DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE ELECTRICIDAD

PLIEGO TÉCNICO NORMATIVO	**: RTIC N° 04**
MATERIA	**: CONDUCTORES; MATERIALES Y SISTEMAS DE CANALIZACIÓN**
REGLAMENTO	**: TÉCNICO DE INSTALACIONES DE CONSUMO.**
FUENTE LEGAL	**: DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 4/20.018, DE 2006, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS.**
RESOLUCIÓN EXENTA	**: Nº XXXX, de fecha XX.XX.201x**

1 Objetivo

El objetivo del presente pliego técnico es establecer los requisitos de seguridad que deben cumplir los conductores, los materiales y sistemas de canalización que se utilizarán en una instalación eléctrica de consumo.

2 Alcance y campo de aplicación

Este pliego técnico aplica a las instalaciones eléctricas de consumo.

3 Referencias normativas

Los documentos normativos siguientes contienen disposiciones que, a través de referencias en el texto del pliego técnico, constituyen requisitos.

3.1	IEC 60364-4-41	2005	Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock
3.2	IEC 60754-1	2011	Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 1: Determination of the halogen acid gas content
3.3	IEC 60754-2	2011	Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity
3.4	IEC 61084-1	1991	Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 1: General requirements
3.5	IEC 61084-2-1.	1996	Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 2: Particular requirements - Section 1: Cable trunking and ducting systems intended for mounting on walls or ceilings
3.6	IEC 61084-2-4	1996	Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 2: Particular requirements - Section 4: Service poles
3.7	IEC 61386-1	2008	Conduit systems for cable management - Part 1: General requirements
3.8	IEC 61386-21	2002	Conduit systems for cable management - Part 21: Particular requirements - Rigid conduit systems
3.9	IEC 61386-22	2002	Conduit Systems for cable management - Part 22: Particular requirements - Pliable conduit systems
3.10	IEC 61386-23	2002	Conduit systems for cable management - Part 23: Particular requirements - Flexible conduit systems
3.11	IEC 61386-24	2004	Conduit systems for cable management - Part 24: Particular requirements - Conduit systems buried underground

3.12	IEC 61439-6	2012	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 6: Busbar trunking systems (busways)
3.13	IEC 61537	2006	Cable management - Cable tray systems and cable ladder systems
3.14	DIN 4102-12	1998	Fire behaviour of building materials and building components - Part 12: Circuit integrity maintenance of electric cable systems; requirements and testing
3.15	DIN-48201	1981	Copper stranded conductors
3.16	ISO 4589	1996	Plastics -- Determination of burning behaviour by oxygen index -- Part 1: Guidance
3.17	UNE-EN 1366-3	2011	Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 3: Sellantes de penetración.
3.18	UNE-EN 50267-2-1	1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.
3.19	UNE-EN 50267-2-2	1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte -2-2: Procedimientos. Determinación del grado de acidez de gases de los materiales por medida del pH y la conductividad.
3.20	UNE-EN 50618	2015	Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.
3.21	VDE 0604-2-100	2012	Electrical installation systems for electrical energy and information - Part 2-100: Test methods for halogen-free
3.22	VDE-0295	2005	Conductors of insulated cables (IEC 60228:2004)
3.23	UL-486A	2013	Wire connectors
3.25	NF F16 101	1988	Rolling stock. Fire behaviour. Materials choosing
3.26	NF F16 102	1992	Railway rolling stock. Fire behaviour. Materials choosing, application for electric equipments

4 Terminología

4.1 **Accesible:** Aplicado a canalizaciones: Son aquellas canalizaciones que pueden ser inspeccionadas, sometidas a mantenimiento o modificadas, sin afectar la estructura de la construcción o sus terminaciones.

4.2 **Accesible fácilmente:** Son aquellas canalizaciones o equipos accesibles que pueden ser alcanzados sin necesidad de trepar, quitar obstáculos, etc., para repararlos, inspeccionarlos u operarlos.

4.3 **Aislación:** Conjunto de elementos utilizados en la ejecución de una instalación o construcción de un aparato o equipo y cuya finalidad es evitar el contacto con o entre partes activas.

4.4 **Aislamiento:** Magnitud numérica que caracteriza la aislación de un material, equipo o instalación.

4.5 **Aparato:** Elemento de la instalación destinado a controlar el paso de la energía eléctrica.

4.6 **Artefacto:** Elemento fijo o portátil, parte de una instalación, que consume energía eléctrica.

4.7 **Canalización:** Conjunto formado por ductos, conductores eléctricos y los accesorios que aseguran su fijación y protección mecánicas.

4.7.1 **A la vista:** Canalizaciones que son observables a simple vista.

4.7.2 **Embutida:** Canalizaciones colocadas en perforaciones o calados hechos en muros, losas o tabiques de una construcción y que son recubiertas por las terminaciones o enlucidos de éstos.

4.7.3 **Oculta:** Canalizaciones colocadas en lugares que no permiten su visualización directa, pero que son accesibles en toda su extensión. Este término es aplicable también a equipos.

4.7.4 **Preembutida:** Canalización que se incorpora a la estructura de una edificación junto con sus envigados.

4.7.5 **Subterránea:** Canalizaciones que van enterradas en el suelo.

4.8 **Carga:** Es todo artefacto, equipo o instalación cuyo mecanismo u operación requiere del consumo de energía eléctrica para su funcionamiento. Dependiendo de su comportamiento las cargas pueden ser:

4.8.1 **Carga lineal:** Es una carga cuyas características no afectan las formas de onda de tensión y corriente durante su período de funcionamiento.

4.8.2 **Carga no lineal:** Es una carga cuyas características afectan los parámetros de la alimentación modificando la forma de onda de la tensión y/o corriente durante su período de funcionamiento.

4.9 **Centro:** Punto de la instalación en donde está conectado un artefacto; en el caso particular de circuitos destinados a iluminación se designará como centro al conjunto de portalámparas con su correspondiente interruptor de comando o un punto en que existan uno, dos o tres enchufes montados en una caja común.

4.10 **Circuito:** Conjunto de artefactos alimentados por una línea común de distribución, la cual es protegida por un único dispositivo de protección.

4.10.1 **Circuito de iluminación:** Es el circuito de alumbrado que alimenta portalámparas (todo aparato utilizado para iluminación).

4.10.2 **Circuito de enchufes:** Es el circuito de alumbrado destinado a alimentación de los enchufes.

4.11 **Conductor:** Elemento de cobre, dentro del alcance de este reglamento, cuya función específica es el transporte de corriente. De sección transversal frecuentemente cilíndrica o rectangular. De acuerdo a su forma constructiva podrá ser designado como alambre, si se trata de una sección circular sólida única, conductor cableado si la sección resultante está formada por varios alambres o barra si se trata de una sección rectangular.

