	88,671	91,693	81,453	88,671	91,693
1/0	54,382	58,048	59,298	53,539	57,438	58,861	53,539	57,438	58,861
2/0	44,596	47,103	47,796	43,734	46,479	47,349	43,734	46,479	47,349
4/0	30,616	31,487	31,397	29,716	30,836	30,930	29,716	30,836	30,930

Tabla 29. Constantes de regulación KG para Aluminio THW en ducto.

11.4.5. Factores de corrección.

Los valores de la constante de regulación (KG) obtenidos en el numeral anterior están dados para sistemas tetrafilares balanceados en baja tensión. Para otras conexiones se debe multiplicar el valor obtenido por los factores indicados a continuación:

Tipo de Subestación	Monofásica (FN)	Tipo de red bifilar (FF)	Trifilar (FFN)
Monofásica.	8,00	2,00	2,00
Trifásica	6,00	1,732	2,25

Tabla 30. Factores de corrección para las tablas 20-29.

11.5. MEDIDORES DE ENERGÍA.

11.5.1. Características.

Tipo	Clase	Corriente límite de precisión	Corriente mínima de arranque	Corriente nominal mínima
Activa	2	300% In	0,5% In	15 A
Reactiva	2	100% In	0,5% In	15 A

Tabla 31. Principales características para medidores.

11.6. CRUCETERÍA Y PERCHAS.

Todas las crucetas a utilizar en redes de distribución urbana, zona metropolitana y poblaciones, deberán ser metálicas y galvanizadas en caliente. Deberán cumplir las siguientes dimensiones

Referencia CENS	Calibre del ángulo	
	mm	Pulgadas
02550	64x64x5	2, 1/2″x2, 1/2″x3/16″
02560	64x64x6	2, 1/2″x2, 1/2″x1/4″
02570	76x76x6	3″ x3″x1/4″

Tabla 32. Especificaciones para crucetas.

Longitud estándar de la cruceta es de 2,00 m, la referencia a utilizar en cada caso dependerá de la estructura conformada y del calibre del conductor.

Tipo de estructura	***Paso***		***Terminal / Retención***	
Calibre del conductor	2 a 1/0	Mayor 1/0	2 a 1/0	Mayor a 1/0
Referencia	02550	02570	02560	02570

Tabla 33. Selección de la cruceta.

Las crucetas serán construidas en ángulo metálico y galvanizado en caliente, en las dimensiones establecidas en las Normas unificadas del sector eléctrico.

Las crucetas metálicas a utilizar en las protecciones del transformador llevarán las perforaciones estándar para instalación de cortacircuitos y DPS's.

Las crucetas metálicas utilizadas en el tendido de la red de media tensión deberán ser sostenidas con diagonales metálicas en V de 48''.

Para estructuras de paso en ángulo se deberán emplear dos (2) crucetas con doble pin por conductor.

La varilla y lámina que constituyen la percha deberán ser galvanizadas en caliente. La varilla deberá ser de 5/8'' de diámetro con su correspondiente chaveta de seguridad.

En postes con perchas terminales o de abertura de cinco (5) puestos, éstas deberán ser aseguradas con cuatro (4) pernos de 5/8'' x 8''. Cuando no sea posible utilizar el perno, las perchas se deben asegurar con cuatro (4) amarres dobles de fleje en acero inoxidable de 5/8". En postes con percha de paso, estas se asegurarán con dos (2) pernos galvanizados de 5/8'' x 8''.

11.7. DUCTOS.

11.7.1. Utilización de ductos.

Los ductos se deben seleccionar de acuerdo al tipo de acometida tal como se presenta en las siguientes tablas.

Tipo de red	Tráfico.	Tipo de ducto.	Diámetro Mínimo.	Material.
MT	Vehicular	Pesado	4″	PVC, Asbesto cemento o metálico galvanizado
MT	Peatonal	Liviano	4″	
BT	Vehicular	Pesado	3″	
BT	Peatonal	Liviano	3″	
AP	Vehicular	Pesado	3/4″	
AP	Peatonal	Liviano	3/4″	

Tabla 34. Ductos para redes subterráneas.

Tipo de red	Tráfico	Tipo de ducto.	Diámetro mínimo.	Material
MT	Vehicular	Pesado	4″	PVC, Asbesto cemento o metálico galvanizado
MT	Peatonal	Liviano	4″	
BT	Vehicular	Pesado	3/4″	
BT	Peatonal	Liviano	3/4″	

Tabla 35. Ductos para acometidas subterráneas.

Tipo de red	Tipo de ducto	Diámetro Mínimo	Material
MT	Liviano	4″	metálico galvanizado

Tipo de red	Tipo de ducto	Diámetro Mínimo	Material
BT	Liviano	3/4"	metálico galvanizado
AP.	Liviano	½"	metálico galvanizado
Tierra	Liviano	½"	metálico galvanizado

Tabla 36. Ductos para bajantes aéreos.

11.7.2. Número máximo de conductores por ducto.

Aislamiento	Calibre AWG-MCM	Tamaño comercial del ducto (Pulgadas)									
		1/2	3/4	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
TW THW THHW	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279

Aislamiento	Calibre AWG-MCM	Tamaño comercial del ducto (Pulgadas)									
		1/2	3/4	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	00	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
THWN	000	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	0000	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
THHN	250	0	0	1	1	1	3	6	9	11	15
	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5

Tabla 37. Máximo número de conductores por ducto metálico.

