

Especificaciones Particulares para Instalaciones de Conexión y Enlace

Código: **DE.ES.011**

Edición: **02**

Fecha de aprobación: **10/09/2021**

Elaborador(es):

ALBERTO GIRALDO OCAMPO
Normativas técnicas

Revisor(es):

JAVIER MELGAREJO CALDERÓN
Gerencia Gestión Normativa y BDA.

Aprobador(es):

CÉSAR MONTOYA ROMÁN
Gerencia Técnica.

SANTIAGO POSSO MARMOLEJO
Gestión de Red.

Índice

Página

1.	Objetivos	4
1.1.	General	4
1.2.	Específicos	4
2.	Glosario de términos	5
3.	Criterios generales	21
3.1.	Tipos de tarifa	21
3.2.	Tensiones de suministro	21
3.2.1.	Suministro en Redes de Distribución Secundaria	22
3.2.2.	Suministro en Redes de Media Tensión	22
3.2.3.	Suministro en Redes Exclusivas de Alumbrado Público	22
3.3.	Regulación de tensión	22
3.4.	Aceptación de materiales y equipos	22
3.4.1.	Transformadores reparados, reconstruidos y reutilizados.	23
3.5.	Seguridad en redes eléctricas	26
3.5.1.	Fundamentos	26
3.5.2.	Distancias mínimas de seguridad	26
3.5.3.	Señalización de seguridad	26
3.6.	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental	26
4.	Acometidas	28
4.1.	Diseño y selección	28
4.1.1.	Límites de Carga	28
4.1.2.	Partes que componen una acometida	31
4.1.3.	Continuidad de la acometida	32
4.1.4.	Número de acometidas	32
4.1.5.	Criterios de diseño para cada tipo de acometida	33
4.1.6.	Puesta a tierra	39
4.1.7.	Acometidas Eléctricas Especiales	40
4.1.8.	Sistemas de Respaldo y Emergencia	41
4.2.	Construcción e instalación	45
4.2.1.	Derivación de las acometidas aéreas de baja tensión	45
4.2.2.	Llegada del cable de acometida aérea	47
4.2.3.	Protecciones especiales en baja tensión	49
5.	Medición de energía eléctrica	51
5.1.	Generalidades	51
5.2.	Diseño y selección	52
5.2.1.	Selección de la medición	52
5.2.2.	Dispositivos de Medición – Medidores	53
5.2.3.	Criterios de selección del sistema de medida	55
5.2.4.	Características generales de los medidores utilizados	56
5.2.5.	Sistemas de Telegestión Individual de Clientes.	58
5.2.6.	Equipos adicionales para la medición	58

5.2.7.	Medición en Sistemas Bus De Barras	68
5.2.8.	Medición centralizada (AMI)	69
5.2.9.	Medición Prepago	69
5.2.10.	Medición en Puntos de Control Interno (PCI)	70
5.2.11.	Medición en fronteras comerciales	71
5.2.12.	Cajas, Armarios y Celdas de Medida	76
5.3.	Construcción e instalación	91
5.3.1.	Instalación de Equipos de Medida Directa	91
5.3.2.	Instalación de Equipos de Medida Semidirecta e Indirecta	92
5.3.3.	Instalación de Sistemas de medición centralizada	94
5.3.4.	Instalación de Puntos de Control Interno (PCI)	97
5.3.5.	Instalación de Cajas, Armarios y Celdas de Medida	97
5.3.6.	Prohibición de acceso a cajas, armarios y celdas de medición	102
5.3.7.	Instalación de Medición en Redes de Alumbrado Público	102
6.	Centros de transformación desarrollados por el cliente y promotores	103
6.1.	Generalidades	103
6.2.	Condiciones Técnicas Básicas para subestaciones tipo interior	107
6.2.1.	Equipo de Seccionamiento	107
6.2.2.	Descargadores de sobretensión DPS	107
6.2.3.	Interruptor termo magnético BT	107
6.3.	Construcción e instalación	107
6.3.1.	Criterios para la construcción de los centros de transformación	108
6.3.2.	Iluminación	109
6.3.3.	Puesta a tierra	109
6.3.4.	Acceso y espacios de trabajo	109
6.3.5.	Otras consideraciones	110
6.3.6.	Marcación, señalización y disposiciones sobre seguridad	111
6.3.7.	Instalación de Sistemas de Medición en Centros de Transformación	111
7.	Autorización para instalación	111
7.1.	Certificación de conformidad de Instalaciones Eléctricas	112
7.2.	Auto declaración de Cumplimiento	112
7.3.	Inspección con fines de certificación	112
8.	Anexos	113
8.1.	Anexo 1. Longitudes máximas de las acometidas según regulación de tensión utilizando la red de uso general (regulación elect. 3%, temp. 75°C, instalación aérea).	113
8.2.	Anexo 2. Cálculo eléctrico de la acometida	115
8.3.	Anexo 3. Presentación de Planos en Proyectos de Instalaciones de enlace.	116
8.4.	Anexo 4. Instructivo GD-AGPE.	116
8.5.	Anexo 5. Proyecto Específico.	116
	Control de cambios	117

1. Objetivos

1.1. General

Establecer criterios unificados en la EMPRESA AIR-E S.A.S. E.S.P., en adelante la EMPRESA, operador de red y comercializador de energía eléctrica, para el diseño, construcción y especificaciones técnicas en las instalaciones de conexión y enlace y los sistemas de medición, conformadas por: acometidas, centros de medición, equipos de medida, con el fin de facilitar las labores de operación comercial de la EMPRESA.

Esta especificación aplica para proyectos nuevos, reformas y mantenimiento de instalaciones existentes y en el montaje de nuevos equipos, hasta un nivel de tensión de 34,5 kV.

1.2. Específicos

Definir los criterios para la conexión de carga con Punto de Conexión en la red de uso general de baja tensión, mediante la instalación de acometidas aéreas y/o subterráneas y la conexión de sistemas de medición en Centros de Transformación tipo interior con Punto de Conexión en media tensión.

Definir los componentes de un sistema de Medición Centralizada (AMI) necesarios para la gestión remota del cliente (medición, corte y reconexión del servicio de energía eléctrica) aplicables obligatoriamente a todo proyecto existente, nuevo o reforma, cuando así fuere requerido.

Establecer las medidas de seguridad para la protección de los equipos, vida humana, animal y vegetal, así como la preservación del medio ambiente con el fin de disminuir los riesgos que se puedan presentar en las instalaciones eléctricas de los usuarios conectados a la red de la EMPRESA.

Determinar criterios de normalización en esquemas de conexión, medida y especificaciones de materiales y equipos en las instalaciones de conexión y enlace a la red de la EMPRESA, en niveles de baja y media tensión.

Nota: Las acometidas de media tensión a 13,2 kV y 34,5 kV se especifican en los respectivos "Proyecto Tipo" tanto aéreos como subterráneos (Normas de construcción de redes de distribución de la Gerencia de Gestión de Red). Esta especificación únicamente presenta el montaje de los equipos de medida para estos niveles de tensión y abarca hasta proyectos de 2.000 kVA. Por encima de esta capacidad, se considera que no aplica este documento y el usuario debe elaborar su proyecto con base en la normatividad y reglamentación vigente en Colombia.

2. Glosario de términos

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 y en general en las unidades inmobiliarias cerradas de que trata la ley 428 de 1998, la acometida llega hasta el registro de corte general.

ACOMETIDA AÉREA: Los conductores aéreos de acometida que van desde el último poste o soporte aéreo, incluidos los conectores de derivación, si los hay, hasta los conductores de entrada de acometida de la edificación o estructura.

ACOMETIDA AÉREA EN MEDIA Y ALTA TENSIÓN: Es la que se deriva de la Red de Distribución de media y alta tensión hacia un cliente.

ACOMETIDA AÉREA EN BAJA TENSIÓN (BT): Es la que se deriva de la Red de Distribución de baja tensión o desde los bornes de baja tensión de un transformador de Distribución hacia un cliente.

ACOMETIDA SUBTERRÁNEA EN MEDIA TENSIÓN Y ALTA TENSIÓN: Sistema de ductos subterráneos, cajas de inspección, conductores, accesorios y canalizaciones que conectan un centro de transformación tipo interior con la red de uso general de media y alta tensión.

ACOMETIDA SUBTERRÁNEA EN BAJA TENSIÓN: Sistema de ductos subterráneos, cajas de inspección, conductores, accesorios y canalizaciones que se deriva de la Red de Distribución de baja tensión o desde los bornes de baja tensión de un transformador de Distribución hacia un cliente.

ACTIVOS DE CONEXIÓN: Son aquellos activos que se requieren para que un generador, un usuario u otro transportador, se conecten físicamente al Sistema de Transmisión Nacional, a un Sistema de Transmisión Regional, o a un Sistema de Distribución Local. Siempre que estos activos sean usados exclusivamente por el generador, el usuario o el transportador que se conecta, o exclusivamente por un grupo de usuarios no regulados o transportadores que se conecten, no se considerarán parte del Sistema respectivo.

AGENTES: Personas que realizan por lo menos una actividad del sector eléctrico (generación, transmisión, distribución o comercialización).

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

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

ALIMENTADOR: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobre corriente del circuito ramal final.

APOYO (POSTE): 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: Aceptado por la autoridad competente.

ARQUITECTURA DE RED: Documento que establece las reglas y criterios para el análisis y ordenamiento de la explotación de la red actual y de las redes que se planifiquen en el futuro.

ARMARIO PARA MEDIDORES: Caja diseñada para instalarse de forma empotrada, sobrepuesta o auto soportada, provista de un marco, del cual se sostienen las puertas. Está compuesto por diferentes compartimientos los cuales son: Compartimiento del Interruptor General y Barraje, Compartimiento de Medidores, Compartimiento de Interruptores Automáticos.

ARTEFACTO O APARATO ELÉCTRICO: Equipo de utilización, generalmente no industrial, que se fabrica normalmente en tamaños o tipos normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como por ejemplo lavar ropa, enfriar el aire, mezclar alimentos, freír, etc.

AWG (AMERICAN WIRE GAUGE): Galga americana, normalizada para la designación de conductores hasta calibre 4/0.

BÓVEDA: Una estructura sólida encerrada, sobre o bajo el nivel del suelo con acceso limitado a personal calificado para instalar, mantener, operar o inspeccionar equipos o cables.

BUS DE BARRAS: Es un encerramiento metálico puesto a tierra que contiene conductores desnudos o aislados montados en fábrica, que generalmente suelen ser barras, varillas o tubos de cobre o aluminio.

BLOQUEADOR DE SUSPENSIÓN: Es un elemento mecánico diseñado para bloquear y controlar la acción de reconexión de uno o varios clientes evitando tener que desconectar las acometidas parciales ubicadas en el compartimiento de interruptores automáticos de protección en los armarios de medidores.

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

CABLE MÚLTIPLEX TRENZADO: Son cables compuestos de varios conductores aislados en XLPE, independientes, colocados helicoidalmente para redes de MT y BT exteriores. El conductor de neutro en AAAC hace las veces de cable portante.

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 puerta, diseñado para empotrarse y/o sobreponerse en la pared. Esta caja puede ser fabricada en policarbonato, poliéster con refuerzo en fibra de vidrio o metálica en acero inoxidable. Tiene como objetivo primordial alojar en su interior medidores de energía.

CAJA DE ABONADOS: Caja de distribución secundaria donde se conectan las acometidas de los suministros a la red de distribución de baja tensión.

CALIBRACIÓN: Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación.

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

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

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

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

CAPACIDAD DE INTERRUPCIÓN NOMINAL: La mayor corriente a tensión nominal, que un dispositivo eléctrico tiene previsto interrumpir, bajo unas condiciones normales de ensayo.

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

CARGA DE COMPENSACIÓN: Elemento resistivo para la compensación del Burden de los transformadores de corriente y tensión.

CARGA DE DISEÑO: Es la carga total utilizada en el diseño eléctrico para el cálculo de protecciones, transformadores y el calibre de los cables de alimentación.

CARGA O CAPACIDAD CONTRATADA: La Carga es la potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos. Representa la potencia autorizada y aprobada por la EMPRESA y constituye el máximo valor que en condiciones normales de operación permite la alimentación de los equipos de un inmueble, sin exceder la capacidad de los conductores y dispositivos de la instalación eléctrica, la demanda máxima debe ser menor o igual a la carga contratada. El valor de Carga Contratada para un cliente será el establecido en el respectivo Contrato de Condiciones Uniformes.

CARGA O CAPACIDAD INSTALADA: Es la suma de las potencias nominales de los aparatos eléctricos instalados y de las potencias asignadas a las salidas disponibles dentro del inmueble. Cuando el cliente dispone de un transformador para su uso exclusivo, la carga instalada corresponde a la Capacidad Nominal del Transformador.

Corresponde entonces a la carga instalada o capacidad nominal que puede soportar el componente limitante de una instalación o sistema eléctrico.

CENTRO DE GESTIÓN DE LA MEDIDA (CGM): Es el conjunto de recursos, políticas y procedimientos definidos por el representante de la frontera (RF), para el cumplimiento de lo establecido en el artículo 18 de la Resolución CREG 038 de 2014, o aquella que la modifique o sustituya.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN: Sistema de transformadores de distribución, con su equipo de maniobra y protección asociados, que se utiliza para transferir energía desde los niveles de media tensión a los niveles de tensión del cliente.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXCLUSIVO: Sistema de transformadores y equipos de maniobra y protección asociados de propiedad privada, que se han hecho bajo el mismo concepto urbanístico o arquitectónico, los cuales prestan servicio exclusivo para un cliente o grupo de clientes.

CENTRO DE OPERACIÓN DE RED (COR): Es un Centro de Supervisión, Control y Operación de las redes de distribución de Media (13,2 y 34,5 kV) y Baja (120/240 V) tensión, cuya función es coordinar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo y los descargos programados en los Circuitos, Ramales y Centros de Transformación de esas redes, con sujeción, en lo pertinente, a las instrucciones impartidas por el Centro Local de Distribución CLD.

CIRCUITO: Es la red o tramo de red eléctrica monofásica, bifásica o trifásica que sale de una subestación, de un transformador de distribución o de otra red y suministra energía eléctrica a un área geográfica específica.

CIRCUITO PRINCIPAL Y DE RESPALDO: El primero, es el circuito que está en capacidad de suministrar la totalidad de la carga contratada en condiciones normales de operación. El segundo, es el circuito que alimenta total o parcialmente una carga solo cuando el circuito principal se encuentra fuera de servicio, de conformidad con los capítulos 5 y 10 de la Resolución CREG 015 de 2018, o aquella que la modifique o sustituya. Tiene por objeto mejorar la continuidad del servicio cuando el cliente requiera estándares de confiabilidad superiores a los establecidos por el ente regulador. Las cuentas de los circuitos de respaldo hacen parte de la principal, y, por lo tanto, la suspensión o corte del servicio a una, comprenderá a la otra.

CIRCUITO RAMAL: En el sistema de instalaciones interiores, es una parte que se extiende más allá del último dispositivo de protección de sobre corriente situado en el tablero de distribución del usuario. Son los conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobre corriente y la salida o salidas.

CLASE DE EXACTITUD: Características metrológicas del grupo de instrumentos y transformadores de medida que satisfacen requisitos destinados a mantener los errores y variaciones permitidas, dentro de los límites especificados.

CLIENTE: Persona natural o jurídica que se beneficia del servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, como suscriptor del mismo o como usuario directo del servicio.

CLIENTE NO REGULADO: Persona natural o jurídica con una demanda máxima definida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) por instalación legalizada, cuyas compras de electricidad se realizan a precios acordados y observando condiciones especiales pactadas libremente con él.

CLIENTE REGULADO: Persona natural o jurídica con una demanda máxima definida, cuyas compras de electricidad están sujetas a tarifas establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), y a quienes se aplica el Contrato de Condiciones Uniformes.

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

COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Actividad consistente en la compra y venta de energía eléctrica en el mercado mayorista y su venta con destino a otras operaciones en dicho mercado o a los usuarios finales.

CONDUCTOR AISLADO: Conductor que está dentro de un material de composición y espesor aceptado como medio aislante. También podrá decirse que es el que se encuentra dentro de un material de composición y espesor reconocido por la norma NTC 2050 como aislamiento eléctrico.

CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra de los equipos, al conductor puesto a tierra o a ambos, del circuito en los equipos de acometida o en punto de origen de un sistema derivado independiente.

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, 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.

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

CONDUCTOR PUESTO A TIERRA: Conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra. Generalmente es el neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella. Debe tener aislamiento color blanco.

CONEXIÓN: Es el conjunto de actividades mediante las cuales se realiza la derivación de la red local de energía eléctrica hasta el registro de corte de un inmueble y se instala el medidor. La conexión comprende la acometida y el medidor. La red interna no forma parte de la conexión.

CONTRATO DE CONEXIÓN: Es el contrato suscrito, antes de la iniciación de las obras, entre la EMPRESA y el Promotor o cliente tensión, cuando la EMPRESA asuma la ejecución de las obras de conexión de un cliente, o cuando se requieran redes de uso general para la conexión del mismo. Este contrato se registrará en lo que aplique por lo dispuesto en la Resolución CREG 025 de 1995, o aquella que la modifique o sustituya.

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS (CONTRATO DE CONDICIONES UNIFORMES – CCU): De conformidad con el artículo 128 de la ley 142 de 1994, es un contrato uniforme, consensual, en virtud del cual una empresa de servicios públicos los presta a un cliente a cambio de un precio en dinero, de acuerdo con estipulaciones que han sido definidas por ella para ofrecerlas a muchos clientes no determinados. Hacen parte del contrato no solo sus estipulaciones escritas sino todas las que la EMPRESA aplica de manera uniforme en la prestación del servicio. Existe contrato de servicios públicos aun cuando algunas de las estipulaciones sean objeto de acuerdo especial con uno o algunos clientes.

CORRIENTE NOMINAL: Corriente que resulta de un equipo cuando éste funciona a la carga y tensión marcadas como tales en la placa de características del equipo.

CORTE DEL SERVICIO: Pérdida del derecho al suministro del servicio público, en caso de ocurrencia de alguna de las causales contempladas en la ley 142 de 1994, la resolución CREG 108 de 1997, o aquella que la modifique o sustituya, y en el Contrato de Condiciones Uniformes y que necesariamente conlleva a la terminación del contrato de servicios Públicos.

DEMANDA: Cantidad de potencia requerida por un usuario o suscriptor en un período de tiempo dado, expresado en kilovatios (kW) o kiloVoltio-Amperios (kVA).

DESCARGO (LIBRANZA): Sistema de actividades a realizar en el Sistema de Distribución Local (SDL), previamente autorizadas por el Centro de Operación de Red (COR), cuando se precisa trabajar sobre una instalación (con o sin tensión).

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS (DPS): Dispositivo diseñado para limitar las sobretensiones transitorias y conducir las corrientes de impulso. Contiene al menos un elemento no lineal.

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

DUCTOS Y CANALIZACIONES: Ducto (Conduit) se refiere a la tubería utilizada para el alojamiento de los cables conductores que transportan la corriente; la canalización es la adecuación del terreno para la instalación de los ductos. Su selección se hará de acuerdo con el Apéndice C de la Norma NTC 2050.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, la tubería metálica de agua en contacto directo con la tierra, un anillo o una malla formados por uno o más conductores desnudos destinados para este uso.

EMPRESA: Unidad económica que se representa como un sistema integral con recursos humanos, de información, financieros y técnicos que producen bienes o servicios y genera utilidad. Para efectos de esta especificación, se refiere a la EMPRESA prestadora del servicio de energía eléctrica.

ENCERRAMIENTO: Envoltura, caja, gabinete, envolvente o carcasa de un aparato; cerca o paredes que rodean una instalación para evitar que las personas puedan entrar en contacto accidental con partes energizadas, o para proteger los equipos contra daños físicos.

ENERGÍA ACTIVA: Energía eléctrica susceptible de transformarse en otras formas de energía.

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.

ESPECIFICACIÓN ICE - ##: Corresponde a la identificación de los diagramas y dibujos utilizados en el presente documento. Dónde: ICE hace referencia a las especificaciones para Instalaciones de Conexión y Enlace y ## es un consecutivo numérico.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA CONEXIÓN: Es un procedimiento mediante el cual la EMPRESA aprueba la disponibilidad de la red de distribución, con la asignación de un punto de conexión para una carga requerida, estableciendo las condiciones técnicas, operacionales y comerciales.

ESTUDIO PRELIMINAR: Es un procedimiento mediante el cual previo estudio de factibilidad de la conexión y del proyecto respectivo, el prestador del servicio determina las condiciones técnicas y operativas bajo las cuales está en disposición de suministrar el servicio de energía. Esto forma parte del estudio de conexión particularmente complejo.

ESTUDIO DE CONEXIÓN PARTICULARMENTE COMPLEJO: Se define como aquel que involucra como proyecto el montaje de una subestación o transformador de distribución o aquel que conlleva un cambio de voltaje para atender al cliente. Podrá ser cobrado al cliente de manera detallada.

FACTOR DE CARGABILIDAD (FC): Relación entre la corriente primaria nominal extendida y la corriente primaria nominal del TC.

FACTOR DE DEMANDA: Relación entre la demanda máxima de una instalación o parte de una instalación y la carga total conectada a la instalación o parte de la instalación considerada. (NTC 2050).

FACTOR DE LA MEDIDA: Es el número por el que hay que multiplicar la diferencia de lecturas que registran los medidores para obtener el consumo real en un período determinado. Este número corresponde a la relación de transformación de los transformadores de tensión y/o corriente.

FACTOR DE DIVERSIDAD: Es la relación entre la demanda máxima de un sistema y la suma de las demandas máximas de los subsistemas que lo conforman, de conformidad con la Resolución CREG 025 de 1995, o aquella que la modifique o sustituya. Para calcularlo se toma como base de referencia un tiempo determinado.

FACTOR DE POTENCIA: Relación entre kilovatios (kW) y kilovoltio-Amperios (kVA), del mismo sistema eléctrico o parte de él.

FRONTERA COMERCIAL: Corresponde al punto de medición asociado al Punto de Conexión entre agentes y usuarios conectados a las redes del sistema de distribución local, SDL. Además, a partir del punto de conexión del equipo de medida, el cliente se responsabiliza por los consumos y riesgos operativos inherentes a su red interna.

GABINETE: Un encerramiento que permite alojar en su interior equipos eléctricos necesarios en redes.

HERMÉTICO: Construido, protegido o tratado de tal manera que la exposición a determinada sustancia como agua, lluvia o polvo no permita la entrada bajo condiciones específicas de ensayo. Se definen tres clases de Hermetismo (Agua, líquido o Polvo).

INFRAESTRUCTURA DE MEDICIÓN AVANZADA (AMI): Es la infraestructura que permite la comunicación bidireccional con los usuarios del servicio de energía eléctrica. Integra hardware (medidores avanzados, centros de gestión de medida, enrutadores, concentradores, antenas entre otros), software y arquitecturas, y redes de comunicaciones, que permiten la operación de la infraestructura y la gestión de los datos del sistema de distribución de energía eléctrica y de los sistemas de medida.

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 Y CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD DE INSTALACIONES: Certificado expedido por una entidad acreditada por el organismo nacional de acreditación o habilitada por la entidad o entidades que el Ministerio de Minas y Energía determine, con el fin que el Operador de Red autorice la conexión y el funcionamiento de la instalación eléctrica para uso final.

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 (RETIE).

INSTALACIONES INTERNAS: Es el sistema de redes, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro de energía eléctrica al inmueble a partir del medidor. Para 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 AUTOMÁTICO: Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobre corriente predeterminada.

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

MACRO MEDIDOR: Es un medidor que se instala después de la salida de un transformador de distribución con el fin de realizar control energético. Se conoce también como Medidor Totalizador, porque la energía que registra corresponde a la de varios usuarios.

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.

MEDICIÓN SEMI-DIRECTA: Es aquella en la cual las señales de corriente se toman a través de transformadores de corriente y las señales de tensión se toman directamente de las líneas de alimentación a la carga. Para obtener la energía consumida por una instalación, es necesario multiplicar la lectura indicada en el aparato de medida por la relación de transformación de los TC utilizados.

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 tensión, cuya cantidad depende si la medición se hace con dos elementos o tres elementos dependiendo del tipo de conexión que tenga el transformador en el lado primario (Delta o Y). Para obtener la energía consumida por instalación, es necesario multiplicar la lectura indicada en el aparato de medida por el resultado de multiplicar las relaciones de transformación de los TC y los TT utilizados.

MEDIDOR: Es el aparato que mide la demanda y/o los consumos de energía activa o reactiva o las dos. La medida de energía puede ser realizada en función del tiempo y puede o no incluir dispositivos de transmisión de datos. El medidor podrá ser de fabricación electromecánica o con dispositivos electrónicos o los dos.

MEDIDOR BIDIRECCIONAL: Es un equipo de medida capaz de registrar la energía en dos direcciones, es decir la energía que fluye de la red eléctrica al usuario y la energía que fluye del usuario a la red eléctrica almacenando los datos en registros separados. Es usado en los sistemas de generación fotovoltaica, eólica o cualquier otra fuente de energía adicional.

MEDIDOR DE CONEXIÓN DIRECTA: Es el dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica y se conecta a la red eléctrica sin transformadores de medida.

MEDIDOR DE CONEXIÓN SEMI-DIRECTA: Es el dispositivo de medición de energía eléctrica que se conecta a la red a través de transformadores de corriente.

MEDIDOR DE CONEXIÓN INDIRECTA: Es el dispositivo de medición energía eléctrica que se conecta a la red a través de transformadores de tensión y/o corriente.

MEDIDOR DE PREPAGO: Dispositivo que permite la entrega al suscriptor o usuario de una cantidad predeterminada de energía, por la cual paga anticipadamente.

MEDIDOR DE RESPALDO: Equipo de medida con las mismas características técnicas del medidor principal que recibe las mismas señales de tensión y de corriente de este último, el cual realiza las mediciones de energía activa y de energía reactiva en los puntos de medición tipos 1 y 2 de las fronteras comerciales.

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.

NIVELES DE TENSIÓN: Se definen los siguientes niveles de tensión, a uno de los cuales se pueden conectar, directa o indirectamente, los equipos de medida:

Nivel 1: Tensión nominal inferior a un (1) kilovoltio (kV), suministrado en la modalidad trifásica o monofásica.

Nivel 2: Tensión nominal mayor o igual a un (1) kilovoltio (kV) y menor a treinta (30) kV, suministrado en la modalidad trifásica o monofásica.

Nivel 3: Tensión nominal mayor o igual a treinta (30) kilovoltios (kV) y menor a cincuenta y siete coma cinco (57,5) kV, suministrado en la modalidad trifásica.

Nivel 4: Tensión nominal mayor o igual a cincuenta y siete coma cinco (57,5) kilovoltios (kV) y menor a doscientos veinte (220) kilovoltios (kV) suministrados en la modalidad trifásica.

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

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

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

ONAC: Es una corporación que pertenece al Subsistema Nacional de la Calidad (SICAL), de carácter privado, naturaleza mixta y sin ánimo de lucro, que tiene como objeto principal proveer los servicios de acreditación a los organismos de evaluación de la conformidad para acreditar su competencia, ejercer como autoridad de monitoreo en buenas prácticas de laboratorio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y desempeñar las funciones de Organismo Nacional de Acreditación de Colombia.

OPERADOR DE RED (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 o un Sistema de Distribución Local.

ORGANISMO DE INSPECCIÓN: Entidad que ejecuta actividades de medición, ensayo, o comparación con un patrón o documento de referencia de un proceso, un producto, una instalación o una organización y confrontar los resultados con unos requisitos especificados.

PARAMETRIZACIÓN DEL MEDIDOR ELECTRÓNICO: Procedimiento mediante el cual se le fijan parámetros a un medidor electrónico para que registre en forma correcta determinadas variables, según las necesidades del cliente y de la EMPRESA tales como: kW, kWh, kVA, kVAr, kVAr-h, voltaje, corriente, factor de potencia, tarifas, programa de autolecturas, etc.

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

PERSONA CALIFICADA: Persona natural que demuestre su formación profesional en electrotecnia y riesgos asociados a la electricidad y, además, cuente con matrícula profesional, certificado de inscripción profesional, o certificado de matrícula profesional, de conformidad con la normatividad vigente y que lo acredite para el ejercicio de la profesión.

PROMOTOR: Persona natural o jurídica que se propone emprender el desarrollo de un proyecto de urbanización (residencial, comercial, industrial, oficial), con el propósito de vender los inmuebles y las facilidades comerciales dentro del área del referido proyecto; es decir no es el Cliente final del suministro de energía eléctrica.

PROYECTO ESPECÍFICO: Proyecto concreto de construcción de infraestructura eléctrica requerido para permitir la conexión de un usuario o grupo de usuarios a la red de la EMPRESA. En desarrollo del proyecto se debe especificar los cálculos eléctricos y mecánicos, plano de situación y emplazamiento, plano de perfil, relación de propietarios, cruzamientos, presupuestos, etc., el diseño y las especificaciones técnicas deben hacerse conforme a lo señalado para el "Proyecto Tipo".

PROYECTO TIPO: Documento normalizado de la EMPRESA que establece y justifica los conceptos y criterios para el diseño, cálculo y construcción de las instalaciones, considerando normas y legislación aplicable, así como especificaciones de materiales.

PRUEBA DEL MEDIDOR ELECTRÓNICO: Procedimiento mediante el cual se verifica la exactitud de un medidor en un laboratorio acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio. Antes de la instalación deberá estudiarse el certificado de calibración y verificar el cumplimiento de los requisitos metrológicos y eléctricos del elemento.

PRUEBA DE TRANSFORMADORES DE TENSIÓN Y TRANSFORMADORES DE CORRIENTE: Procedimiento mediante el cual se verifica la exactitud de un Transformador de Tensión o de un Transformador de Corriente en un laboratorio acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio. Antes de la instalación deberá estudiarse el certificado de calibración y verificar el cumplimiento de los requisitos metrológicos y eléctricos de los elementos.

PUNTO DE CONEXIÓN: Es el punto eléctrico determinado por la Empresa, en el cual se debe conectar la cliente una vez realizada la fase de factibilidad. El equipo del cliente se conecta a un Sistema De Transferencia Regional (STR) y/o Sistema de Distribución Local (SDL), con el propósito de transferir energía eléctrica entre las partes. EL punto de conexión se identifica en el diagrama unifilar.

PUNTO DE CONTROL INTERNO (PCI): Sistema que incluye el macro medidor conectado a la salida de un transformador de distribución utilizado para controlar los consumos de energía de los usuarios asociados a dicho transformador, los transformadores de medida, si son necesarios y el sistema de transmisión de la información en forma remota (Opcional). Todo punto de control interno debe contar con la asociación usuario-transformador.

PUNTO DE MEDIDA: Agrupación de medidores o equipos de medida dentro de un predio.

PUNTO DE MEDICIÓN: Es el punto de conexión eléctrico del circuito primario del transformador de corriente que está asociado al punto de conexión, o los bornes del medidor, en el caso del nivel de tensión 1.

RED DE ALUMBRADO: Redes públicas necesarias para brindar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales, con el objeto de proporcionar seguridad y calidad de vida a la ciudadanía.

RED DE DISTRIBUCIÓN: Sistema de elementos utilizados para la transformación y el transporte de la energía eléctrica hasta el punto de entrega.