4.12 **Conducto o Shaft:** Conducto técnico generalmente destinado a contener las instalaciones de un edificio

4.13 **Cable Retardante de Llama:** Cable que podría quemarse al estar en contacto con fuego directo, pero en el cual las llamas se extinguen por si solas en un tiempo determinado después de ser retirada la fuente de fuego. Para el alcance de este reglamento, los Cables Retardantes de Llama son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

4.14 **Cable no Propagador de Incendio:** Cable que podría quemarse al estar en contacto con fuego directo, pero en el cual las llamas no se propagan y se extinguen por si solas, en un tiempo determinado después de ser retirada la fuente de fuego. Para el alcance de este reglamento, los Cables no Propagadores de Incendio son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

4.15 **Cable Resistente al Fuego:** Cable que podría quemarse al estar en contacto con fuego directo y que, a pesar de esto, mantiene la integridad del circuito durante un periodo de tiempo suficiente para mantener operativos los sistemas de seguridad de evacuación de personas. Para el alcance de este reglamento, los Cables Resistentes al Fuego son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo, además, cumplen con la categoría de no propagador de incendio, cables de baja emisión de humos, cables libres de halógenos y de baja toxicidad.

4.16 **Cable de Baja Emision de Humos:** Cable que al quemarse no emite humos opacos tales que impidan la visibilidad dentro del recinto donde se encuentran instalados. Para el alcance de este reglamento, los Cables de Baja Emisión de Humos, son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

4.17 **Cable Libre de Halogenos:** Cable con un contenido de elementos halógenos lo suficientemente bajo para no producir gases tóxicos ni corrosivos durante su combustión. Para el alcance de este reglamento, los Cables Libres de Halógenos, son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

4.18 **Cable de Baja Toxicidad:** Cable con un contenido de elementos, tal que produce una cantidad reducida de gases tóxicos durante su combustión. Para el alcance de este reglamento, los Cables de Baja Toxicidad, son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

4.19 **Cable Monoconductor:** Cable formado por un solo conductor.

4.20 **Cable Multiconductor:** Cable formado por más de un conductor.

4.21 **Bandejas industriales:** soportes de conductores formados por perfiles con base lisa o perforada y paredes laterales.

4.22 **Bandejas portaconductores:** ductos de sección rectangular, de paredes lisas o ranuradas, cerrados con tapas removibles, que junto a sus accesorios forman un sistema completo de canalización.

4.23 **Ducto barra:** sistemas de barras desnudas portadoras de energía, montadas sobre soportes aislantes, cubiertas en toda su longitud por una carcasa metálica o aislante y que, junto con sus accesorios y aparatos forman un sistema completo de canalización.

4.24 **Cable de aislación mineral (MI):** cable con uno o más conductores de aislación mineral refractaria, altamente comprimida y con una cubierta externa continua de cobre, estanca a los líquidos, vapores y gases y que junto a sus accesorios diseñados especialmente para este uso forman un sistema continuo de canalización.

4.25 **Canastillos portaconductores:** soportes de conductores formados por alambres de acero normal o inoxidable, soldados formando una malla, plegada de modo de formar una estructura de sección transversal rectangular.

4.26 **Escalerillas portaconductores:** sistemas de soporte de conductores eléctricos formados por perfiles longitudinales y travesaños que con sus accesorios forman una unidad rígida y completa de canalización.

4.27 **Molduras:** perfiles de material no metálico de dimensiones reducidas, de sección cuadrada, rectangular u otra, de tapa removible, que en conjunto con sus aparatos y accesorios forman un sistema completo de canalización.

4.28 **Pilar de servicio:** perfil metálico o no metálico, cerrado, destinado a ser usado en ambientes secos y limpios, generalmente en oficinas, o situaciones similares, construidas en la modalidad conocida como de piso libre.

4.29 **Trincheras:** vaciados hechos en el suelo o piso de una construcción, cuya finalidad es la de alojar los conductores o tuberías de circuitos eléctricos de distintos servicios o de circuitos de control.

4.30 **Protegido contra la corrosión:** Aplicable a materiales, aparatos, artefactos, accesorios y equipos.

4.31 **Ducto:** tubería o bandeja; en general elemento cerrado sin ventilación o muy escasa. También aplicable a parte de una construcción utilizada para la instalación de conductores.

4.32 **Empalme:** Es el conjunto de materiales y equipos eléctricos necesarios para interconexión entre la red de distribución de la empresa eléctrica y una instalación eléctrica interior de consumo.

5 Conceptos Generales

5.1 Todas las disposiciones de este Reglamento se han establecido considerando el uso de conductores de cobre aislado, con la sola excepción de aquellos artículos en que se acepta el uso de conductores desnudos.

5.2 Todos los conductores eléctricos aislados, para ser utilizados en instalaciones de consumo, deberán ser retardantes a la llama.

5.3 En los circuitos trifásicos que sirvan cargas no lineales tales como alumbrado mediante lámparas de descarga, circuitos de sistemas informáticos de procesamiento de datos, controladores de velocidad de motores alternos mediante variadores de frecuencia, partidores suaves o equipos similares en los cuales se generan armónicas que estarán presentes en el conductor neutro, éste se dimensionará de modo tal, que su sección sea a lo menos un 50 % mayor que la sección de los conductores de fase.

5.4 La sección mínima de los conductores a utilizar serán las secciones milimétricas que se indican:

- Circuitos de iluminación 1,5 mm^2
- Circuitos de enchufes 2,5 mm^2
- Subalimentadores 4,0 mm^2
- Alimentadores 4,0 mm^2

5.5 En instalaciones eléctricas destinadas a servir recintos, sectores, zonas, etc., consideradas como Locales de Reunión de Personas, los materiales de aislación y/o cubierta de los conductores empleados en su construcción, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Retardante de Llama.
- No Propagador de Incendio.
- De Baja Emisión de Humos.
- Libre de Halógenos.
- De Baja Toxicidad.

5.6 En instalaciones eléctricas destinadas a servir recintos, sectores, zonas, etc., consideradas como Locales de Reunión de Personas, se utilizarán tuberías, bandejas y similares, cuyos materiales cumplan con las mismas características indicadas en el punto 5.5, según lo definido en el protocolo de de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

5.7 Las canalizaciones metálicas se considerarán canalizaciones libres de halógenos y las no metálicas o aislantes serán clasificados como libres de halógenos las que cumplen con los requisitos establecidos en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar se las normas IEC 60754-1 y IEC 60754-2 o en las normas UNE-EN 50267-2-1, UNE-EN 50267-2-2 o VDE 0604-2-100.