Aislamiento	Calibre AWG-MCM	Tamaño comercial del ducto (Pulgadas)					
		1/2	3/4	1	1 ¼	1 ½	2
TW THW THHW	6	1	2	4	7	10	17
	4	1	1	3	5	8	13
	3	1	1	2	5	7	11

Aislamiento	Calibre AWG-MCM	Tamaño comercial del ducto (Pulgadas)					
		1/2	3/4	1	1 ¼	1 ½	2
	2	1	1	2	4	6	9
	1	0	1	1	3	4	6
	1/0	0	1	1	2	3	5
	2/0	0	1	1	1	3	5
	3/0	0	0	1	1	2	4
	4/0	0	0	1	1	1	3
	250	0	0	1	1	1	2
	300	0	0	0	1	1	2
	350	0	0	0	1	1	1
	400	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1
	700	0	0	0	0	1	1
	750	0	0	0	0	1	1
	14	10	18	32	58	80	132
	12	7	13	23	42	58	96
	10	4	8	15	26	36	60
	8	2	5	8	15	21	35
THWN	6	1	3	6	11	15	25
	4	1	1	4	7	9	15
THHN	3	1	1	3	5	8	13
	2	1	1	2	5	6	11
	1	1	1	1	3	5	8
	0	0	1	1	3	4	7
	00	0	1	1	2	3	5
	000	0	1	1	1	3	4
	0000	0	0	1	1	2	4
	250	0	0	1	1	1	3

Aislamiento	Calibre AWG-MCM	Tamaño comercial del ducto (Pulgadas)					
		1/2	3/4	1	1 ¼	1 ½	2
	300	0	0	1	1	1	2
	350	0	0	0	1	1	2
	400	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1
	750	0	0	0	0	1	1

Tabla 38. Máximo número de conductores por ducto no metálico.

11.8. EQUIPO DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN EN MEDIA TENSIÓN.

Parámetros	Un	Cortacircuitos		Seccionadores bajo carga e interruptores (uso exterior)		Seccionadores bajo carga (uso interior)		DPS	
Tensión de servicio	kV	13,2	34,5	13,2	34,5	13,2	34,5	13,2	34,5
Tensión nominal	kV	15,0	36,0	15,0	36,0	15,0	36,0	12,0	30,0
Corriente nominal	A	100,0	100,0	400,0	400,0	400,0	400,0	-	-
Nivel básico de aislamiento BIL	kV	110,0	200,0	110,0	200,0	95,0	150,0	110,0	195,0
Tensión sostenida	kV	36,0	70,0	36,0	70,0	34,0	70,0	36,0	70,0

Parámetros	Un	Cortacircuitos		Seccionadores bajo carga e interruptores (uso exterior)		Seccionadores bajo carga (uso interior)		DPS	
(1′) 60 Hz									
Corriente de cortocircuito simétrica	kA	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-
Corriente de cortocircuito asimétrica	kA	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	-	-
Capacidad nominal de descarga	kA	-	-	-	-	-	-	10,0*	10,0*
Máxima tensión de cebado	kV	-	-	-	-	-	-	68,0	121,0
Factor de puesta a tierra	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8
Factor de Seg, mín. de aislamiento	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,4

Tabla 39. Equipos de protección para media tensión.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias (DPS) deben cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- El nivel 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 material que se emplee.

- 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 la distancia 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.

*Los DPS a utilizar en la zona de Cúcuta, podrán ser de 5 kA ó 10 kA de capacidad nominal de descarga, pero en conjunto, en el sistema a proteger deberán ser iguales cada unidad.

11.8.1. Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS)

Se establecen los siguientes requisitos para instalación de DPS, adaptados de las normas IEC 61643-12, IEC 60664, IEC 60664-1, IEC 60071, IEC 60099, IEC 60364-4-443, IEC 60364-5-534, IEC 61000-5-6, IEC 61312, IEEE 141, IEEE 142 y NTC 4552:

a. Toda subestación (transformador) y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión, deben disponer de DPS. En los demás equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o uso final, la necesidad de DPS dependerá de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación. Tal evaluación técnica, deberá tener en cuenta entre otros factores:

- El uso de la instalación,
- La coordinación de aislamiento,

- La densidad de rayos a tierra,
- Las condiciones topográficas de la zona,
- Las personas que podrían someterse a una sobretensión
- Los equipos a proteger.

b. Para la instalación de un DPS se debe tener en cuenta que la distancia entre los bornes del mismo y los del equipo a proteger debe ser lo más corta posible, de tal manera que la inductancia sea mínima. En baja tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 14 AWG en cobre. En media, alta y extra alta tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 6 AWG.

c. El DPS debe estar instalado como lo indica la Figura 13. Se debe tener como objetivo que la tensión residual del DPS sea casi igual a la aplicada al equipo. Se debe buscar siempre que la tensión residual del DPS (V_R) sea casi igual a la aplicada a la carga (V_C).

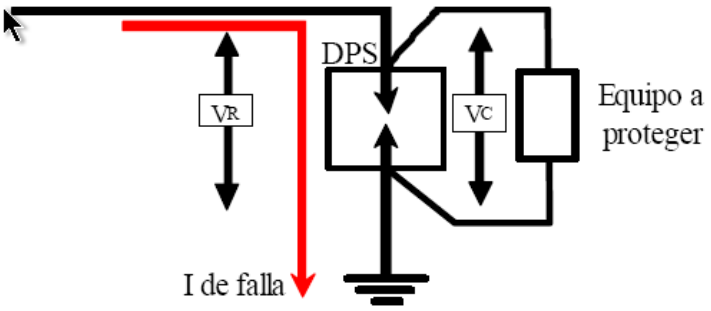


Figura 1. Montaje de los DPS

d. La instalación de los DPS debe ser en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.

e. Cuando se requieran DPS, se debe dar preferencia a la instalación en el origen de la red interna. Se permite instalar DPS en interiores o exteriores, pero deben ser inaccesibles para personas no calificadas. Se permite que un bloque o juego de DPS proteja varios circuitos. Cuando se instalen varias etapas de DPS, debe aplicarse una metodología de zonificación y deben coordinarse por energía y no sólo por corriente.

f. No se deben instalar en redes eléctricas de potencia DPS construidos únicamente con tecnología de conmutación de la tensión.

g. La capacidad de cortocircuito del DPS debe estar coordinada con la capacidad de falla en el nodo donde va a quedar instalado.

h. En caso de explosión del DPS, el material aislante no debe lanzar fragmentos capaces de hacer daño a las personas o equipos adyacentes. En baja tensión, este requisito se puede reemplazar por un encerramiento a prueba de impacto, el cual será demostrado con la instalación ya construida.