RED INTERNA: Conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio público al inmueble a partir del medidor, o en el caso de los suscriptores o usuarios 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 a partir del registro de corte general, cuando lo hubiere.

RED PÚBLICA: Aquella que utilizan dos o más personas naturales o jurídicas, independientemente de la propiedad de la red.

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

RETIE: Es el reglamento técnico de instalaciones eléctricas, el cual establece las medidas que garantizan la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente, con el fin de evitar riesgos eléctricos y cuya observancia es obligatoria. El RETIE está contenido en su última fecha de expedición y vigencia.

RETILAP: Corresponde al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público que tiene como objeto principal establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

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

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

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

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

SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO: Es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales. También se incluyen los sistemas de semaforización y relojes electrónicos instalados por el Municipio. Por vías públicas se entienden los senderos y caminos peatonales y vehiculares, calles y avenidas de tránsito comunitario o general.

SERVICIO DE RESPALDO: Servicio de disponibilidad de infraestructura eléctrica de distribución para un CLIENTE o grupo de CLIENTES con una carga específica. Ver: Circuito principal y de respaldo.

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

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN LOCAL (SDL): Sistema de transporte de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a los niveles de tensión 3, 2 y 1 dedicado a la prestación de servicio en uno o varios mercados de comercialización.

SISTEMAS DE EMERGENCIA: 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.

SISTEMAS DE EMERGENCIA OBLIGATORIOS: Los sistemas de emergencia obligatorios, están conformados por circuitos y equipos destinados para suministrar, distribuir y controlar la electricidad para determinadas instalaciones de alumbrado, fuerza o ambas aplicaciones cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal. Estos sistemas de reserva consisten únicamente en un sistema completo de instalación permanente, incluida la fuente de alimentación.

SISTEMAS DE EMERGENCIA OPCIONALES: Los sistemas de emergencia opcionales tienen por finalidad proteger las instalaciones o propiedades públicas o privadas cuando la seguridad de la vida humana no depende del funcionamiento del sistema. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en sitio a determinadas cargas, de modo automático o manual mediante un conmutador de transferencia con enclavamiento.

SISTEMA DE MEDIDA: Es el conjunto de elementos necesarios para el registro del consumo de energía eléctrica. Lo conforman los transformadores de medida, medidores, bloque de pruebas y el cableado necesario para el registro de dicho consumo. Se instala de acuerdo con las características del suministro, teniendo en cuenta la carga, tensión, tarifa, etc.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN REGIONAL (STR): Sistema de transporte de energía eléctrica compuesto por los Activos de Conexión del OR al STN y el conjunto de líneas, equipos y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan en el Nivel de Tensión 4. Los STR pueden estar conformados por los activos de uno o más Operadores de Red.

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

SOBRECARGA: Funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra no es una sobrecarga.

SOLICITUDES DE SUMINISTROS CON CONEXIÓN EN BAJA TENSION (BT): Son aquellas solicitudes monofásicas, bifásicas o trifásicas con niveles de tensión menores a 1 kV y con carga de diseño menor o igual a 28 kVA.

SOLICITUDES DE SUMINISTRO CON CONEXIÓN EN MEDIA TENSION (MT): Corresponden a solicitudes monofásicas, bifásicas o trifásicas con niveles de tensión mayores o iguales a 1 kV y carga instalada mayor a 28 kVA. De la misma manera, aquellas solicitudes menores de 28 kVA, en donde no existan redes de baja tensión y exista la disponibilidad de conexión por la red de Media Tensión y por lo tanto requiera la instalación de un transformador.

SÓLIDAMENTE 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 cause tensiones peligrosas para la integridad física de las personas y del equipo.

SOBRE CORRIENTE: Se considera a cualquier valor de corriente superior a la corriente nominal de un equipo, o por encima de la capacidad de corriente de un conductor.

SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN: Sistema de Transformadores de Potencia con sus respectivos equipos de protección y operación dispuestos para transformar energía eléctrica de los niveles 3 ó 4 a los 2 ó 3.

SUMINISTRO: Es el lugar físico donde se hace uso de los servicios que la EMPRESA entrega a un Cliente, con unas características de carga, clase y tipo previamente acordadas y cumpliendo con las condiciones establecidas en el Contrato de Prestación de Servicios.

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

TABLERO: Panel diseñado para ser colocado en una caja, 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 aquí se distribuyen los circuitos ramales.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DEL USUARIO: Panel diseñado para ser colocado en una caja, accesible desde el frente y que contiene dispositivos de conexión y protección. Generalmente está conectado a una acometida o circuito principal; puede contener barrajes e interruptores automáticos.

TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS: 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 auto soportado o empotrado en la pared, donde se instalan los elementos de protección de acometidas.

TELEGESTIÓN INDIVIDUAL DE CLIENTES (TIC): Es el sistema de elementos utilizados para realizar la operación comercial (medir, leer, suspender, conectar) a través de una caja de abonados o sistema individual de medición y control que se puede consultar, operar remotamente en forma inalámbrica. Se identifica en algunos medios como medición centralizada o inteligente.

TENSIÓN (DE UN CIRCUITO): Es el mayor valor eficaz de la diferencia de tensión entre dos conductores cualesquiera del circuito al que pertenecen.

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.

TRANSFORMADOR REPARADO PARCIALMENTE: Aquel al cual se le cambian parcialmente algunos de sus componentes de la parte activa (núcleo y/o bobinas) y además garantiza haber cumplido con los ensayos de rutina. El término reparado parcialmente, implica que el transformador conserva parcial o totalmente su aislamiento original y por tanto no reinicia su vida útil.

TRANSFORMADOR REPARADO TOTALMENTE: Se considera que un transformador reparado totalmente es aquel al cual se le han cambiado totalmente sus bobinas, los aislamientos y el líquido aislante y, por tanto, reinicia su vida útil.

TRANSFORMADOR RECONSTRUIDO: Se considera transformador reconstruido, cuando se ha rediseñado y al cual se le han cambiado totalmente sus bobinas, los aislamientos y el líquido aislante y/o se le han modificado sus características nominales, y por tanto reinicia su vida útil.

TRANSFORMADOR REUTILIZADO: Un transformador que previamente ha sido instalado y puesto en funcionamiento en una locación diferente a la del proyecto actual, sin reiniciar su vida útil.

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.

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. Puede contener un transformador tipo seco o un transformador con aislamiento y refrigeración con aceite dieléctrico.

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

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

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

TRANSFORMADOR 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 180 °C en el punto más caliente del devanado.

TRANSFORMADOR 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.

TOMA (TOMACORRIENTE): Dispositivo de contacto instalado en una salida para que un equipo tome energía de él a través de la conexión de un solo enchufe.

UNIDAD CONSTRUCTIVA: Sistema de materiales y mano de obra dispuestos de una forma preestablecida que componen una unidad de montaje. Constituyen elementos constructivos básicos que facilitan el diseño de las instalaciones eléctricas de distribución de manera sencilla, ordenada y uniforme.

UNIDAD INMOBILIARIA CERRADA: De acuerdo con la ley 675 de 2001, son sistemas de edificios, casas y demás construcciones integradas arquitectónicamente y funcionalmente, que comparten elementos estructurales y constructivos, áreas comunes de circulación, recreación, reunión, instalaciones técnicas, zonas verdes y de disfrute visual; Cuyos propietarios participan proporcionalmente en el pago de las expensas comunes tales como los servicios públicos comunitarios, vigilancia, mantenimiento y mejoras. El acceso a tales sistemas inmobiliarios se encuentra restringido por un cerramiento y controles de ingreso.

USUARIO: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público domiciliario 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 POTENCIAL: persona natural o jurídica que ha iniciado consultas para convertirse en Usuario del servicio público domiciliario de energía eléctrica.

VIVIENDA: Inmueble de una o más habitaciones para uso de una o más personas que forman una unidad familiar con espacio para comer, descansar y dormir e instalaciones permanentes de cocina y sanitarias.

VIVIENDA UNIFAMILIAR: Construcción con una sola vivienda.

VIVIENDA MULTIFAMILIAR: Edificación que contiene tres o más unidades de vivienda.

ZONA DE COBERTURA: Es el área geográfica autorizada por el Estado, en la cual la EMPRESA está autorizada para instalar, tener en propiedad, administrar y explotar las redes de distribución existentes y por construir.

ZONA DE SERVIDUMBRE: Es una franja de terreno que se deja sin obstáculos a lo largo de una línea de transporte de energía eléctrica, como margen de seguridad para la construcción, operación y mantenimiento de dicha línea, así como para tener una interrelación segura con el entorno.

Adicional a las definiciones encontradas en esta especificación se pueden encontrar en el Contrato de Condiciones Uniformes y en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) otras definiciones que las complementen.

3. Criterios generales

3.1. Tipos de tarifa

De acuerdo con el régimen tarifario aprobado por el Organismo Competente, estas tarifas se clasifican en residenciales, y no residenciales.

Tarifas residenciales

En 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 del consumo.

Tarifas no residenciales

Según la Resolución CREG 079 de 1997 (Artículo 3, Parágrafos 1 y 2), o las que la modifiquen o sustituyan, el comercializador fija unas opciones tarifarias según el nivel de tensión.

Dependiendo de la actividad económica, algunas de las principales tarifas no residenciales, son:

Tarifa comercial

Esta tarifa es sencilla y no depende del nivel de tensión de la alimentación.

Tarifa industrial

Existen diversos factores que afectan su valor, entre los cuales pueden encontrarse el valor de la carga contratada, horario de utilización del servicio, nivel de tensión de la alimentación, entre otros.

Tarifa Oficial

Tarifa que se aplica a entes gubernamentales.

Otras tarifas

Son determinadas por el ente de control y generalmente van orientadas a aplicarlas a sectores específicos de la producción, tales como clientes en distritos de riego, entre otros.

El régimen tarifario se encuentra determinado y regulado por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

3.2. Tensiones de suministro

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 las resoluciones CREG 024 de 2005, CREG 070 de 1998 o aquellas que la modifiquen o sustituyan.

3.2.1. Suministro en Redes de Distribución Secundaria

Monofásico bifilar a 120 V (+10% y -10%), mediante acometida de dos conductores conectados a fase y neutro.

Bifásico trifilar a 120/208 V (+10% y -10%), mediante acometida de tres conductores conectados dos a fases y uno al neutro de un sistema trifásico tetrafilar.

Trifásico tetrafilar a 120/208 V (+10% y -10%), mediante acometida de cuatro conductores conectados tres a fases y uno al neutro de un sistema trifásico tetrafilar.

Para transformadores de 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 la EMPRESA sobre la tensión a utilizar.

3.2.2. Suministro en Redes de Media Tensión

Se permiten variaciones de tensión de más diez por ciento (+10%) y menos diez por ciento (-10%) para los siguientes voltajes de suministro:

Trifásico trifilar a 13.200 Voltios +10%/-10% Trifásico trifilar a 34.500 Voltios +10%/-10%.

3.2.3. Suministro en Redes Exclusivas de Alumbrado Público

Aplicará siempre lo establecido en la Sección 550.1 del RETILAP. En su versión vigente este establece que las tensiones de suministro serán las siguientes:

Circuitos de Baja Tensión alimentados desde transformadores exclusivos para Alumbrado Público conectados a la Red Trifásica de Media Tensión, deben ser trifásicos tetra filares a 380 V. La luminaria debe conectarse a 220 V, entre fase y neutro.

3.3. Regulación de tensión

En concordancia con lo planteado en la norma NTC 2050 en su Sección 210-19 nota 4, los valores máximos de regulación de tensión permitidos por la EMPRESA son:

Acometida en Baja Tensión, desde el punto de conexión hasta el elemento de corte: 3%, Acometida en Media Tensión: 1% para el tramo correspondiente a Media Tensión y 3% para el tramo de Baja Tensión desde los bornes de salida del transformador exclusivo hasta el primer elemento de corte.

La máxima caída de tensión, desde los bornes de un transformador hasta la salida más lejana de la instalación interna de un usuario, no excederá el 8%.

3.4. Aceptación de materiales y equipos

Todos los materiales y equipos suministrados por los particulares o firmas contratistas para ser instalados en el sistema de la EMPRESA, deberán ser nuevos y tener el respectivo certificado de conformidad de producto, adicionalmente los equipos de medida deben contar con el certificado de calibración de un laboratorio acreditado por la Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, cumpliendo con las especificaciones técnicas exigidas por la EMPRESA y las normas nacionales e internacionales aplicables.

En el caso de los transformadores pueden ser nuevos o de otro tipo (reparados, repotenciados o reutilizados) y estos últimos según las condiciones establecidas en el numeral 3.4.1. La EMPRESA exigirá para la instalación de transformadores la presentación de la carta de garantía de calidad del equipo, la que debe tener una vigencia de al menos dos años posteriores a la fecha de instalación.

Todos los materiales deberán tener el nombre del fabricante y las instrucciones mínimas que permitan su correcta utilización. Únicamente se admitirán los materiales o equipos que posean certificación de conformidad de producto, según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) en la resolución vigente, la Resolución CREG 070 de 1998 y según lo establecido en el artículo 10 de resolución CREG 038 de marzo de 2014 (Certificación de conformidad de producto para los elementos del sistema de medición), o aquellas que la modifiquen o sustituyan.

3.4.1. Transformadores reparados, reconstruidos y reutilizados.

Los transformadores reparados o reconstruidos deben cumplir los requisitos del RETIE (versión 2015) en el capítulo 20.25 y las últimas revisiones de las siguientes normas:

NTC 1954, Electrotecnia. Transformadores reconstruidos y reparados. Requisitos.

ANSI C57.12. "Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers".

Según lo establece la norma NTC 1954, el transformador deberá llevar en un lugar visible una placa de características adicional a la original del transformador que cumpla las especificaciones de la NTC 618, indique razón social y domicilio del taller que realizó la reparación o reconstrucción, el año en que se realizó la misma, si la reparación fue parcial o total o se trata de una reconstrucción, las modificaciones realizadas, la impedancia del transformador, las características nominales de potencia, tensión primaria, tensión secundaria y las demás indicadas en el numeral 3.2 de la norma NTC 618.

Se deberá suministrar la siguiente documentación, para la aceptación de transformadores reconstruidos o reparados:

- Factura del taller de reparación.
- Protocolo de pruebas del transformador, según la norma NTC 1358.
- Certificado de acreditación ONAC del laboratorio donde se hicieron las pruebas, según norma NTC-ISO/IEC 17025.
- Declaración de conformidad del producto según lo establece la norma NTC-ISO-IEC 17050-1 y NTC-ISO-IEC 17050-2.

En el caso de los transformadores reutilizados (no reparados o reconstruidos) se deberá suministrar la siguiente documentación:

- Factura del transformador o declaración juramentada del proyectista o el cliente promotor ante notario público en donde se acredite la propiedad del transformador.

- Protocolo de pruebas del transformador, según la norma NTC 1358.
- Certificado de acreditación ONAC del laboratorio donde se hicieron las pruebas, según norma NTC-ISO/IEC 17025.
- Certificado RETIE del transformador y cuya vigencia debe coincidir con la de la fecha de fabricación del transformador y su modelo o declaración de conformidad del producto según lo establece la norma NTC-ISO-IEC 17050-1 y NTC-ISO-IEC 17050-2.
- Hoja de vida del transformador en los que se indique la fecha de fabricación del transformador, las locaciones (dirección, identificación del inmueble que alimentó), en los que se ha instalado desde su fabricación, las fechas de instalación y desinstalación en cada inmueble.

3.4.1.1. Requisitos y contenido de la declaración de conformidad de transformadores reparados, reconstruidos o reutilizados.

La declaración de conformidad, que se considera una atestación de primera parte, debe ser expedido por el taller en que se efectuó la reparación o reconstrucción del transformador y debe contener como mínimo la siguiente información:

- Seguir el formato del anexo A.2 de la NTC-ISO-IEC 17050-1.
- Debe tener asignadas características de seguridad para evitar su falsificación o adulteración.
- Debe contener un código que lo identifique unívocamente y permita hacer posterior trazabilidad.

El emisor de la declaración, que debe ser el taller que realizó la reparación o reconstrucción del transformador, con la siguiente información mínima:

- Razón social.
- Número de identificación tributaria.
- Dirección.

Objeto de la declaración. En este apartado se debe determinar el tipo de reparación: reparación parcial, reparación completa, reconstrucción. Se debe describir el alcance de la reparación y los valores nominales finales del transformador: potencia activa, tensión secundaria, tensión primaria. En el caso de los transformadores reutilizados se debe indicar esta condición, las características y número de serie del transformador al que aplica la declaración.

Las normas que soportan la declaración de conformidad, incluyendo el código de la norma, el título y el número de edición y la fecha de emisión. La declaración debe ser firmada por la persona responsable de la reparación o reconstrucción del transformador. Se debe incluir los nombres y apellidos de la persona que suscribe el documento, su cargo, profesión y número de matrícula profesional (en caso de que aplique, de acuerdo con la profesión). En el caso de los transformadores reutilizados, firma el proveedor del transformador (de la empresa que emitió la factura) o el instalador.

La declaración de proveedor deberá ser validada por un ingeniero electricista o electromecánico, suscribiendo la declaración y anotando su nombre de forma legible y su matrícula profesional.

3.4.1.2. Pérdidas aceptadas para transformadores reparados o reconstruidos.

Los límites máximos de pérdida de potencia para transformadores y reparados total o parcialmente se muestran en la Tabla 1.

En esta tabla los valores máximos para I_o (corriente de vacío), P_o (pérdidas en vacío), P_c (pérdidas en carga) y U_z (tensión de corto circuito) llevan incluidas ya las tolerancias con relación a las aceptadas para transformadores nuevos.

Los transformadores reconstruidos o reutilizados deben cumplir con los valores establecidos para transformadores nuevos y relacionados en la especificación de AIR-E ES.03625-DE de Transformadores Convencionales (Tablas 9 y 10) y en el caso de Transformadores Autoprotegidos con las establecidas en las especificaciones ES.03627- DE si es trifásico (Tabla 9) y la ES.03628-DE si es monofásico (Tabla 10).

Tabla 1. Límites máximos de pérdidas para transformadores reparados o reconstruidos.

Transformadores monofásicos sumergidos en aceite 15 kV/1,2				
Potencia nominal kVA	P_o (W)	P_c (W)	I_o (% de I_n)	U_z (%)
5	34	97	3,1	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
10	57	150	3,1	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
15	80	209	3,0	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
25	114	311	2,5	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
37,5	154	435	2,5	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
50	182	548	2,3	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
75	239	763	2,1	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
100	296	967	2,0	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
167,5	427	1467	2,0	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite 15 kV/1,2				
Potencia nominal kVA	P_o (W)	P_c (W)	I_o (% de I_n)	U_z (%)
15	91	333	5,5	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
30	154	553	4,5	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
45	205	763	4,3	$2,5 \leq U_z \leq 3,4$
75	290	1171	3,7	$2,9 \leq U_z \leq 4,0$
112,5	404	1655	3,2	$2,9 \leq U_z \leq 4,0$
150	513	2107	3,0	$3,4 \leq U_z \leq 4,6$
225	701	3106	2,6	$3,4 \leq U_z \leq 4,6$
300	872	3950	2,5	$3,8 \leq U_z \leq 5,1$
400	1060	5084	2,3	$3,8 \leq U_z \leq 5,1$
500	1242	6213	2,1	$4,2 \leq U_z \leq 5,7$
630	1465	7675	2,0	$4,2 \leq U_z \leq 5,7$
750	1653	9008	2,0	$4,2 \leq U_z \leq 5,7$
800	1732	9567	2,0	$4,2 \leq U_z \leq 5,7$
1000	2029	11932	2,0	$4,2 \leq U_z \leq 5,7$
1250	2382	14512	1,8	$5,1 \leq U_z \leq 6,9$

3.5. Seguridad en redes eléctricas

3.5.1. Fundamentos

En este documento la EMPRESA establece requisitos técnicos mínimos para garantizar la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de los bienes, en las instalaciones que prestan el servicio de energía eléctrica, tal como lo establece el RETIE en su Artículo 1.

Cualquier persona que requiera trabajar cerca o sobre las redes eléctricas de la EMPRESA, deberá solicitar previamente autorización, entendiéndose que ha solicitado la información pertinente en una de nuestras oficinas más cercana. En todo caso, ninguna persona debe intervenir con trabajos o actividades a menos de 1 m de líneas en baja tensión energizadas, o a 1,5m en media tensión o a 1,8m en tensiones hasta 34,5 kV.

Está terminantemente prohibido el uso del servicio eléctrico de la EMPRESA, para energizar directamente cercas o energizar dispositivos, que simultáneamente energicen cercas.

3.5.2. Distancias mínimas de seguridad

Las distancias mínimas de seguridad que se deberán guardar entre líneas eléctricas y los diferentes elementos físicos serán con el propósito de evitar accidentes por contacto o por acercamiento.

Para la medición de distancias de seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados son considerados como parte de los conductores de línea, además las partes metálicas de los DPS y equipos similares deberán considerarse como parte de la estructura de soporte.

Todas las distancias mínimas de seguridad deberán estar de acuerdo con lo establecido en el RETIE, en especial en su Artículo 13.

3.5.3. Señalización de seguridad

Las señales de seguridad tienen como objetivo, transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, fácil y precisa de las zonas donde se ejecutan trabajos eléctricos o donde se operen maquinas, equipos o instalaciones que contengan un peligro. Las señales de seguridad clasificadas de advertencia o precaución, de prohibición, de obligación, de información y de salvamento o socorro, se utilizarán según las formas geométricas y los colores de la Tabla 6.3 referida en el numeral 6.2.2 del RETIE.

3.6. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental

De conformidad a lo establecido por la Resolución 627 del 07 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, los límites máximos admisibles para ruido ambiental son los siguientes (estos valores corresponden a mediciones en sitio, no a la fuente que lo produzca). Estos límites se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Límites de ruido permisible – Resolución 627 de 2006 Min. Ambiente

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

4. Acometidas

4.1. Diseño y selección

El diseñador deberá calcular la demanda máxima para la prestación del servicio con base en los procedimientos autorizados y permitidos en la norma NTC-2050, presentados en la sección 220, partes B, C y D, o con base en las directrices que la EMPRESA tenga dispuesto en esta especificación o en los proyectos tipo de distribución respectivos.

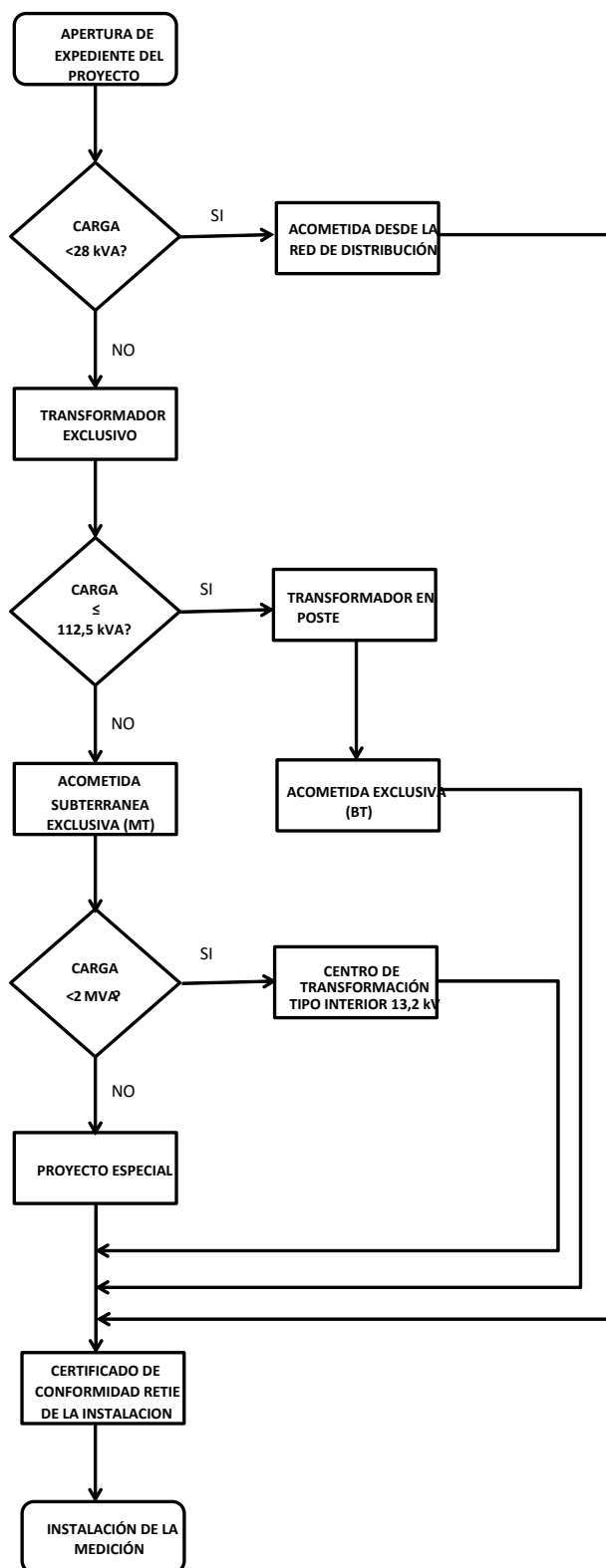
4.1.1. Límites de Carga

La EMPRESA suministrará la energía desde los diferentes puntos de la red, de acuerdo con los siguientes criterios respecto a los límites de carga, pero sujeto siempre a los criterios de análisis que realice la EMPRESA, relacionados con la factibilidad de dicha conexión.

Si el poste hace parte de la red de uso general propiedad de AIR-E o está colocada en el espacio reservado a los servicios públicos, la capacidad máxima del transformador a instalar es de 112,5 kVA. (ver flujograma 1).

Se deben considerar también los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) en cada localidad para definir el tipo de acometida por media y baja tensión, definiendo este POT si la acometida puede ser aérea u obligatoriamente subterránea.

Flujograma 1



4.1.1.1. Límites de Carga para Medición Directa

Las cargas menores que no requieran de la instalación de un transformador para su conexión a la red, podrán ser conectadas para medición directa según lo mostrado en la Tabla 3. Esto podrá realizarse desde la red secundaria o a partir de tableros de medidores.

Las borneras de los medidores de medida directa tienen capacidad para conductores con sección hasta No 2 AWG en aluminio o cobre. Cuando se requiera una sección mayor por requerimientos de regulación, se deberán agotar las siguientes alternativas antes de seleccionar un conductor de mayor sección a la permitida por las borneras del contador:

-Acercar la fuente al punto de medida.

-Utilizar un conductor con un material de mejor conductividad eléctrica. Por ejemplo, reemplazar el aluminio por el cobre.

Si aun con estas acciones no se logra llegar a un conductor de sección No 2 AWG o menor, se debe utilizar un conector reductor a calibre No 2 para conectar las bornas del medidor y que sus características no afecte su desempeño eléctrico ni produzca par galvánico que deteriore el cable.

Tabla 3. Límites de carga para medición directa

Tipo de servicio		Medio de desconexión y protección (A)	Calibre de acometida de (AWG)		kVA máximo
			Cobre	Aluminio	
Monofásico Bifilar	1F-2H-120 V	1X50	2X8	2X6	6
	1F-2H-120 V	1X60	2X6	2X4	8
Bifásico Trifilar	2F-3H-120/208 V	2X50	3X8	3X6	10
	2F-3H-120/208 V	2X60	3X6	3X4	13
	2F-3H-120/208 V	2X80	3X4	No aplica para cargas	18
Trifásico Tetrafililar	3F-4H-120/208 V	3X80	4X4	4X2	28

4.1.1.2. Límites de Carga para valores superiores a los establecidos como medición directa

Para cargas contratadas totales, que excedan los límites fijados en la Tabla 3, la EMPRESA suministrará el servicio mediante transformadores suministrados por el cliente para su uso exclusivo.

PARÁGRAFO 1: En ningún caso la carga contratada por cuenta del cliente podrá ser inferior a la carga de diseño.

PARÁGRAFO 2: Los márgenes de tolerancia de caídas de tensión son los indicados en el apartado 3.3 del presente documento (Regulación de Tensión).

PARÁGRAFO 3: Las acometidas de usuarios conectados a la red de baja tensión de la EMPRESA, podrán ser aéreas o subterráneas y deben ser autorizadas por la EMPRESA.

PARÁGRAFO 4: En zonas rurales, que no dispongan de redes en baja tensión (Nivel 1) se prestará el servicio a través de transformadores de distribución exclusivos suministrados por el cliente. La capacidad del transformador será de acuerdo con la demanda esperada y el valor nominal disponible en las normas NTC.

PARÁGRAFO 5: No se permitirá la construcción de redes aéreas de media y baja tensión en zonas de conservación histórica, ni en aquellos sitios donde planeación municipal prohíba su construcción.

PARÁGRAFO 6: Para cargas de diseño o contratadas monofásicas superiores a lo establecido en los límites de carga para medición directa o trifásicas en cualquier caso, la EMPRESA establecerá el punto de conexión de acuerdo con los resultados del Estudio de Factibilidad (capacidad de disponibilidad de las redes, reformas en la red, construcción de nuevos tramos, etc.), el análisis y aprobación del proyecto específico (cuando aplique), la revisión y aprobación técnica de las obras, la calibración e instalación de los medidores y la puesta en servicio de la instalación. Cualquier solicitud de suministro realizada por un cliente residencial, comercial, oficial e industrial se hará según la Normativa vigente de AIR-E.

PARÁGRAFO 7: El cliente deberá realizar solicitud de aumentos de carga para establecer las nuevas condiciones de servicio, cuando la carga instalada supere la carga contratada, o cuando se presente un estudio de proyecciones de demanda que muestre las necesidades de incremento de la carga contratada.

PARÁGRAFO 8: La corriente máxima admisible utilizada para dimensionar una acometida, debe ser superior a la corriente máxima prevista para el suministro y debe ser seleccionada teniendo en cuenta las restricciones establecidas en el proyecto tipo de redes de baja tensión áreas y subterráneas de AIR-E S.A.S. E.S.P. o según la NTC 2050.

PARÁGRAFO 9: Cuando la carga se conecte a la red de baja tensión de AIR-E S.A.S. E.S.P. por medio de caja de abonados, se debe verificar que la caja tenga la capacidad eléctrica y los puestos disponibles para conectar la nueva carga, teniendo en cuenta un límite máximo de 140 amperios por cada caja. Previa verificación de la capacidad eléctrica disponible del transformador, si la caja ya tiene su capacidad copada, se debe instalar una nueva caja de abonados para conectar la nueva carga.

4.1.2. Partes que componen una acometida

La acometida en baja tensión está compuesta por: el grupo de elementos que sirven para la conexión a la red de uso general en Baja Tensión (punto de conexión), el sistema de conductores de entrada, elementos de anclaje y soporte, hasta el dispositivo de desconexión y protección general del cliente, pasando por el medidor. En las especificaciones ICE-01 e ICE-02 se muestran los diagramas unifilares de las acometidas.

La acometida en media tensión la componen: el sistema de elementos que sirven para la conexión a la red de Media Tensión (punto de conexión), protecciones y seccionamiento, sistema de conductores de entrada, canalización en ducto, postes, cajas de inspección, herrajes y accesorios, hasta el medio de desconexión general del cliente pasando por el equipo de medida. Ver especificación ICE-03.