5.8 En instalaciones en que se exige la utilización de canalizaciones Libres de Halógenos, como lo son los Locales de Reunión de Personas, se podrá utilizar canalizaciones no metálicas o aislantes de conductores, que no cumplan con la exigencia señalada, siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:

5.8.1 Solo se podrá utilizar canalizaciones que sean instaladas en forma embutida, pre-embutida u oculta, en paredes o pisos, que contengan una barrera térmica de un material con clasificación de resistencia al fuego del acabado de 60 minutos (RF 60) como mínimo. Se excluyen de esta disposición las tuberías no metálicas, montadas sobrepuestas.

5.8.2 Solo se podrá utilizar bandejas portaconductoras que cumplan con la Clasificación M1, de las normas NF F16 101, NF F16 102 y posean un comportamiento al fuego, medido mediante el ensayo del índice de oxígeno, no inferior a 40, de acuerdo con la norma ISO 4589.

5.8.3 Solo se podrán utilizar estas canalizaciones en tendidos de distribución y no en canalizaciones destinadas a Alimentadores o Subalimentadores.

5.8.4 Estas canalizaciones no podrán cruzar o estar ubicadas en ductos de ventilación.

5.9 Todo conductor que se instale en cualquier tipo de ducto, cuya sección sea superior a 6 mm^2 deberá ser del tipo cableado.

5.10 Los alambres de secciones sobre 6 mm^2 y los cables de cualquier sección deberán contar con terminal, salvo que el borne o puente de conexión de la protección, barra, aparato o artefacto, sea de un diseño tal que haga innecesario o inconveniente esta exigencia.

5.11 La conexión entre los conductores y los terminales indicados en el punto 5.10, debe hacerse de modo que exista una adecuada continuidad eléctrica, sin daño para el conductor y su aislación. Los terminales se unirán al conductor por alguno de los medios indicados en el punto 5.12.

5.12 Las uniones y derivaciones entre conductores podrán hacerse mediante soldaduras de bajo punto de fusión, soldaduras de alto punto de fusión, conectores de baja compresión o conectores de alta compresión. En el caso de usar soldaduras de bajo punto de fusión, deberá verificarse previamente que la unión o derivación sea mecánicamente resistente. Los conectores deben cumplir con la norma UL-486A, DIN-48201, VDE-0295, según corresponda.

5.13 Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas diseñadas para este propósito y con materiales no propagadores de la llama, cumpliendo además lo siguiente:

5.13.1 En instalaciones eléctricas destinadas a servir recintos, sectores, zonas, etc., consideradas como Locales de Reunión de Personas, las cajas construidas con materiales no metálicos, deberán cumplir con las mismas características indicadas en el punto 5.5.

5.13.2 Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión en su exterior e interior, sin excepción.

5.13.3 Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

5.13.4 Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm.

5.13.5 Cuando se requiera mantener un grado de protección IP determinado, en el conjunto de la canalización, se deberán utilizar los accesorios adecuados para esto en la unión de tuberías con las cajas, por ejemplo, utilización de prensaestopas.

5.14 En la unión de tuberías con cajas, se deberán utilizar boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, con el objetivo de realizar una efectiva unión mecánica y proteger la aislación de los conductores en su instalación y manipulación.

5.15 Las uniones y derivaciones se aislarán convenientemente, debiendo recuperar a lo menos un nivel de aislamiento equivalente al propio del conductor, utilizando para ello cintas aislantes, mufas de resinas epóxicas, cubiertas termoretráctiles o mecanoretráctiles u otros medios aprobados, según lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

5.16 Las uniones no deberán quedar sometidas a tensión mecánica, excepto las uniones hechas en líneas aéreas; las derivaciones deberán cumplir esta exigencia sin excepción.

5.17 En un mismo ducto cerrado sólo podrán llevarse los conductores pertenecientes a un mismo circuito. Se exceptúan de esta disposición los conductores canalizados en bandejas, escalerillas, canastillos o canaletas, los que estarán afectos a las disposiciones de las secciones 7.10, 7.11, 7.12 y 7.13 respectivamente y los conductores utilizados en aplicaciones domóticas, los que deberán cumplir con las exigencias descritas en la norma IEC 60364-4-41.

5.18 Se permitirá el uso de conductores en paralelo, unidos en ambos extremos formando un conductor único, en líneas de potencia cuya sección sea de 50 mm^2 o superior, cumpliendo las condiciones siguientes:

5.18.1 Que los conductores que formen el conjunto tengan el mismo largo.

5.18.2 Que la sección de cada uno de los conductores que forma el conjunto sea la misma.

5.18.3 Que la aislación de cada uno de los conductores que forma el conjunto sea del mismo tipo.

5.18.4 Que en sus extremos tengan el mismo tipo de terminal de conexión con la misma dimensión y que se conecten al mismo punto (juntos).

5.18.5 Al conjunto de conductores resultante se le deberá aplicar el factor de corrección de la capacidad de transporte por cantidad de conductores indicado en la Tabla Nº 5.6.

5.18.6 Al conjunto de conductores resultante se le deberá aplicar lo indicado en el Anexo 3.1 del Pliego Técnico Normativo - RTIC N° 03.

5.19 Para longitudes de línea superiores a 50 m, canalizadas en bandejas, canastillos, escalerillas o en líneas en que cada fase va canalizada en ductos separados, sea que se utilicen conductores simples o conductores en paralelo (dos o más conductores por fases) se deberán efectuar transposiciones de ubicación para mantener el equilibrio de impedancias de la línea y mantener con esto el equilibrio en la distribución de corrientes por fase. Estas transposiciones se harán dentro de las bandejas, canastillos, escalerillas o en cámaras o cajas de paso en líneas ubicadas en ductos. En líneas en que los conductores de las tres fases están canalizadas en un único ducto, el ordenamiento natural que adoptan las líneas en el interior hace innecesaria la ejecución de transposiciones. Anexo 3.1 del Pliego Técnico Normativo - RTIC N° 03.

5.20 Las canalizaciones eléctricas deben identificarse adecuadamente para diferenciarlas de las de otros servicios, no se podrá utilizar los colores rojo, amarillo o azul en canalizaciones eléctricas.

5.21 Las canalizaciones eléctricas deben ejecutarse de modo que en cualquier momento se pueda medir su aislamiento, localizar posibles fallas o reemplazar conductores en caso de ser necesario.