11.8.2. Requisitos de producto

a. Los DPS utilizados en media, alta y extra alta tensión con envolvente en material de porcelana, deben contar con algún dispositivo de alivio de sobrepresión automático que ayude a prevenir la explosión del equipo.

b. Los DPS utilizados en media tensión con envolvente en material polimérico, deben contar con algún dispositivo externo de desconexión en caso de quedar en cortocircuito.

c. Bajo ninguna condición los materiales constitutivos de la envolvente del DPS deben entrar en ignición.

d. Los parámetros básicos que debe cumplir un DPS de baja tensión y que deben estar a disposición del usuario, en el equipo o en catálogo, son:

- Corriente nominal de descarga, que en ningún caso será menor a 5 kA por módulo, para DPS instalados en el inicio de la red interna.
- Tensión nominal, según la red eléctrica en que se instalará.
- Máxima tensión de operación continua, que debe ser mayor o igual a 1,1 veces la tensión máxima del sistema en régimen permanente.
- El nivel de protección en tensión, que debe ser menor que el nivel básico de aislamiento.

11.9. HERRAJES.

Todos los herrajes a utilizar cumplirán con las especificaciones establecidas en las normas ICONTEC para el Diseño y Construcción de Sistemas de Subtransmisión, Distribución y deberán tener certificado de conformidad con la norma correspondiente expedido por la autoridad competente. Los materiales deben ser construidos en hierro y serán galvanizados en caliente según norma ICONTEC.

11.10. POSTERIA Y ESTRUCTURAS METALICAS.

11.10.1. Utilización de apoyos.

Red	Utilización	Material	Longitud (m)	Cargas de rotura (kg)
MT(34,5 kV) (1)	Urbana / Rural	Concreto	14	750
MT(13,2 kV).	Urbana	Concreto	12	510/750
MT(13,2 kV) (2)	Rural	Concreto o madera	12	510/750
BT.	Urbana	Concreto	8	510/750
BT.	Rural	Concreto o madera	8	510
AP (1). (3)	Urbana / Rural	Metálico o concreto	(4)	(4)
MT(13,2 kV).	Urbana	Concreto	12	1 500
M.T	Urbana / Rural	Poste en fibra de vidrio	12	510/750

Red	Utilización	Material	Longitud (m)	Cargas de rotura (kg)
B.T	Urbana / Rural	Poste en fibra de vidrio	8	510/750

Tabla 40. Tipos de postería.

Observaciones de la tabla :

(1) No se aceptarán diseños en postería de madera.
(2) Cuando se requiera postería de madera se justificará su utilización en el diseño indicando las características particulares.
(3) Esta especificación corresponde a redes para utilización exclusiva de alumbrado público en avenidas.
(4) Serán determinadas en el diseño particular.

Se deben utilizar apoyos cuya carga de rotura sea mínima de 510 kg para estructuras de paso y de mínimo 750 kg para retensiones y terminales, con los templetes que sean necesarios de acuerdo a la topografía del terreno, aplicable tanto para media como baja tensión.

11.10.2. Postería de Concreto.

La postería de concreto será troncocónica según norma ICONTEC y podrá tener cualquier combinación de características descritas a continuación.

❖ Por construcción.
- Vibrado.
- Centrifugado.
- Pretensado.

❖ Por longitud.
- 8 m.
- 10 m.
- 12 m.

- 14 m.
- 16 m.

❖ Por carga de rotura.

Medida a 20 cm. del extremo superior:

- Normal :510 kg.
- Reforzado :750 kg.
- Extrarreforzado :1 050 kg / 1 500 kg. o mayor.

11.10.3. Postería metálica para alumbrado público.

La postería metálica será construida en tubería sin costura, con tratamiento anticorrosivo y acabado final en pintura industrial para instalación a intemperie, de los siguientes espesores mínimos:

Diámetro	*Espesor*
2″	2,7 mm
3″	3,8 mm
4″	4,1 mm

Tabla 41. Especificaciones de postería metálica para alumbrado público.

11.10.4. Brazos para luminarias.

Los brazos para luminarias se construirán en tubería de acero galvanizado de 1″ a 1 1/4″ de diámetro, según el tipo de luminaria.

11.11. TRANSFORMADORES.

El grupo de conexión será: Delta en el lado primario, estrella en el lado secundario con neutro accesible Dyn para transformador trifásico. El diseño y construcción de transformadores de distribución debe satisfacer la última revisión de las normas **ICONTEC 818 y 819.**

11.11.1. Transformadores monofásicos nuevos de 5 a 167,5 kVA.

Valores máximos permisibles de corriente sin carga (Io), pérdidas sin carga (Po), pérdidas con carga (Pc) a 85°C y tensión de cortocircuito a 85°C (Uz).

Potencia Nominal (kVA)	Io (% In)	Po (W)	Pc (W)	Uz (%)
5	2,5	30	90	3,0
10	2,5	50	140	3,0
15	2,4	70	195	3,0
25	2,0	100	290	3,0
37,5	2,0	135	405	3,0
50	1,9	160	510	3,0
75	1,7	210	710	3,0
100	1,6	260	900	3,0
167,5	1,5	375	1 365	3,0

Tabla 42. Perdidas en transformadores monofásicos nuevos de 5 kVA a 167,5 kVA serie MT≤15 kV, serie BT≤1,2 kV.

11.11.2. Transformadores trifásicos nuevos de 15 a 2000 kVA.

Valores máximos declarados permisibles de corriente sin carga (Io), Pérdidas sin carga (Po), pérdidas con carga (Pc) y tensión de cortocircuito a 85 °C (Uz).

Potencia nominal **(kVA)**	**Io (% In)**	**Po (W)**	**Pc (W)**	**Uz (%)**
15	4,4	80	310	3,0
30	3,6	135	515	3,0
45	3,5	180	710	3,0
75	3,5	265	1 090	3,5
→ 112,5	2,6	365	1 540	3,5
150	2,4	450	1 960	4,0
225	2,1	615	2 890	4,0
300	2,0	765	3 575	4,5
400	1,9	930	4 730	4,5
500	1,7	1 090	5 780	5,0
630	1,6	1 285	7 140	5,0
750	1,6	1 450	8 380	5,0
800	1,6	1 520	8 900	5,0
1 000	1,6	1 780	11 100	5,0
1 250	1,5	2 090	13 500	6,0
1 600	1,5	2 520	16 700	6,0
2 000	1,5	3 010	20 400	6,0

Tabla 43. Perdidas de Transformadores trifásicos nuevos de 15 kVA 2000 kVA, serie MT≤15kV, serie BT≤1,2 kV

NOTA: Las pérdidas de carga en transformadores con corrientes entre 1200 y 2400 A en uno u otro devanado aumentan en un 5% y ese aumento se debe adicionar a las pérdidas totales establecidas en la tabla. Previa su instalación

todo transformador debe ser sometido a pruebas de rutina para verificar los datos de prueba en fábrica.El contratista deberá facilitar los protocolos de pruebas efectuadas al transformador por parte del fabricante.Para la identificación de los transformadores la Empresa les asignará un número y les abrirá su respectiva hoja de vida.