4.1.3. Continuidad de la acometida

4.1.3.1. Red de Baja Tensión

En las acometidas de Baja Tensión, los conductores serán continuos, desde el punto de conexión en la red de uso general 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 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. Dicha distancia puede ser dejada en el exterior de la caja del medidor, asegurando que sea estético y sin riesgos para el cliente. En el caso de que no sea posible dejar la reserva en la caja, esta deberá estar disponible en el punto de conexión a la red.

4.1.3.2. Red de Media Tensión

En las acometidas de Media Tensión subterráneas, los conductores serán continuos, desde el punto de conexión en la red de uso general hasta los bornes de entrada del equipo de seccionamiento y/o protección del transformador. No se aceptarán, derivaciones en ningún tramo de la acometida. Solo se aceptarán empalmes para casos de acometidas de más de 500 metros y solo cada 500 metros como mínimo.

Se deberá dejar una reserva de mínimo un (1) metro de conductor aislado a la llegada al elemento de corte.

Las acometidas de Unidades Inmobiliarias Cerradas deben ser diseñadas y construidas solo en áreas comunes. No podrán ser instaladas bajo o sobre inmuebles adyacentes al predio a servir.

4.1.4. Número de acometidas

Un inmueble será servido por una sola acometida, considerándose como inmueble una construcción o predio que es utilizado por uno o varios usuarios.

Para cualquier suministro alimentado desde la red de distribución por Baja Tensión, se instalará una acometida independiente por cada uno de ellos (hasta cuatro suministros).

Para edificios o sistemas cerrados de viviendas o locales comerciales alimentados desde un centro de transformación de uso exclusivo, se instalará una acometida de alimentación general, la cual deberá llegar al elemento de corte y protección y desde allí al transformador de distribución, alimentando el barraje de uno o varios armarios de acuerdo con la capacidad instalada.

Los inquilinatos serán analizados y resuelta su situación en forma independiente, según criterio del Área Comercial, basados en las normas establecidas, la seguridad de la instalación y la prestación del servicio. Del mismo modo, a la hora de planificación de acometidas, se sugiere un correcto dimensionamiento según la demanda estimada en la duración del proyecto, para poder realizar de manera óptima la factibilidad de carga disponible para el circuito asociado. Ante proyectos de varios predios, para la selección del transformador y la acometida, la demanda para lo residencial, se hará utilizando las tablas recomendadas por la EMPRESA en el proyecto tipo de red de baja tensión. Para otro tipo de usuarios, los no residenciales, se estimará de acuerdo con la demanda esperada.

Se exceptúan los casos de circuitos de respaldo, para cargas especiales (industrias) aprobadas por la EMPRESA, las excepciones hechas en el RETIE y en la Norma NTC 2050, sección 230-2. No se permiten acometidas de respaldo desde la red de uso general de baja tensión.

4.1.5. Criterios de diseño para cada tipo de acometida

Según el tipo de construcción, las acometidas se clasifican en aéreas y subterráneas y pueden ser de baja, media o alta tensión dependiendo del nivel de tensión al cual se encuentren conectadas.

Todas las instalaciones internas del usuario deberán cumplir con los requerimientos del RETIE, la Norma NTC 2050, y las normas técnicas de la EMPRESA que la complementen.

La acometida se seleccionará de acuerdo con el procedimiento determinado por la EMPRESA en esta especificación. De no existir este, se recurrirá a uno de los procedimientos establecidos por la Norma NTC 2050 Sección 220 (Cálculos de los circuitos alimentadores, ramales y acometidas).

4.1.5.1. Acometidas aéreas de baja tensión

Calibres de la acometida

- El máximo calibre permitido para acometidas aéreas es el No. 2 AWG en cobre y No. 1/0 AWG en aluminio.
- Los calibres de los cables de acometida con neutro concéntrico, se muestran en la Tabla 3. En el caso de utilizarse aluminio para la acometida este será de aleación de aluminio de la serie 8000. (Según NTC 2050, sección 310-14).
- No se permiten acometidas de calibres menores al No.8 AWG en cobre y No.6 AWG en aluminio (NTC 2050, sección 230-23).
- 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 el Proyecto Tipo.
- El proceso de cálculo para acometidas con cargas superiores a las presentadas se describe en el Anexo 2. Una vez determinada la sección del conductor, se elige el conductor normalizado adecuado.

- La corriente máxima admisible del conductor seleccionado deberá ser superior a la corriente máxima prevista para el suministro, en caso contrario se elegirá el siguiente conductor normalizado que posea una corriente y sección adecuadas.

Longitud de la acometida

- La longitud máxima de la acometida será calculada con base en la carga máxima contratada, el cumplimiento de la capacidad de transporte del conductor y su protección y la regulación de tensión aceptada. Los valores máximos son dados en las tablas mostradas en el anexo 1. El usuario de esta especificación podrá utilizar estas tablas como soporte en la memoria de cálculo, y con la cual asegura el cumplimiento de los criterios aquí especificados.
- La longitud máxima del último vano aéreo será de 40 metros para instalaciones desde la red de uso general urbanas, siempre y cuando se cumpla con la regulación eléctrica y la distancia de seguridad. Ver especificación ICE-05.

Otras consideraciones

- Para el acceso de la acometida aérea por ducto, en la Tabla 4 se presenta el diámetro del ducto según el tipo y calibre de acometidas normalizadas en la EMPRESA.

Tabla 4. Ducto para acometida en baja tensión

Tipo de Servicio	Calibre de conductores (AWG)	Diámetro de la tubería (pulg.)
Monofásico bifilar 120 V	2X8	1
	2x6	1
Dos fases trifilar 120/208 V	3X8	1
	3X6	1 ¼
	3X4	1 ¼
Trifásico tetrafililar 120/208 V	4X4	1 ¼

- En el caso que se utilicen configuraciones especiales en BT, como la utilización de la red tipo acometidas (chilena) se deberá tener en cuenta el procedimiento para la Instalación de Configuraciones Especiales en BT de la EMPRESA. Ver especificación ICE-20. En este tipo de redes, la longitud máxima recomendable es de ochenta (80) metros. Todos los usuarios, deben poder observar su acometida en su recorrido desde el transformador. En instalaciones rurales donde se tengan redes de uso particular de Media Tensión, las acometidas de baja tensión deberán ser aéreas y se permitirá red subterránea a partir del punto de medida.

- La acometida podrá ser aérea en instalaciones provisionales de obras, donde existan redes aéreas de Media Tensión con capacidades menores o iguales a 112,5 kVA. Para estos casos se admiten transformadores de hasta 150 kVA solo si se instalan en zona privada. Si la instalación del alimentador secundario es subterránea, la medida la debe preceder.
- Para cargas industriales que requieran servicio a 34,5 kV en un centro de transformación tipo intemperie, la acometida podrá ser aérea si el circuito de alimentación es aéreo.
- No se podrán instalar acometidas aéreas, si el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) u otros organismos gubernamentales lo prohíben.
- Alturas mínimas de seguridad en acometidas aéreas de Baja Tensión: La acometida aérea deberá conservar las alturas mínimas de seguridad indicadas en el Artículo 13 del RETIE, Norma NTC 2050 Sección 230-24. Ver especificación ICE-04.
- Cuando fuere necesario elevar la altura de los cables de acometida para cumplir con las alturas mínimas deberá utilizarse una platina como se ilustra en la especificación ICE-16.

4.1.5.2. Acometidas aéreas de media tensión

Para la acometida de media tensión se deberá utilizar el procedimiento, el material y un calibre que este normalizado por la EMPRESA en los respectivos Proyectos Tipo.

4.1.5.3. Acometidas subterráneas

Todos los ductos y cámaras de inspección de redes subterráneas en media y baja tensión serán ubicadas sobre las vías (tanto peatonales como vehiculares), y las derivaciones tanto de armarios de medidores como de Centros de Transformación, se deberán hacer en forma perpendicular al trayecto de la red canalizada.

La instalación de acometidas subterráneas debe realizarse de conformidad con el Proyecto Tipo de Redes Subterráneas, o la normatividad que lo reemplace, si fuere el caso.

Acometidas Subterráneas en Media Tensión

La acometida en Media Tensión desde la red aérea o subterránea, en los sectores urbanos deberá ser subterránea, con Centros de Transformación Tipo Interior para cargas alimentadas de transformadores de más de 75 kVA monofásicos o 112,5 kVA trifásicos, teniendo en cuenta que por poste pueden bajar hasta dos (2) acometidas de Media Tensión aisladas. Si en el poste ya está instalado un transformador, solo se permite una acometida de media tensión subterránea y en todo caso se debe verificar la viabilidad de la instalación en especial en lo relacionado con el cumplimiento de las distancias de seguridad.

La acometida se hará utilizando los criterios, métodos y materiales del Proyecto Tipo de Redes de Media Tensión Subterráneas desde la red aérea y desde la Red Subterránea.

En el caso de transformadores que alimenten una acometida exclusiva y que se ubiquen en predios privados, que no hacen parte de la franja exclusiva para el uso de servicios públicos domiciliarios, se aceptan transformadores de más de 112,5 kVA en poste con las condiciones estipuladas en el artículo 24 del RETIE de Requisitos Específicos de Subestación, numeral 24.3 de Subestaciones Tipo Poste. De todas formas en esta situación y para casos en los cuales el diámetro del cable de media tensión es mayor a 166 mm en cable desnudo o 230 mm en cable forrado y el peso de transformador es superior a los 600 kilos, se debe seguir el procedimiento de cálculo del Proyecto Tipo de Centros de Transformación tipo poste de AIR-E S.A.S. E.S.P. y comprobar, teniendo en cuenta las demás cargas que inciden en el poste y las cargas de vientos de la zona de instalación, la viabilidad de instalación del transformador en un poste según lo determinado en el RETIE.

Acometidas Subterráneas en Baja Tensión

Las acometidas en baja tensión subterráneas o por ducto se utilizarán en los siguientes casos:

- Cuando la red de distribución de baja tensión se instale subterránea, para lo cual la acometida deberá salir para cada suministro desde un centro de medición y en todo caso, cada uno de estos deberá contar con un macro medidor o PCI. (Ver especificaciones ICE-21, ICE-22, ICE-23, ICE-24, ICE-44, ICE-45).
- Cuando los conductores de la acometida sean de mayor calibre al No. 2 AWG en cobre y No.1/0 AWG en aluminio.
- Cuando las condiciones de instalación lo hagan aconsejable: Condiciones del terreno, vías o avenidas anchas y zonas de conservación histórica.
- Cuando el servicio esté en zona demarcada por la EMPRESA para red subterránea.
- Cuando por razones de la legislación local de los entes municipales, se defina que la red debe ser subterránea.
- Cuando la alimentación en Baja Tensión desde el transformador en el poste corresponde a un inmueble con múltiples servicios conectados al gabinete de los medidores, deberá instalarse según las especificaciones ICE-21 e ICE-22; ubicado preferencialmente en el exterior en un lugar visible, de fácil acceso a personal autorizado y con protección antivandálica.

Los elementos de una acometida subterránea en baja tensión son los siguientes:

- Punto de conexión.
 - Ducto bajante.
 - Capacete.
 - Caja de inspección.
 - Conectores tipo cuña (donde aplique).
 - Barrajes premoldeados en baja tensión (Cuando la acometida se derive de una red secundaria subterránea).
 - Cable conductor.
 - Canalización y ductos.
 - Bajante del inmueble o ducto de entrada.
- Después de la medición se deberán instalar cajas de inspección, cada veinticinco (25) metros en el trayecto entre el armario de medición y el inmueble. Estas cajas de inspección deberán quedar en zonas de fácil acceso al personal autorizado por la EMPRESA. Ver especificación ICE-07.
- En la acometida subterránea desde el transformador para uso exclusivo de un usuario se deberá instalar el medidor a la salida de baja tensión del transformador y una caja de inspección ubicada a un (1) metro del poste.
- El sistema de medida deberá quedar lo más cercano posible al transformador, con una distancia que en lo posible no excederá los veinticinco (25) metros y con los requisitos exigidos en estas especificaciones. En caso de distancias mayores se deberán instalar cajas de inspección cada veinticinco (25) metros, cumpliendo las condiciones de regulación dispuestas en este documento y las de pérdida máxima de potencia e instalación, contenidas en el Proyecto Tipo Redes Subterráneas, o el que lo reemplace si fuere el caso.
- Las acometidas subterráneas desde transformadores exteriores al inmueble se deberán realizar así: La acometida deberá pasar primero por el macro medidor ubicado en el poste, el tubo bajante será metálico de tipo pesado con capacete y empalmará mediante curva del mismo calibre con una caja de inspección. La tubería metálica galvanizada tendrá diámetro mínimo de 1". Deberá cumplirse con las especificaciones de los proyectos tipo para el paso aéreo - subterráneo en baja tensión. La acometida hacia el armario de medidores y equipo de medida en Baja Tensión (medición semidirecta) irá en tubería metálica galvanizada o PVC con diámetro de acuerdo con los calibres de los conductores según el Apéndice C de la Norma NTC 2050.
- Si el transformador que alimenta la red de distribución de baja tensión es de propiedad de la EMPRESA y este tiene la capacidad para alimentar una carga contratada apta para Medida Directa, de acuerdo con los límites establecidos en este documento, se permitirá la instalación de la acometida subterránea; de lo contrario el usuario deberá instalar un transformador cumpliendo con la Normativa vigente encargada de la solicitud de suministros.

- **Acometidas alimentadas desde transformadores dentro del inmueble**

Se instalará un macro medidor a la salida de baja tensión del(os) transformador y la Acometida de Baja Tensión deberá llegar directamente, sin derivaciones, al armario de medidores y equipos de medida en Baja Tensión (medición semidirecta) en tubería metálica galvanizada o PVC, cuyo diámetro estará de acuerdo con los calibres de los conductores según el Apéndice C de la Norma NTC 2050.

- **Acometida subterránea alimentada desde la red de BT aérea**

En urbanizaciones residenciales, se podrá suministrar el servicio mediante acometida subterránea alimentándose de la red aérea desde el poste más cercano, siempre y cuando el transformador tenga un PCI o medidor de control. Ver especificaciones ICE-82, ICE-83, ICE-84.

La protección mecánica de la acometida desde el punto donde deja de ser aérea hasta la caja de inspección deberá ser en tubo metálico galvanizado de uso eléctrico mayor o igual a 3/4", de acuerdo con el calibre del conductor, provisto de capote y quedando sujeto al interior del armario con tuerca y al poste con cinta de acero inoxidable de 3/4".

- **Acometida subterránea alimentada desde red de BT subterránea**

La instalación se construirá cumpliendo lo especificado en el Proyecto Tipo de Redes Subterráneas, o el que lo reemplace si fuere el caso. El punto de conexión se deberá hacer en una caja de inspección que esté localizada en las zonas comunes o públicas, de acceso fácil y libre a personal autorizado.

En redes subterráneas de Baja Tensión alimentadas por transformadores de distribución de la EMPRESA con capacidad disponible, se podrán alimentar acometidas para cargas menores a 45 kVA conectándose mediante barrajes preformados de baja tensión, ubicados en cajas de inspección, previa presentación del respectivo proyecto de redes de baja tensión.

La tubería metálica siempre será galvanizada; para uso intermedio si está en una zona donde no existe tráfico de vehículos, y para uso pesado si está en zona de tráfico de vehículos y maquinaria.

El uso de la tubería y la instalación de la acometida se harán cumpliendo con la Norma NTC-2050, en sus Secciones 341 a 374.

Cajas de inspección para acometidas de baja tensión

Todas las conexiones a las cargas, o las derivaciones deberán realizarse en cámaras o cajas de inspección con el fin de mantener las condiciones de protección. Estas cajas serán de ladrillo y concreto, deberán tener un desagüe y no se podrán construir en zonas vehiculares ni entradas a garajes. Ver especificación ICE-07.

El diámetro mínimo para la tubería será de 1", para las salidas de la caja de inspección hasta la caja de medidor o armario de medidores, de acuerdo con la carga contratada y cumpliendo con el porcentaje de ocupación del ducto de acuerdo con la sección del grupo de cables. Siempre se deberá dejar un ducto libre de reserva por cada grupo de ductos utilizados antes del equipo de medida, de diámetro igual al tubo de mayor diámetro de la ductería.

- **Cajas de inspección metálica o de poliéster reforzado en fibra de vidrio para acometidas**

Las cajas de inspección metálica o de poliéster reforzada en fibra de vidrio se utilizarán para acometidas eléctricas en los techos de los sótanos de los edificios. Todas las cajas metálicas y sus accesorios deberán ser resistentes a la corrosión, tanto por dentro como por fuera, la lámina será Cold Rolled, el mínimo calibre #18 BWG. Ver especificación ICE-09.

Otras disposiciones sobre acometidas subterráneas.

- No existen restricciones en el calibre máximo admisible para acometidas subterráneas.
- Todas las derivaciones, transiciones entre cables, o conexiones a las cargas se harán desde una caja de inspección de la red subterránea en vía o zona pública, de conformidad con lo establecido en el Proyecto Tipo Redes Subterráneas, o la normativa que lo reemplace si fuere el caso.
- La llegada de la tubería a la caja para el medidor se hará utilizando adaptadores terminales del diámetro apropiado.
- No se admitirá 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 normal.
- Los cables de las acometidas parciales para cada uno de los servicios que van por el techo, piso o pared de los edificios desde los centros de medición (armarios) deberán ir en ducto independiente por cada acometida. Se podrán usar bandejas portacables, una vez la acometida haya pasado por los medidores de energía previamente sellados por la EMPRESA, cumpliendo con lo establecido en la Norma NTC 2050, especialmente la Sección 318.

4.1.6. Puesta a tierra

Toda instalación eléctrica deberá tener un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que, en cualquier punto interno o externo accesible a personas, éstas no estén sometidas a tensiones de paso o de contacto superiores a los umbrales soportables por el ser humano, cuando se presente una falla.

Para clientes de baja tensión con una acometida desde la red de uso general, la referencia a tierra del sistema eléctrico se debe hacer en el punto de corte de la instalación, es decir en el tablero general. No se requiere puesta a tierra en el punto de la medida, para las condiciones exigidas en esta norma.

En una caja metálica, celda o armario de medidores, el sistema de puesta a tierra estará compuesto por: el conductor desnudo o con aislamiento de color verde para la conexión a tierra, el barraje a tierra, caja de inspección, conector y el electrodo de puesta a tierra.

El valor de la resistencia de puesta a tierra, no deberá ser mayor a 25 Ohmios. (Norma NTC 2050 Sección 250-84).

El sistema de puesta a tierra en media tensión cumplirá lo dispuesto en los proyectos tipo de redes de media y baja tensión.

Todo el sistema de puesta a tierra deberá cumplir con lo establecido en el RETIE en su Artículo No.15 y la Norma NTC 2050 Sección 250.

Es responsabilidad del cliente contar con un adecuado Sistema de Puesta a Tierra (SPT) y velar por la conservación de este en un correcto estado.

4.1.7. Acometidas Eléctricas Especiales

4.1.7.1. Acometida de Elementos Ajenos a la Red de Distribución de Energía

La conexión a la Red de Distribución de Energía operada por la EMPRESA, de elementos como fuentes para amplificadores de televisión por suscripción, sistemas BTS para telefonía móvil, semáforos, cámaras de fiscalización de tránsito, etc., debe realizarse de conformidad con lo dispuesto para tal fin en estas especificaciones.

El punto de conexión a la red de BT se realizará siguiendo los mismos lineamientos dispuestos en la Sección 4.1.5 de este documento, según el tipo de red dispuesta en tal sitio (abierta, trenzada, etc.). Las acometidas, aéreas o subterráneas, deben además respetar lo dispuesto en los respectivos Proyecto Tipo para Redes.

El cálculo de conductores de acometida debe estar acorde con los Límites de Carga determinados en esta normatividad, pudiendo el conductor ser de calibre inferior a No.8 AWG cuando la carga así lo permita de acuerdo con la metodología de la Norma NTC 2050.

Todo el cableado de comunicación entre equipos debe ser hecho utilizando tubería flexible, a menos que la conexión sea en un cable tipo concéntrico.

La entrada de ductos a cualquier caja que pertenezca a estos sistemas debe hacerse a través de su respectivo adaptador terminal en el caso de tubería, o mediante pasacables para el caso de conductor tipo concéntrico. La instalación debe realizarse en forma ordenada y separada, de tal forma que puedan identificarse con claridad y precisión cada uno de sus componentes e interconexiones.

Los equipos estarán identificados por cada propietario y serán marcados con la señalización de riesgo eléctrico, de conformidad a lo planteado en el RETIE, Artículo 6.

La tensión de funcionamiento de los equipos a conectar debe estar ajustada a los Tipos de Servicio disponibles, plasmados en estas especificaciones.

Ningún elemento podrá ser conectado a la red sin la autorización por escrito de la EMPRESA, previa verificación del cumplimiento de todos los requisitos técnicos pertinentes.

La conexión de luminarias del sistema de alumbrado público debe realizarse de conformidad con lo establecido en el numeral 5.1.13 de este documento.

Para control de la energía y uso de esta por terceros no autorizados desde las instalaciones de alumbrado público u otros equipos, el propietario de los equipos deberá conectarse con el menor calibre posible (Cu 18AWG o mayor), siempre y cuando se cumplan los requisitos de corriente y regulación de tensión.

4.1.7.2. Acometida Eléctrica Eventual

Se consideran acometidas eléctricas eventuales aquellas que alimentan instalaciones de clientes temporales (Circos, parques de diversiones, etc.) durante un período igual o inferior a seis (6) meses, prorrogables según criterio de la empresa.

La instalación de una acometida eléctrica eventual cumplirá con los requisitos de diseño y selección de una acometida normal y lo exigido por RETIE.

Además de estos requisitos anteriormente mencionados, el RETIE establece que la puesta en servicio de una instalación provisional está supeditada a un análisis de riesgo realizado por un ingeniero electricista acreditado con matrícula profesional, el cual se hace responsable por los riesgos que lleguen a presentarse en dicha instalación durante su tiempo de funcionamiento, y asumirá las responsabilidades del caso.

Por otra parte, las instalaciones provisionales deberán estar en conformidad con los apartados de la Sección 305 de la NTC 2050, la cual las clasifica como instalaciones cuya clasificación no les permita ser consideradas como instalaciones permanentes.

4.1.8. Sistemas de Respaldo y Emergencia

4.1.8.1. Circuitos de Respaldo

Los servicios de alternativa de conexión o respaldo, en caso de ser requeridos por el cliente, serán previamente aprobados por la EMPRESA luego de un estudio de factibilidad de conexión para el circuito de respaldo, donde se tiene en cuenta el punto de conexión, el nivel de tensión (1, 2 y 3), la disponibilidad de potencia, refuerzos de red si son necesarios, y demás requisitos que sean exigidos por la EMPRESA.

La EMPRESA fijará la potencia en kVA aprobada para dicho respaldo y el nivel de tensión autorizado. En la cuenta del circuito principal el cliente tendrá contratado el total de la carga demandada, mientras que en la cuenta del circuito de respaldo tendrá la carga autorizada para tal fin, la cual generará un cobro por concepto de disponibilidad, el cual será independiente al consumo registrado por el circuito principal y de conformidad con lo estipulado en la reglamentación vigente expedida por la resolución CREG 015 de 2018, o aquella que la modifique o sustituya, o la autoridad competente.

El servicio de respaldo, solamente podrá ser utilizado en caso de falla o mantenimiento del circuito principal, y la carga utilizada en dicha eventualidad, no podrá superar la carga autorizada por la EMPRESA. La carga alimentada por el respaldo no deberá ser mayor de la carga del circuito principal.

Tanto en el circuito principal, como en el de respaldo, debe existir un enclavamiento mediante seccionadores de transferencia, tipo dúplex, o de maniobras, junto con la respectiva configuración a nivel de medida, que permitan que la instalación sólo pueda alimentarse de uno de los dos circuitos.

La medición del servicio de respaldo depende del nivel de tensión en que se realice dicho respaldo. Si es al mismo nivel de tensión del circuito principal, la medida se hace después de los equipos de transferencia con un único equipo de medida instalado para la cuenta principal y de respaldo. Ver especificación ICE-10.

Si es a niveles de tensión diferentes, (en casos excepcionales), la medición se realizará con equipos de medida instalados uno por cada nivel de tensión. Ver especificación ICE-10.

De acuerdo con los resultados de la factibilidad de conexión de un circuito de respaldo pueden darse tres situaciones:

- Conexión del respaldo que no implica expansión, ni refuerzos de la red y/o reconfiguración de cargas.
- Conexión del respaldo que implica expansión de infraestructura.
- Conexión del respaldo que implica refuerzos de la infraestructura y/o reconfiguración de cargas.

En los tres casos los costos de conexión, y en caso de ser requerido algún tipo de expansión, deben ser asumidos enteramente por el cliente.

4.1.8.2. Sistemas Eléctricos de Emergencia Instalados por los Clientes

De acuerdo con el RETIE y la Norma NTC 2050 (Artículo 445 y los allí referenciados), los sistemas de generación eléctrica instalados por el cliente para suplir energía cuando se suspenda o falle el suministro entregado por el sistema de distribución de la EMPRESA son obligatorios para inmuebles destinados a albergar temporal o permanentemente un conglomerado humano, tales como allí se determinan.

El Ingeniero Electricista encargado de realizar el diseño de las instalaciones eléctricas deberá evaluar la necesidad de un sistema de emergencia de acuerdo con la necesidad del cliente, y a la variedad de sistemas disponibles.

El cliente podrá elegir entre alguno de los siguientes tipos de circuitos de emergencia mencionados en la sección 700-12 de la NTC 2050:

- Banco de baterías.
- Grupo electrógenos o planta eléctrica.
- Fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS).
- Acometida independiente.
- Fuentes alternas de alimentación diferentes a las anteriores.

El diseño y la construcción de la instalación deberán garantizar una operación segura tanto para las instalaciones propias del cliente, como para el Sistema de Distribución Local operado por la EMPRESA, y los dispositivos de transferencia deberán garantizar la alimentación de las cargas en forma alternativa por la red o por el sistema, pero nunca en forma simultánea por las dos partes. Ver especificación ICE-11.

Todo sistema deberá diseñarse para que la energía suministrada por él no se registre en los medidores o equipos de medida con los que factura la EMPRESA. En ningún caso la EMPRESA reintegrará, descontará o comprará la energía generada por el cliente y registrada por los medidores, originada por conexiones que no cumplan las especificaciones exigidas por la EMPRESA.

Cuando el sistema cuente con un medio automático de transferencia de energía, entre el suministro desde las redes de la EMPRESA y el del sistema implementado por el cliente, el diseño y la selección de dicho medio debe realizarse de forma tal que no se active por fallas transitorias que se encuentren dentro de lo permitido por la Ley. De ninguna manera la EMPRESA se responsabilizará por las consecuencias que pueda acarrear en los equipos e instalaciones del cliente el incumplimiento de esta disposición.

El cliente será responsable ante la EMPRESA 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 este documento y/o de las Especificaciones referenciadas.

Clasificación de los Sistemas de Generación Eléctrica Instalados por el Cliente

Sistemas de emergencia

Los sistemas de emergencia son obligatorios en lugares donde la iluminación artificial sea necesaria para la seguridad en las salidas de lugares de reunión y así evitar el pánico. Lugares como hoteles, instalaciones deportivas, teatros en el cual garantice la seguridad de la vida humana.

Además, de suministrar corriente para funciones como ventilación, detección y alarma de sistemas contra incendios, sistemas de comunicación de seguridad con el público, ascensores. En estos casos 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

La interrupción de la energía debe ser menor a 60 segundos en los sistemas de respaldo obligatorio a diferencia de los sistemas de respaldo (opcionales, en el cual el tiempo de interrupción de la energía no importa y el usuario determina la entrada de su propio sistema eléctrico.

Sistemas de respaldo Obligatorios

Estos sistemas están destinados para suministrar automáticamente corriente a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como sistemas de emergencia) en el caso de que falle el suministro normal.

Los sistemas de reserva requeridos son los que se instalan normalmente para servir a cargas, como sistemas de calefacción y refrigeración, comunicaciones, ventilación y extracción de humos, eliminación de residuos, instalaciones de alumbrado y de procesos industriales que, si se detienen debido a la interrupción del suministro eléctrico normal, podrían crear riesgos o dificultar las operaciones de lucha contra incendios.

Los sistemas de respaldo obligatorios que vayan a ser instalados por el cliente deben ceñirse a lo expresado según la Sección 701 de la Norma NTC 2050, y al presente documento.

Sistemas de respaldo Opcionales

Los sistemas de respaldo opcionales se instalan normalmente para ofrecer una fuente alternativa de energía eléctrica a instalaciones como edificaciones comerciales e industriales, explotaciones agrícolas y edificios residenciales, para cargas como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones y procesamiento de datos y procesos industriales que, si se interrumpieran debido a un corte del suministro, podrían causar incomodidades, interrupciones graves de los procesos, daños a los productos o procesos en curso, o similares.

Los sistemas de respaldo opcional deberán cumplir en su instalación con las condiciones exigidas en la Sección 702 del Código Eléctrico Nacional, Norma NTC 2050.

Capacidad de los sistemas de generación eléctrica

Los sistemas de: emergencia, respaldo obligatorio y opcional deberán tener la capacidad y régimen adecuados para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

Ruido y contaminación de las plantas de generación

Las plantas de generación cumplirán con las exigencias dispuestas por la autoridad competente, plasmadas en la Tabla 2 de este documento.

Modos de conexión de los sistemas de emergencia

La EMPRESA acepta diferentes modos de conexión en sistemas de emergencia, mediante los cuales se puede conectar la planta de emergencia de acuerdo con la necesidad y capacidad de la instalación eléctrica del cliente.

- Conexión de la planta de emergencia después del equipo de medida BT. Especificación ICE-11 hoja 1/3.
- Conexión de la planta de emergencia antes del armario de medidores. Especificación ICE-11 hoja 2/3.
- Transferencia de la planta de emergencia en sistemas con cargas críticas. Especificación ICE-11 hoja 3/3.

En el caso de que la planta de emergencia se encuentre conectada antes del armario de medidores del cliente, estos deberán ser electrónicos de doble tarifa, los cuales automáticamente realizan el cambio de tarifa cuando el cliente es alimentado por la planta de emergencia, o por el operador de Red.

4.2. Construcción e instalación

Las acometidas eléctricas de los clientes deberán construirse e instalarse de conformidad con lo establecido para una acometida aérea o subterránea normal, en conjunto con los diferentes Proyecto Tipo aplicables a cada situación y el RETIE.

Las conexiones de acometidas áreas se harán desde una caja de abonados de acometidas o desde la red en poste en caso de Red Abierta. Ver especificaciones ICE-12 e ICE-13.

Las acometidas aéreas no se podrán conectar en cajas sobre el vano de la red de BT.

La acometida en cable concéntrico se instalará desde el apoyo hasta la línea de propiedad del inmueble o soporte instalado en predio del cliente, y esta se bajará a la caja del medidor, a la altura de la especificación, según alguna de las opciones expuestas en las especificaciones ICE-14, ICE-15, ICE-16, ICE-17, ICE-18, ICE-19.