5.22 Los conductores de una canalización eléctrica se identificarán según el siguiente Código de Colores:

Conductor de la fase 1	azul
Conductor de la fase 2	negro
Conductor de la fase 3	rojo
Conductor de neutro y tierra de servicio	blanco
Conductor de protección	verde o verde/amarillo

5.23 Para secciones de conductores, en que el mercado nacional sólo ofreciera aislaciones monocolor, se deberán marcar los conductores en los extremos y cada 5 m, con un tipo de pintura de buena adherencia a la aislación u otro método que garantice la permanencia en el tiempo de la marca, respetando el código de colores establecido en el punto 5.22.

5.24 Todos los conductores deben ser continuos entre tableros eléctricos, entre caja y caja o entre artefactos y artefactos. No se permiten las uniones de conductores dentro de los tableros eléctricos o en los ductos.

5.25 Al alambrar una instalación se deberán seguir las siguientes indicaciones:

5.26.1 Todo el sistema de ductos debe estar instalado completo o en secciones completas antes de alambrar.

5.26.2 Debe evitarse el alambrar mientras la edificación no se encuentre en un estado de avance tal que se asegure una protección adecuada de la canalización contra daños físicos, humedad y agentes atmosféricos que puedan dañarla.

5.26.3 En el momento de efectuar el alambrado debe verificarse que los sistemas de ductos estén limpios, sin agua y libres de agentes extraños a la canalización.

5.26.4 Si se usan lubricantes para el tendido de los conductores, debe verificarse que éstos sean de un tipo que no degrade las características de la aislación y/o cubierta.

5.26 Protección contra las condiciones de ambientes desfavorables

5.26.1 Los conductores expuestos a la acción de aceites, grasas, solventes, vapores, gases, humos u otras sustancias que puedan degradar las características del conductor o su aislación, deberán seleccionarse de modo que las características típicas sean adecuadas al ambiente, de acuerdo a las tablas de conductores del presente pliego.

5.26.2 Los sistemas de canalización, de acuerdo al medio ambiente en que se instalen, deberán cumplir lo establecido en la sección aplicable de este pliego.

5.26.3 En locales húmedos, en donde los muros son lavados frecuentemente o muros construidos con materiales higroscópicos, el sistema completo de canalización, si es a la vista, debe quedar separado del muro o superficie soportante por lo menos 1 cm. En estos casos solo se podrán utilizar canalizaciones selladas que impidan el ingreso de agua, que estén protegidas contra la corrosión y que posean un grado IP adecuado.

5.27 Canalizaciones a distintas temperaturas.

5.27.1 En instalaciones en que partes de una misma canalización queden sometidas a temperaturas ambientes muy dispares, como por ejemplo en bodegas refrigeradas o enfriadas, deberá evitarse la circulación del aire desde la parte más caliente a la más fría a través de los ductos de canalización, mediante la colocación de los sellos adecuados.

5.27.2 En tramos largos de canalización, deberán colocarse juntas de dilatación que compensen las expansiones o contracciones de los ductos debido a las variaciones de temperatura.

5.27.3 Deberá prestarse especial atención al seleccionar un conductor, que las condiciones ambientales más las condiciones de operación, no sobrepasen los límites nominales de temperatura de funcionamiento, las cuales deberán ser indicadas debidamente por el fabricante de dicho conductor.

5.27.4 Los factores que definen la temperatura de operación de un conductor son:

5.28.4.1 La temperatura ambiente. Se debe considerar que ésta es variable durante el día y en forma estacional, para lo cual, se aplicarán las condiciones más desfavorables.

5.28.4.2 El calor generado internamente por efecto joule.

5.28.4.3 Las condiciones en que estarán instalados, en relación a la facilidad de disipación de calor (ventilación).

5.28.4.4 La presencia de otros conductores o fuentes de calor, que contribuyan a elevar la temperatura ambiente.

5.28 Los ductos metálicos, sus accesorios, cajas, gabinetes y armarios metálicos que formen un conjunto, deberán estar unidos en forma mecánicamente rígida y el conjunto deberá asegurar una conductividad eléctrica efectiva.

5.29 Se recomienda evitar, en lo posible, la mezcla de canalizaciones de ductos metálicos con ductos no metálicos. En donde esta situación no pueda ser evitada la unión se efectuará a través de una caja de paso metálica la que se conectará al conductor de protección del circuito correspondiente; en caso de no existir este conductor en esa sección del circuito, deberá ser tendido para estos fines.

5.30 Los elementos metálicos, integrantes de un sistema de canalización deberán protegerse contra tensiones peligrosas, de acuerdo a lo indicado en el Pliego Técnico Normativo - RTIC N° 05.

5.31 En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra (subterráneo), los ductos metálicos que se utilicen para el transporte y protección de conductores, deben estar protegidos adecuadamente, según las condiciones en que se instalarán.

5.32 No se permite el uso de tubería eléctrica metálica o no metálica como soporte de aparatos, artefactos o equipos.

5.33 No se deben instalar ductos en lugares expuestos a daños físicos o a la luz solar directa, excepto que estén certificadas para ser utilizadas en tales condiciones y tipo de aplicación, lo cual será señalado claramente en la ficha técnica del elemento, emitida por el fabricante.

5.34 Las tuberías no metálicas enterradas en suelo ligero, la resistencia a la compresión será de 450N y una resistencia al impacto normal; para tuberías no metálicas enterradas en suelo pesado, deberán tener una resistencia a la compresión de 750N y una resistencia al impacto normal.

5.35 Toda canalización debe ser continua entre accesorio y accesorio y entre caja y caja. Los sistemas de acoplamiento aprobados no se consideran discontinuidad.

5.36 Solo se permite el uso de accesorios y/o componentes que estén aprobados por el fabricante de la canalización al momento de ejecutar la instalación de la misma.

5.37 En cada caja de derivación, de enchufes o de interruptores, deberán dejarse chicotes, de por lo menos 15 cm de largo, para ejecutar la unión respectiva y facilitar expansiones futuras y el mantenimiento.

5.38 Las canalizaciones eléctricas deben colocarse retiradas a no menos de 0.15 m de ductos de calefacción, conductos, ductos de escape de gases o aire caliente. En caso de no poder obtener esta distancia, la canalización eléctrica deberá aislarse térmicamente en todo el recorrido que pueda ser afectada.

5.39 Las canalizaciones eléctricas no podrán ubicarse en un conducto común con tuberías de gas o combustible, ni a una distancia inferior a 0,6 m en ambientes abiertos. Los enchufes, interruptores y cualquier otro elemento que produzca microarcos eléctricos en su funcionamiento, se considerara parte de la canalización.

NA: conducto se refiere a recinto cerrado, en el cual se puede producir una concentración de gas inflamable, en caso de fuga del mismo, por ejemplo, muebles, shaft, etc.