11.11.3. Transformadores reparados.

De acuerdo a la norma NTC 1954 (tercera actualización), todos los transformadores construidos antes de 1996, al repararse total o parcialmente deben cumplir con los valores establecidos en las siguientes tablas:

Potencia nominal kVA.	Po W	Pc W	Io % de In	Uz (%)
5	40	110	3,5	3,15
10	69	165	3,3	3,15
15	98	225	3,3	3,15
25	144	345	2,8	3,15
37,5	190	490	2,8	3,15
50	230	620	2,8	3,15
75	293	890	2,1	3,15
100	379	1165	2,1	3,15
167,5	483	1660	2,1	3,15

Tabla 44. Transformadores reparados parcial o totalmente, monofásicos sumergidos en aceite serie 15/1,2 kV fabricados antes de 1996.

Potencia nominal kVA.	Po W	Pc W	Io % de In	Uz (%)
15	110	385	5,9	3,3
30	185	620	4,7	3,3
45	245	860	4,7	3,3
75	355	1 330	4,0	3,8
112,5	490	1 920	3,7	3,8
150	600	2 500	3,5	4,4
225	815	3 680	2,9	4,4
300	975	4 680	2,7	5,0
400	1 190	6 000	2,3	5,0
500	1 395	7 500	2,3	5,5
630	1 630	9 000	2,3	5,5
750	1 780	11 000	2,3	5,5
800	1 930	11 500	2,3	5,5
1000	2 265	14 000	2,3	5,5
1250	2 645	16 800	1,7	6,6

Tabla 45. Transformadores reparados parcial o totalmente, trifásicos sumergidos en aceite serie 15/1,2 kV fabricados antes de 1996.

Los transformadores construidos a partir de 1996 , al repararse parcial o totalmente deben cumplir con los valores que se establecen a partir de las siguientes ecuaciones:

Po (a 85 ºC) = Po (original) + 14 %
Pc (a 85 ºC) = Po (original) + 7,5 %
Io = Io (original) + 25 %
Uz = Uz (original) $\pm$ 15 %

Donde Po (original), Pc (original), Io (original), y Uz (original), corresponde a los valores registrados en el protocolo si estos están de acuerdo con lo establecido en las NTC 818 y 819 con que fueron diseñados. Si no se posee el protocolo se toman los valores de las NTC 818 y 819.

11.11.4. Requisitos de producto:

a. Los transformadores sumergidos en aceite deben tener un dispositivo de puesta a tierra para conectar solidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde con la Tabla 46. Para transformadores de mayor potencia, el fabricante debe proveer dicho dispositivo con las características que requiera la operación del transformador.

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA REQUERIDO
Monofásicos entre 5 kVA y 167 kVA y trifásicos entre 15 kVA y 150 kVA	Un tornillo de acero inoxidable roscado M12 x 50 con paso 1,75 mm, mordaza de 100 A, guasa y tuerca según norma NTC 1490, NTC 1656.
Monofásicos entre 168 kVA y 500 kVA y trifásicos entre 151 kVA y 800 kVA	Dos tornillos de acero inoxidable roscados M12 x 50 con paso 1,75 mm, mordaza de 100 A, guasa y tuerca según normas NTC 1490, NTC 1656 y NTC 4907.

Tabla 46. Dispositivos de puesta a tierra para transformadores.

b. Todos los transformadores sumergidos en líquido refrigerante que tengan cambiador o conmutador de derivación de operación exterior sin tensión, deben tener un aviso: “manióbrese sin tensión” según criterio adoptado de la NTC 1490.

c. Todos los transformadores sumergidos en líquido refrigerante deben tener un dispositivo de alivio de sobrepresión automático fácilmente reemplazable, el cual debe operar a una presión inferior a la máxima soportada por el tanque según criterio adoptado de las NTC 1490, NTC 1656, NTC 3607, NTC 3997 y NTC 4907.

d. 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 entre el esfuerzo de rotura y el esfuerzo de trabajo del material usado. El esfuerzo de trabajo es el máximo desarrollado en los dispositivos del levantamiento por la carga estática del transformador completamente ensamblado, según criterio tomado de la NTC 3609.

e. 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 adoptado de la NTC 3609.

f. El fabricante debe entregar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento del transformador.

11.12. TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN.

Los transformadores de corriente y de potencial se deben seleccionar de acuerdo a las características presentadas en las siguientes tablas:

TRANSFORMADOR	TIPO	CLASE
De corriente	Medida	0,5 IEC
De corriente	Protección 5P10	IEC ó C. 100 ANSI
De tensión	Medida y/o protección	0,5 IEC

Tabla 47. Clase de los Transformadores de medida y de protección.

Se recomienda seleccionar los transformadores de corriente de tal forma que la corriente que circule por el primario del transformador sea del 100 % de su capacidad nominal.