Según lo establece el RETIE, se aceptarán cables a la vista solo si la acometida no presenta bucles que generen contaminación visual en la fachada, no contravengan las normas de planeación municipal o disposiciones de las autoridades municipales competentes sobre fachadas y se le comunique previamente al usuario. No serán necesarios acuerdos ni disposiciones especiales con las autoridades municipales ni con los usuarios, cuando al usuario se le ha comprobado fraude o cuando las pérdidas atribuibles a los usuarios superen el 10%, después de restarle a los valores de la macro medición en BT, en el transformador objeto de control, la energía facturada a todos los usuarios alimentados desde ese transformador y las pérdidas técnicas de la red de BT. Ver especificaciones ICE-14 e ICE-16.

4.2.1. Derivación de las acometidas aéreas de baja tensión

Las acometidas de Baja Tensión se derivan directamente de la red de distribución aérea de uso general, utilizando una de las siguientes opciones:

Red aérea abierta: Conexión desde un estribo, con conector tipo cuña, soportada en el poste, por medio de un anclaje para acometida con una pinza de retención y tendida hasta la línea de propiedad del inmueble, donde se soportará con otra pinza de retención. Ver especificación ICE-13. Los elementos para esta acometida aérea son los siguientes:

- Estribo.
- Conector tipo cuña de acuerdo con el calibre de la acometida.
- Pinza de anclaje de retención para acometida en poste y línea de propiedad del inmueble del cliente.
- Terminales de ojo y accesorios de instalación.
- Conductores concéntricos de cobre o aluminio.
- Capacete. (Donde aplique).
- Ducto de entrada. (Donde aplique).
- Sistema de puesta a tierra (Donde aplique).
- Platina para elevación de altura (Donde aplique).

Red aérea trenzada: Conexión desde una caja de derivación o de abonados, soportada desde un poste, por medio de una pinza o anclaje de retención, o un conector y tendida hasta la línea de propiedad del inmueble, donde se soportará con otra pinza o anclaje de retención. Ver especificaciones ICE-12 e ICE-14. Los elementos para una acometida aérea son los siguientes:

- Conductores concéntricos de cobre o aluminio. Pinza de anclaje de retención para acometida en poste y línea de propiedad del inmueble del cliente.
 - Terminales de ojo y accesorios de instalación.
 - Capacete. (Donde aplique).
 - Ducto de entrada (Donde aplique).
 - Sistema de puesta a tierra (Donde aplique).
 - Platina para elevación de altura (Donde aplique).
-
- Si La EMPRESA lo autoriza, se podrá hacer una derivación (acometida) desde la red misma con conectores de perforación, en tres situaciones:
 - a) Para derivar hacia una o varias luminarias.
 - b) Para una o dos acometidas (a cada lado del poste) si no hay caja de derivación disponible o cuando existiendo una caja de derivación, está ya está totalmente utilizada.
 - c) Para derivar desde el cable trenzado utilizando un conector de perforación junto con un fusible en serie con cada fase.
 - d) Cuando se requiera una acometida única para un predio en el cual hay más de cuatro servicios.

A solicitud del cliente o por reglamentación, se podrá realizar la instalación utilizando otro de los métodos especificados, siempre y cuando la zona o red esté medida por un Punto de Control Interno.

- Entrada de acometida aérea por Ducto: El ducto de la acometida aérea se iniciará en el capacete donde los conductores entran al inmueble, e irá directo hasta la caja de medidores, la cual estará sobrepuesta en la pared y ubicada en un lugar de fácil acceso e inspección por parte de la EMPRESA.

Se exige la instalación de ducto y capacete cuando así lo indique el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), otro organismo gubernamental y en inmuebles donde sea necesario incrementar el nivel de altura sobre el nivel del suelo de la acometida para poder cumplir con el nivel mínimo de altura sobre la vía establecido según especificación ICE-04.

El Ducto para la entrada de la acometida aérea cumplirá los siguientes requisitos:

- Capacete de acometida hermético a la lluvia.
 - Tubería para uso eléctrico ("Conduit") metálica galvanizada tipo pesado o semipesado, (RETIE, Norma NTC 2050 sección 230-54) para instalación embebida y sobrepuesta hasta la caja del medidor.
 - No tendrá derivaciones, ni empalmes desde el inicio hasta la caja o armario de medidores.
 - No tendrá curvas que sumen más de 180°.
 - La llegada a la caja para el medidor se hará utilizando adaptadores terminales.
 - Los conductores abiertos de distinto potencial que entren en el capacete de acometida, lo deben hacer a través de aberturas independientes protegidas con pasacables. Norma NTC 2050 Sección 230-54.
 - La instalación del ducto estará a cargo del cliente, deberá ser dispuesto con anterioridad a la instalación de la acometida.
- Para alimentación de usuarios con antejardín y reja cuyo apoyo se encuentra dentro del inmueble se seleccionará una de las opciones de acometidas, según conveniencia y facilidad. Ver especificación ICE-24.

4.2.2. Llegada del cable de acometida aérea

Por lo general, la llegada del cable de acometida al equipo de medida deberá ser totalmente aérea, salvo en el caso de que por restricción de altura mínima sobre el suelo deba ser elevada, en cuyo caso entrará por un ducto metálico para uso eléctrico sobrepuesto en la pared, con capacete. La entrada del cable de acometida al ducto a través del capacete, deberá ser visible desde la calle, sin necesitar escalera o algún medio para su revisión. Los elementos de anclaje de la acometida también podrán ser soportados en una platina metálica galvanizada, sin necesidad de que el conductor entre por el capacete, bajando a la vista hasta llegar al medidor. Ver especificación ICE-16. La altura de las cajas de medidores deberá quedar de 1,6 a 1,8 m. Ver especificación ICE-04. La puesta a tierra deberá realizarse en el punto donde se encuentre el primer elemento de desconexión, ver especificación ICE-01. Para la instalación de la varilla de puesta a tierra se exigirá caja de inspección, según lo previsto por el RETIE.

Los conductores de la acometida a un inmueble no deberán pasar por el interior ni por encima de otro predio o inmueble. (Norma NTC 2050, sección 230-3).

Los conductores de las fases A, B y C se deberán identificar en sus extremos de conexión con cintas de color amarillo, azul y rojo. Se permite el uso de cables con cubierta exterior de estos mismos colores. Para las fases, no se aceptan colores blanco, gris o verde (RETIE Norma NTC-2050 sección 310-12).

Los conductores aislados empleados como neutros se deberán identificar con una cinta blanca en sus extremos o se aceptarán con cubierta exterior en color blanco o gris natural en acometidas trifásicas. Si el conductor de neutro es desnudo, se deberá identificar en sus extremos de conexión con cinta de color blanco.

Los conductores aislados usados como cable para puesta a tierra deberán identificarse con un color verde o verde con rayas amarillas. Se permitirá utilizar cinta verde para la identificación de cables en los extremos.

Las conexiones de acometidas están fundamentadas en lo expresado al respecto en este documento, pero sus aspectos constructivos relevantes pueden detallarse en el siguiente listado de especificaciones:

Tabla 5. Relación de normas para acometidas

Norma	Descripción
ICE-05	Acometidas aéreas
ICE-07	Caja de inspección para acometidas en baja tensión
ICE-12	Instalación de acometida en caja de derivación
ICE-13	Instalación de acometida en red abierta
ICE-14	Instalación de caja, medidor y acometida aérea en fachada
ICE-15	Detalle de anclaje de acometida en platina
ICE-16	Instalación de caja de medidor empotrada e instalación de acometida aérea con tubo galvanizado (Opción 1)
ICE-17	Detalle de anclaje de acometida en muro
ICE-18	Instalación de caja de medidor empotrada e instalación de acometida aérea con tubo galvanizado (Opción 2)
ICE-19	Instalación de caja de medidor empotrada e instalación de acometida aérea con tubo galvanizado (Opción 3)
ICE-20	Instalación de acometida en red de BT configuración especial
ICE-21	Acometida en urbanizaciones cerradas y edificios
ICE-22	Acometida subterránea desde concentrador de medida
ICE-23	Alimentación a usuarios en urbanizaciones
ICE-24	Alimentación a usuarios con antejardín y reja

4.2.3. Protecciones especiales en baja tensión

La EMPRESA recomienda a los clientes, complementar la seguridad de la instalación añadiéndole y conectándole un interruptor diferencial de protección según esta sección del documento, así como descargadores de sobretensión en BT.

4.2.3.1. Requisitos generales para la selección y montaje de la protección diferencial

La instalación de estos dispositivos tiene carácter opcional hasta tanto la autoridad competente no determine lo contrario.

Estos dispositivos proveen un medio eficaz de protección al detectar las corrientes por falla a tierra que puedan producirse en una instalación, actuando en un corto tiempo que permite proteger a las personas contra contactos. Como resultado, el riesgo de muerte por electrocución disminuye drásticamente.

El tipo de dispositivo a utilizar debe ser de corriente residual (DDR) con umbral de operación no mayor a 30 mA. Estos interruptores se clasifican por el tipo de forma de onda que pueden detectar; en instalaciones residenciales podrá utilizarse clase "AC" (estándar), que permite detectar señales de corriente alterna. Para clientes comerciales e industriales corresponderá al ingeniero electricista diseñador determinar la clase de interruptor a usar pues componentes de corriente continua, producidas por algunos dispositivos electrónicos podrían no ser detectadas por la clase de dispositivo antes mencionado, así como originarse también disparos indeseables.

El tiempo de respuesta del dispositivo debe ser más veloz que el estipulado para la región C1 de la Figura 14 de la Norma NTC 4120 y la Figura 9.1, Sección 9.1 del RETIE.

En ningún caso la instalación de la protección diferencial se considerará un sustituto del Sistema de Puesta a Tierra (SPT), ni de los medios convencionales obligatorios de protección.

La instalación del interruptor diferencial debe hacerse en el sitio donde se encuentre el primer elemento de corte, donde llega la acometida del sistema. En este mismo punto debe realizarse la conexión a tierra de la instalación.

Los dispositivos utilizados deben cumplir con lo dispuesto para tal fin por la norma IEC 61008-1, así como también IEC 60947-1 e IEC 60947-2. Ver especificación ICE-10 hoja 1/3.

4.2.3.2. Descargador de sobretensión en BT (DPS)

Se establecen los siguientes requisitos para la instalación de los Descargadores de Sobretensión en Baja Tensión (DPS), adaptados a los requisitos de la norma IEC 61643-12. Estas recomendaciones generales están orientadas tanto a diseñadores como a constructores, para la implementación de DPS en los sistemas internos de BT.

La instalación de estos dispositivos será de carácter opcional mientras que la autoridad competente no determine lo contrario.

Para la instalación de los descargadores de sobretensiones (DPS) en BT se debe considerar diferenciadamente tres aspectos:

- Características del sistema a proteger.
- Selección de los descargadores de sobretensiones.
- Análisis del riesgo de sobretensiones.

La selección de los Descargadores de Sobretensiones (DPS) en Sistemas de Baja Tensión depende de los siguientes factores:

- Los equipos a proteger en la instalación eléctrica.
- Distancia de protección.
- Coordinación con los otros equipos de protección y otros DPS.

Los Esquemas de Conexión a Tierra (ECT) de la red eléctrica. Independientemente del ECT utilizado, ante el riesgo de rayo, se recomienda que toda instalación eléctrica esté equipada con descargadores de sobretensiones (DPS) que pueden estar constituidos de diversas maneras, según estos ECT. La instalación deberá realizarse en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.

La evaluación del riesgo debe tener en cuenta las características del lugar y del entorno de la siguiente manera:

- Densidad cerámica.
- Tipo de red de distribución.
- Topografía del lugar.
- Presencia de pararrayos.

Para la evaluación de riesgo, se tomará como referencia las Normas NTC 4552 e IEC 62305-2, que explican la metodología para la evaluación de riesgo debido al impacto de sobretensiones (rayos).

La instalación de un descargador de sobretensiones se debe complementar con los siguientes dispositivos:

- Un dispositivo de corte (desconexión cuando está en cortocircuito): fusible o interruptor automático. Este elemento debe ser acorde con el descargador de sobretensiones y al tipo de conexión (por calibre y curva de disparo o de fusión), también a su ubicación en la instalación (capacidad de corte).

- Las conexiones del descargador de sobretensiones (DPS) a los conductores activos y del descargador de sobretensiones (DPS) a la conexión equipotencial principal deben de ser lo más cortas posibles.
- El cableado de un descargador de sobretensiones (DPS), en lo posible, debe evitar instalarse en cercanía de materiales sensibles a los fenómenos electromagnéticos (equipos electrónicos, programadores, etc.).

Los descargadores de sobretensión (DPS) en Baja Tensión se conectarán a tierra mediante cable de cobre que no sea de calibre inferior a No.14 AWG (RETIE), a uno o varios electrodos que cumplirán los requisitos enunciados en: "Electrodos de Puesta a Tierra" y consignados en la Tabla 15.2 del RETIE. La resistencia de la puesta a tierra será menor o igual a los 25Ω según lo expresa la Tabla 15.4 del RETIE.

La especificación ICE-01 (1) muestra ubicaciones sugeridas para la instalación del DPS en BT.

5. Medición de energía eléctrica

5.1. Generalidades

Todo usuario deberá contar con la medición individual de su consumo de energía eléctrica para efectos de facturación, de acuerdo al Artículo 24 literal "a" de la resolución CREG 108 de 1997 y al Artículo 14 del Reglamento de comercialización del servicio público de energía eléctrica (Resolución CREG 156 de 2011), o aquellas que la modifiquen o sustituyan, el cual indica que el registro de una Frontera de Comercialización para Agentes y Usuarios se permitirá cuando ésta tenga por objeto la medición del consumo de un único Usuario o Usuario Potencial. De igual modo, se debe aplicar lo anterior para la medición de las áreas comunes de los edificios o conjuntos de uso residencial, centros y locales comerciales, industrial o mixto. conforme Se debe dejar disponible por parte del cliente, la infraestructura necesaria para la instalación de medida en el punto de conexión de la acometida general, para cuando se considere necesario el control y seguimiento de los consumos.

Todo local perteneciente a los centros comerciales deberá contar siempre con un sistema de medición individual de su consumo de energía eléctrica, conforme a lo establecido en el inciso "a", Artículo 24 de la resolución CREG 108 de 1997 y Artículo 14 de la resolución CREG 156 de 2011, o aquellas que la modifiquen o sustituyan.

En Colombia la Energía Eléctrica se factura teniendo en cuenta la energía activa y la energía reactiva, dependiendo del tipo de usuario.

Los equipos de medida deben estar localizados en zonas de fácil acceso desde el exterior de los inmuebles, incluyendo edificios, conjuntos de uso residencial, comercial, industrial o mixto.

Los medidores de energía eléctrica deben ser plenamente accesibles al personal de la compañía, por tal razón, estos deben ubicarse en la línea de propiedad del inmueble o en el punto de conexión si está en la línea de propiedad para permitir su lectura, operaciones de control, inspección, revisión, normalización de la medida y demás operaciones comerciales de la compañía (Ver especificación ICE-24).

Cuando se utilicen sistemas de distribución eléctrico mediante bus de barras como alimentador trocal al interior de edificaciones, se deberá disponer de un circuito independiente para la alimentación y medición de áreas comunes.

Será de obligatorio cumplimiento el uso de la Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) en los edificios o conjuntos de uso residencial, comercial, industrial o mixto, y deberá cumplir lo establecido en la NTC 6079.

Si un usuario o usuario potencial está o requiere estar alimentado por un transformador de uso particular; el sistema de medición deberá quedar ubicado en el punto de conexión o en la línea de propiedad del predio previamente autorizado por el Operador de Red. La medición se realizará en baja tensión de acuerdo con los criterios de selección del sistema de medida (Directa o semidirecta) establecidos en el numeral 5.1.4.(Ver especificación ICE-24-C).

Si el transformador de uso particular del cliente está ubicado dentro de su predio, alejado de la vía pública, la medición de energía eléctrica se ubicará en la línea de propiedad del predio o en el punto de conexión autorizado por la Empresa (si está en la línea de propiedad), y esta se realizará en media tensión por el sistema de medida indirecta especificados en el numeral 5.1.4.3 (Ver especificación ICE-24B).

Nota: Para transformadores de uso particular entre 15 a 40 kVA la medición indirecta se realizará por medio de transformadores combinados de acuerdo a la especificación Air-e DE.ES.010.

Tipos de medición

De acuerdo a la capacidad instalada existen tres tipos de medición: Directa, Semidirecta e Indirecta.

- **Medición Directa:** Tipo de conexión en el cual las señales de tensión y de corriente que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga.
- **Medición Semidirecta:** Tipo de conexión en el cual las señales de tensión que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga y las señales de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de corriente (TC.) utilizados para transformar las corrientes que recibe la carga.
- **Medición Indirecta:** Tipo de conexión en el cual las señales de tensión y de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de tensión (TT) y de corriente (TC) utilizados para transformar las tensiones y corrientes que recibe la carga. Por este motivo la corriente que pasa a través del medidor es proporcional a la corriente real de carga.

5.2. Diseño y selección

5.2.1. Selección de la medición

La selección adecuada del medidor se regirá por lo establecido en el Código de Medida resolución CREG 038 de 2014, o aquella que la modifique o sustituya. Los equipos deberán además estar diseñados y fabricados para soportar las corrientes de corto circuito disponibles en el sitio de instalación y de esta forma minimizar la afectación de la continuidad y calidad del servicio en la red de distribución por fallas de los equipos.

5.2.2. Dispositivos de Medición – Medidores

El medidor de energía eléctrica es un dispositivo compuesto por elementos electrónicos que se utilizan para medir los consumos de energía activa o reactiva ya sea de manera individual, o simultáneamente, en un período de tiempo determinado, cuantificando los kilovatios - hora (kWh) o kiloVoltio-Amperios reactivos - hora (kVAr-h).

Según el tipo de energía que se registra, se utilizan dos clases de mediciones una para energía activa y la otra para energía reactiva; en el caso de los medidores electrónicos o estáticos, ambos tipos de energía se registran en un solo medidor.

Clasificación de medidores

Los medidores se pueden clasificar según diferentes criterios; de acuerdo con su tecnología, la energía a medir, la clase de exactitud y el tipo de conexión a la red.

- **Según su Tecnología:** Los medidores de acuerdo con su tecnología, pueden ser de inducción o estáticos, a continuación, se define cada uno de ellos:
 - **Medidores estáticos o electrónicos:** El medidor electrónico multifuncional, es un dispositivo de estado sólido totalmente programable por software, unidireccional o bidireccional donde el usuario tiene la posibilidad de seleccionar las variables a medir entre; energía activa, reactiva y aparente, demanda máxima, doble y multi-tarifa, valores de potencia activa, reactiva, aparente, corriente, tensión, factor de potencia y otras características de la red que determinan la calidad de potencia.
- **Según la energía que miden:** La clasificación de los medidores con respecto a la energía que miden es:
 - **Medidor de energía activa:** Este medidor registra la cantidad de energía que la EMPRESA ha entregado al cliente en un periodo determinado, cuyas unidades son en kWh y se facturan según la tarifa establecida.
 - **Medidor de energía reactiva:** Estos medidores miden el consumo de energía reactiva en kVAr-h.
- **Según Clase de exactitud:** La norma NTC 2288 (IEC 62053-11) clasifica los medidores de inducción de acuerdo con su exactitud de la siguiente forma:
 - Medidores en Activa: clase 1, 0.5S y 0.2S.
 - Medidores en Reactiva: clase 2 y 3.

Los puntos de medición se clasifican bien sea mediante el consumo (o transferencia de energía) o mediante la potencia instalada según la Tabla 6.

Tabla 6. Requisitos de exactitud para medidores y transformadores de medida

Consumo, C, transferencia de energía (kWh-mes)	Capacidad Instalada, CI (kVA)	Clase de Exactitud			
		Medidor Activa	Medidor Reactiva	T.C.	T.T.
$C < 5.000$	$CI < 10$	1	2 o 3	-	
$5.000 \leq C < 50.000$	$10 \leq CI < 100$	1	2	0.5S	0.5
$50.000 \leq C < 500.000$	$100 \leq CI < 1.000$	0.5S	2	0.5S	0.5
$500.000 \leq C < 15.000.000^*$	$1.000 \leq CI < 30.000^*$	0.5S	2	0.5S	0.5
$C \geq 15.000.000^*$	$CI \geq 30.000^*$	0.2S	2	0.2S	0.2

En la Tabla 7 se muestra la clasificación de la medida y los medidores utilizados, así como el número de elementos en cada tipo de medida.

Tabla 7. Clasificación de medidores electrónicos según el tipo de medida y número de elementos

Tipo de Medida	Tipo del Servicio	Nivel de Tensión	Tipo de Medidor	Tipo de Energía que puede medir	Tipo de Conexión del Medidor	Nro. de elementos de medida
Directa	Monofásico Bifilar	Nivel de Tensión 1 Baja Tensión $V < 1kV$	Electrónico	Activa	Monofásico bifilar	1
	Bifásico Trifilar				Bifásico Trifilar	2
	Trifásico Tetrafilar				Trifásico Tetrafilar	3
Semidirecta	Trifásico Trifilar	Nivel de Tensión 1 Baja Tensión $V < 1kV$	Electrónico	Activa y Reactiva	Trifásico Trifilar	2 o 3
	Trifásico Tetrafilar				Trifásico Tetrafilar	
Indirecta	Trifásico Trifilar	Nivel de Tensión 2 Media Tensión $1kV < V < 30 kV$	Electrónico	Activa y Reactiva	Trifásico Trifilar (Se usa para puntos de conexión en MT donde el primario del TT es una Δ)	2 o 3
		Nivel de Tensión 3 Media Tensión $30 kV < V <$			Trifásico Tetrafilar (Cargas con transferencia promedio horarias durante los últimos 6 meses menores a 20 MWh)	2 o 3
		Nivel de Tensión 4 Alta Tensión $V > 57,5 kV$ y Extra Alta Tensión $V > 220 kV$			Trifásico Tetrafilar (Cargas con transferencia promedio horarias durante los últimos 6 meses mayores a 20 MWh)	3

Tipo de conexión de los medidores

El esquema de conexión de los medidores de energía podrá ser simétrico (conexión americana) o asimétrico (conexión e5.1.1.uropea). Los medidores de acuerdo con el tipo de conexión a la red se clasifican en:

- Medidor monofásico bifilar: Este tipo de medidor se utiliza para el registro del consumo de energía eléctrica suministrada a los clientes con poca carga, alimentados por una acometida conformada por una fase y un neutro desde un transformador monofásico o trifásico, ver especificación ICE-25.
- Medidor bifásico trifilar: Este tipo de medidor se utiliza para el registro del consumo de energía eléctrica suministrada al cliente, alimentado por una acometida en baja tensión de dos fases y neutro desde un transformador trifásico, o un banco de transformadores monofásicos, ver especificación ICE-27.
- Medidor trifásico tetrafilar: Este tipo de medidor se utiliza para el registro de energía eléctrica, suministrada al cliente por una acometida trifásica en baja tensión de tres fases y un neutro, ver especificación ICE-28.

5.2.3. Criterios de selección del sistema de medida

La medición de la energía se realizará de la siguiente forma:

5.2.3.1. Medición directa

Para usuarios con demandas menor o igual a 28 kVA, la medición de energía eléctrica se realizará en baja tensión utilizando únicamente medidores de energía activa, como se muestra en la Tabla 3.

5.2.3.2. Medición semi directa

Para usuarios con demandas mayores a 28 kVA y menores o iguales a 112,5 kVA, la medición de energía eléctrica se realizará únicamente con medidores electrónicos de energía activa y reactiva, utilizando transformadores de corriente por cada fase, la conexión al medidor de las señales de corriente provenientes de los devanados secundarios de los TC y de las señales de tensión provenientes de la acometida, deberá realizarse mediante un bloque de pruebas.

5.2.3.3. Medición indirecta

1. Para usuarios con cargas mayores a 112,5 kVA en 13,2 kV y 250 kVA en 34,5 kV, la medición de energía eléctrica se realizará en Media Tensión, utilizando transformadores de tensión (TT), transformadores de corriente (TC) y medidores electrónicos multifuncionales de energía activa, reactiva, perfil de carga y puerto de comunicación.
2. En clientes existentes para cargas menores o iguales a 112,5 kVA y mayores a 50 kVA monofásicos o trifásicos, cuando el transformador no se instale en la vía pública (red de uso general), se instalará medida indirecta en el punto de conexión.

3. En proyectos de aumento de carga, donde no se instale transformadores en vía pública (red de uso general) con cargas menores o iguales a 112,5KVA y mayores a 50 KVA monofásicos y/o 45 KVA trifásicos, se instalará medida indirecta en el punto de conexión.

El número de TC y de TT se seleccionará con base en el número de fases y el número de hilos, (medición en dos o en tres elementos). La medición trifásica debe ser de tres elementos y solo se permite en dos elementos únicamente cuando la instalación cumpla con las siguientes condiciones: sean del tipo interior, la configuración sea del tipo Seccionador-Equipo de medida-transformador y sólo exista un transformador en la instalación del cliente de tipo trifásico.

En la Tabla 13 y Tabla 14 se muestran las características de los equipos de conexión de medida indirecta a 13,2 kV y 34,5 kV:

Los usuarios de medida indirecta que se conecten a niveles de tensión por encima de los 34,5 kV, deberán tener un diseño particular en los transformadores de corriente de acuerdo con los cálculos del sistema a conectar.

5.2.4. Características generales de los medidores utilizados

Las características de los medidores utilizados en la EMPRESA son las siguientes:

5.2.4.1. Medición directa

Son medidores de energía activa electrónicos conectados directamente a la red de distribución.

Tabla 8 Características de medidores para conexión directa.

Características / tipo de medidor	Monofásico bifilar	Bifásico trifilar	Trifásico tetrafilar
Fases	1	2	3
Hilos	2	3	4
Conexión	Base A		
Integrador	8 Dígitos (6 enteros, dos decimales)		
Tensión	120 V	127/220 o 120/208	127/220 o 120/208
Tensión límite	50% a 115 %		
Número de elementos			
Corriente nominal	5 A	5 A	5 A
Corriente máxima	60 A	100A	100 A
Frecuencia	60 Hz		
Medición	Energía activa		
Constante de lectura	kWh X 1		
Ambiente	Tropical y marino		
Rango de Temp.	Según IEC: -40 °C a 85 °C		
Puente interno	Si		
Cubierta	Policarbonato, baquelita y macrolón		
Base	Policarbonato, baquelita, aluminio al silicio		
Sellado hermético	Si	Si, después de calibración	

Otras características más específicas para cada tipo de medidor se muestran en las respectivas Especificaciones Técnicas de Medidores Directos de Energía.

5.2.4.2. Medición semidirecta

Los medidores serán electrónicos para energía activa y reactiva, conectados al secundario de los transformadores de corriente por intermedio del bloque de pruebas y conexión y las tensiones de forma directa desde la red, para usuarios con demandas mayores a 28 kVA y menores o iguales a 112,5 kVA. Para cargas trifásicas de hasta 30 kVA se acepta medición directa.

Tabla 9 Características de medidores para semidirecta e indirecta

Características / tipo de medidor	Trifásico
Tensión	3x120/208 - 3x57,5/100V a 3x277/480V
Fases	3
Conexión	Base A
Integrador	8 Dígitos
Tensión límite	50% y 115 %
Corriente nominal	5 A
Corriente máxima	10 A
Frecuencia	60 Hz
Medición	Energía activa, reactiva y perfil de carga
Exactitud	0,5
Tarifa	Multitarifa
Constante de lectura	kWh X 1
Ambiente	Tropical y marino
Rango de Temp.	Según IEC: -40 C a +85 C
Cubierta	Polycarbonato, baquelita y macrolón
Base	Polycarbonato, baquelita, aluminio al silicio
Bornera de conexión	Bimetálica, debe recibir cables de cobre o aluminio
Sellado térmico	Si, después de sellado

Otras características más específicas para cada tipo de medidor se muestran en las respectivas especificaciones técnicas de equipos.

Los medidores de energía que sean instalados por comercializadores diferentes a la EMPRESA, que se encuentren verticalmente integrados con el Operador de Red deberán cumplir con los requerimientos establecidos en el Código de Medida y las Normas Técnicas Colombianas vigentes o aquellas que lo modifiquen o sustituyan.

5.2.5. Sistemas de Telegestión Individual de Clientes.

El sistema de telegestión debe cumplir lo especificado en el documento ES.05352-DE, "Suministro de equipos de medición de consumo de energía, monitoreo y operación remota", de AIR-E S.A.S. E.S.P.

5.2.6. Equipos adicionales para la medición

Se denominan equipos adicionales para la medición a los transformadores de medida, bloques de prueba y cable de señales.

5.2.6.1. Transformadores de Medida

Los transformadores de medida están diseñados para alimentar con señales de tensión o de corriente los instrumentos de medida de energía, relés y otros aparatos que requieran de ellas.

La especificación DE.ES.010 de AIR-E S.A.S. E.S.P. de Transformadores de Medida que esté vigente al momento de la conformidad del diseño del proyecto, es la que establece las características técnicas que deben tener los transformadores de medida a instalar en la red de distribución de AIR-E S.A.S. E.S.P. Si posterior a la aprobación hay un cambio regulatorio, como es el caso de una actualización de la resolución CREG 038 de 2014 o las que la modifiquen o sustituyan, se deberán hacer las actualizaciones pertinentes en el diseño del proyecto.

Los transformadores de medida se dividen en transformadores de corriente (TC) y transformadores de tensión (TT).

Características requeridas. Para efectos de definir las características de los transformadores de medición, se seguirán las siguientes Normas Técnicas Colombianas:

- Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que la modifique o sustituya.
- NTC 2205 (IEC 61869-2) Norma Colombiana para Transformadores de Corriente.
- NTC 2207 (IEC 61869-3) Norma Colombiana para Transformadores de Tensión inductivos.

Transformador de corriente (TC)

Los transformadores de corriente tienen como finalidad, llevar el valor de corriente que se desea medir a un valor cómodo para manipular y registrar. Estos se deberán conectar en serie con las líneas de alimentación y estarán sujetos a las mismas sobre tensiones y sobre corrientes que las líneas.

Los transformadores de corriente deberán ser de gama extendida.

Cuando el cliente suministre un TC cuya relación de transformación difiera de las especificadas en esta norma, se analizará de acuerdo con el código de medida vigente para el Sector Eléctrico Colombiano.

La EMPRESA exigirá la clase de exactitud de los transformadores de corriente, tal como se muestra desde Tabla 10 hasta la Tabla 12.

Transformadores de corriente de gama extendida

Son transformadores de corriente cuyas características de exactitud y calentamiento se extienden a valores de la corriente primaria, superiores al 120% de la corriente nominal.

A los transformadores de corriente de gama extendida se les aplicará el siguiente criterio:

$$0,2 I_{pn} \leq I_{pc} \leq I_{pn} * FC$$

Dónde:

- I_{pc} = es la corriente a plena carga del sistema eléctrico en el punto donde será conectado el transformador de corriente.
- I_{pn} = es la corriente primaria nominal del transformador de corriente seleccionado.
- FC = es el factor de sobrecarga del TC, generalmente su valor es 1,2.

La (S) significa que el transformador es especial, es decir, el transformador deberá cumplir con la clase de exactitud de condiciones nominales, desde el 20 % al 120% de su corriente nominal.