5.40 Las canalizaciones que se coloquen en entretechos deberán ejecutarse con conductores en tuberías. Si las cajas de derivación quedan en el entretecho éste deberá permitir un tránsito expedito a través de él de modo tal que el acceso a las cajas de derivación sea fácil y expedito, considerando las siguientes dimensiones:

5.40.1 La altura libre sobre el punto en que se coloque una caja de derivación en un entretecho no deberá ser inferior a 0,80 m.

5.40.2 El acceso al entretecho en que vaya colocada una canalización eléctrica debe asegurarse mediante una escotilla o puerta de 0,50 m x 0,50 m como mínimo. La altura mínima del techo sobre el punto en que deberá estar ubicada la escotilla será de 0,80 m.

5.40.3 Se permitirá instalaciones en entretechos que no cumplan las dimensiones establecidas en los párrafos precedentes siempre que las cajas de derivación sean accesibles desde el interior del recinto.

6 Conductores

6.1 Generalidades

6.1.1 La selección de un conductor se hará asegurando una suficiente capacidad de transporte de corriente, una adecuada capacidad de soportar corrientes de cortocircuito, una adecuada resistencia mecánica y un buen comportamiento ante las condiciones ambientales.

6.1.2 La sección nominal de los conductores debe ser alguna de las indicadas en la Tabla Nº 4.1 Los conductores deben cumplir con la resistencia eléctrica máxima indicada en esta tabla, de acuerdo al tipo de conductor.

Tabla Nº 4.1: Conductores de cobre blando, conductividad mínima 100% IACS

Sección Nominal [mm²]	Sección en Sistema Americano [AWG] ó [kcmil]	Resistencia Eléctrica Máxima en corriente continua a 20 °C [ohm/km]		
		Conductores sólidos (a)	Conductores concéntricos, comprimidos o compactados (a)	Conductores flexibles (b)
1,31	16	13,5	13,7	14,9
1,5	-	12,1	12,1	13,3
2,08	14	8,45	8,62	9,58
2,5	-	7,41	7,41	7,98
3,31	12	5,31	5,43	5,98
4	-	4,61	4,61	4,95
5,26	10	3,34	3,41	3,76
6	-	3,08	3,08	3,30
8,37	8	2,10	2,14	2,28
10	-	1,83	1,83	1,91

Sección Nominal [mm²]	Sección en Sistema Americano [AWG] ó [kcmil]	Resistencia Eléctrica Máxima en corriente continua a 20 °C [ohm/km]		
		Conductores sólidos (a)	Conductores concéntricos, comprimidos o compactados (a)	Conductores flexibles (b)
13,3	6	-	1,35	1,46
16	-	-	1,15	1,21
21,1	4	-	0,85	0,92
25	-	-	0,73	0,78
26,7	3	-	0,67	0,73
33,6	2	-	0,53	0,58
35,0	-	-	0,52	0,55
42,4	1	-	0,42	0,46
50,0	-	-	0,39	0,39
53,5	1/0	-	0,34	0,36
67,4	2/0	-	0,27	0,28
70	-	-	0,27	0,27
85	3/0	-	0,21	0,23
95	-	-	0,19	0,21
107	4/0	-	0,17	0,18
120	-	-	0,15	0,16
127	250	-	0,14	0,15
150	-	-	0,12	0,13
152	300	-	0,19	0,13
177	350	-	0,10	0,11
185	-	-	0,01	0,11
203	400	-	0,09	0,10
240	-	-	0,08	0,08
253	500	-	0,07	0,08
300	-	-	0,06	0,06
304	600	-	0,06	0,06
380	750	-	0,05	0,05
400	-	-	0,05	0,05
500	-	-	0,04	0,04
507	1000	-	0,04	0,04
630	-	-	0,03	0,03
633	1250	-	0,03	0,03

Notas:

a) Calibres mm² según IEC 60228.
Calibres AWG y kcmil según UL 1581

b) Calibres mm² según IEC 60228, clase 5 o equivalente.
Calibres AWG y kcmil calculados según IEC 60228

6.2 Especificaciones y condiciones de uso de los conductores

6.2.1 Las condiciones de uso de los distintos tipos de conductores aislados se señalan en la Tabla Nº 4.2.

Tabla Nº 4.2: Características y Condiciones de Uso de Conductores Aislados

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de Aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material Aislamiento	Material Cubierta exterior
				Sección Nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico unipolar, construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; sólido clase 1, cableado clase 2, flexible clase 5, con aislación de policloruro de vinilo PVC/C.	H07V-U H07V-R H07V-K	Apto para ser instalado en ductos y molduras en ambiente seco. En circuitos de baja tensión en instalaciones fijas.	70	1,5 2,5 4 a 6 10 a 16 25 a 35 50 a 70	0,7 0,8 0,8 1,0 1,2 1,4	450/750	PVC	No tiene
Conductor eléctrico unipolar aislado, sin cubierta, no propagador del incendio, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos cuando están expuestos al fuego; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; sólido clase 1, cableado clase 2 y flexible clase 5, con aislación de material termoplástico del tipo TI 7.	H07Z1-U H07Z1-R H07Z1-K	Apto para ser usado en locales de reunión de personas. Puede ser instalado en ductos y molduras. En circuitos de baja tensión en instalaciones fijas, en ambiente seco.	70	1,5 2,5 4 a 6 10 a 16 25 a 35 50 a 70 95 a 120 150 185 240	0,7 0,8 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0 2,2	450/750	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.	No Tiene
Conductor eléctrico unipolar, construido con cobre recocido, cableado, compactado ó comprimido; con aislación de policloruro de vinilo PVC, con cubierta o chaqueta de nylon.	THHN	Apto para ser instalado en ductos, molduras y bandejas (solo tipo THHN/TC a partir del calibre 1/0 AWG). En ambientes secos. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	90	2,08 a 3,31 5,26 8,37 a 13,3 21,2 a 33,6 42,4 a 107 126,7 a 253 304 a 506	0,38 0,51 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	600	PVC	Nylon o similar
Conductor eléctrico unipolar, construido con cobre recocido, cableado, compactado ó comprimido; con aislación de policloruro de vinilo PVC, con cubierta o chaqueta de nylon.	THWN	Apto para ser instalado en ductos, molduras y bandejas (solo tipo THHN/TC a partir del calibre 1/0 AWG). En ambientes secos y húmedos. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	75	2,08 a 3,31 5,26 8,37 a 13,3 21,2 a 33,6 42,4 a 107 126,7 a 253 304 a 506	0,38 0,51 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	600	PVC	Nylon o similar