	TRANSFOMADOR DE CORRIENTE				
Potencia	**Sistema.**	**NIVEL DE TENSIÓN SISTEMA TRIFÁSICO.**			
nominal (kVA)	**monofásico 120/240 V.**	**127/220 V**	**440 V**	**13200 V**	**34500 V**
10	100/5	-	-	-	-
15	100/5	100/5	-	-	-
25	100/5	-	-	-	-
30	-	100/5	-	-	-
37,5	200/5	-	-	-	-
45	-	200/5	-	-	-
50	200/5	-	-	-	-
75	300/5	200/5	100/5	-	-
100	400/5	-	-	-	-
112,5	-	300/5	200/5	-	-
150	700/5	400/5	200/5	5-10/5	2,5-5/5
225	-	600/5	300/5	5-10/5	2,5-5/5
300	-	-	-	7,5-15/5	2,5-5/5
400	-	-	-	10-20/5	5-10/5
500	-	-	-	10-20/5	5-10/5
600	-	-	-	15-30/5	5-10/5
800	-	-	-	20-40/5	7,5-15/5
1000	-	-	-	20-40/5	7,5-15/5
1 250	-	-	-	25-50/5	10-20/5
1 500	-	-	-	30-60/5	15-30/5

Tabla 48. Transformadores de corriente de acuerdo a carga nominal y nivel de tensión



CAPÍTULO 12
ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS

CENS

CENTRALES ELÉCTRICAS DEL
NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 12.		3
12.	CONEXIÓN DE CARGAS	3
12.1.	FACTIBILIDAD DE SERVICIO.	3
12.1.1.	Tipos de solicitud	4
12.1.2.	Requisitos para el trámite de la solicitud de factibilidad	4
12.1.3.	Validez del certificado de disponibilidad.	5
12.2.	REGISTRO Y APROBACION DE PROYECTO	5
12.3.	CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS	5
12.3.1.	Proyectos de redes de distribución.	6
12.3.2.	Proyectos de conexión	6
12.3.3.	Requisitos para la solicitud de aprobación de proyectos	6
12.3.4.	Alcance de la aprobación de proyectos.	7
12.3.5.	Validez de la aprobación del proyecto	8
12.3.6.	Contenido y esquema del proyecto	8
12.3.6.1.	Preliminares.	8
12.3.6.2.	Texto o cuerpo del proyecto.	10
12.3.6.3.	Planos y figuras	12
12.4.	SOLICITUD DE CONEXIÓN.	17
12.5.	Requisitos para solicitud de conexión	17
12.6.	Visita Técnica de Revisión	18

CAPÍTULO 12.

12. CONEXIÓN DE CARGAS

Para la conexión del servicio de energía eléctrica para uso final en un predio, se debe realizar los siguientes trámites ante CENS S.A. E.S.P. en este mismo orden:

- Solicitud de factibilidad de servicio
- Solicitud de registro y aprobación de proyecto
- Solicitud de conexión.

CENS S.A. E.S.P. responderá estas solicitudes dentro de los siguientes quince (15) días hábiles a la realización de la misma. En caso de ser necesario estudios complejos o de requerir condiciones especiales de conexión para la atención de la solicitud, a criterio de CENS S.A. E.S.P., que no permitan cumplir con este plazo, CENS S.A. E.S.P. informara oportunamente la nueva fecha de respuesta a la solicitud. Ninguna instalación puede conectarse a la red de distribución de CENS S.A. E.S.P. sin el lleno de estos requisitos.

12.1. FACTIBILIDAD DE SERVICIO.

Con la solicitud de factibilidad del servicio de energía eléctrica la empresa informa, a solicitud del usuario o potencial usuario, el punto de conexión a la red y las condiciones técnicas generales para la instalación de la acometida para dar servicio a un predio a través de un certificado de disponibilidad. A partir del punto de conexión dado por la empresa, se define el inicio de la acometida de la instalación eléctrica.

12.1.1. Tipos de solicitud

La solicitud de factibilidad del servicio de energia eléctrica se clasifican en

- Servicio Nuevo: El predio no tiene servicio de energía.
- Incorporación de cuentas: El predio requiere un número menor de cuentas que el existente.
- Independización de cuentas: El predio requiere un número mayor de cuentas que el existente.
- Aumento de carga en una o varias cuentas: cuando el requerimiento de carga sea mayor al actual.
- Cambio nivel de Tensión de suministro. Cuando el servicio se requiera prestar en otro nivel de tensión.
- Cambio de transformador.
- Cambio del lugar de la medición
- Modernización o traslado de subestaciones.

12.1.2. Requisitos para el trámite de la solicitud de factibilidad

Para dar respuesta a la solicitud de factibilidad se debe llenar el formato establecido por CENS S.A. E.S.P. y suministrar la siguiente información básica en las oficinas de Servicio al Usuario.

- Nombre del propietario del predio, dirección y teléfono.
- Localización y dirección del predio
- Certificado de tradición y libertad del predio, dos (2) meses
- Potencia máxima a utilizar en el predio en kVA
- Número de cuentas existentes
- Numero de cuentas solicitadas
- Tipo de servicio (residencial, comercial, industrial, oficial)
- Nivel de tensión (baja, media, alta)
- Tipo de conexión: monofásico, bifásico o trifásico
- Nombre del solicitante, dirección y teléfono

También se debe pagar el correspondiente valor establecido por CENS S.A. E.S.P., según sea el caso.

12.1.3. Validez del certificado de disponibilidad.

El certificado de disponibilidad de servicio expedido por CENS S.A. E.S.P. tendrá validez de un (1) año a partir de su fecha de aprobación. La solicitud de conexión de la carga especificada en el certificado debe realizarse dentro de este mismo plazo de un (1) año, de lo contrario se debe tramitar una nueva solicitud de factibilidad.

El certificado de disponibilidad está sujeto a cambios que puedan tener las normatividades locales o nacionales.

12.2. REGISTRO Y APROBACION DE PROYECTO

El objetivo de este capítulo es establecer el procedimiento para la realización y presentación de los proyectos eléctricos con cargas nuevas o modificación de instalaciones existentes que permita la revisión, control, evaluación, aprobación, codificación y archivo. Todos los proyectos eléctricos deben cumplir con las especificaciones establecidas en la presente norma en todos sus capítulos, así como con las disposiciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas establecido por los entes gubernamentales competentes.

Para el registro y aprobación final proyecto que se presente ante CENS S.A. E.S.P., se debe anexar original y copia dura, y una copia en medio magnético de toda la información relacionada con el proyecto.