- Transformadores monofásicos y medida en baja tensión 120/240 V

Tabla 10. Características para medición semidirecta, con transformadores monofásicos

Corriente nominal BT	Voltaje nominal	Transformador de corriente	Clase de exactitud
Mayor de 100 A y menor o igual a 400 A	120/240 V	400/5 A	0,5S

*Nota: menores a 28 kVA aplica para los casos mencionados en 5.1.4.1.

- Transformadores trifásicos y medida en baja tensión: 120/208V-127/220V.

Tabla 11. Características para medición semidirecta, con transformadores trifásicos (120/208 V-127/220V)

Corriente nominal BT	Voltaje nominal	Transformador de corriente	Clase de exactitud
Mayor de 100 A y menor o igual a 300 A	120/208 V	400/5 A	0,5S
	127/220 V		

- Transformadores trifásicos y medida en baja tensión:
254/440 o 277/480 V.

Tabla 12. Características para medición semidirecta, con transformadores trifásicos (254/440 o 277/480 V)

Corriente nominal BT	Voltaje nominal	Transformador de corriente	Clase de exactitud
Mayor de 100 A y menor o igual a 150 A	254/440 V	400/5 A	0,5S

- Transformadores trifásicos alimentados desde la red de media tensión a 13,2 kV:

Tabla 13. Características para medición indirecta a 13,2 kV

Capacidad del transformador (kVA)	Corriente nominal MT (A)	T/C
91 - 137	4 - 6	5/5
137 - 183	6 - 8	Nota
183 - 274	8 - 12	10/5
274 - 365	12 - 16	15/5
411 - 457	18 - 20	20/5
548 - 685	24 - 30	30/5
822 - 913	36 - 40	40/5
913 - 1.096	40 - 48	40-50/5
1.096 - 1.370	48 - 60	50-60/5
1.370 - 1.462	60 - 64	60-75/5
1.827 - 2.740	80 - 120	80-100/5
2.740 - 3.654	120 - 160	150/5
4.110 - 4.567	180 - 200	200/5
6.851 - 7.308	300 - 320	300
8.221 - 9.134	360 - 400	400

Nota: Para valores de corriente entre 6,0 y 8,0 A el TC debería ser clase 0,2S o 0,5S según sea requerido.

- Transformadores trifásicos alimentados desde la red de media tensión a 34,5 kV:

Tabla 14. Características para medición indirecta a 34,5 kV

Capacidad del transformador (kVA)	Corriente nominal MT (A)	T/C
239 - 358	4 - 6	5/5
359 - 477	6 - 8	Nota
478 - 716	8 - 12	10/5
717 - 955	12 - 16	15/5
1.074 - 1.194	18 - 20	20/5
1.432 - 1.791	24 - 30	30/5
2.149 - 2.387	36 - 40	40/5
2.388 - 2.865	40 - 48	40-50/5
2.866 - 3.581	48 - 60	50-60/5
3.582 - 3.820	60 - 64	60-75/5
4.775 - 7.162	80 - 120	80-100/5
7.162 - 9.550	120 - 160	
10.743 - 11.937	180 - 200	
17.906 - 19.099	300 - 320	
21.487 - 23.874	360 - 400	

Nota: Para valores de corriente entre 6,0 y 8,0 A el TC debería ser clase 0,25 o 0,5S según sea requerido

La clase de precisión y las otras características técnicas se relacionan en la especificación DE.ES.010 de AIR-E S.A.S. E.S.P. de Transformadores de Medida.

• Potencias de exactitud

La carga nominal (Burden) del transformador de corriente deberá seleccionarse de tal forma que la carga real del circuito secundario (incluyendo los cables de conexión del transformador al medidor) esté comprendida entre el 25% y el 100% de su valor. Según lo establece la resolución CREG 038 de 2014, o la que la modifique o sustituya, los transformadores de corriente y de tensión deben operar dentro de los rangos de carga nominal establecidos en las normas técnicas aplicables, de tal forma que se garantice la clase de exactitud, incluyendo la carga asociada a los cables de conexión y demás elementos conectados.

Para transformadores de corriente con clases 0,1 - 0,2 - 0,5 y 1, el error de relación y el desplazamiento de fase a la frecuencia nominal no debe exceder los valores presentados en cada uno de los puntos presentados en la Tabla 15 cuando la carga (Burden) pueda asumir cualquier valor entre el 25% y el 100% de la carga nominal.

Tabla 15. Límites de error de corriente y desplazamiento de fase para transformadores de corriente de medición (clases desde 0,1 hasta 1)

Clase de exactitud	Error de relación $\pm\%$				Desplazamiento de fase							
					\pm Minutos				\pm Centiradianes			
	A corriente (% de la nominal)				A corriente (% de la nominal)				A corriente (% de la nominal)			
	5	20	100	120	5	20	100	120	5	20	100	120
0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	15	8	5	5	0,45	0,24	0,15	0,15
0,2	0,75	0,35	0,2	0,2	30	15	10	10	0,9	0,45	0,3	0,3
0,5	1,5	0,75	0,5	0,5	90	45	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9
1,0	3,0	1,5	1,0	1,0	180	90	60	60	5,4	2,7	1,8	1,8

Para las clases 0,2s y 0,5s el error de relación y el desplazamiento de fase a la frecuencia nominal no deben exceder los valores en cada uno de los puntos presentados en la Tabla 16, cuando la carga (Burden) pueda asumir cualquier valor entre el 25% y el 100% de la carga nominal.

Tabla 16. Límites de error de corriente y desplazamiento de fase para transformadores de corriente para medición (clases 0,2s y 0,5s)

Clase de exactitud	Error de relación $\pm\%$					Desplazamiento de fase									
						\pm Minutos					\pm Centiradianes				
	A corriente (% de la nominal)					A corriente (% de la nominal)					A corriente (% de la nominal)				
	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120
0,2s	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2	30	15	10	10	10	0,9	0,45	0,3	0,3	0,3
0,5s	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5	90	45	30	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9	0,9

Para todas las clases, la carga (Burden) debe tener un factor de potencia de 0,8 inductivo, excepto cuando la carga (Burden) sea menor de 5 VA, que se debe usar el factor de potencia de 1,0, con un valor mínimo de 1 VA.

- Rango de carga Burden extendida.**

Para todas las clases de medición se puede especificar un rango de carga (Burden) extendida. El error de relación y el desplazamiento de fase no deben exceder los límites de la clase correspondiente que se indica en las Tablas 15 y 16 para el rango de carga (Burden) secundaria desde 1 VA hasta la carga nominal. El factor de potencia debe ser de 1,0 para los valores de la carga por encima del rango completo de la carga (Burden). La carga nominal máxima se limita a 15 VA.

- **Corriente de Cortocircuito de los TC**

Según lo establece normativa vigente y la resolución CREG 038 de 2014 o aquella que la modifique o sustituya.

- **Factor de seguridad**

Es el valor de corriente del primario al cual el transformador quedará saturado y la corriente en el secundario no aumentará, aunque la del primario aumente. La seguridad del equipo alimentado por el transformador es mayor cuanto menor sea el factor de seguridad, por lo tanto, es inversamente proporcional a la carga del transformador.

El factor de seguridad debe ser menor que 5 para instrumentos de medida.

- **Transformadores de tensión (TT)**

Los transformadores de tensión reducen las señales de tensión nominal de un sistema a niveles aceptables por el medidor.

Las tensiones secundarias normalizadas son 100 V, 110 V, 115 V y 120 V. Para medición de tres elementos se deberán dividir estos valores por $\sqrt{3}$.

Para efectos de esta norma, las características de los transformadores de tensión se regirán por las normas NTC 2207 (IEC 61869-3).

Los transformadores de tensión se conectarán ya sea entre fases (dos elementos), o bien entre fase y tierra (tres elementos).

La conexión entre fase y tierra se emplea normalmente con grupos de tres (3) transformadores monofásicos, conectados en estrella cuando:

- Se trata de subestaciones, alimentadores principales o puntos de frontera con nivel de tensión superior o igual al nivel 2 (Por decisión del cliente).
- Se desea medir la tensión y la potencia de cada una de las fases por separado.
- El número de VA, suministrado por dos (2) transformadores de tensión es insuficiente.
- El transformador de un usuario no regulado es de conexión estrella por el lado primario.

De acuerdo con la capacidad instalada, la EMPRESA exigirá la clase de exactitud de los transformadores de tensión, tal como se muestra en la Tabla 17 y la Tabla 18.

• Relación de transformación

Las relaciones de transformación exigidas para las nuevas instalaciones son:

Para el sistema a 13,2 kV se usarán las siguientes relaciones:
13.200/120, cuando los TT se conecten entre dos líneas (tensión línea a línea) y 13.200/ $\sqrt{3}$ / 120/ $\sqrt{3}$ cuando los TT se conectan entre línea y neutro.

Tabla 17. Relación de transformación para TT a 13,2 kV.

Relación primaria	Relación secundaria	Potencia de exactitud VA	Clase de exactitud
13.200	120	10	0,2
13.200/ $\sqrt{3}$	120/ $\sqrt{3}$	10	0,2

Para el sistema a 34,5 kV se podrán usar las siguientes relaciones:
34.500/115, cuando los TT se conecten entre dos líneas (tensión línea a línea) y las relaciones: 34.500/ $\sqrt{3}$ / 115/ $\sqrt{3}$, cuando los TT se conectan entre línea y neutro.

Tabla 18. Relación de transformación para TT a 34,5 kV.

Relación primaria	Relación secundaria	Potencia de exactitud VA	Clase de exactitud
34.500	115	10	0,2
34.500/ $\sqrt{3}$	115/ $\sqrt{3}$	10	0,2

La relación de transformación siempre deberá ser un número entero. No se aceptarán equipos cuya relación sea fraccionaria, esto con el fin de tener mayor exactitud en la facturación.

• Potencia de exactitud

La carga nominal (Burden) del transformador de tensión, deberá seleccionarse de tal forma que la carga real del circuito secundario (incluyendo los cables de conexión del transformador al medidor) esté comprendida entre el 25% y el 100% de su valor.

Según lo establece la resolución CREG 038 de 2014, o aquella que la modifique o sustituya, los transformadores de corriente y de tensión deben operar dentro de los rangos de carga nominal establecidos en las normas técnicas aplicables, de tal forma que se garantice la clase de exactitud, incluyendo la carga asociada a los cables de conexión y demás elementos conectados.

Para transformadores de tensión, el error de tensión y desplazamiento de fase a la frecuencia nominal no deben sobrepasar los valores de la Tabla 19 a cualquier tensión entre 80% y 120% de la tensión nominal y para cargas de:

- Cualquier valor entre 0 VA y 100% de la carga nominal con un factor de potencia igual a 1 para el rango de carga I (1,0 VA - 2,5 VA - 5,0 VA - 10 VA);

- Entre 25% y 100% de la carga nominal con un factor de potencia de 0,8 inductiva para el rango de carga II (10 VA - 25 VA - 50 VA - 100 VA).

El error porcentual total máximo (en módulo y fase), a un factor de potencia 0.9, introducido en la medición de energía por la caída de tensión en los cables y demás accesorios ubicados entre los circuitos secundarios de los transformadores de tensión y el equipo de medida no debe superar el 0,1%. El cálculo de este error deberá estar documentado en cada sistema de medición, reposar en la hoja de vida de que trata el artículo 30 y estar disponible para las verificaciones de que trata el artículo 39 de la presente resolución.

Tabla 19. Límites de error de tensión y desplazamiento de fase para transformadores de tensión para medición

Clase de exactitud	Error en tensión (relación) $\pm\%$	Desplazamiento de fase	
		\pm Minutos	\pm Centiradianes
0,1	0,1	5	0,15
0,2	0,2	10	0,3
0,5	0,5	20	0,6
1,0	1,0	40	1,2

NOTA Cuando los transformadores tienen dos devanados secundarios separados se debe tener en cuenta su interdependencia mutua. Es necesario especificar un rango de potencia para cada devanado sometido a ensayo y cada uno debe satisfacer los requisitos de exactitud dentro de su rango con los devanados sin ensayar a cualquier carga desde cero hasta el valor nominal.

Si no se especifican los rangos de potencia, estos rangos para el devanado sometido a ensayo deben ser 20% a 100% de la potencia nominal para cada devanado.

Si uno de los devanados no está sometido a carga más que ocasionalmente durante tiempos cortos o si se utiliza solo como devanado de tensión residual se puede considerar insignificante su efecto sobre el otro devanado.

No se aceptarán transformadores de tensión cuyas tensiones por alta sean inferiores a las tensiones nominales del sistema de La EMPRESA (34,5; 13,2 kV).

Las características eléctricas mínimas de tipos de transformadores de tensión se describen en la Tabla 20.

Tabla 20. Características de transformadores de tensión

	Descripción	Unidad	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
01	Tensión primaria nominal	V	13.200	13.200/√3	34.500	34.500/√3
02	Tensión secundaria nominal	V	120	120/√3	115	115/√3
03	Relación de transformación		120	120	300	300
04	Frecuencia nominal	Hz	60	60	60	60
05	Potencia nominal de exactitud, según IEC	VA	10	10	10	10
06	Factor de potencia (a pot. Nominal)		0,8 Induc.	0,8 Induc.	0,8 Induc.	0,8 Induc.
07	Factor de tensión nominal		1,2	1,2		
08	Clase de aislamiento	kV	17,5	17,5	36	36
09	Clase de exactitud		0,2	0,2	0,2	0,2
10	Límite de aumento de temperatura en las bobinas	°C	60	60	60	60
11	Tensión de prueba a frecuencia industrial durante 1 min.	kV (rms)	38	38	70	70
12	Distancia de fuga mínima entre fase y tierra (intemperie)	mm	490	490	1.116	1.116
13	Tensión de prueba de impulso de onda completa 1.2/50μS	kV (pico)	95	95	170	170
14	Límite de error entre el 80 y 120% de la tensión nominal entre el 20 y 100% de la potencia. Error de tensión Desplazamiento de fase	% minutos	0,5 20	0,5 20	0,5 20	0,5 20

Bloque de pruebas y conexión

El bloque de pruebas es un dispositivo cuya función principal es facilitar la conexión, el cambio y la ejecución de pruebas en los medidores utilizados en las conexiones semidirecta e indirecta; a él llegan las señales de corriente y de tensión de los transformadores de medida.

En el ámbito de aplicación de la resolución CREG 038 de 2014, o aquella que la modifique o sustituya, la función del bloque de pruebas es permitir separar o reemplazar los equipos de medición de forma individual de la instalación en servicio, así como intercalar o calibrar in situ los medidores y realizar las pruebas y mantenimientos a los demás elementos del sistema de medición, pudiendo estar integrados o no al medidor.

La especificación ES.04159-DE de Bloques de Prueba determina las características técnicas de los bloques de prueba exigidas por AIR-E S.A.S. E.S.P.

Las señales de corriente y de tensión se llevarán al bloque de pruebas a través de dos (2) cables multiconductores independientes, uno de seis (6) conductores para las señales de corriente y uno de cuatro (4) conductores para las tensiones respectivamente, cada conductor tendrá su aislamiento de un color real diferente y se conectarán con terminales tipo compresión del mismo calibre que el conductor respectivo.

5.2.6.2. Cable multiconductor para señales de medida

A través de dos (2) cables multiconductores se llevan las señales de tensión y de corriente desde los secundarios de los transformadores de medida hasta el bloque de pruebas y desde éste hasta el medidor. Estos cables deberán ser

de cobre, 6X12 AWG para las señales de corriente y 4X12 AWG para las señales de tensión, ambos aislados en PVC, mínimo para 600 Voltios.

5.2.7. Medición en Sistemas Bus De Barras

La EMPRESA permitirá el uso de los sistemas de bus de barras en edificios residenciales, comerciales e industriales, siempre y cuando se cumpla con las siguientes condiciones:

- a) Deben tener segmentos que sean exclusivos para derivaciones eléctricas, que permitan realizar una transición de barra a cable o de barra a barra para alimentar el barraje del armario que aloja los medidores eléctricos asociados a cada carga.
- b) Los elementos de la derivación deben conservar el encerramiento de las barras, las cuales no deben ser accesibles de forma directa. La cantidad de derivaciones para cada barra debe quedar predefinida desde fábrica y para los casos en que la derivación quede sin utilizar, se deberán suministrar portasellos, que permitan a AIR-E S.A.S. E.S.P. disponer de un control de acceso al bus de barras, para evitar derivaciones no autorizadas y sin medida.
- c) No se permite la instalación de segmentos de derivación o el reemplazo de segmentos sin opción de derivaciones por segmentos de derivación para la conexión de nuevas cargas que no estén cubiertas por la medida, sin la previa autorización de AIR-E S.A.S. E.S.P. Se consideran estos cambios como una ampliación y por tanto deben seguir el procedimiento de nuevas conexiones de AIR-E S.A.S. E.S.P.
- d) Se debe disponer de un segmento de derivación para la conexión de un medidor totalizador del bus de barra siempre a la salida del alimentador o fuente, antes de la conexión de cualquier carga instalada en el presente o en el futuro. El sistema de medición debe tener comunicación con el centro de gestión de AIR-E S.A.S. E.S.P.
- e) Los planos de diseño que se ponen a consideración de AIR-E S.A.S. E.S.P. para su aprobación, deben incluir el detalle sobre que partes del sistema eléctrico utiliza bus de barras y en cuales el sistema tradicional con cables, con las características técnicas representativas de cada sistema. En todo caso, el cuerpo principal alimentador deberá construirse únicamente con el sistema bus de barras y no podrá contener tramos intercalados de cable como empalme entre buses de barras. Solo se permitirá el uso de conductores en casos excepcionales en los que por complejidad de la instalación se requiera conectar la fuente con el bus de barras y su instalación deberá ser por ductos cerrados.
- f) Cumplimiento de las normas NTC vigentes, o IEC y el RETIE.
- g) Utilización de un sistema de medición tipo TIC (Telegestión Individual de Clientes), debidamente aceptado y aprobado por La EMPRESA. El sistema debe permitir la lectura a distancia, la suspensión y el corte del servicio a distancia o local.
- h) El sistema de medida debe cumplir con las especificaciones de los medidores electrónicos.
- i) El sistema de medida debe cumplir con los requisitos de seguridad, calidad y exactitud exigidos por La EMPRESA.

Usos no permitidos: Donde estén expuestos a daños físicos severos o vapores corrosivos, en huecos de ascensores, en lugares peligrosos, a la intemperie o en sitios húmedos excepto que estén especificados para ese uso.

Para el caso de medición, mediante sistemas de buses de barras se deben tener en cuenta lo que expresa el RETIE acerca de usos de tuberías y canalizaciones; y certificados de producto e instalación. Del mismo modo la conexión de un sistema de medición interconectado mediante estas blindo barras debe cumplir con lo establecido en la NTC 2050 en cuanto a estos sistemas. Ver especificación ICE-40.

5.2.8. Medición centralizada (AMI)

La especificación técnica ES.05352-DE determina los requisitos que debe tener todo sistema de medida centralizada (AMI: Advanced Metering Infrastructure) que se conecte a la red eléctrica de La EMPRESA, además de cumplir lo especificado en la NTC 6079.

5.2.9. Medición Prepago

La EMPRESA permite la instalación de medidores prepago en su sistema eléctrico de acuerdo con las condiciones técnicas y comerciales existentes.

El sistema prepago debe ser una opción del sistema de medida centralizada y cumplirá con los mismos requisitos técnicos, adicionalmente, será requisito indispensable para la instalación de la medición prepago contar con:

- a) El software para la administración de los clientes en prepago o su integración con el sistema que la EMPRESA tenga en operación.
- b) El sistema de venta del servicio durante al menos doce (12) horas al día.

Se podrán utilizar medidores prepagos bicuerpo, divididos en los elementos funcionales tales como: registros, almacenamiento y control, proceso de contabilización del medidor, interfaz del usuario (teclado), que incluye cualquier interfaz del portador de Código físico; cualquier interfaz del portador de código virtual; interruptores de carga; auxiliares; además de la interfaz de alimentación y la interfaz de carga. Ver especificación ICE-42.

El pago de la energía en estos medidores se podrá efectuar así:

- Equipo de una vía. El cliente asigna el valor prepago directamente, mediante un código asignado por la EMPRESA, ingresando una secuencia de dígitos en el medidor (Token).
- Equipo de dos vías. El cliente cancela el monto de energía (o de efectivo) a prepagar directamente en la EMPRESA, y esta mediante la comunicación que tiene establecida con el elemento de medición asigna directamente el código. Las especificaciones técnicas eléctricas y mecánicas de un medidor prepago son iguales a las de un medidor estático, y debe estar en conformidad con las normas NTC 4052 u otra más reciente.

Se debe utilizar en conjunto con el sistema de medición prepago un actuador o elemento de corte que esté de acuerdo con la norma IEC 60947, e IEC 60898 con el fin de establecer control de la conexión, y desconexión del sistema en un sistema de medida tanto convencional, como de medida centralizada.

Los equipos que se instalen en redes de La EMPRESA deben cumplir con las normas técnicas internacionales vigentes IEC 62055-31 (NTC 5648) y con lo estipulado en la resolución CREG 096 de 2004, o aquella que la modifique o sustituya, la ley 812 de 2003 y el Decreto 3491 de 2007. La EMPRESA solo aceptará aquellos equipos o sistemas que hayan sido debidamente probados en su sistema eléctrico y comercial.

La EMPRESA permitirá la instalación de la medición prepago cuando se cumpla una o varias de estas condiciones:

- a) Estar aceptada, autorizada, obligada o recomendada por decreto o reglamentación gubernamental.
- b) Los clientes pertenezcan a una comunidad que recibe por primera vez el servicio y sus condiciones económicas esperadas exija un control de consumo para asegurar el pago del servicio.
- c) Clientes morosos que hayan cumplido más de seis (6) meses sin el pago del servicio y deseen obtener de nuevo el servicio.
- d) Clientes normales que soliciten el servicio prepago.

El servicio prepago podrá ser obtenido para todo tipo de clientes, tanto en medida directa, semidirecta e indirecta, previo el cumplimiento de los requisitos técnicos y la instalación de los equipos de control apropiados.

Para información sobre los componentes del sistema debe remitirse directamente a la respectiva Especificación Técnica.

5.2.10. Medición en Puntos de Control Interno (PCI)

Serán instalados en la red operada por la EMPRESA con el objeto de establecer monitoreo mediante balances energéticos entre la energía entregada por un centro de transformación y la suma de los consumos individuales de los clientes.

5.2.10.1. Selección del medidor

La energía en estos puntos será registrada a través de medidores electrónicos que puedan ser teledados.

El medidor podrá ser de medida directa, medida semi - directa o medida indirecta según las condiciones de carga, punto de conexión de los clientes a controlar y el número de fases del transformador.

5.2.10.2. Selección de los transformadores de medida

Los transformadores de corriente se seleccionarán de acuerdo con la capacidad del transformador, utilizando la Tabla 9 a Tabla 11.

Para tensiones superiores a 1.000V, los transformadores de tensión serán seleccionados para el nivel de tensión donde se ubique el medidor, siguiendo lo establecido en el numeral 5.1.4.

5.2.11. Medición en fronteras comerciales

De acuerdo con la reglamentación vigente, los equipos destinados a la medición de la energía eléctrica en las fronteras comerciales de los clientes regulados y no regulados deberán cumplir con precisiones mínimas (o con unos errores máximos) de acuerdo con la instalación a la cual están conectados. Se debe dar cumplimiento a la resolución CREG 038 de 2014, o aquella que la modifique o sustituya. Todo esto dentro del marco del Reglamento de comercialización (Resolución CREG 156 de 2011). Así mismo, se deberá cumplir lo establecido en el Artículo 24 literal "a" de la resolución CREG 108 de 1997, o aquellas que la modifiquen o sustituyan.

La Tabla 6, indica la clasificación de los tipos de medición para fronteras comerciales de acuerdo con su transferencia de energía promedio anual (MWh) o a su capacidad instalada (MVA).

Los medidores y transformadores de medida deben ser seleccionados, según lo estipulado en la resolución CREG 038 de 2014, o las que la modifiquen o sustituyan.

Las fronteras de los puntos de medición tipos 1 y 2 deben contar con un medidor de respaldo para las mediciones de energía activa y de energía reactiva según lo establecido en la resolución CREG 038 de 2014, o aquella que la modifique o sustituya. Para la medición de energía reactiva, el medidor puede estar integrado con el de energía activa.

Estas fronteras se definen y clasifican en la resolución CREG 157 de 2011, o aquella que la modifique o sustituya, de la siguiente manera:

Frontera Comercial con reporte al ASIC: Frontera Comercial a partir de la cual se determinan las transacciones comerciales entre los diferentes agentes que actúan en el mercado mayorista de energía, MEM, y se define la responsabilidad por los consumos. Estas fronteras se clasificarán en: fronteras de generación, fronteras de comercialización, fronteras de enlace internacional, fronteras de interconexión internacional, fronteras de distribución y fronteras de demanda desconectable voluntariamente.

a) Frontera de generación: corresponde al punto de medición de una unidad o planta de generación donde las transferencias de energía equivalen a la energía neta entregada por el generador al STN, al STR o al SDL.

b) Frontera de comercialización: corresponde al punto de medición donde las transferencias de energía que se registran permiten determinar la demanda de energía de un comercializador. Estas fronteras se clasificarán en: fronteras de comercialización entre agentes y fronteras de comercialización para agentes y usuarios.

i. Frontera de comercialización entre agentes: corresponde al punto de medición entre el STN y un comercializador o entre comercializadores que permite determinar la transferencia de energía entre estos agentes, exclusivamente. La energía registrada en éstas también podrá ser empleada en la liquidación de cargos por uso de acuerdo con la regulación aplicable.

i. Frontera de comercialización para agentes y usuarios: corresponde al punto de medición que además de registrar la demanda de un comercializador registra consumos auxiliares, la demanda de un usuario final o la de un grupo de usuarios finales atendidos por el comercializador.

c) Frontera de enlace internacional: corresponde al punto de medición utilizado para efectos de determinar los intercambios de energía con otros países mediante las transacciones internacionales de electricidad de corto plazo, TIE.

d) Frontera de interconexión internacional: corresponde al punto de medición utilizado para efectos de determinar los intercambios de energía con otros países, cuando estos no se realicen en el esquema TIE. Según lo establecido en el artículo 16 de la Resolución CREG 055 de 2011, o aquella que la modifique o sustituya, para efectos de las transacciones que se realicen a través del enlace internacional Colombia – Panamá, esta frontera podrá estar representada por varios agentes.

e) Frontera de distribución: corresponde al punto de medición entre niveles de tensión de un mismo operador de red que permite establecer la energía transferida entre estos.

f) Frontera de demanda desconectable voluntariamente: corresponde a la frontera definida en la Resolución CREG 063 de 2010 o aquella que la modifique, complemente o sustituya.

Frontera Comercial sin reporte al ASIC: corresponde al punto de medición del consumo de un usuario final, que no se utiliza para determinar las transacciones comerciales entre los diferentes agentes que actúan en el MEM. La información de este consumo no requiere ser reportada al ASIC.

De acuerdo con lo anterior y con el tipo de cliente, estas fronteras comerciales incluyen conexiones entre el sistema de AIR-E S.A.S. E.S.P. y el siguiente tipo de clientes:

- a) Fronteras con el Sistema de Transmisión Nacional.
- b) Clientes No Regulados propios.
- c) Clientes No Regulados de otros comercializadores ubicado en nuestro mercado de distribución.
- d) Clientes Regulados de otros comercializadores ubicados en el mercado de distribución de AIR-E S.A.S. E.S.P.
- e) Clientes con transformador dedicado: Se considera que una frontera tiene transformador dedicado, cuando los equipos de medida (El medidor y los TC y TT, estos dos últimos en caso de ser necesarios) miden la totalidad de la carga conectada a dicho transformador. En este caso, los transformadores de

corriente deberán elegirse de acuerdo con la capacidad nominal del transformador o de los transformadores instalados. En Tabla 9 a Tabla 14 se definen la corriente nominal del transformador de corriente a utilizar de acuerdo con las capacidades nominales normalizadas para los transformadores de potencia, teniendo en cuenta si los equipos de medida serán instalados por el lado de alta tensión o por el lado de baja tensión del transformador. Cumpliendo en primer término los requisitos y criterios establecidos en este documento, el cliente podrá elegir si su equipo de medida se instala en el lado de alta tensión o por el lado de baja del transformador y así ser considerado usuario del nivel correspondiente. En el caso en que el cliente se conecte por el lado de alta del transformador, éste deberá cumplir con las normas aplicables y es, responsable del mantenimiento del transformador y de las instalaciones y equipos de desconexión en el lado de baja tensión.

- f) Clientes con transformador compartido: Se considera que una frontera tiene transformador compartido, cuando los equipos de medida (El medidor y los TC en caso de ser necesario) miden sólo parte de la carga conectada a dicho transformador. En este caso, los transformadores de corriente deberán elegirse de acuerdo con la demanda máxima calculada para la carga que se desea medir de acuerdo con la siguiente expresión:

$$D_{\text{máx calc}} = D_{\text{prom}} / F_c$$

Dónde:

- $D_{\text{máx calc}}$: Es la demanda máxima calculada [kW].
- D_{prom} : Es la demanda promedio de los clientes que quedarán incluidos en la frontera que se desea medir (kW).
- F_c : Es el factor de carga.

La demanda promedio de los usuarios que quedarán incluidos en la frontera que se desea medir se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$D_{\text{prom}} = \sum D_{\text{prom } i} \text{ (desde } i = 1 \text{ hasta } n)$$

Dónde:

- $D_{\text{prom } i}$ es la demanda promedio de cada cliente (kW).
- i : Es cada uno de los clientes que quedará incluido en la frontera que se desea medir.
- n : Es el número total de clientes que quedarán incluido en la frontera que se desea medir.

$$D_{\text{prom } i} = C_{\text{prom } i} / 720$$

Donde:

- $C_{\text{prom } i}$: Es el consumo promedio de cada uno de los clientes que quedarán incluidos en la frontera que se desea medir, y se calcula como el

promedio de los consumos de los últimos seis (6) meses con consumo normal (kWh).

- 720: Es el número de horas en un mes de consumo.

Se debe destacar el hecho que la medición en fronteras comerciales con transformador compartido sólo puede realizarse por la baja tensión del transformador.

El factor de carga será de 0,2 para clientes residenciales y de 0,3 para clientes diferentes a residenciales. El contrato de condiciones uniformes contiene los valores de carga utilizados según el tipo de cliente.

Los transformadores de corriente deben tener clase de exactitud 0,5(S).

Medición en sistemas de alumbrado público

En redes de uso general, para usuarios residenciales, y pequeños usuarios comerciales que estén acompañadas del alumbrado público, el cálculo del consumo de este se hará mediante inventario de la carga instalada y el número de horas de uso, según lo acordado con el cliente.

El cliente tendrá la opción de instalar junto con la red, un circuito independiente de alumbrado público utilizando una acometida en cable concéntrico de aluminio (AAC) en calibre mínimo No. 6AWG, dos (2) fases. A este circuito se le podrá instalar un medidor bifásico 240V, y un sistema de control de alumbrado público operado con una fotocelda.

Los circuitos dedicados de alumbrado público, según lo establecido en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), en su sección 550.2 establecen que se deben usar transformadores exclusivos en redes trifásicas tetra filares a 380/220 V o en sistemas monofásicos trifilares a 480/240 V.