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de Aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material Aislamiento	Material Cubierta exterior
				Sección Nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableado, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta termoplástica de cloruro de polivinilo (PVC) designación ST2.	RV	Apto para ser instalado directamente enterrado, en ductos, en bandejas, en escalerillas (solo tipo /TC) y al aire libre. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	PVC
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
				500 a 630	2,2			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; flexible clase 5, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta termoplástica de cloruro de polivinilo (PVC) designación ST2.	RV-K	Apto para ser instalado directamente enterrado, en ductos, en bandejas, en escalerillas (solo tipo /TC) y al aire libre. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador flexible para tendido fijo.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	PVC
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
				500 a 630	2,2			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla, no propagador de llama ni del incendio, con baja emisión de gases tóxicos, baja opacidad de humos y bajo índice de	RZ1	Apto para ser usado en locales de reunión de personas. Puede ser instalado directamente enterrado, en ductos, en bandejas, en escalerillas y al aire libre. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de Aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material Aislamiento	Material Cubierta exterior
				Sección Nominal [mm²]	Espesor [mm]			
acidez de los gases de combustión; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableado, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de material termoplástico tipo ST8, libre de halógenos.				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
				500 a 630	2,2			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla, no propagador de llama ni del incendio, con baja emisión de gases tóxicos, baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de combustión; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; flexible clase 5, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de material termoplástico tipo ST8, libre de halógenos.	RZ1-K	Apto para ser usado en locales de reunión de personas. Puede ser instalado directamente enterrado, en ductos, en bandejas, en escalerillas y al aire libre. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador flexible para instalación fija.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
				500 a 630	2,2			
Conductor eléctrico tipo cordón flexible; circular ó plano, construido con 2 ó 3 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; clase 5, con aislación de policloruro de vinilo PVC/D para temperatura de servicio de 70 ºC, con cubierta o revestimiento de PVC/ST5 y rango de voltaje de 300/300 volts.	H03VV-F	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias y para alimentación de electrodomésticos con un esfuerzo mecánico ligero. Puede ser usado en interior, en recintos secos y/o húmedos (no apto para instalación fija o sumergido).	70	0,5	0,5	300/300	PVC	PVC
	H03VVH2-F			0,75	0,5			

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de Aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material Aislamiento	Material Cubierta exterior
				Sección Nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 ó 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de policloruro de vinilo PVC/D para temperatura de servicio de 70 ºC, con cubierta o revestimiento de PVC/ST5 y rango de voltaje de 300/500 volts.	H05VV-F	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias y para alimentación de electrodomésticos con un esfuerzo mecánico medio. Puede ser usado en interior, en recintos secos y/o húmedos (no apto para instalaciones sumergidas)	70	0,75	0,6	300/500	PVC	PVC
				1,0	0,6			
				1,5	0,7			
	H05VVH2-F			2,5	0,8			
				4	0,8			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de goma tipo SE3.	H05RR-F	Apto para ser usado en dispositivos eléctricos ligeros que no estén sometidos a grandes tensiones mecánicas, equipos de mano, electrodomésticos de uso ligero. Puede ser usado en salas secas y húmedas. Solo uso temporal en el exterior. No apto para instalaciones industriales/comerciales o agrícolas. No indicado para alimentar herramientas eléctricas industriales.	60	0,75	0,6	300/500	EPR, EPDM o similar	EPR, EPDM o similar
				1,0	0,6			
				1,5	0,8			
				2,5	0,9			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de policloropreno u otro elastómero sintético equivalente, tipo SE4.	H05RN-F	Apto para alimentar dispositivos ligeros de bajo estrés mecánico. Puede ser usado permanentemente en el exterior, con esfuerzo mecánico normal.	60	0,75	0,6	300/500	EPR, EPDM o similar	Neopreno o similar
				1,0	0,6			
				1,5	0,8			
				2,5	0,9			

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de Aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material Aislamiento	Material Cubierta exterior
				Sección Nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de policloropreno u otro elastómero sintético equivalente, tipo SE4.	H07RN-F	Apto para ser usado en equipos industriales en servicio móvil, para esfuerzo mecánico medio. Puede ser usado en ambiente seco o húmedo así como exteriores. puede ser usado en instalaciones provisionales.	60	1,5	0,8	450/750	EPR, EPDM o similar	Neopreno o similar
				2,5	0,9			
				4 y 6	1,0			
				10 y 16	1,2			
				25 y 35	1,4			
				50 y 70	1,6			
				95 y 120	1,8			
				150	2,0			
				185	2,2			
				240	2,4			
				300	2,6			
				400	2,8			
Conductor eléctrico plano, construido con 2 ó 3 conductores de cobre recocido sólidos, con aislación de PVC y cubierta de PVC para temperatura de servicio de 70 ºC, para un rango de voltaje de 380 volts maximo.	NYIFY	Apto para ser usado en instalaciones domiciliarias en ambientes interiores, sobrepuesto, no necesitan ducto.	70	2x1,5	0,4	380	PVC	PVC
				3x1,5	0,4			
				2x2,5	0,5			
				3x2,5	0,5			
				2x4	0,6			
Conductor eléctrico flexible; plano, construido con 2 ó 3 conductores de cobre recocido, desnudo flexible, con aislación integral de policloruro de vinilo para temperatura de servicio de 70 ºC, para un rango de voltaje de 300 volts. max	SPT-1 SPT-2	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias con un esfuerzo mecánico ligero. NO puede ser usado en circuitos de instalación fija interior o exterior, no debe ser engrapado o clavado a las estructuras sólidas de la instalación o edificación, no debe ser usado en extensiones para enchufes	70	0,52	0,76	300	PVC	No Tiene
				0,82	0,76			
				1,31	1,14			
Conductor cableado o alambre de cobre de temple duro, clase 1, aislación de compuesto Polietileno extruido de color negro, y resistencia a la intemperie	Acometidas	En servicios aéreos como líneas de distribución y en acometidas de empalme	75	4 a 21,2	0,76	600	PE	No Tiene
				25 a 50	1,14			
				53,5 a 185	1,52			