12.3. CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS

12.3.1. Proyectos de redes de distribución.
Estos proyectos se elaborarán en todos los casos en donde:

- Instalación de redes de distribución para urbanizaciones y conjuntos residenciales.
- Instalación de redes de distribución rurales
- Multiples bloques de apartamentos
- Se requiera la instalación de un Transformador, con redes de Media y Baja Tensión aéreas o subterráneas en zona urbana y/o rural.
- Cuando se vaya a construir un circuito de baja tensión desde un transformador existente.
- Proyectos de alumbrado publico

12.3.2. Proyectos de conexión

Estos proyectos se elaborarán en todos los casos en donde:

- Edificios multifamiliares y/o de comercio
- Grandes superficies y/o centros comerciales
- Instalación de transformadores de uso exclusivo

12.3.3. Requisitos para la solicitud de aprobación de proyectos

Para la presentación y aprobación de proyectos de diseño se deben cumplir los siguientes requisitos:

- La elaboración del proyecto de diseño eléctrico debe estar a cargo de un Ingeniero Electricista o Ingeniero Electromecánico con matricula profesional vigente.
- Presentación de memorias de cálculo.
- Presentación de planos eléctricos.

- Fotocopia de la matricula profesional del ingeniero donde sea legible el nombre, apellido, numero de la matricula, fecha de expedición y entidad que la expidió.
- Certificado de factibilidad aprobado por CENS S.A. E.S.P. y vigente a la fecha de presentación de la solicitud.
- Autorización del propietario de la construcción objeto del proyecto.
- Acta firmada por el diseñador de las instalaciones eléctricas para certificar el cumplimiento en el diseño del Reglamentación Técnico de Instalaciones Eléctricas vigente establecido por los entes gubernamentales nacionales.
- Recibo de pago expedido por CENS S.A. E.S.P. para la revisión del proyecto.

Para la revisión se debe entregar una copia dura, sobre la cual CENS S.A. E.S.P. podrá sobreescribir o hacer anotaciones sobre correcciones y modificaciones que se deban realizar a la presentación del proyecto.

En caso que el proyecto no cumpla con las especificaciones establecidas en esta norma, será devuelto al responsable del proyecto con las observaciones correspondientes. El tiempo de aprobación del proyecto se iniciara nuevamente en el momento en que el diseñador entregue el proyecto con las observaciones sugeridas por CENS S.A. E.S.P. para su revisión.

Para el registro y la aprobación final del proyecto, se de entregar:

Un (1) original para ser devuelto al solicitante debidamente registrado
Una (1) copia para archivo de CENS S.A. E.S.P.
Una (1) copia en medio magnético de las memorias de cálculo y planos eléctricos para archivo de CENS S.A. E.S.P.

12.3.4. Alcance de la aprobación de proyectos.

La aprobación de proyectos por parte de CENS S.A. E.S.P. establece la verificación de las condiciones mínimas de la instalación y la existencia de

cálculos y métodos de ingeniería aplicables al diseño de instalaciones eléctricas, en especial, las del punto de conexión de la acometida a la red de distribución e instalación de subestaciones, y la conformidad de las condiciones exigidas en esta norma. La aprobación del proyecto eléctrico se realiza como REGISTRO Y APROBACION PARA CONEXIÓN.

Las condiciones particulares de los elementos del sistema eléctrico diseñado y el diseño eléctrico son entera responsabilidad del diseñador.

12.3.5. Validez de la aprobación del proyecto

El registro y aprobación del proyecto eléctrico tendrá validez de un (1) año a partir de su fecha de aprobación. La aprobación del proyecto está sujeto a cambios que puedan tener las normatividades locales o nacionales.

12.3.6. Contenido y esquema del proyecto

Los proyectos presentados para la aprobación de CENS S.A. E.S.P. deben constar de unas memorias de los cálculos de los parámetros del diseño eléctricos y los planos eléctricos correspondientes, además de la descripción general del proyecto. A continuación se relaciona los requisitos específicos que deben contener los proyectos dividido en preliminares, cuerpo del proyecto y anexos y planos.

12.3.6.1. Preliminares.

Los preliminares deberán presentarse en el siguiente orden:

- **Cubierta.**

Se denominan cubiertas a cada una de las de las dos láminas que protegen las memorias, planos y anexos del proyecto.

Deben llevar, en su orden, los siguientes datos:

- Leyenda que diga: "Diseño de Instalaciones Eléctricas".
- Nombre del proyecto.
- Dirección.
- Nombre del propietario de la obra.
- Nombre del ingeniero responsable del diseño eléctrico.
- Nombre de la ciudad y fecha de presentación.

- **Portada.**

Se denomina portada a la hoja que va inmediatamente luego de la cubierta la cual llevará los mismos elementos de la pasta, adicionando la firma autógrafa con el número de la matrícula profesional del ingeniero responsable del proyecto eléctrico.

- **Tabla de contenido.**

Deberán aparecer los títulos correspondientes a cada una de las divisiones y subdivisiones del cuerpo del proyecto y de los planos, anexos y demás material complementario. Se titularán de acuerdo con su contenido: Figuras, abreviaturas, símbolos, anexos, etc. La lista de figuras consistirá en la relación del material ilustrativo que contenga el proyecto. Se colocarán el número y el título correspondiente a cada ilustración en su orden y se dará el número de página donde se localicen. La lista de abreviaturas y siglas se hará alfabéticamente con su correspondiente desarrollo.

En caso de que haya más de un anexo se relacionarán de acuerdo con el orden de aparición, con indicación del número, el título y la hoja donde se localicen.

La presentación del cuerpo del proyecto debe ajustarse a la norma ICONTEC para presentación de trabajos escritos.

- **Resumen general del proyecto.**

A través de una tabla ilustrativa se hará una síntesis del proyecto la cual contendrá la siguiente información:

- Tipo de servicio: Residencial, Comercial o Industrial.
- Número de usuarios: Cantidad de usuarios por atender indicando tipo de servicio y potencia máxima a utilizar.
- Demanda máxima por usuario: Demanda máxima por tipo de usuario.
- Capacidad instalada: KVA totales del proyecto.
- Cantidad de TRF: con su respectiva relación transformación.
- Líneas y redes: Longitud en Kms, aéreas o subterráneas, de M.T., B.T. Alumbrado y Acometidas.
- Alumbrado Público: Cantidad de luminarias de alumbrado público.
- Medidores: Corresponde a la cantidad de medidores según sea su capacidad y tipo de conexión.

12.3.6.2. Texto o cuerpo del proyecto.

En el contenido del proyecto se contemplarán los siguientes aspectos técnicos:

- Descripción del proyecto
- Memorias de cálculo
- Figura y planos.