El RETILAP en el inciso e) del artículo 550.2 determina que para transformadores de iluminación superiores a 5 kVA contarán con un equipo de medición que pueda registrar la energía consumida por el sistema de alumbrado público.

Las características generales de los medidores para transformadores monofásicos y trifásicos para uso en alumbrado público se ilustran en las tablas 21 y 22.

Tabla 21. Características medidores alumbrado público transformador 380/220 V

Transformador	15 kVA	30 kVA	45 kVA	75 kVA
Tensión sec.	380/220 V	380/220 V	380/220 V	380/220 V
I sec.	23 A	45 A	68 A	114 A
Medidor				
Clase de exactitud	Clase 1 activa, clase 2 reactiva			
Voltaje Nominal	Autorango desde 3 x 57,5/100 V hasta 3 x 277/480 V. Fuente de alimentación trifásica.			
Voltaje máximo de servicio	480 V			
Voltaje mínimo de servicio	57,5 V			
Corriente nominal medida directa	5 A			
Corriente máxima	100 A			
Constante de Calibración	Mínimo 1000 imp/kWh			
Medición de la energía activa	Si			
Medición de la energía reactiva	Si			
Aislamiento dieléctrico	3 kV			

Tabla 22. Características medidores alumbrado público transformador 480/240 V

Transformador	15 kVA	30 kVA	45 kVA	75 kVA
Tensión sec.	480/240 V	480/240 V	480/240 V	480/240 V
I sec.	31 A	63 A	94 A	156 A
Medidor				
Clase de exactitud	Clase 1 activa, clase 2 reactiva		3 x 58/100 277/480 V Multirango en tensión 5(6 A) Clase 0,5S con TC	
Voltaje Nominal	Autorango desde 3 x 57,5/100 V hasta 3 x 277/480 V. Fuente de alimentación trifásica.			
Voltaje máximo de servicio	480 V			
Voltaje mínimo de servicio	57,5 V			
Corriente nominal medida directa	5 A			
Corriente máxima	100 A			
Constante de Calibración	Mínimo 1.000 imp/kWh			
Medición de la energía activa	Si			
Medición de la energía reactiva	Si			
Aislamiento dieléctrico	3 kV			

En las cajas de medida centralizada (AMI), se dedicará un módulo de medida de 15 A/100 A, 240V (o 208V) el cual deberá ser programado para el suministro de energía de acuerdo con la hora de encendido de alumbrado público establecida por la Empresa. Se acepta la instalación de fotocelda.

5.2.12. Cajas, Armarios y Celdas de Medida

Generalidades

Se establecen los requisitos mínimos para el diseño y fabricación de cajas, armarios y celdas de medida para la instalación de medidores y equipos auxiliares utilizados en la medición de la energía eléctrica.

Los medidores de energía se instalarán para uno o más servicios de acuerdo con los siguientes criterios:

- Para usuarios conectados directamente al nivel 1, suministrado en la modalidad trifásica o monofásica.
 - **En Cajas:** Hasta cuatro (4) servicios monofásicos o trifásicos con acometidas independientes. Ver especificación ICE-01. Se acepta el uso de un gabinete con una sola acometida para la instalación de hasta cuatro (4) medidores. La entrada de la acometida al gabinete será a una protección general, con una distribución hacia los medidores utilizando un barraje o bloques de conexión.
 - **En Armarios:** Desde cinco (5) servicios monofásicos hasta un máximo de veinte (20) con una sola acometida, siempre y cuando no superen el límite de carga exigido por la empresa para la instalación del transformador. Ver Sección 4.1.1.1. Para cantidades superiores a éstas, se acoplarán unidades modulares de 4, 8 y 12 servicios monofásicos, previendo espacios de reserva para nuevos servicios. Ver especificaciones ICE-02, ICE-03 (2/3), ICE-03(3/3). Desde cinco (5) servicios trifásicos hasta un máximo de doce (12) se acoplarán unidades modulares de 3, 6, 9 y 12 servicios.
- Para usuarios del nivel 2 (tensión nominal mayor o igual a un (1) kilovoltio (kV) y menor a treinta (30) kV, suministrado en la modalidad trifásica o monofásica (13,2 kV) y usuarios del Nivel 3, tensión nominal mayor o igual a treinta (30) kilovoltios (kV) y menor a cincuenta y siete coma cinco (57,5) kV, suministrado en la modalidad trifásica, (34,5 kV).
 - **En cajas o armarios para equipos de medida en BT:** Para cargas demandadas mayores o iguales a 28 kVA y menores o iguales a 112,5 kVA en 13,2 kV y 250 kVA en 34,5 kV se requiere de la instalación de un equipo medida en baja tensión, con transformadores de corriente, bloque de prueba y medidor electrónico (Medición Semi-Directa).
 - **En celda:** Para cargas mayores a 112,5 kVA en 13,2 kV y 250 kVA en 34,5 kV se debe instalar un equipo de medida en media tensión en celda, con transformadores de corriente (TC), transformadores de tensión (TT) y medidor electrónico (Medición Indirecta). Los transformadores de corriente y tensión (TC y TT) deben ser ubicados independientes del gabinete del medidor con su respectivo bloque de pruebas.

- **En cajas, en medición con equipos bicuerpo:** Hasta doce (12) medidores monofásicos, incluyendo dentro de la caja los equipos adicionales de control y comunicación, las protecciones generales, los barrajes y demás elementos que sean necesarios para una operación segura.

Verificación de certificación

Las cajas, armarios, celdas y en general todos los equipos que se utilicen en las instalaciones eléctricas serán certificados por instituciones que se encuentran acreditadas por la ONAC (o quien haga sus veces). La EMPRESA no aceptará instalar ningún elemento de estos sino posee el Certificado de Conformidad de Producto.

Las cajas, armarios y celdas de medida deberán cumplir con lo establecido en el RETIE, Norma NTC 2050 y con esta especificación.

Para ambientes especiales o peligrosos deberán seguirse las recomendaciones hechas en el RETIE, Norma NTC 2050, Sección 500.

Puesta a tierra

Para garantizar máxima seguridad, toda celda o armario de medidores deberá tener barraje de cobre para la tierra, la caja lo llevará solo en caso de ser metálica.

Este barraje deberán tener la misma capacidad de corriente que las fases y tener la capacidad de poder alojar uno o varios conductores para acompañamiento de los circuitos de carga.

El calibre del conductor usado para la puesta a tierra de la caja o del armario de medidores, se determinará según los calibres de los conductores de acometida de acuerdo con la Tabla 250-94 de la Norma NTC 2050.

Se exceptúan las cajas de medidores que no contengan elementos de corte o protección o que no sean metálicas.

5.2.12.1. Cajas para medidores directos

Las cajas herméticas tipo intemperie para alojar medidores de energía monofásicos y trifásicos, serán utilizadas para protección y evitar la manipulación no autorizada del medidor.

Las cajas se construirán dependiendo del tipo de medidor que vayan a alojar, medidor monofásico o trifásico, electrónico y estarán compuestas de tres partes: la base, la tapa y la bandeja porta medidor.

Cajas plásticas

Las cajas plásticas a utilizarse en medida directa se deben fabricar en material policarbonato 100% virgen o similar, totalmente transparente, no reutilizado, con superficie completamente lisa, no opaca y en su parte superior debe poseer protección extra a las radiaciones solares (reflexión) con el propósito de reducir la temperatura en el interior de la caja.

Las cajas plásticas son recomendadas para todas las zonas donde opera la EMPRESA.

Las dimensiones de la tapa, base y rejilla portamedidor para el medidor monofásico electrónico se definen en la Tabla 23.

Cajas metálicas

En medida directa se podrán usar cajas metálicas, las cuales deberán ser compactas, livianas y estar protegidas mediante tratamientos químicos contra la corrosión, en acero inoxidable A304, y constituirán una estructura rígida.

Deberán tener adherido al fondo interno una bandeja en lámina de acero # 18 BWG para soportar el medidor y las tapas deberán poseer porta sello.

Las cajas metálicas deberán tener en la parte interior inferior izquierda un borne de puesta a tierra en cobre, instalada, con capacidad para la conexión de tres conductores calibre # 8 AWG.

Tabla 23. Dimensiones de cajas para medidores monofásicos electrónicos

Dimensiones (mm)	Base	Tapa	Porta medidor
Ancho	196	200	166
Altura	280,8	281	190
Profundidad	86	71	6

Las dimensiones de la tapa, base y portamedidor para el medidor trifásico electrónico se definen en la Tabla 24.

Tabla 24. Dimensiones de cajas para medidores trifásicos

Dimensiones (mm)	Base	Tapa	Porta medidor
Ancho	260	270	200
Altura	390	400	290
Profundidad	110	75	6

En la base de la caja se deberán colocar los medios para dar la altura suficiente al medidor para que sobresalga del fondo, logrando así facilidad en la conexión.

5.2.12.2. Cajas para medición Semi-Directa

La medición semidirecta se realizará para cargas demandadas mayores a 28 kVA, por lo tanto, las cajas que se utilizarán serán herméticas tipo intemperie y deberán ser diseñadas para ambientes altamente contaminados o salinos.

En una caja se alojará los transformadores de corriente y los conectores para tomar la señal de tensión. En otra caja se alojará el medidor, el bloque de prueba, los equipos de comunicación y demás equipos de control por seguridad.

Estas cajas podrán ser construidas en acero inoxidable, en poliéster reforzado en fibra de vidrio u otro material probado y autorizado por la EMPRESA.

Si la caja es metálica deberá ser fabricada en acero inoxidable A304.

Los diagramas unifilares de la medida semidirecta se muestran en la especificación ICE-30. Las cajas para instalación de Medidores, transformadores de corriente y bloques de prueba pueden apreciarse en la especificación ICE-48.

La ubicación de los equipos de medida para la medición semi- directa se puede realizar de la siguiente manera:

- Instalación de TC, equipo de medida y totalizador en armario (cajas ensambladas entre sí), con divisiones o compartimientos separados.
- Instalación de TC, equipo de medida y totalizador en cajas separadas.

Las dimensiones de la caja para el medidor electrónico, bloque de pruebas y totalizador están definidas en la Tabla 25.

Tabla 25. Dimensiones de cajas para medidor y totalizador

Dimensiones (cm)	Caja para medidor y bloque de pruebas	Caja para totalizador	Ventana de Inspección Medidor
Ancho	40	45	25
Altura	50	50	25
Profundidad	35	30	0,3

Las dimensiones de la caja para el transformador de corriente están definidas en la Tabla 26.

Tabla 26. Dimensiones de cajas para TC

Dimensiones(cm)	Caja para TC	Ventana de inspección
Ancho	30	25
Altura	40	25
Profundidad	20	0,3

Placa de identificación del comercializador y fabricante

Sobre las puertas de las cajas deberá tener grabado en alto relieve o en una placa remachada de acero inoxidable, aluminio, plástico o acrílico el logotipo de la empresa y la inscripción "USO EXCLUSIVO DE LA EMPRESA". Esta placa será de 15 mm de alto por 150 mm de ancho, y las letras serán de 8 mm de altura.

Se colocará también otra placa igualmente remachada donde conste el nombre del fabricante, número de serie de fabricación, fecha de fabricación y las principales características técnicas de la caja.

Adicionalmente se instalará en la parte superior de la tapa de la caja del medidor una calcomanía de prohibición del acceso al cliente.

Las cajas deberán tener el símbolo de la puesta a tierra junto a la bornera, al igual que el símbolo de riesgo eléctrico en la tapa de la caja.

5.2.12.3. Armarios para medida directa

Los armarios donde se alojarán los medidores de energía se utilizarán en edificaciones con cinco (5) o más servicios servidos con una acometida común. Ver especificaciones ICE-51 e ICE-52.

Los armarios serán instalados sobrepuestos y no empotrados en paredes de edificios.

En los armarios se deberá dejar el espacio suficiente para alojar el macro medidor y los TC.

Estos armarios serán diseñados con tres espacios totalmente independientes, un espacio para el ingreso de la acometida, la protección general, barraje; otro espacio para los medidores y un espacio para las protecciones y salidas de las acometidas individuales.

Características generales Armarios Metálicos

Los armarios metálicos se deberán fabricar en lámina de acero de calibre No.18 BWG como mínimo, laminada en frío, soportados por estructura formada con perfiles de ángulo de acero o de lámina.

Para la fabricación de los armarios metálicos se deberán seguir las mismas recomendaciones hechas en este documento con respecto a las cajas de medidores. Ver especificaciones ICE-51 e ICE-52. Las cerraduras de las puertas deberán ser de llave Bristol de 9 mm o similares (no se admitirán cerraduras de guardas) y su lengüeta deberá encajar dentro de la estructura del armario.

Las dimensiones de los armarios metálicos para alojar medidores trifásicos y monofásicos están definidas en la Tabla 27. Estas medidas aplican también para armarios utilizados en sistemas de buses de barras, donde el material del armario siempre es metálico.

En zonas costeras ubicadas a 30 kilómetros o menos del litoral, si el armario es de uso exterior deberá fabricarse en acero inoxidable AISI 304 o AISI 316.

Tabla 27. Dimensiones para armarios metálicos

ARMARIO DE MEDIDORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS					
# Servicios Totales	Ancho (m)	Altura (m)	Profundidad (m)	# Bandejas para Medidores	# Puertas
24	2	1,85	0,4	3	2
21	1,8	1,85	0,4	3	2
18	1,6	1,85	0,4	3	2
16	1,6	1,85	0,4	3	2
15	1,2	1,85	0,4	3	1
12	1	1,85	0,4	3	1
10	1,2	1,28	0,4	2	1
9*	1,2	1,28	0,4	2	1
	0,8	1,77	0,4	3	1
8	1	1,28	0,4	2	1
6*	0,8	1,28	0,4	2	1
	0,6	1,77	0,4	3	1

*Dependiendo del espacio se podrán utilizar cualquiera de las dos alternativas para 9 y 6 Servicios

• Bloque de Distribución

El bloque de distribución instalado dentro de la caja o celda deberá estar colocado de tal manera que permita fácil conexión de los cables y que no presente congestión, calentamiento y problemas de desconexión cuando se presenten cortocircuitos o rotura dieléctrica de los cables.

Características generales Armarios Plásticos

El sistema de cajas modulares en poliéster reforzado en fibra de vidrio deberá estar diseñado para instalación en interior, en concreto o en zonas de acceso a edificios, con el fin de evitar manipulaciones de éstas. Este sistema se deberá proteger con una reja en malla de tal manera que solo pueda tener acceso a la centralización de medidores el personal autorizado por la EMPRESA.

Las dimensiones para los armarios en poliéster reforzado en fibra de vidrio para alojar medidores trifásicos y monofásicos están definidas en la Tabla 28 y Tabla 29.

Tabla 28. Dimensiones de armarios plásticos para medidores trifásicos

ARMARIO DE MEDIDORES TRIFÁSICOS				
# Servicios Totales	Ancho (m)	Altura (m)	Profundidad (m)	# Puertas
3	0,63	1,215	0,2	1
6	0,63	1,620	0,2	2
9	1,26	1,620	0,2	3
12	1,26	1,620	0,2	4
15	1,89	1,620	0,2	5
21	2,52	1,620	0,2	7
24	2,52	1,620	0,2	8

Tabla 29. Dimensiones de armarios plásticos para medidores monofásicos

ARMARIO DE MEDIDORES MONOFÁSICOS				
# Servicios Totales	Ancho (m)	Altura (m)	Profundidad (m)	# Puertas
4	0,63	1,08	0,20	1
8	0,63	1,35	0,20	1
12	0,63	1,62	0,20	2
16	1,26	1,35	0,20	2
20	1,26	1,62	0,20	3
24	1,26	1,62	0,20	4
	1,89	1,35	0,20	3

*Dependiendo del espacio se podrán utilizar cualquiera de las dos alternativas para 24 servicios

• Puesta a Tierra

Para garantizar el máximo de seguridad, cada centro de medición o armario deberá estar provisto de un terminal de puesta a tierra, acorde con el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 y el RETIE.

En el compartimiento o caja de interruptores automáticos deberá instalarse una barra de cobre de puesta a tierra, de una capacidad no inferior a 250 A. Esta barra tendrá espacio suficiente para conectar tantas líneas de tierra como servicios tenga el armario (incluidas las reservas). El armario debe estar construido de conformidad por lo establecido en el RETIE Artículo 20.23.1.2 literal C, del mismo modo el interruptor deberá cumplir con la capacidad de la barra de tierra según lo establecido en la Tabla 250-95 del Código Eléctrico Colombiano NTC 2050.

- NTC 2050. También se debe dar cumplimiento al artículo 27.2 de RETIE de Régimen de Conexión a Tierra (RCT).

El neutro de la acometida general deberá conectarse a dicha barra, así como la línea de tierra de las diferentes acometidas.

Características constructivas Armarios Metálicos medida directa

Un armario metálico se divide en tres (3) compartimientos separados (Protección general y barraje, medición y protecciones individuales), de los cuales el superior y el inferior serán intercambiables en su función según las formas de acceso de la acometida, cada uno con las particularidades definidas a continuación.

- **Compartimiento del Interruptor General y Barraje**

El acceso a este compartimiento es exclusivo del personal de la EMPRESA debidamente autorizado y en él irá instalado el barraje protegido por policarbonato o acrílico con porta sello y el interruptor general.

Como alternativa podrán instalarse bloques de distribución en reemplazo de los barrajes, tal como se menciona posteriormente en este inciso. La puerta de este compartimiento tendrá dos bisagras, una cerradura, agarradera, portacandado y dos dispositivos para instalación de sellos de seguridad de la EMPRESA.

Sobre esta puerta irá remachada una placa de acero inoxidable, aluminio, plástico o acrílico, con la siguiente inscripción en letras de 8 mm de altura indelebles.

**INTERRUPTOR Y BARRAJE USO
EXCLUSIVO DE AIR-E S.A.S. E.S.P.**

Igualmente se remachará sobre esta puerta otra placa de características similares a la anterior (el tamaño de las letras será de 3 mm como mínimo) y con la siguiente información: Capacidad de corriente del barraje en amperios, tensión de servicio, número de fases, número de servicios (capacidad total del armario), nombre del fabricante, número de serie de fabricación, dirección de la fábrica o cualquier otra señal descriptiva que permita la identificación de la empresa responsable por el producto y fecha de fabricación de acuerdo con RETIE, Norma NTC 2050 secciones 110-21/384-13.

Este compartimiento tendrá una ventana exclusiva para operar el interruptor para evitar que los clientes tengan que abrir la puerta del compartimiento en caso de fallas o desenergización total.

Para la medida centralizada (AMI), se podrá instalar en este espacio y sobre la puerta, el display / visualizador común, o los individuales, previo estudio del espacio necesario.

- **Compartimiento de Medidores**

De acuerdo con la cantidad de servicios, en este compartimiento se instalarán las bandejas sobre las cuales se colocarán los medidores; en ningún caso se aceptarán bandejas soldadas al cuerpo del armario. Todas las bandejas deberán estar sujetas con tornillos o con bisagras en uno de los extremos y fijación con tornillos de seguridad en el otro extremo.

Para facilitar la labor de inspección de las instalaciones, cada espacio del medidor deberá ir plenamente identificado con los datos del servicio (apartamento, local, etc.), el cableado de los medidores deberá quedar a la vista, y el cableado que sale de los medidores podrá ir por detrás de los mismos.

A este compartimiento sólo tendrá acceso el personal de la EMPRESA debidamente autorizado.

La puerta de este compartimiento tendrá dos bisagras como mínimo, agarradera, portacandado, una cerradura (No se admitirán cerraduras de guardas) y dispositivos para la instalación de sellos de la EMPRESA. Esta puerta deberá tener una ventana por fila de medidores preferiblemente con vidrio de seguridad, acrílicos o policarbonatos transparentes de mínimo 3 mm de espesor, fijado internamente (sin posibilidad de acceso externo).

Sobre esta puerta irá remachada una placa de similares características a la descrita anteriormente, con la siguiente inscripción:

**MEDIDORES USOEXCLUSIVO DE AIR-E
S.A.S. E.S.P.**

En este compartimiento se debe dejar el espacio suficiente para instalar el macromedidor. Por lo general se utilizará el extremo superior izquierdo y los transformadores de corriente si se requieren, se instalarán a la entrada de la protección general.

La distancia de los medidores a la puerta no podrá ser superior a 50mm, facilitando la lectura del display de los medidores. Por lo tanto, el instalador deberá acondicionar las bandejas para el acercamiento de los equipos.

Para la instalación de la medida centralizada (AMI), se instalarán los gabinetes que contienen los medidores sobre las bandejas y la conexión será conectando desde el barraje principal a cada uno de los barrajes o bloques de distribución de cada gabinete.

- **Espacio para Reservas**

Al instalar el centro de medición se deberá prever como mínimo dos espacios de reserva, uno para ser utilizado por el macromedidor y uno o más para futuros servicios.

Cuando se trate de más de 12 medidores se usará la cantidad de armarios que el caso requiera de acuerdo con el estándar establecido. Ver sección 5.1.1.10.

Se debe instalar al menos un medidor de energía eléctrica asociado a las zonas comunes de propiedades horizontales en caso que lo hubiere.

- **Compartimiento de Interruptores Automáticos**

Los interruptores automáticos tienen la función de protección y suspensión de los diferentes circuitos que se deriven del armario, se montarán en este compartimiento junto con los bloqueadores mecánicos para la suspensión del servicio, sobre bandejas metálicas removibles frontalmente.

Este compartimiento podrá tener una o dos bandejas y los usuarios podrán tener acceso.

La puerta de este compartimiento tendrá dos bisagras, portacandado, agarradera y una cerradura.

Sobre esta puerta irá remachada una placa de similares características a la descrita anteriormente, con la siguiente inscripción:

**INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS
PROPIEDAD PARTICULAR**

Además de los interruptores automáticos, este compartimiento deberá contener el bloqueador mecánico para el control de la suspensión del servicio (Ver especificación ICE-53A).

Para este elemento se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Una tapa que lo cubra completamente, dejando solamente la salida de apoyo y accionamiento de los automáticos; esta tapa deberá ser en lámina calibre No. 18 BWG como mínimo o poliéster reforzado en fibra de vidrio para garantizar la rigidez de la misma.

La tapa deberá tener un sistema de bloqueo para los interruptores automáticos y cuando por cantidad y tamaño de los interruptores se requiera colocar dos filas, cada uno deberá tener su propio sistema de bloqueo. El número de dispositivos de bloqueo deberá poder cubrir el 60% del total de cada hilera de interruptores automáticos.

La tapa donde serán soportados los bloqueadores deberá fijarse rígidamente al armario en sus cuatro extremos, y en la parte superior o inferior de cada automático deberá llevar una placa de acrílico o metal grabado identificando el servicio respectivo con letras en bajorrelieve, resaltando éstas con una pintura diferente a la de la base de la placa.

El bloqueador consistirá en una varilla de acero de 1/4 de pulgada de diámetro, y unas placas en lámina de calibre No. 18 BWG como mínimo, del mismo ancho que el de la palanca de accionamiento del automático, las cuales realizan el bloqueo. Éstas se podrán desplazar axialmente y pivotarán sobre la varilla con el fin de impedir el accionamiento del automático de su estado abierto a cerrado (OFF a ON), después de estar sellado el bloqueador.

Sobre cada interruptor automático deberá existir un tornillo grafilado, que se incrustará en el orificio del extremo de la placa del bloqueador, con el fin de poder colocar el sello de suspensión del servicio.

- **Bloque de Distribución (opcional)**

El bloque de distribución en reemplazo del barraje es el dispositivo que permite la conexión de la acometida general hacia los diferentes medidores, su diseño deberá hacerse teniendo en cuenta factores mecánicos de degradación tales como: esfuerzo de relajación, oxidación, corrosión, difusión de la aleación, rozamiento, auto calentamiento y falla de contacto.

El sistema del bloque será de tres barras o bornes de conexión con derivaciones máximas dependiendo del número de medidores. El bloque deberá permitir conexiones de cables tanto en aluminio como en cobre. Las tres barras deberán estar separadas y aisladas eléctricamente.

La barra o borne de cada bloque de distribución deberá ser modular e intercambiable. Las barras modulares deberán ser independientes una de otra. Ver especificación ICE-53 (2/2).

Todos los armarios independientemente de su material de construcción deberán tener la misma altura 1,90 m. Por lo tanto, en armarios donde no se alcance esta altura se deberá completar con la ayuda de un muro en ladrillo sobre el cual se ubicará el armario de medidores.

Las cajas o armarios a utilizar deberán ser aprobados por la EMPRESA, previo a su instalación deberán cumplir todos los requisitos de seguridad en la medida.

Características constructivas Armarios Plásticos medida directa

Los armarios estarán conformados por cajas modulares y paneles aislantes para el montaje de medidores, con tapas de policarbonato transparentes con el fin de facilitar la lectura de los medidores y con cierre prescintable. Los armarios estarán diseñados para instalar desde 4, 8 o 12 medidores monofásicos, o 3, 6 o 9 medidores trifásicos.

Estos armarios estarán conformados por columnas modulares que se podrán juntar lateralmente, permitiendo formar un sistema para la centralización de todos los medidores instalados. Por ejemplo, para un edificio con 20 suministros, sería necesario instalar una columna modular para 12 medidores monofásicos, más otra para 8 medidores monofásicos pegado lateralmente a la primera.

Los armarios podrán estar compuestos de varias cajas modulares y paneles de poliéster con tapa transparente, ensambladas verticalmente, formando las siguientes unidades:

- **Unidad del Interruptor General y Barraje**

Esta unidad estará compuesta por:

- Una caja de poliéster con tapa de policarbonato transparente.
- Tres platinas de cobre de 25x6 mm para medidores monofásicos y 25x8 mm para medidores trifásicos.
- Conectores para cable de hasta 21,14mm² (# 4 AWG).
- Un borne bimetálico para conductor de hasta # 2 AWG para la conexión de Tierra-Neutro.
- Un interruptor tripolar con fusibles de 250 A o 400 A.
- Conos pasacables para la entrada de los cables de acometida a la unidad.

El interruptor tripolar de corte en carga (Seccionador bajo carga) con fusibles de 250 A o 400 A, con bornes bimetálicos con capacidad de conductor de hasta 240 mm² para la acometida a la columna. (Sólo se utilizará un interruptor por cada sistema de centralización de medidores). Cuando una columna se vaya a juntar lateralmente a otra, el interruptor de la primera columna puede actuar sobre todo el sistema, excepto cuando la protección general exceda los 250 A.

En los casos en que la centralización de medidores está formada por dos o más columnas juntas lateralmente, la conexión entre éstas se deberá realizar en esta unidad funcional, conectando las barras de Cu de los barrajes mediante unas platinas-puente.

Las barras conductoras deberán estar identificadas en un extremo, con pintura, cinta o adhesivos de color distinto del blanco, gris natural o verde. (RETIE, norma NTC 2050 sección 310-12C).

El acceso a esta unidad deberá ser exclusivo de personal de la EMPRESA debidamente autorizado y en él irá instalado el barraje, protegido por un velo de policarbonato transparente y el interruptor general.

En esta unidad se tendrá acceso al interruptor para evitar que los clientes tengan que abrir la tapa de ésta en caso de fallas o desenergización total.

- **Unidad de Medidores**

Los elementos más importantes de esta unidad son los siguientes:

- Cajas de poliéster con tapa transparente para facilitar la lectura del medidor.

- Placas aislantes de 3 mm de espesor mecanizadas para la fijación de medidores, con tornillos galvanizados en caliente irizados o cromados para la fijación de los medidores.
- Identificación del suministro (uno por cada medidor).

De acuerdo con la cantidad de suministros, se instalarán una o dos cajas de poliéster.

A esta unidad sólo tendrá acceso el personal de la EMPRESA debidamente autorizado.

○ **Unidad de Interruptores Automáticos**

Esta unidad deberá contener los interruptores automáticos (breakers) de salida hacia los suministros. Esta unidad estará compuesta por:

- Una caja de poliéster con tapa transparente.
- Perfiles para la fijación de los interruptores automáticos.
- Interruptores automáticos: para medidores monofásicos de 1x50 A y bipolares de 2x50 A. Para medidores trifásicos de 3x50 A (un interruptor por suministro).
- Una platina de Cu para la conexión a tierra con conector para cable de hasta # 8 AWG de sección.
- Conos pasacables para la salida a los suministros.

La tapa de la caja de esta unidad deberá traer una ventana de policarbonato transparente, para el acceso visual a los interruptores automáticos (una por cada medidor que aloja la unidad). Estas ventanas tendrán dispositivos precintados y de bloqueo de candado, para impedir el acceso indebido a los interruptores cuando el suministro este suspendido.

La marcación de los espacios será similar a la exigida para los armarios metálicos.

5.2.12.4. Armario para medida semidirecta

En casos de normalización de instalaciones para tipo interior, se podrá utilizar como opción de instalación del medidor y de los transformadores de corriente las siguientes cajas con las siguientes especificaciones constructivas:

- Grado de hermeticidad IP-44.
- Debe tener doble fondo para fijación de bloque y medidor, así como para paso de cableado.
- Las puertas deberán ser prescintables (Sellables).

- Las puertas de compartimiento de TC y de medidores deberán contar con ventana de inspección transparente. Las puertas deberán tener portacandado, portasello y chapa. Ver especificación ICE-55.

5.2.12.5. Celdas de Medida

Las celdas de medida se utilizarán para la instalación de equipos de medida en Media Tensión. Este tipo de medida podrá realizarse para cargas contratadas mayores a 112,5 kVA.

Todos los equipos de medida en media tensión deberán estar instalados dentro de una celda de medida. Las celdas deberán ser robustas para soportar sin daño, todos los esfuerzos dinámicos debido a los efectos de las corrientes de cortocircuito (RETIE, Norma NTC 2050).

En ningún caso se permitirá que dentro de la celda de medida existan dispositivos de maniobra y/o protecciones.

Adicionalmente las celdas deberán tener la señal de prevención. Ver especificación ICE-56.

Las celdas de medida deberán estar conformadas por dos compartimientos en los cuales se alojará el medidor electrónico, bloque de pruebas, medio de comunicación, entre otros, y en la otra estarán los transformadores de medida con sus accesorios y cables de conexión. Ver especificaciones ICE-57, ICE-58, ICE-59 e ICE-60.

Compartimientos

El compartimiento superior de la celda de medida donde se alojará el medidor electrónico, el medio de comunicación y el bloque de pruebas, se marcará con letras de 8 mm de altura en una placa remachada de acero inoxidable, aluminio, plástico o acrílico con la siguiente inscripción:

**MEDIDOR USO EXCLUSIVO DE AIR-E
S.A.S. E.S.P.**

El compartimiento inferior de la celda de medida donde se alojarán los transformadores de corriente, los transformadores de tensión y los terminales preformados; se marcará con letras de 8mm de altura en una placa remachada de acero inoxidable, aluminio, plástico o acrílico con la siguiente inscripción:

**TRANSFORMADORES DE MEDIDA
USO EXCLUSIVO DE AIR-E S.A.S. E.S.P.**

Igualmente se remachará sobre la celda otra placa de características similares a las anteriores (el tamaño de las letras será de 3 mm como mínimo) y con la información del fabricante:

Nombre del fabricante, número de serie de fabricación, fecha de fabricación, tensión de servicio, dirección de la fábrica o cualquier otra señal descriptiva que permita la identificación de la empresa responsable por el producto de acuerdo con el RETIE, Norma NTC 2050 secciones 110-21/384-13.