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de Aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material Aislamiento	Material Cubierta exterior
				Sección Nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Cables para instalaciones solares fotovoltaicas que han sido diseñados para resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica, conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 flexible, aislación libre de halógenos, cubierta ignifugada, resistencia a los impactos, a las grasas y aceites, resistencia a abrasión, resistencia a temperaturas ambientales extremas, rayos ultravioletas y al agua, No propagación de la llama Resistencia a los ataques químicos, Temperatura mínima de servicio: -40ºC Temperatura máxima del conductor: 120ºC Temperatura máxima en cortocircuito: 250ºC (máximo 5 s)	PV1-F, ZZ-F o Equivalente, que cumplan con los requisitos para su uso en sistemas fotovoltaicos en conformidad a la norma UNE -EN 50618 o TÜV 2 pfg 1169/08.2007.	Cables flexibles aptos para servicios móviles y para instalación fija tejado o de integración arquitectónica. Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna.	90	1x1,5	4,3	1800 V DC 600/1000 V AC	Elastómero termoestable libre de halógenos (Z) o Goma libre de halógenos (tipo XLEVA según UL / tipo EI6 según TÜV).	Elastómero termoestable libre de halógenos (Z) o Goma ignifugada (tipo XLEVA según UL / tipo EM8 según TÜV).
				1x2,5	5			
				1x4	5,8			
				1x6	6,6			
				1x10	8			
				1x16	8,8			
				1x25	10,5			
				1x35	11,8			

CONSULTA PÚBLICA

6.2.2 Las capacidades máximas de transporte de corriente de los conductores, para las distintas secciones y tipos, se señalan en la Tabla Nº 4.4 para los conductores de cobre aislados y en la Tabla Nº 4.3 para los conductores desnudos. Estas capacidades deben ser consideradas como valores máximos de operación para el dimensionamiento de los cables, utilizando los factores de corrección necesarios por cambios en las condiciones de instalación.

6.2.3 Los valores indicados en la Tabla Nº 4.4 para conductores en ductos o en cables, son aplicables a tres conductores colocados en un mismo ducto o cable. Al conductor de tierra de protección en ningún caso se le considerará como un conductor activo al fijar la capacidad de transporte de corriente.

Tabla Nº 4.3: Capacidad de corriente de conductores de cobre desnudos

Sección Nominal [mm²]	Sistema Americano [AWG] ó [kcmil]	Capacidad de corriente máxima al aire libre a 40 °C. conductor a 80 °C Amperes
8,33	8	98
10		108
13,3	6	124
16	-	131
21,1	4	155
25	-	167
26,7	3	181
33,6	2	209
35	-	210
42,4	1	242
50	-	258
53,5	1/0	282
67,4	2/0	329
70	-	330
85	3/0	382
95	-	406
107	4/0	444
120	-	471
127	250	494
150	-	532
152	300	556
177	350	610
185	-	620
203	400	664
240	-	734
253	500	773
300	-	830
304	600	840
380	750	1.000
400	-	1.030
500	-	1.172
507	1000	1.193
630	-	1.340

Tabla Nº 4.4: Capacidad de transporte de corriente de conductores de cobre aislados.

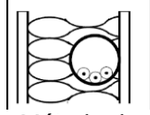
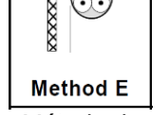
CABLES PARA TENDIDO FIJO TEMPERATURA DE SERVICIO 70 °C. Aplica para los conductores H07V, H07Z1, THWN, NYIFY, ACOMETIDA.				
Sección Nominal [mm²]	**Sección en Sistema Americano [AWG] ó [kcmil]**	A1  Método de Instalación A1. Temp. Ambiente 30 °C	B1 Método de Instalación B1. Temp. Ambiente 30 °C	 Método de Instalación E. Temp. Ambiente 30 °C
1,5	-	14	16	19
2,08	14	16	19	22
2,5	-	18	21	25
3,31	12	21	25	30
4	-	24	28	34
5,26	10	28	34	40
6	-	31	36	43
8,37	8	38	45	53
10	-	42	50	60
13,3	6	50	60	71
16	-	56	68	80
21,1	4	66	80	91
25	-	73	89	101
26,7	3	76	93	106
33,6	2	87	108	122
35	-	89	110	126
42,4	1	100	125	142
50	-	108	134	153
53,5	1/0	116	144	165
67,4	2/0	133	167	191
70	-	136	171	196
85	3/0	153	193	222
95	-	164	207	238
107,2	4/0	176	223	257
120	-	188	239	276
126,7	250	195	248	286
150	-	216	262	319
152	300	217	264	321
177,3	350	239	289	355
185	-	245	296	364
202,7	400	259	315	386
240	-	286	346	430
253,3	500	296	356	446
300	-	328	394	497

Tabla Nº 4.4: Capacidad de transporte de corriente de conductores de cobre aislados (continuación)

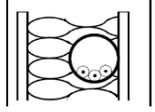
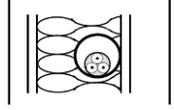
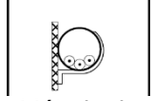
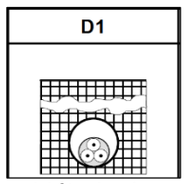
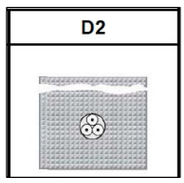
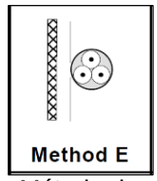
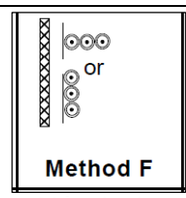
CABLES PARA TENDIDO FIJO TEMPERATURA DE SERVICIO 90 °C. APLICA a THHN, RV, RV-K, RZ1, RZ1-K.					
Sección Nominal [mm²]	**Sección en Sistema Americano [AWG] ó [kcmil]**	A1  Método de Instalación A1. Temp. Ambiente 30 °C	A2  Método de Instalación A2. Temp. Ambiente 30 °C	B1  Método de Instalación B1. Temp. Ambiente 30 °C	B2 Método de Instalación B2. Temp. Ambiente 30 °C
1,5	-	17	17	20	20
2,08	14	21	20	25	24
2,5	-	23	22	28	26
3,31	12	28	26	33	31
4	-	31	30	37	35
5,26	10	37	35	44	41
6	-	40	38	48	44
8,37	8	49	46	59	54
10	-	54	51	66	60
13,3	6	65	61	79	72
16	-	73	68	88	80
21,1	4	86	80	105	95
25	-	95	89	117	105
26,7	3	99	92	122	109
33,6	2	114	106	141	125
35	-	117	109	144	128
42,4	1	132	122	163	144
50	-	141	130	175	154
53,5	1/0	152	140	188	165
67,4	2/0	175	161	217	190
70	-	179	164	222	194
85	3/0	201	185	251	218
95	-	216	197	269	233
107,2	4/0	232	212	290	251
120	-	249	227	312	268
126,7	250	257	234	322	277
150	-	285	259	342	300
152	300	287	261	344	302
177,3	350	316	287	374	331
185	-	324	295	384	340
202,7	400	342	312	405	358
240	-	380	346	450	398
253,3	500	392	357	464	410
300	-	435	396	514	455

Tabla Nº 4.4: Capacidad de transporte de corriente de conductores de cobre aislados (continuación).