Estos se dividirán en capítulos para orientar y facilitar su revisión. Cada capítulo en si cubrirá un título significativo del trabajo y podrá a su vez subdividirse.

- **Descripción del proyecto.**

Deberán incluirse los siguientes aspectos:

- Localización general y ubicación geográfica.
- Objeto. Se debe describir la clase de servicio para la cual ha sido diseñado el proyecto (tipo industria, comercio, etc) y en caso de cubrir servicio residencial se debe especificar el estrato socio-económico.
- Número de usuarios que atenderá la instalación eléctrica.
- Características de la carga. Especificando la capacidad instalada y la demanda máxima de diseño.
- Redes de media. Especificando la longitud en kilómetros de las redes de media tensión clasificadas según su instalación (aérea o subterránea), calibre y voltaje de suministro.
- Subestaciones. Especificando el numero de transformadores, clasificados según su capacidad, relación de transformación y tipo de subestación.
- Redes en baja tensión. Especificando la longitud en kilómetros de las redes de baja tensión clasificadas según su instalación (aérea o subterránea), calibre y voltaje de suministro.
- Medidores de energía. Especificando la cantidad de medidores clasificados con sus características nominales y la clase de precisión. También se debe describir el compartimiento destinado para alojar los equipos de medida.
- Redes de alumbrado público. Indicando la cantidad de luminarias clasificadas por tipo y potencia nominal de la bombilla.
- Instalaciones internas. Indicando el numero de circuitos y el tipo de servicio de cada circuito.

- **Memorias de cálculo.**

Según el proyecto de diseño de instalaciones eléctricas, las memorias de cálculo comprenderán diferentes tópicos, los cuales se consignarán en el documento de esta manera:

- Parámetros de diseño.
- Diseño de redes de media y baja tensión. Se debe especificar los cálculos y método de diseño para la selección de los diferentes componentes de las redes de media y baja tensión tales como conductores, aisladores, herrajes, distancia de los vanos, tipo de estructura, ductos, elementos de corte,

cables de guarda, puestas a tierra, DPS, barrajes, retenidas a tierra o templetes, entre otros.

- Diseño de acometida. Se debe especificar los cálculos y método de diseño para la selección de la acometida que incluya regulación de voltaje y capacidad de corriente.
- Diseño de subestaciones. Se debe especificar los cálculos para la selección de los diferentes componentes eléctricos de la subestación tales como transformadores, cortacircuitos, fusibles, interruptores, conductores de acometida, puesta a tierra, DPS, entre otros.
- Selección del equipo de medida. Medidores de energía y transformadores de potencial y de corriente.
- Diseño de redes en alumbrado público y escenarios deportivos. Se debe especificar además de los cálculos del diseño de redes de media y baja tensión, los cálculos y método de diseño de la distribución de la iluminación y el número de luminarias clasificados por tipo y potencia nominal de las bombillas.
- Diseño de instalaciones internas. Se debe especificar los cálculos y métodos para la selección de los diferentes componentes de las instalaciones internas tales como conductores, interruptores, puesta a tierra, tomacorrientes, bombillas, ductos, tablero de circuitos, circuitos especiales, circuitos de motores. Se debe especificar los cuadros de carga de cada circuito que incluyan regulación.

En las memorias de cálculo es indispensable para redes de media, baja tensión y alumbrado público la inclusión de los cuadros de cálculo de regulación, porcentaje de perdidas de potencia y calculo y diseño de la puesta a tierra de subestaciones.

12.3.6.3. Planos y figuras

Los símbolos y convenciones a utilizar se encuentran en las Tablas 5 y 6 Capitulo 1 y los rótulos especificados. Si el diseñador utiliza convenciones que no se contemplen en esta norma, debe especificarla en los cuadros de convenciones incluidos en cada plano.

Las figuras incluidas en los planos deben clarificar las instalación de elementos referentes a cajas de distribución subterráneas, detalle de la instalación de la acometida, subestaciones y equipos de medida, detalle de gabinetes o armarios para medidores, cruces de vía subterraneas y detalles especiales relevantes.

Todas las redes de más de 1.000 voltios deben tener cálculos mecánicos para las estructuras y tendido de conductor y contar con el plano de planta y perfil topográfico del trazado de la línea de transmisión.

Los planos anexos al proyecto y la copia en CD deben estar alojados en bolsillos adecuados para tal fin y que formen parte integral del proyecto, no deben ir planos sueltos dentro del cuerpo del proyecto.

- **Plano general del proyecto.**

Todos los proyectos deben contener un (1) plano general del proyecto en un tamaño no mayor a un (1) pliego de 1000x700 mm, que contenga:

- Localización del proyecto. Consiste en un plano o esquema que facilite la localización geográfica del proyecto indicando direcciones, vías principales de acceso y puntos de referencia.

- Plano de planta de la instalación. Se debe incluir un plano de planta desde el punto de conexión de la acometida hasta el tablero de distribución (incluyendo la localización de postes de media y baja tensión con su tipo de estructura, así como la localización de la(s) subestación(es), se debe especificar la escala de este plano y debe incluir redes y subestaciones existentes.

- Diagrama unifilar completo. Indicando claramente el esquema del diseño eléctrico desde la acometida, subestaciones, equipos de medida, tablero de distribución, barajes, circuitos internos y protecciones. Se debe especificar las características técnicas de cada elemento tales como: calibres de conductores, material y tipo de aislamiento; diámetro y material de los

ductos, corriente nominal y capacidad de cortocircuito de los interruptores en media y baja tensión; corriente nominal y tipo de fusibles en media y baja tensión; nivel de tensión, corriente nominal y tipo de DPS de media y baja tensión, especificaciones técnicas de los transformadores y equipos de medida.

- Vistas en elevación con detalle de instalación de la acometida, medidores, subestación y módulos de las subestaciones, se debe especificar la escala de este plano.

- Detalles especiales (ductos, cajas de inspección, drenajes puesta a tierra).