Las celdas de medida podrán ser construidas en lámina de acero galvanizada en caliente o en poliéster reforzado en fibra de vidrio. Para la fabricación se deberán seguir las mismas recomendaciones hechas en tableros metálicos. También se deberán cumplir con todos los requisitos de construcción de celdas especificados en las Especificaciones ICE-57, ICE-58, ICE-59 e ICE-60. Los paneles internos deberán estar reforzados para evitar posibles pandeos o deformaciones.

Las aberturas para ventilación deberán tener un sistema de rejillas con filtros intercambiables que impidan la entrada de roedores o animales pequeños.

Las celdas de medida deberán tener un calentador localizado en la parte inferior de la celda con su rejilla de seguridad correspondiente, iluminación en todos los compartimientos, un interruptor doble y un toma corriente doble alimentados a 120 VAC, además deberán tener un toma telefónica localizado en el compartimiento donde se alojará el medidor electrónico.

Todo el cableado deberá estar en tubos conduit o canaletas conectadas a tierra y sujetadas correctamente al cuerpo de la celda para prevenir roturas causadas por vibraciones y evitar esfuerzos mecánicos en cualquier punto de conexión. El cableado desde el secundario de los transformadores de medida deberá ser en cable multiconductor de cobre.

Se utilizará un tubo conduit de $\varnothing 1"$ para llevar las señales de los transformadores de medida al bloque de pruebas.

La celda de medida deberá estar construida y ventilada de forma tal que los efectos térmicos debido al funcionamiento de los equipos no produzcan elevaciones de temperatura con respecto a la temperatura ambiente mayor de 10 °C al interior de la celda.

El sistema de calefacción con higrómetro incorporada a la celda de medida deberá garantizar la no formación de gotas de agua mediante el proceso de condensación del agua proveniente de la humedad.

Las dimensiones de las celdas de medida para 13,2 kV están definidas en la Tabla 30.

Tabla 30. Dimensiones de celdas de medida a 13,2 Kv

Dimensiones (cm)	Caja	Ventana de inspección
Ancho	110	40
Altura	160	30
Profundidad	120	0,5

Las dimensiones de las celdas de medida para 34,5 kV están definidas en la Tabla 31.

Tabla 31. Dimensiones de celdas de medida a 34,5 kV

Dimensiones (cm)	Caja	Ventana de inspección
Ancho	200	40
Altura	220	30
Profundidad	200	0,5

Ver especificación ICE-60.

5.3. Construcción e instalación

5.3.1. Instalación de Equipos de Medida Directa

Las cajas con medidores de energía directa deben ir ubicadas en la línea de propiedad del inmueble o en el punto de conexión si está en la línea de propiedad. La altura desde el centro de la caja con relación al piso estará comprendida en el rango de 1,6 a 1,8 metros, de tal manera que pueda realizarse la lectura de los medidores de forma sencilla (Ver especificación ICE-04).

Los medidores deben estar ubicados en la línea de propiedad del inmueble o en el punto de conexión si está en la línea de propiedad, de tal forma que permita realizar la lectura, operaciones de control, inspección, revisión, normalización de la medida y demás operaciones comerciales de la compañía, sin requerirse de permisos de acceso para ello. El usuario debe proveer el lugar adecuado para su instalación en la línea de propiedad (Ver especificación ICE-17C).

La entrada de los conductores de acometida a la caja del medidor se realizará a través de tapones pasacables para pre troquelado de una pulgada.

En el caso de montaje sobre poste, la base de la caja del medidor tendrá chapetas en la parte posterior que irán fijadas al poste a través de cinta de acero 3/4 "(Fleje de sujeción) con su respectiva hebilla. La sujeción entre las chapetas y la base de la caja será con tornillos y tuerca hexagonal.

Para el caso de montaje de la caja del medidor, cuando la línea de propiedad del inmueble coincida con la fachada, esta irá fija a través de tornillos de 6 mm con chazos.

Cuando no coincidan, el cliente proveerá las condiciones a la línea de propiedad conforme a lo que se indica en esta especificación.

Debe tenerse especial cuidado con la secuencia de conexión y desconexión de los conductores. Este procedimiento se ilustra en la Especificación ICE-34. Para ilustración del montaje de la caja al poste y/o muro, ver la especificación ICE-50.

Cuando la instalación de la acometida sea incrustada en la pared, el ducto de llegada para instalación deberá ser suministrado por el cliente, revisado y aprobado por la EMPRESA. La instalación de la caja del medidor podrá ser empotrada en la pared, siempre y cuando las condiciones de la instalación sean seguras, de fácil inspección por parte de la EMPRESA. La llegada del ducto de acometida podrá ser por la parte superior o inferior, utilizando terminales apropiados para protección del cable de acometida.

5.3.2. Instalación de Equipos de Medida Semidirecta e Indirecta

Las celdas metálicas o sintéticas deben ir aseguradas al poste con abrazaderas, con excepción de casos donde no se pueda, en estos casos se utilizará fleje metálico de sujeción $\frac{3}{4}$ ", para fijar la celda al poste. Los conductores de la acometida se deben asegurar en la celda de medida (celda de metálica o caja de Policarbonato) utilizando prensaestopas o prensacables. En caso de acometidas de varios conductores por fase, se realizarán perforaciones adicionales a la celda de medida para instalar los prensaestopas o prensacables.

Se deben utilizar terminales de ojo en la conexión de las señales de corriente en los bornes de los TC y TT (los terminales utilizados deben ser los adecuados a la bornera). Si al instalar la medida es estrictamente necesario realizar empalmes de la acometida, estos no deben quedar antes ni dentro de la celda de medida. Siempre se deben realizar después de la celda de medida utilizando conectores bimetálicos tubulares y protegidos utilizando primero cinta auto fundente y después cinta aislante.

Las señales secundarias de los TC y los TT serán llevadas hasta el bloque de pruebas y el medidor, a través de dos (2) cables encauchetados independientes, uno de seis (6) hilos para las corrientes y el otro de cuatro (4) hilos para las tensiones, cada hilo con colores reales diferentes. No se permitirán cables de señales que sean del mismo color, aunque tengan marcas que los diferencien. Cada uno de los hilos será de calibre # 12 AWG. Ver especificaciones ICE-31, ICE-32 e ICE-33.

El montaje de los equipos de medida para medición indirecta con dos elementos se puede observar en las siguientes especificaciones ICE-36, ICE-37.

El montaje de los equipos de medida para medición indirecta con tres elementos se puede observar en las siguientes especificaciones ICE-38, ICE-39.

El punto de retorno de las señales de corriente en las borneras de los TC debe ser referenciado al cable neutro dentro de la celda de medida utilizando cable 12 AWG de color blanco. La platina original que trae el bloque de prueba en su parte inferior debe ser retirada.

Los TC dentro de la celda de medida deben quedar ubicados de tal forma que la placa de características sea visible.

En toda caja de Policarbonato se debe instalar un sello de guaya, según la última especificación vigente en la EMPRESA. La celda de medida debe ir instalada lo más cercano a la fuente de alimentación (bornes de transformador red secundaria). Se debe encintar bornes del transformador con cinta aislante sobre cinta auto fundente en instalaciones nivel 1 en tipo interior y tipo exterior. Se instalarán sellos en los bornes de los transformadores tanto en tipo interior y tipo exterior.

Las celdas metálicas deben ser aterrizadas con conductor 12 AWG de color verde al conductor bajante de puesta tierra de la instalación, para esto se deben utilizar terminales de ojo dentro de la celda de medida.

En instalaciones nivel 1 se deben utilizar conectores de perforación dentro de la celda de medida para la conexión de las señales de tensión al conductor de la acometida. En instalaciones con transformador en poste se utilizará caja metálica asegurada al poste con un fleje de acero $\frac{3}{4}$ ". También se permite utilizar caja de policarbonato y esta es obligada en red abierta.

En instalaciones nivel 1 tipo exterior, se utilizará tubería galvanizada $\phi 1"$ para proteger los cables de señales de corriente y tensión y acopla con coraza metálica de $\phi 1"$ para llegar al gabinete del medidor. Los tubos se deben asegurar a la celda de medida (celda metálica) con tuercas sobrantes de los conectores de coraza de $\phi 1"$. En caso de no poderse, se permite utilizar coraza de $\phi 1"$ para proteger los cables de señales desde la celda hasta el gabinete, en estos casos los conectores de coraza deben quedar instalados dentro de la celda de medida (celda metálica y caja de Policarbonato).

Los puentes de conexión primaria Nivel 2 y 3 deben respetar los niveles de aislamiento dependiendo del nivel de tensión, respetando las distancias verticales mínimas entre conductores de la Tabla 13.5 del RETIE. Se deben utilizar terminales ponchables y cinta auto fundente recubriendo todo el terminal (instalaciones tipo interior), la cinta aislante solo se utilizará en la terminación del arrollamiento del auto fundente.

Todo transformador de medida niveles 2 y 3 exterior en crucetas galvanizadas o de madera deberán ir asegurados con platinas galvanizadas en su base a la cruceta con amarres en sus extremos con cinta acerada $\frac{3}{4}$ ". La conexión entre las borneras de estos equipos será con coraza flexible de $\phi 1$ pulgada y acoplada con conectores del mismo diámetro.

Los gabinetes de medidores y celdas metálicas deben ser aterrizados con conductor 12 AWG de color verde al conductor tierra de la instalación, sean equipos interiores o exteriores. Para esto se debe utilizar terminales de ojo dentro de los gabinetes y celdas, el cable 12 AWG de color verde se conectará al conductor bajante tierra de la instalación utilizando conector UDC de ajuste irreversible.

En los casos donde el sistema de puesta a tierra de la instalación sea en Acero Austenítico, el conductor tierra de los gabinetes y celdas se debe conectar al fleje bajante de acero con terminal de ojo. Para este tipo de tierras, se deben tener en cuenta las restricciones establecidas en los Proyectos Tipo de Redes áreas de media y baja tensión de AIR-E S.A.S. E.S.P.

La celda metálica y gabinetes para medidores deben ir asegurados al poste con abrazadera (parte superior e inferior) con excepción de casos donde se presente imposibilidad técnica. (En estos se asegurará los gabinetes y celdas utilizará cinta acerada $\frac{3}{4}$ "). En instalaciones Tipo interior se debe asegurar con tornillos expansivos (parte superior e inferior).

Los gabinetes de medidores (gabinetes metálicos o cajas de policarbonato) instaladas en poste deben estar a una altura de 3 metros, mínimo.

El gabinete y medidor deben quedar nivelados verticalmente, y ubicados de fácil acceso al lector.

La instalación de los equipos para medición Semi-Directa e Indirecta se puede observar en las especificaciones ICE-35, ICE-38 e ICE-39.

5.3.3. Instalación de Sistemas de medición centralizada (AMI)

La instalación de los sistemas de medición centralizada se hará según lo indicado:

- **Medición Centralizada en red aérea:** Los medidores serán instalados en cajas, y estas serán instaladas en el poste.

Las cajas deben contener tanto los medidores como los elementos que administran los medidores, la protección, la comunicación tanto al sistema central o al usuario.

El visualizador o display será instalado en el predio del cliente. Si es exterior se hará en caja de policarbonato en la fachada, en el interior se instalará sin ninguna protección adicional a su misma carcasa. La comunicación con el visualizador debe ser a través de la misma red eléctrica o en forma inalámbrica. No se aceptan cables de comunicación entre el medidor y el display.

Para redes en configuración especial, las cajas con los medidores podrán ser instaladas en cruceta.

Los esquemas constructivos para cajas instaladas en poste, poste con armado tipo bandera o estructuras con centros de transformación se muestran en la especificación ICE-80 e ICE-81.

La instalación de la caja debe permitir el fácil acceso al personal operativo, sin riesgo para el operador por acercamiento a redes de tensión mayor a la del servicio.

El instalador deberá contar con un sistema de control de calidad que asegure la correcta vinculación entre el cliente final, el display, el medidor, la caja de medida, el transformador y el circuito asociado, configurar adecuadamente los elementos, verificar el correcto funcionamiento de todo el sistema y su adecuada comunicación con el sistema centralizado de telegestión de AIR-E S.A.S. E.S.P.

El instalador deberá seguir las instrucciones del diseñador y del fabricante y proveedor del sistema de telegestión, configurar los elementos para asegurar la plena compatibilidad e integración con el sistema MDC (Metter Data Collector) PRIMEREAD de AIR-E S.A.S. E.S.P., garantizar la exactitud de la medición y suministrar a AIR-E S.A.S. E.S.P. toda la información de integración necesaria.

En cuanto al vínculo de los clientes con el circuito y los diferentes elementos involucrados en la conexión, la información mínima a suministrar por el instalador a AIR-E S.A.S. E.S.P., previa a la etapa de contratación del suministro, es la siguiente:

- o Instalador (nombre, dirección, NIT, persona de contacto, teléfono de contacto).
- o Municipio.
- o Departamento.
- o Número de serie de la caja.
- o Códigos CT y MT de AIR-E S.A.S. E.S.P. asociados al cliente.
- o Capacidad del Transformador (kVA).
- o Código del apoyo.

Para cada cliente, el instalador suministrará la siguiente información:

- o Dirección.
- o Nombres y Apellidos.
- o Cedula de Ciudadanía.
- o Tensión del suministro.
- o Etiqueta acometida (si aplica).
- **Medición centralizada en local:** La instalación de los medidores en local se hará en armario dedicado y en caja dedicada. El armario se puede eliminar si el número de medidores es inferior a 12; cuando esto se presente se podrá utilizar una caja con todas las seguridades exigidas por la EMPRESA. Esta especificación aplica para edificios residenciales, comerciales, condominios y cualquier diseño que centralice la medida en armario. El armario cumplirá las especificaciones dadas en este documento.

Los displays se podrán instalar en el mismo armario, o en una caja independiente o en el mismo predio del usuario si las condiciones lo permiten. Estos displays podrán ser inalámbricos o con comunicación RS485 o tipo PLC, o aquella que esté autorizada y aprobada por la EMPRESA.

Las conexiones serán definidas según el sistema adquirido.

- **Sistema de medida en un sistema con buses de barras:** La instalación del medidor se hará en cada uno de los pisos donde se encuentre el predio. La comunicación con el sistema central será tipo PLC (POWER LINE COMMUNICATION), o sea a través de la red de energía. No se acepta comunicación con cable o inalámbrica. La instalación del medidor debe ser en caja de protección para medición individual, en gabinete hasta cuatro (4) medidores, con los sellos de seguridad respectivos. La especificación ICE-40 muestra el esquema de funcionamiento del sistema.
- **Medida Prepago con medidores bicuerpo:** Estos medidores se instalarán en forma similar a lo expuesto para la medición centralizada. El display con teclado se instalará dentro del predio. No se acepta su instalación en fachada. Ver especificación ICE-42.

5.3.3.1. Sensores

De acuerdo con los criterios de LA EMPRESA, las cajas, los gabinetes o armarios podrán ser acondicionados con sensores de protección de la medida tales como: sensor de proximidad, sensor de apertura de la caja, sensor de campo magnético y cualquier otro que la tecnología permita como elemento de control de la medición.

Los sensores asociados al sistema de medición en los gabinetes o cajas serán fijados con cinta adhesiva doble faz, de alta adherencia.

El sensor de proximidad será soportado por una base en L y asegurado con el tornillo superior izquierdo de la estructura de la caja de policarbonato o del gabinete galvanizado o de acero inoxidable. Dicho soporte cuenta con dos perforaciones, una central y otra en un extremo; para las cajas se utilizará la perforación del extremo mientras que las celdas metálicas usan la perforación central.

El sensor de apertura de la caja deberá instalarse 2 milímetros por abajo del borde de la caja, para el caso de cajas de medida y TC, y 5 milímetros en el caso de gabinetes de medida y celdas para TC.

El tendido del cableado del sensor de apertura será junto con el cable de control de tensión por dentro de la coraza a prueba de ingreso de líquidos de $\phi 1"$, y las conexiones del cableado del sensor se harán mediante conectores tubulares de compresión, respetando el código de colores original.

La fijación del sensor de apertura en celdas de medida y gabinetes se hará mediante un conector en L, el cual debe ser suministrado con la instalación. En cajas, la fijación del sensor de apertura se debe ubicar a ras del borde de la caja.

5.3.3.2. Equipos para Nivel de tensión 2 y 3

El sensor de apertura de la puerta del medidor utilizará un soporte en L. las conexiones de cableado se realizarán respetando el código de colores de los cables previamente utilizados y se conectarán mediante conectores de compresión.

El sensor de apertura siempre se deberá instalar referenciado con la palanca de acción del interruptor en lado opuesto a la puerta de la celda, y en una de las esquinas próximas a la puerta. En caso de celdas con láminas atornilladas lateral, estas serán selladas con pegante rally en los tornillos o tuercas en el interior de la celda.

En centros de medida inteligente nivel 2 y 3 tipo poste, se instalará un sistema de medida centralizada tipo nivel 1, y no se instalará el sensor de apertura de puerta de celda de transformadores de medida, las colas de los cables de este sensor en el kit de telemetría se dejarán sin conectar y aislados entre sí.

5.3.4. Instalación de Puntos de Control Interno (PCI)

En las especificaciones ICE-44 e ICE-45 se ilustra el método de instalación y montaje de los PCI instalados en poste. La instalación de los PCI en subestaciones de local con armario de medidores se indica en el numeral 5.1.11.

5.3.5. Instalación de Cajas, Armarios y Celdas de Medida

Ubicación

La caja de los medidores deberá ubicarse en la línea de propiedad de los inmuebles o en el punto de conexión si está en la línea de propiedad, a una altura de 1,6 a 1,8 m, medidos hasta el centro de la caja. Siempre los medidores serán ubicados en lugares de libre acceso para la EMPRESA.

Las celdas de medida de media tensión, pueden ser instaladas bajo techo o a la intemperie.

Los armarios deberán localizarse en un lugar especialmente destinado para tal fin. El sitio deberá ser de acceso pleno de modo que facilite la lectura, revisión y mantenimiento de los respectivos equipos. Deberán instalarse en la línea de propiedad del inmueble con libre acceso desde la vía pública y deberán ser tipo intemperie o protegidos contra intemperie si se requiere. Además, deberán contar con una protección antivandálica consistente en una reja metálica enmallada con portacandado.

Los armarios no podrán ser instalados en cuartos cerrados con llave, no se deberán empotrar en la pared y su acceso deberá ser fácil para el lector y operarios técnicos. No se permite que se ubiquen debajo de escaleras.

Solo se podrán apoyar en paredes del edificio que correspondan a las áreas comunes, no se permitirá apoyar a las paredes de los apartamentos o viviendas. Cuando los armarios no estén en áreas cubiertas, deberán ser tipo intemperie. En caso de que los armarios no estén dentro de un sistema residencial cerrado con portería, éstos deberán tener una protección antivandálica consistente en un encerramiento con cubierta superior (techo) y una reja metálica con portacandado.

No se permite 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.

Los armarios ubicados en urbanizaciones abiertas deberán ser de acero inoxidable AISI 304 o AISI 316 o armarios en policarbonato reforzado con fibra de vidrio. Si son de policarbonato deben estar alojados dentro de una caseta de ladrillo, con puerta para permitir el acceso a personal de la EMPRESA. En zonas alejadas más de 30 kilómetros del litoral marino pueden ser de lámina de acero galvanizado para uso exterior y resistente a la intemperie.

El lugar de ubicación de las cajas y armarios deberá indicarse clara y específicamente en los planos eléctricos, cuando se presente el respectivo proyecto específico ante la EMPRESA.

Al frente de las cajas y de los armarios se deberá disponer de un espacio libre de por lo menos un metro (1 m), con el fin de cumplir con los espacios de trabajo y las distancias mínimas libres a las partes activas (barrajes), especificadas en la Tabla 110-16a de la Norma NTC 2050 sección 110, como se muestra en la Tabla 32. Este espacio se debe mantener libre y sin obstáculos.

Tabla 32. Espacio de trabajo

Tensión nominal a tierra (V)	Distancia mínima en (m) según la condición		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0 – 150	0,9	0,9	0,9
151 – 600	0,9	1,1	1,2

- Condición 1: Partes energizadas expuestas en un lado y ninguna parte energizada o puesta a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes energizadas expuestas a ambos lados y protegidas eficazmente por materiales aislantes adecuados y aceptados por el RETIE.
- Condición 2: Partes energizadas expuestas a un lado y puestas a tierra en el otro. Las paredes de ladrillo o baldosa se deberán considerar como puestas a tierra.
- Condición 3: Partes energizadas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la condición 1), con el operador entre ambas.

Las celdas y armarios se montarán en el piso sobre una base de concreto de cinco (5) centímetros de altura como mínimo.

Los armarios tendrán una altura de 1,90 metros, por lo que, dependiendo del número de medidores, se deberá complementar con un muro en la base. Entre el techo y el armario se debe dejar un espacio mínimo de 0,60m. Ver especificación ICE-52.

El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico deberá ser el ancho del equipo o 0,75 metros el que sea mayor. En todos los casos el espacio de trabajo deberá permitir abrir por lo menos a 120° las puertas o paneles abisagrados del equipo.

Puesta a tierra

Los pernos de sujeción deberán ser de acero, preferiblemente de cabeza redonda (para destornillador tipo pala y estrella), de punta semiesférica, plana o flotante con el objeto de permitir un buen agarre mecánico, contacto eléctrico e impedir el maltrato del cable. Al momento de adelantar la obra civil para la instalación de un armario de medidores, caja para medidores o celdas para equipos de medida, se deberá dejar prevista la caja de la instalación del electrodo de puesta a tierra.

Todas las estructuras metálicas deberán estar conectadas efectivamente al sistema de puesta a tierra mediante un conductor de puesta a tierra. Se deberán utilizar arandelas estriadas entre las partes estructurales para la conexión efectiva a tierra.

Todas las cajas, armarios y celdas de medida deberán tener el símbolo de puesta a tierra junto a la bornera.

5.3.5.1. Cajas para medidores de conexión directa

Las cajas deberán tener dos tornillos de 3/16" x 3/4" con arandela y uno de 3/16" x 1/2" con arandela, adecuados para fijar el medidor a la bandeja portamedidor interna. Este sistema de fijación deberá resistir los esfuerzos causados por el peso del medidor.

Los detalles de base, tapa, placa portamedidor de las diferentes cajas para medidores se muestran en las especificaciones ICE-46 e ICE-47.

La caja deberá tener la posibilidad de poderse sujetar a la pared por medio de tornillos y uso de chazos o al poste con fleje de acero inoxidable de 3/4".

La posición normal de la caja será vertical, para facilitar la lectura del medidor.

Cajas plásticas

Se permite su montaje en exterior siempre sobre la línea de propiedad del inmueble o en el punto de conexión si está en la línea de propiedad, empotrado o sobre postes (Ver especificaciones ICE-17C, ICE-17B, ICE-44).

Para instalación sobrepuesta, las cajas para medidores monofásicos deberán tener dos pasacables con ruana en material adecuado no cristalizante (PVC) para cable en cobre o aluminio, según las acometidas seleccionadas y diámetro externo especial para pretroquelado de 1" hasta 1 1/2".

Las cajas para medidores trifásicos deberán tener dos pasacables con ruana en material adecuado no cristalizante (PVC) para cable concéntrico en cobre o aluminio de acometida y diámetro externo especial para pretroquelado de 1" a 1 1/2".

Para la instalación empotrada de las cajas, los ductos llegarán a la caja a terminales apropiados que aseguren el tubo y no permitan el maltrato del cable de acometida.

5.3.5.2. Cajas para medidores de conexión semidirecta

Las cajas deberán ser instaladas en la línea de propiedad del cliente o en el punto de conexión si está en la línea de propiedad para garantizar el acceso permanente del personal de la EMPRESA.

La medición semidirecta en edificaciones se podrá instalar de la siguiente forma (Ver especificación ICE-30 (2/2)):

- a) El equipo de medida semidirecta cerca al armario de medidores.
- b) El equipo de medida semidirecta alimentado desde el tablero general de acometidas.

A continuación, se muestran las posibles instalaciones de equipos para la medición semidirecta.

Instalación en murete

En la zona urbana se deberá instalar una caja empotrada o sobrepuesta en el muro con dos comportamientos separados, cada uno con su respectiva puerta con portacandado y portasellos. En el primer comportamiento se alojarán los transformadores de corriente y en el segundo irá el medidor electrónico de activa y reactiva y el bloque de pruebas. En la zona rural se deberán instalar las cajas empotradas en muros construidos en la base de la estructura que soporta el transformador (postes en estructura tipo h), con alimentación al usuario aérea o subterránea.

Instalación en Poste

Se utilizarán cajas independientes para los transformadores de corriente y para los medidores, las cuales se asegurarán al poste mediante abrazaderas (Bandas) del tamaño adecuado. Entre la caja de los Transformadores de corriente y la caja para medidores, se instalará un tubo galvanizado de una pulgada de diámetro asegurado a las cajas mediante adaptadores terminales apropiados. Ver especificación ICE-35.

La altura desde la base de la caja de medidores al piso deberá ser de 1,60 a 1,80 metros en el perímetro urbano y de 1,50 metros en zona rural, en ambos casos la medida deberá ser tomada desde el centro de la caja.

5.3.5.3. Armarios

Instalación de los Medidores en los Armarios

Todos los dispositivos de protección y cableado deberán ser de características tales que se obtenga una coordinación y selectividad completa. El cableado de los medidores deberá quedar a la vista. El dispositivo de protección deberá estar en posición vertical y ser alimentado por la parte superior, en donde deberá estar "ON", y en posición horizontal "ON" a la derecha.

La EMPRESA instalará los medidores una vez el usuario haya cumplido con los requisitos exigidos y adelantado los trámites requeridos (Certificación de Conformidad de las Instalaciones).

Sobre cada medidor e interruptor deberá identificarse claramente la dirección o número de apartamento o local respectivo, mediante marquillas de acrílico firmemente remachadas. No se permitirán marquillas pegadas, atornilladas, hechas con rotuladora, pintura, cinta, marcador o similar. (RETIE, norma NTC 2050, sección 110-22).

El usuario o la EMPRESA suministrará el armario debidamente instalado y cableado con todos los servicios identificados y con los suficientes espacios de trabajo para accionar los aparatos de maniobra y protección (RETIE, norma NTC 2050 sección 110-16 y 230-64).

La identificación de los servicios y su ubicación deberá estar ordenada de menor a mayor y de izquierda a derecha, ejemplo:

Apto	101	102	103	Etc.	Bandeja No. 1
Apto	201	202	203	Etc.	Bandeja No. 2
Apto	301	302	303	Etc.	Bandeja No. 3

Las acometidas deberán estar identificadas en sus extremos mediante marquillas que permitan identificar el destino y la procedencia.

No se permitirá tener en un armario, usuarios de diferentes bloques de apartamentos, por lo tanto, cada bloque deberá tener su propio armario de medidores.

A partir de los armarios, los cables de los circuitos y ramales monofásicos y trifásicos serán de calibre adecuado a la carga y a los límites de regulación de tensión.

Los cableados internos de los armarios deberán realizarse con los materiales y calibres adecuados, según la carga contratada (RETIE, Norma NTC 2050 sección 310-3).

5.3.5.4. Celdas de Medida

Las celdas de medida cumplirán los mismos requisitos de instalación de los armarios, en cuanto a distancias de seguridad, ubicación, puesta a tierra, según las condiciones exigidas para el nivel de tensión que corresponda a la celda y en particular el numeral 20.23.4 Instalación de Celdas y tableros del RETIE.

Para impedir la entrada de roedores o animales pequeños, las aberturas para ventilación que se hayan dejado, deberán tener un sistema de rejillas con filtros intercambiables.

En zonas de alta humedad, las celdas de medida deberán tener un calentador localizado en la parte inferior de la celda con su rejilla de seguridad correspondiente.

La incorporación del sistema de calefacción con higrómetro a la celda de medida deberá ser capaz de garantizar que no se formen gotas de agua mediante el proceso de condensación del agua proveniente de la humedad.

Toda celda debe contar con iluminación en todos los compartimientos, un interruptor doble y un tomacorriente doble alimentado a 120 V AC, una toma telefónica localizada en el compartimiento donde se alojará el medidor electrónico.

El cableado se instalará en conduit o canaletas conectadas a tierra y sujetadas correctamente al cuerpo de la celda para prevenir roturas causadas por vibraciones y evitar esfuerzos mecánicos en cualquier punto de conexión.

El cableado desde el secundario de los transformadores de medida deberá ser en cable multiconductor de cobre.

Para llevar las señales de los transformadores de medida al bloque de pruebas, se utilizará un conduit de Ø1".

5.3.6. Prohibición de acceso a cajas, armarios y celdas de medición

En todos los gabinetes, cajas, armarios y celdas de medida se debe instalar en parte visible una calcomanía de 17 x 8 cm de fondo amarillo y letras azul oscuro con el siguiente texto:

Figura 4. Prohibición de acceso

IMPORTANTE

Estimado Cliente:

El acceso y la manipulación de los dispositivos y medidores eléctricos instalados en esta caja, tablero o celda están prohibidos por la ley. Cualquier operación y/o arreglo debe hacerlo personal autorizado por la EMPRESA, no rompa ni permita la rotura de los sellos por personal particular.

El incumplimiento a lo anterior ocasiona sanciones pecuniarias y/o suspensiones del servicio de acuerdo con los decretos del Ministerio de Minas y Energía, las resoluciones de la CREG y el contrato de condiciones uniformes suscrito con la EMPRESA.

5.3.7. Instalación de Medición en Redes de Alumbrado Público

La instalación de la medida en redes de alumbrado público se hará similar a lo dispuesto para los clientes. Los medidores estarán ubicados en los postes, dentro de caja, cercano a la salida desde el transformador de distribución.

6. Centros de transformación desarrollados por el cliente y promotores

6.1. Generalidades

Este capítulo está orientado a dar las instrucciones para la correcta ubicación e instalación de los equipos de medida y la acometida, cuando el transformador sea instalado en el predio del cliente, con acometidas generalmente subterráneas. No pretende este capítulo entregar los detalles de diseño y construcción de subestaciones tipo interior.

Los clientes y/o los promotores de proyectos podrán diseñar e instalar los centros de transformación para atender el servicio de energía eléctrica en sus proyectos. Estos centros de transformación podrán ser aéreos, instalando el transformador en poste, o tipo interior, ya sea en local o en subterráneo.

Cuando el centro de transformación es aéreo en poste, para el diseño y la instalación se aplicará las especificaciones dadas en el proyecto tipo de Centro de transformación tipo poste.

Se prohíbe la conexión de transformadores monofásicos fase-tierra o fase-neutro, por razones del registro no adecuado e incorrecto del consumo de energía eléctrica.

La subestación de distribución o centro de transformación tipo interior será aquella instalada en local o cerramiento en superficie, en local de sótano o subterránea, con los elementos de transformación, maniobra, protección y medida.

Todo Centro de Transformación tipo Interior debe cumplir, además de lo aquí especificado, con las Secciones 20.25.1 y 20.25.2 del RETIE, así como la Sección 450 de la Norma NTC 2050.

La ubicación donde estará el Centro de Transformación Tipo Interior albergará:

- Equipos de maniobra.
- Equipos de Protección.
- Equipos de Transformación.
- Equipos de medida.
- Conjunto de conductores utilizados para transferir el flujo energía eléctrica desde la red de distribución del OR hasta el inmueble.