- Cuadros de carga de iluminación y artefactos eléctricos en el que se especificará como mínimo lo siguiente:

  - Identificación del circuito.
  - Número de salida de iluminación y de tomacorrientes.
  - Potencia de luminarias, tomacorrientes y artefactos eléctricos conectados.
  - Factor de potencia de cada circuito.
  - Carga en voltiamperios.
  - Capacidad de corriente y dispositivo de protección.
  - Descripción del circuito y observaciones

- **Planos de detalle de las instalaciones**

Según el tipo de proyecto, además del plano general del proyecto, se debe incluir la siguiente información:

- Perfil topográfico de las redes de media y baja tensión
- Planimetría de red
- Proyecto de alumbrado exterior que incluya: Localización y disposición de los apoyos en la vía, altura, tipo de soporte, distancia del brazo de la luminaria al soporte, ángulo de inclinación, perfil de la vía (ancho de la

acera y de la calzada, interdistancia, cajas de inspección y curvas fotométricas).
- Planta de la instalación interna.
- Vistas en elevación de la localización de tableros, acometidas, medidores y módulos de las subestaciones.
- Planos de la distribución de la instalación de los circuitos internos.

Los proyectos que incluyan redes de distribución de media y baja tensión deben también presentar un plano con vista de planta de la totalidad del diseño de la red de media y baja tensión con sus respectivas acometidas, indicando el tipo de estructura utilizada.

- **Escala y tamaño de planos.**

Los planos, esquemas, diagramas, gráficos y demás dibujos que se incluyan en el proyecto se presentarán en formatos y escalas indicados a continuación:

PLANOS GENERALES		
Tipo de plano	**Escala**	**Formato (mm)**
De localización del proyecto	Según el caso	215 x 280
		700 x 1000
Diagrama Unifilar	Sin	280 x 430

Tabla 1. Planos generales.

PLANOS DE LINEAS		
Tipo de plano	**Escala**	**Formato (mm)**
Del trazado	Según el caso	700 x 1000 280 x 430
Del perfil	Ver: 1:1000 – Hor: 1:5000	700 x 1000
De detalle (incluye el diagrama)	Según el caso	700 x 1000 280 x 430

Tabla 2. Planos de líneas de media tensión.

PLANOS DE REDES		
Tipo de plano	**Escala**	**Formato (mm)**
Topografía de la red	Según el caso	700 x 1000 280 x 430

Tabla 3. Plano de redes de distribución de baja tensión.

PLANOS DE SUBESTACIONES		
Tipo de plano	**Escala**	**Formato (mm)**
Diagrama Unifilar	Sin	700 x 1000 280 x 430
Perfil y planta general	1:50	700 x 1000

PLANOS DE SUBESTACIONES		
Tipo de plano	**Escala**	**Formato (mm)**
De obra civil	1:50	700 x 1000
Detalles de subestaciones y tableros	1:50	700 x 1000

Tabla 4. Planos de subestaciones

INSTALACIONES INTERNAS		
TIPO DE PLANO	**ESCALA**	**FORMATO (mm)**
Planos de circuitos de distribución interna	1:50	700X100
		280X430

Tabla 5. Planos de instalaciones internas.

12.4. SOLICITUD DE CONEXIÓN.

Para la solicitud de conexión del servicio de energía eléctrica se debe contar con un proyecto eléctrico aprobado por CENS S.A. E.S.P. y vigente.

12.5. Requisitos para solicitud de Conexión

- Proyecto eléctrico aprobado y vigente. En caso que el diseñado inicial haya sufrido modificaciones en su construcción, se debe revisar y registrar nuevamente el proyecto eléctrico según lo establecido en el numeral 12.2 REGISTRO Y APROBACION DE PROYECTOS.
- Diligenciar el formato de solicitud de conexión en el proceso de conexión al Usuario.

- Certificado de conformidad de la instalación eléctrica en los términos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, con copia de la matricula profesional vigente del constructor.
- Registro de transformadores adjuntando certificado RETIE de producto y protocolo del transformador, en los casos que aplique.
- Certificado RETIE de producto de los DPS, en los casos que aplique.
- Copia de la licencia de construcción para instalaciones nuevas y remodelaciones.

12.6. Visita Técnica de Revisión

CENS S.A. E.S.P. realizara una visita al sitio de la instalación para verificar el cumplimiento de la Normas de CENS y la construcción de las instalaciones de acuerdo al proyecto aprobado.

En el caso que se encuentre alguna no conformidad la solicitud de conexión será NO APROBADA. Se debe tramitar nuevamente la solicitud de conexión una vez solucionadas las no conformidades y pagando el valor de la correspondiente vista, tantas veces como visitas adicionales sean realizadas para la conexión final del proyecto. El valor será el de Revisión General Tipo 1 Urbano o Rural, según resolución de precios CENS.

REGISTRO DE TRANSFORMADOR

En los casos que se requiera transformador y DPS en la instalación eléctrica, este debe registrar en CENS pagando el valor correspondiente a la revisión y anexando copia del protocolo del transformador con vigencia máximo de un año (1). CENS S.A. E.S.P. marcara un código alfanumérico para la identificación del transformador.

Para transformadores a instalar en poste la revisión se hará en las instalaciones de CENS o en el lugar autorizado por la empresa. Para los demás, la revisión se hará en sitio.

Se debe diligenciar el formato de solicitud de conexión anexando un acta

suscrita entre el propietario y el constructor de la obra para certificar el cumplimiento en la construcción del Reglamentación Técnico de Instalaciones Eléctricas vigente establecido por los entes gubernamentales nacionales. Se debe anexar fotocopia de la matricula profesional del responsable de la construcción donde sea legible el nombre, el numero de la matricula, la fecha de expedición y la entidad que expidió la matricula.

Para aprobar la solicitud de conexión se verifica que la construcción del proyecto esté de acuerdo con lo aprobado por CENS S.A. E.S.P. en cuanto a las redes de distribución de media y baja tensión, subestaciones, tableros de distribución, puestas a tierra, cajas de inspección, acometidas, equipos de medida y sus gabinetes.

Se realizara una primera visita para estas verificaciones y se programara una segunda visita para verificar las correcciones o ajustes a que haya lugar. Se programaran visitas adicionales las cuales cada una tendrá un costo establecido oficialmente por CENS S.A. E.S.P.

Luego de esta verificación aprobada y aceptada por CENS S.A. E.S.P., se procederá a la energización de la instalación.