Tipos de subestaciones interiores:

Los tipos de centros de transformación incluidos en esta especificación son:

- Subestación tipo pedestal o tipo jardín.
- Subestación en bóvedas.
- Centros de Transformación subterráneo, capsulados.

La subestación tipo pedestal o tipo jardín

Serán preferencialmente instaladas en zonas verdes, de baja circulación de personas, y en general a la intemperie, evitando ubicarlas en zonas de alta circulación. Se podrán instalar en subterráneos, siempre y cuando se cumpla con las condiciones exigidas por el RETIE.

La subestación en bóvedas

Subestaciones de distribución instaladas en locales destinados con este único fin, con acceso solo a personas calificadas, donde se alojen transformadores con aislamiento en aceite, subestaciones tipo pedestal con capacidades mayores a 112,5 kVA o subestaciones con tensiones mayores a 35 kV.

Su diseño y construcción cumplirá con lo dispuesto en el numeral 20.4 del RETIE.

Este tipo de centro se hará en construcciones tipo I (Concreto reforzado) y tipo II (Estructuras metálica), cumpliendo con lo dispuesto en la normatividad vigente.

Las subestaciones subterráneas y capsuladas

Generalmente, son instalados debajo de andenes, zonas verdes o vía.

Normalmente son equipos que deben operar sumergidos en agua, bajo condiciones específicas de tiempo y presión, y tendrán conexiones eléctricas aisladas.

Dependiendo del recinto, lugar, características de aislamiento del transformador y ubicación de los equipos de maniobra y protección, estos serán para operación permanentemente sumergibles, o temporalmente sumergibles, o para condición de semisubterráneo, con una protección al medio, suficiente para soportarlo.

Los equipos de maniobra y protección podrán estar en un local independiente o en el mismo sitio donde esté ubicado el transformador.

Tipos de transformadores para uso en interiores

Los Transformadores de Distribución que se utilizan en las subestaciones tipo interior, se clasifican de la siguiente manera:

- Sumergidos en aceite mineral.
- Tipo seco abierto (clase térmica H o superior, temperatura > 185°C).
- Tipo encapsulado en resina epóxica (clase térmica F o superior, temperatura > 155°C).

Ubicación de los Centros de Transformación Interior.

Es recomendable la localización del centro de transformación en un lugar que permita menor recorrido a la Red de MT, preferencialmente aledaño a la edificación o dentro de la edificación, considerando siempre las condiciones de carga, de regulación eléctrica y principalmente las consideraciones de seguridad en la instalación, según lo establecido en normas y reglamentos.

La ubicación del centro de transformación en edificios o condominios deberá ser de fácil acceso a la EMPRESA, en lo posible sin que haya necesidad de solicitar autorización de ingreso o de pasar a través de controles de parte de administradores.

Las subestaciones no deben quedar ubicadas en sótanos sin acceso vehicular, pisos elevados, terrazas, o en general, en lugares donde no sea posible el ingreso de montacargas o máquinas de elevación.

En locales ubicados en semisótanos y sótanos de edificios, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención, deben ser debidamente impermeabilizadas y mantenidas para evitar humedad y oxidación dentro del local.

Se prohíbe que el acceso a la subestación sea por un parqueadero en uso o zona de almacenamiento. Este acceso debe mantener libre de obstáculos y de fácil llegada desde el exterior.

Todo proyectista arquitectónico, estará en la obligación de dejar un espacio mínimo requerido para que en el interior del local puedan alojarse la totalidad de los elementos del centro de transformación, cumpliendo con las distancias de seguridad, facilidad de manejo para la instalación y el mantenimiento de equipos. Este documento presenta alternativas de instalación como guía para las consideraciones de ubicación y espacios.

El proyectista será responsable de asesorarse previamente a la construcción de una subestación, con el Ingeniero Electricista responsable del diseño, para el cumplimiento de estos requerimientos.

Es recomendable que la ubicación de todo Centro de Transformación en interiores no sea contigua a sitios de habitación, oficinas y en general, que exista presencia permanente de personas.

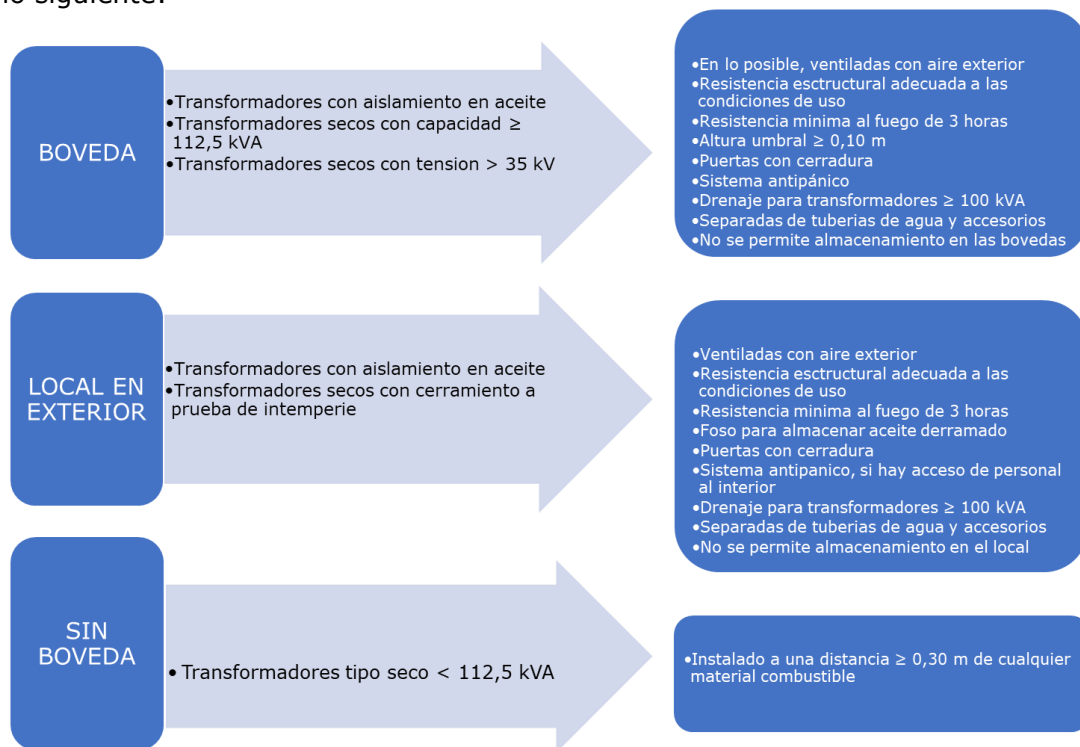
La entrada a la subestación tipo interior no podrá tener un ancho menor a 610mm, preferible mayor o igual a 1.000mm, y su altura no podrá ser inferior a 2.000mm. En el diseño se debe tener en cuenta las dimensiones del mayor equipo a albergar evitando problemas en la entrada o retiro del mismo.

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

- Celdas encapsuladas entrada - salida y protección en M.T.
- Celda de protección.
- Seccionadores de maniobra (switchgear) en M.T.
- Celda de medida en M.T. o gabinete de medida en baja tensión, según requerimiento y norma a aplicar.
- Protecciones de baja tensión.
- No se permite la instalación de los medidores de baja tensión dentro del mismo recinto de la subestación en media tensión.

- Los transformadores aislados en aceite podrán ser ubicados a nivel del piso de acceso o cualquier nivel de sótano. Estos transformadores deberán ser instalados en una bóveda, según las condiciones dadas en RETIE.
- (Numeral 20.25.2 literal b). El piso de las bóvedas se construirá según la condición de operación, condicionado a si el piso está en contacto con tierra o está a una altura superior con un local debajo de ella.
- Los transformadores tipo seco podrán instalarse en cualquier piso o sótano, y se preferirán en instalaciones interiores de edificaciones.
- En la subestación subterránea, el equipo de maniobra, al igual que el transformador, se alojan en cámara con dimensiones acordes al tamaño de los equipos, considerando aspectos de ventilación, inundación, maniobra, mantenimiento, condiciones del suelo, requerimiento de almacenamiento de aceite derramado, drenaje y otras instalaciones.

La instalación de los transformadores de distribución tipo interior debe cumplir con mínimo lo siguiente:



Las Subestaciones Tipo Interior no se deben instalar cerca de materiales combustibles, edificios o áreas combustibles; ni cerca de ventanas, puertas o salidas de emergencia.

Para que se considere la instalación como separada del edificio se debe conservar una distancia mínima de 1,5 m entre el transformador con aislamiento en aceite y la edificación resistente al fuego.

6.2. Condiciones Técnicas Básicas para subestaciones tipo interior

6.2.1. Equipo de Seccionamiento

La acometida MT deberá pasar por un seccionador MT protegido con fusibles, como mínimo. Todas las conexiones de los conductores aislados de media tensión deberán realizarse a través de terminales premoldeados de uso interior. En el interior de las edificaciones debe contar siempre con una protección contra sobre corriente en el lado primario y debe permitir la apertura simultánea de todas sus fases.

6.2.2. Descargadores de sobretensión DPS

Para proteger al transformador contra sobre tensiones se hace de obligatorio cumplimiento que todo equipo de transformación deba estar provisto de DPS en cada una de sus fases. Éstos serán de tipo óxido metálico, de conformidad con la correspondiente especificación técnica.

La instalación de tales dispositivos se realizará de conformidad con lo establecido en el Artículo 20, Numeral 20.14 del RETIE.

6.2.3. Interruptor termo magnético BT

La selección del Interruptor termo magnético debe regirse en conformidad con la corriente nominal en BT en el transformador, y la capacidad de transporte de corriente de los respectivos conductores, el menor de estos valores.

Al momento de seleccionar el interruptor termo magnético, debe tenerse en cuenta la protección contra cortocircuito y la protección para sobrecarga, considerando que la curva de disparo debe garantizar:

- La curva de disparo por sobrecarga del interruptor debe estar por debajo de la curva de soporte térmico máximo del transformador.
- La curva de disparo instantáneo por cortocircuito debe estar por debajo de la curva de actuación de los fusibles del seccionador.
- La capacidad disruptiva nominal del interruptor debe ser mayor que la intensidad de corto circuito en el transformador.

Estos elementos deben satisfacer lo establecido en el Artículo 20, Numeral 20.16.3 del RETIE.

6.3. Construcción e instalación

Los planos presentan diferentes situaciones relacionadas con la instalación y distribución de espacios en el centro de transformación, indicando las consideraciones mínimas de espacios y distancias de seguridad que se deben cumplir.

6.3.1. Criterios para la construcción de los centros de transformación

Cuando la instalación así lo requiera, se podrán tener múltiples subestaciones, donde se haga necesario contar con varios transformadores para diferentes centros de carga en la misma instalación.

En caso particular, donde exista una derivación desde una subestación a otra subestación, ubicada en un local o nivel diferente, se deberá contar con un dispositivo de protección contra sobre corriente ubicado en la derivación principal.

La planta de emergencia debe ser ubicada en un sitio diferente al local de la subestación. Por seguridad, ambos accesos deban ser independientes, es decir que la entrada o salida a la planta no puede ser a través de la subestación o viceversa, tampoco a través de cualquier otro lugar (oficinas o cuartos destinados para distintos usos). El acceso debe de estar en condiciones de permitir la entrada y salida de personas y equipos.

Los ductos y otros elementos deberán estar sellados para evitar que exista derrame de combustible dentro del cuarto de la subestación correspondiente a la salida o entrada de la planta de emergencia.

Esta especificación no incluye especificaciones para áreas clasificadas como peligrosas. Subestaciones en estas zonas no se permiten, y se debe cumplir con lo dispuesto en el RETIE y la norma NTC 2050 Capítulo 5.

Debe existir en el local de la subestación un área o espacio suficiente donde reposen los equipos, se permita el acceso al área de trabajo para la segura manipulación y el mantenimiento de los mismos. Todos los equipos eléctricos serán resguardados por medio de celdas debidamente conectadas a tierra.

La altura mínima libre del techo al piso del local de la subestación es de 2.100 mm en el Nivel de Tensión 2, en niveles de tensión inferiores podrá ser de 1.900mm.

La distancia o espacio a las paredes laterales del local debe ser mayor o igual a 600mm para el transformador tipo interior.

El espacio de trabajo o amplitud al frente de un equipo eléctrico no podrá ser inferior a 750mm.

Según las dimensiones de las celdas, cuadros o tableros y el espacio disponible para el trabajo, se exigirá un segundo acceso, según lo previsto en la Norma NTC 2050, sección 110-33.

Las puertas de acceso deben abrir hacia afuera de la subestación. No se aceptan puertas corredizas. Deben abrir con facilidad en casos de emergencia, y se debe asegurar que en el recorrido de apertura esté siempre libre de obstáculos.

Todas las aberturas de ventilación que den al interior de la edificación deben estar dotadas de compuertas de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio que se produzca en el interior de la bóveda, según lo especificado en la norma NTC 2050.

Dentro del local del Centro de Transformación no está permitido que pasen tuberías diferentes a la de la instalación eléctrica, tales como agua, alcantarillado, gas o cualquier otro tipo de instalación, exceptuándose las de sistema de extinción de incendios.

6.3.2. Iluminación

El sistema de iluminación correspondiente al recinto del Centro de Transformación deberá disponer de un nivel de iluminación mínimo de 100 luxes, a nivel de piso (se recomienda utilizar lámparas fluorescentes o iluminación led). El control del alumbrado debe localizarse en el exterior al local o bóveda, cerca de la puerta de acceso, o interior en un sitio cercano a la puerta cuando el local da a la calle. Se debe asegurar que no exista ningún riesgo para el personal que está haciendo mantenimiento u operando los equipos y controles, debido a los elementos que están en el interior de la subestación.

Igualmente, la posición de la salida de alumbrado debe estar en un lugar libre de que los operarios de mantenimiento corran riesgos.

El sistema de alumbrado de emergencia debe estar en condiciones de garantizar iluminación de al menos 60min después de que se interrumpa el servicio normal.

6.3.3. Puesta a tierra

La malla de puesta a tierra se debe construir antes de fundir la placa del piso del local.

Donde se encuentre la ubicación del punto de conexión del conductor de puesta a tierra, a la malla debe dejarse una caja o pozo de inspección con acceso libre, de tal manera que puedan ejecutarse pruebas de revisión, mantenimiento y toma de medidas relacionadas con la resistencia a tierra. La forma de esta caja será cuadrada o circular y la dimensión mínima de sus lados o diámetro será de 30,0 cm.

Los elementos que deben estar conectados a tierra son los siguientes:

- Pantalla metálica de los cables de MT.
- Herrajes de soporte de los cables.
- Celdas de MT (Medida, seccionamiento).
- Tanque y neutro del transformador.
- Tableros de medida y protección de BT.
- Estructuras metálicas de la construcción.
- El barraje de tierra y el barraje de neutro por conexión con el barraje de tierra.

6.3.4. Acceso y espacios de trabajo

La entrada al local donde se encuentre el Centro de Transformación debe tener un ancho mínimo de 2 metros para permitir el acceso o salida de equipos o celdas. En caso en que la dimensión de los equipos sea superior se instalarán puertas de mayor de tamaño, de acuerdo con lo expuesto.

Se debe dejar la puerta de la subestación frente a la celda del transformador, dejando una distancia libre mínima de 1,5 m, desde el frente de la celda del transformador al primer obstáculo. Las puertas no deben abrir hacia el interior del local.

Para locales con equipos de pedestal y capsulados con transformadores tipo seco clase H o F, las anteriores distancias de 1,5 m o 1,9 m se pueden reducir a 0,6 m, si se utiliza una puerta plegable con celosías, cubriendo todo el frente en lugar de la pared frontal del local. Esta puerta plegable cuando esté abierta debe de estar en condiciones de dejar un espacio necesario con el fin de poder sacar el transformador y realizar trabajos en las otras celdas.

Las cajas o armarios de medidores y cualquier tablero de baja tensión ubicados dentro del local de un Centro de Transformación deben respetar los espacios de trabajo dispuestos por la Norma NTC 2050 en su Sección 110-16.

6.3.5. Otras consideraciones

La zona o espacio donde se encontrará el centro de transformación, se fundirá una placa de concreto de mínimo 10cm de espesor, en dicha placa se dejarán embebidos los pernos de anclaje de las celdas (Si se requiere) y de los rieles de deslizamiento para la entrada del transformador (Si se requiere). El diseño de esta placa de concreto debe presentar una superficie perfectamente horizontal a la base de las celdas o a los equipos tipo pedestal.

Si la bóveda está en un nivel superior al piso, el espesor de la placa de concreto será igual o mayor a 15cm, y con una resistencia acorde con las cargas que vaya a soportar.

Los transformadores de pedestal pueden o no llevar base e ir instalados a nivel de piso, cuando se instalen en locales.

En los transformadores aislados en aceite, se deben tener medios para alojar el aceite y no permitir derrame a otras áreas, por lo que se construyen fosos para el aceite y brocal a la entrada del local.

La bóveda debe estar diseñada con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego de mínimo 3 horas (Espesor del concreto igual o superior a 15cm). Para los casos que se requiera resistencia al fuego de mínimo una (1) hora, el espesor del concreto será igual o superior a 10cm.

La construcción del local para transformadores tipo seco, no requiere foso, ni brocal y debe cumplir lo estipulado en el numeral 20.4.1 del RETIE (Bóvedas).

En ningún centro de transformación interior se aceptará la construcción de cajas de inspección eléctrica y en su lugar se utilizarán cárcamos, para la disposición y conducción de los cables eléctricos.

El piso de los cárcamos y de los fosos para el aceite será en concreto y las paredes podrán ser en concreto reforzado o en ladrillo pañetado.

6.3.6. Marcación, señalización y disposiciones sobre seguridad

Para evitar cualquier accidente de origen eléctrico, es indispensable en la entrada al local de la subestación colocar un aviso con la siguiente leyenda: "Prohibido el acceso de Personal NO calificado, ni autorizado".

Además, tendrá una placa de advertencia sobre peligro por riesgo eléctrico.

Toda subestación de baja tensión deberá estar equipada junto a cada puerta de acceso con un extintor de Dióxido de Carbono (CO₂) o de polvo químico seco, que tenga como mínimo una capacidad de 15 libras.

Los extintores de incendio deben estar visible y fácilmente accesibles y a disposición inmediata en caso de incendio. Su ubicación debe ser durante el recorrido de la ruta de evacuación, preferiblemente al exterior del centro de transformación. Es recomendable seleccionar el extintor con la ayuda de la norma NTC 2885.

Toda subestación tipo interior debe garantizar la ventilación, preferiblemente con aire del exterior. En caso de no ser posible se utilizarán ductos adecuados para soportar las condiciones exigidas, y ante condiciones de incendio y producción de humos.

6.3.7. Instalación de Sistemas de Medición en Centros de Transformación

En todo Centro de Transformación conectado a la red de MT, que vaya a ser medido a ese nivel de tensión eléctrica, deberá disponer para tal efecto de una celda de medida, que podrá ser ubicada en el interior de la edificación o a la intemperie.

Las dimensiones y disposición de equipos en celdas de medida localizadas en el interior deben cumplir con lo especificado en planos.

Los planos muestran disposiciones típicas en el local de una celda de medida tipo interior.

Los armarios de medidores en BT deben cumplir con lo estipulado en la Sección 5.1.13 de este documento.

En caso de que los medidores de los clientes se encuentren dispuestos en diferentes armarios, debe existir un armario principal, que contendrá además el espacio para macromedidor, mientras que los armarios restantes se considerarán secundarios y no requerirán de la instalación de esta macro medida.

7. Autorización para instalación

La instalación de las acometidas desde el punto de conexión en la red de uso general hasta el punto de medida será realizada únicamente por personal autorizado por la EMPRESA, una vez se haya presentado por el usuario la Certificación de Conformidad de las Instalaciones, expedida por una entidad acreditada ante la autoridad competente para tal fin, según la potencia instalada y localización de la instalación, de acuerdo con lo establecido en el RETIE.

7.1. Certificación de conformidad de Instalaciones Eléctricas

Todas las instalaciones nuevas, remodelaciones o ampliaciones deberán cumplir con lo exigido en el RETIE, en su artículo 34.

7.2. Auto declaración de Cumplimiento

Para efectos de la declaración de conformidad, la persona calificada responsable de la construcción de la Instalación eléctrica deberá declarar el cumplimiento del RETIE, diligenciando el formato "Declaración de Cumplimiento del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas". Esta declaración se considera emitida bajo la gravedad de juramento.

7.3. Inspección con fines de certificación

En la inspección con fines de certificación se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Se buscará la trazabilidad de las diferentes etapas de la instalación eléctrica, para lo cual se debe tener en cuenta lo actuado y documentado por las personas calificadas que participaron en el diseño si se requiere, dirección de la construcción e interventoría; en todos los casos se dejará consignado en el formato de inspección, la matrícula profesional del responsable de cada etapa.
- b) Se verificarán las certificaciones de la conformidad de los productos utilizados en la instalación eléctrica, que según el RETIE requieran cumplir tal requisito.
- c) Para garantizar que la instalación eléctrica es segura y apta para el uso previsto, se deberá realizar el examen visual y ejecutar las pruebas pertinentes.
- d) En todos los casos se consignará en los formatos de dictamen y declaración el tipo de instalación, la identidad del propietario, los nombres y matrículas profesionales de las personas calificadas que actuaron en las diferentes etapas de la instalación (diseñador si se requiere, director de la construcción e interventor).
- e) Igualmente se consignará en el formato el nombre y matrícula profesional del inspector, el nombre, dirección y teléfono del organismo acreditado responsable de la inspección.
- f) El inspector deberá dejar constancia del alcance y estado real de la instalación al momento de la inspección, con mecanismos tales como registros fotográficos, diagrama unifilar y planos o esquemas eléctricos.

Nota 1. Para instalaciones donde no sea obligatorio el diseño, se debe tener en cuenta lo expuesto en el RETIE, Capítulo II Requisitos Técnicos Esenciales.

Nota 2. El propietario o administrador de la instalación eléctrica de una edificación de uso comercial, industrial, oficial o residencial multifamiliar o la destinada a la prestación del servicio público de energía, debe mantener disponible una copia del dictamen de inspección de Instalaciones Eléctricas, a fin de facilitar su consulta cuando se requiera.

El dictamen de resultado de la inspección y pruebas de la instalación eléctrica deberá determinar el cumplimiento de los requisitos que apliquen, relacionados en el formato denominado "Dictamen de Inspección para definir la conformidad con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas".

Este procedimiento podrá ser modificado sin previo aviso, basta que el RETIE sea actualizado y se aplicará lo vigente en su última versión.

8. Anexos

8.1. Anexo 1. Longitudes máximas de las acometidas según regulación de tensión utilizando la red de uso general (regulación elect. 3%, temp. 75°C, instalación aérea).

Tabla A.1. Acometida monofásica bifilar (120 V)

Carga (kVA)	Cobre (Longitud máx en mt)			Aluminio (Longitud máxima en mt)		
	8 AWG	6 AWG	4 AWG	4	4	2
1	43			43		
2	22			22		
3	14			14		
4	11			11		
5	9			9		
6	7			7		
7	No aplica	10		No aplica	10	
8	No aplica	No aplica	14	No aplica	No aplica	14
9	No aplica	No aplica	12	No aplica	No aplica	12
10	No aplica	No aplica	11	No aplica	No aplica	11

Tabla A.3. Acometida bifásica trifilar (120/208 V)

Carga (kVA)	Cobre (Longitud máxima en mt)			Aluminio (Longitud máxima en mt)		
	8 AWG	6 AWG	4 AWG	6 AWG	4 AWG	2 AWG
1	131			131		
2	65			65		
3	44			44		
4	33			33		
5	26			26		
6	22			22		
7	19			19		
8	16			16		
9	15			15		
10	13			13		
11	No aplica	19		No aplica	19	
12	No aplica	17		No aplica	17	
13	No aplica	16		No aplica	16	
14	No aplica	No aplica	24	No aplica	No aplica	24
15	No aplica	No aplica	22	No aplica	No aplica	22
16	No aplica	No aplica	21	No aplica	No aplica	21
17	No aplica	No aplica	19	No aplica	No aplica	19
18	No aplica	No aplica	19	No aplica	No aplica	19

Tabla A.4. Acometida trifásica tetrafilar (120/208 V)

Carga (kVA)	Cobre (Longitud máxima en mt)			Aluminio (Longitud máxima en mt)		
	8 AWG	6 AWG	4 AWG	6 AWG	4 AWG	2 AWG
1	301			301		
2	151			151		
3	100			100		
4	75			75		
5	60			60		
6	50			50		
7	43			43		
8	38			38		
9	33			33		
10	30			30		
11	27			27		
12	25			25		
13	23			23		
14	22			22		
15	20			20		
16	19			19		
17	18			18		
18	17			17		
19	16			16		
20	15			15		
21	No aplica	23		No aplica	23	
22	No aplica	22		No aplica	22	
23	No aplica	21		No aplica	21	
24	No aplica	20		No aplica	20	
25	No aplica	19		No aplica	19	
26	No aplica	18		No aplica	18	
27	No aplica	18		No aplica	18	
28	No aplica	No aplica	27	No aplica	No aplica	27

Nota (1): Solo se permite utilizar aleación de aluminio Serie 8000.

Nota (2): Los valores indicados son longitudes máximas para las secciones más óptimas técnica y económicamente. Los espacios en blanco indican que la sección mostrada en la columna se puede utilizar para la longitud indicada en las secciones menores o situadas a su izquierda en la tabla, para un mismo tipo de material de la acometida. Para longitudes diferentes, se debe hacer el cálculo para determinar si la sección de conductor correspondiente aplica.

8.2. Anexo 2. Cálculo eléctrico de la acometida

Para seleccionar el calibre de conductor a emplear en la red aérea de baja tensión se deben aplicar dos criterios:

- Verificar que la corriente nominal que consume la carga a alimentar no exceda el 85% de la corriente que soporta el conductor.
- Verificar que no se exceden los límites de caída de tensión establecidos.
- Asegurar que la protección cubra la carga y el calibre seleccionado tanto para sobrecarga como para cortocircuito.

Corriente nominal de la carga

La corriente nominal de una instalación eléctrica se calcula mediante la siguiente expresión:

- Red BT trifásica:

$$I = (1000 * P) / (\sqrt{3} * U * \cos\varphi)$$

- Red BT monofásica:

$$I = (1000 * P) / (U * \cos\varphi) \quad (240 \text{ V})$$

$$I = (1000 * P) / (2 * u * \cos\varphi) \quad (208 \text{ V})$$

Siendo:

P: Potencia a transportar por la acometida (kW), trifásica o monofásica

U: Tensión nominal entre fases (V)

u: Tensión nominal fase-neutro (V)

Cos φ : Factor de potencia (0,9 o 0,85 en atraso)

Caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión se utiliza el método del momento eléctrico. El porcentaje aproximado de la caída de tensión está dado por:

$$\% \Delta V = Kr * P * L$$

Sistema trifásico

$$Kr = \frac{10^5 (r + x \cdot \tan\theta)}{U^2}$$

Sistema monofásico

$$Kr = 10^5 * 2 * \frac{r + x \cdot \tan\theta}{u^2}$$

Siendo:

ΔV : Caída de tensión (%)

K_r : Constante de Regulación (%/(kW*m))

P: Potencia a transportar (kW)

L: Longitud de la acometida (m)

r = Resistencia eléctrica del conductor (Ω/m)

x = Reactancia eléctrica del conductor (Ω/m)

U= Tensión entre fases (V)

u = Tensión fase-neutro (V)

$\tan \emptyset$ = Tangente del ángulo del factor de potencia ($\cos \emptyset$)

En el caso de las líneas monofásicas (120/208 V) a tres hilos se considerará la carga equilibrada.

Para el cálculo en media tensión, se debe referir al documento de Proyecto Tipo Líneas Eléctricas Aéreas MT Sin Neutro.

8.3. Anexo 3. Presentación de Planos en Proyectos de Instalaciones de enlace.

8.4. Anexo 4. Instructivo GD-AGPE.

8.5. Anexo 5. Proyecto Específico.

Control de cambios

Edición	Motivo de la edición y/o resumen de cambios
1	Especificaciones Particulares para Instalaciones de Conexión y Enlace-Primera edición.
2	<p>Se adicionaron los conceptos de: Agente, Infraestructura de Medición Avanzada (AMI), medidor bidireccional, medidor de respaldo, ONAC. Se actualizó el concepto de Frontera comercial.</p> <p>Se sustrajo del documento toda la información concerniente a la instalación de los medidores monofásico trifilar 120/240V.</p> <p>Se actualiza el numeral 5.1.1 Generalidades. Se adiciona en el párrafo 1 los soportes normativos: resolución CREG 108 de 1997 y el CCU. Se hace ampliación de la información correspondiente a la ubicación del equipo de medida de energía eléctrica en la línea de propiedad de los inmuebles o en el punto de conexión, además, de incluirse la ubicación de la medida en los proyectos con transformador de uso particular. Se adiciona nota aclaratoria para la medición indirecta por medio de transformadores combinados.</p> <p>Se actualiza en el numeral 5.1.3. Dispositivos de Medición-Medidores, la clase de exactitud de los medidores en activa y reactiva.</p> <p>Se actualiza la redacción del numeral 5.1.4.3. Medición indirecta, párrafos 2 y 3, en el cual se indica la instalación de la medida indirecta en clientes existentes y en los proyectos de aumento de carga cuando no se tenga instalado el transformador en la vía pública.</p> <p>Se actualizan las tablas 13 y 14 del numeral 5.1.7.1 Transformadores de Medida, correspondiente a las características para medición indirecta a los niveles de tensión 13,2 kV y 34,5 kV.</p> <p>Se actualiza el numeral 5.1.12. Medición en fronteras comerciales, donde se incluyó que en las fronteras de los puntos de medición tipos 1 y 2 deben contar con un medidor de respaldo para las mediciones de energía activa y reactiva.</p> <p>Se actualiza el numeral 5.2.1 Instalación de equipos de medida directa, indicando la ubicación del equipo de medida en lugares de libre acceso para la Empresa.</p> <p>Se actualiza el numeral 5.2.5 Instalación de Cajas, Armarios y Celdas de Medida. Se indica la ubicación de las cajas y armarios para los equipos de medida en lugares de libre acceso para la Empresa, y se elimina el párrafo 16 que incluía los armarios de medidores ubicados en sótanos.</p> <p>Se actualiza el numeral 5.2.5.1 Cajas para medidores de conexión directa. Se indica el montaje de cajas para equipo de medida sobre la línea de propiedad del inmueble o en el punto de conexión.</p> <p>Se actualiza el numeral 5.2.5.2 Cajas para medidores de conexión semidirecta. Se indica la instalación de las cajas para el equipo de medida en la línea de propiedad del cliente para garantizar el acceso permanente del personal de la Empresa.</p> <p>Se incluye en el numeral 6.1. Generalidades, la prohibición de la conexión de transformadores monofásicos fase- tierra o fase neutro.</p> <p>Se incluyen los ítems Anexo 8.3-Presentación de Planos en Proyectos de Instalaciones de enlace, Anexo 8.4-Instructivo GD-AGPE, y Anexo 8.5-Proyecto Específico.</p>