CABLES PARA TENDIDO FIJO TEMPERATURA DE SERVICIO 90°C. APLICA a THHN, RV, RV-K,RZ1, RZ1-K.					
Sección Nominal [mm²]	**Sección en Sistema Americano [AWG] ó [kcmil]**	 Método de Instalación D1. Temp. Ambiente 20°C	 Método de Instalación D2. Temp. Ambiente 20°C	 Método de Instalación E. Temp. Ambiente 30°C	 Método de Instalación F. Temp. Ambiente 30°C
1,5	-	25	35	23	-
2,08	14	30	41	28	-
2,5	-	33	45	32	-
3,31	12	38	53	38	-
4	-	42	59	42	42
5,26	10	48	69	50	50
6	-	52	74	54	55
8,37	8	63	89	67	68
10	-	68	98	75	77
13,3	6	80	114	89	93
16	-	89	126	100	105
21,1	4	103	147	114	126
25	-	113	161	127	141
26,7	3	117	167	133	147
33,6	2	132	189	154	172
35	-	136	194	158	176
42,4	1	150	216	178	200
50	-	159	230	192	216
53,5	1/0	170	245	207	234
67,4	2/0	192	278	240	273
70	-	197	282	246	279
85	3/0	218	315	278	318
95	-	232	339	298	342
107,2	4/0	248	362	322	371
120	-	263	386	346	400
126,7	250	270	396	358	415
150	-	296	431	399	464
152	300	299	437	402	468
177,3	350	325	474	444	518
185	-	332	486	456	533
202,7	400	349	510	483	567
240	-	382	563	538	634
253,3	500	393	576	557	657
300	-	431	629	621	736

Notas:

a) Estos valores de capacidad de corriente aplican para cables aislados sin armadura.
b) Para tensiones nominales que no excedan 1 kV CA ó 1,5 kV CC.
c) En instalaciones donde los ductos y los cables no están expuestos directamente a radiación solar.
d) Se deben respetar las condiciones de uso para cada tipo de cable, de acuerdo a lo indicado en Tabla Nº 5.2.
e) Las características de los distintos métodos de instalación se indican a continuación:

Método de Instalación A1:	Hasta tres conductores monopolares con carga, instalados en ductos embutidos en paredes.
Método de Instalación A2:	Cables multiconductores (3 conductores con carga) instalados en ductos embutidos en paredes.
Método de Instalación B1:	Hasta tres conductores monopolares instalados en ductos o en bandejas adosadas a paredes.
Método de Instalación B2:	Cables multiconductores (3 conductores con carga) instalados en ductos o en bandejas adosadas a paredes.
Método de Instalación D1:	Cables monoconductores o multiconductores (3 conductores con carga) instalados en ductos enterrados.
Método de Instalación D2:	Cables con cubierta, monoconductores o multiconductores (3 conductores con carga) instalados directamente enterrados.
Método de Instalación E:	Cables multiconductores (3 conductores con carga) instalados libremente al aire, en escalerillas porta conductores o en canastillos porta conductores o en bandejas perforadas.
Método de Instalación F:	Cables monoconductores (3 conductores con carga), en contacto y en disposición plana, instalados libremente al aire, en escalerillas porta conductores o en canastillos porta conductores o en bandejas perforadas. Para instalaciones enterradas se considera una profundidad de 0,7 metros y una resistividad térmica del suelo de 1 K*m/W.

Tabla Nº 4.5: Intensidades de corriente admisible en amperes para conductores aislados de uso móvil, cables planos y similares.

Sección Nominal [mm²]	**Sección correspondiente en Sistema Americano [AWG] ó [kcmil]**	**CABLES TIPO H03VV, H05VV, H05RR, H05RN, H07RN, SPT. Método de Instalación E**
		Temp. Ambiente 30°C
0,5	-	3
0,75	-	6
1	-	10
1,5	-	18,5
2,08	14	22
2,5	-	25
3,31	12	30
4	-	34
5,26	10	40
6	-	43
8,37	8	53
10	-	60
13,3	6	71
16	-	80
21,1	4	91
25	-	101
26,7	3	106
33,6	2	122
35	-	126
42,4	1	142
50	-	153
53,5	1/0	165
67,4	2/0	191
70	-	196
85	3/0	222
95	-	238
107,2	4/0	257

120	-	276
126,7	250	286
150	-	319
152	300	321
177,3	350	355
185	-	364
202,7	400	386
240	-	430
253,3	500	446
300	-	497

Notas:

a) Estos valores de capacidad de corriente, aplican para cables aislados sin armadura.
b) Para tensiones nominales que no excedan 1 kV CA ó 1,5 kV CC.
c) En instalaciones donde los cables no están expuestos directamente a radiación solar.
d) Se deben respetar las condiciones de uso para cada tipo de cable de acuerdo a lo indicado en la Tabla Nº 4.2.

6.2.4 Si el número de conductores activos colocados en un mismo ducto o cable excede de tres, se deberá disminuir la capacidad de transporte de corriente de cada uno de los conductores individuales de acuerdo al factor de corrección f_n indicado en la Tabla Nº 4.6.

Tabla Nº 4.6: Factor de Corrección de Capacidad de Transporte de Corriente por Cantidad de Conductores en Ductos.

Cantidad de conductores	Factor de corrección f_n
4 a 6	0,8
7 a 24	0,7
25 a 42	0,6
sobre 42	0,5

6.2.5 En igual forma, si la temperatura ambiente excede de 30 ºC o si la temperatura del suelo, en instalaciones subterráneas, excede 20 °C, la capacidad de transporte de los conductores se deberá disminuir de acuerdo al factor de corrección f_t indicado en la Tabla Nº 4.7.

Tabla Nº 4.7: Factores de corrección de capacidad de transporte de corriente f_t por variación de temperatura ambiente.

Temperatura Ambiente [°C]	Temperatura de servicio 70°C Cables tipo H07V, H07Z1, THWN, NYIFY, ACOMETIDA, H03VV, H05VV, H05RR, H05RN, H07RN, SPT.	TEMPERATURA DE SERVICIO 90°C Cables tipo RV, RV-K, RZ1, RZ1-K, THHN.	
	Métodos de Instalación A1, B1, E	Métodos de Instalación A1, A2, B1, B2, E	Método de Instalación D1 y D2*
5-10	1,22	1,15	1,07
11-15	1,17	1,12	1,04
16-20	1,12	1,08	1,00
21-25	1,06	1,04	0,96
26-30	1,00	1,00	0,93
31-35	0,94	0,96	0,89
36-40	0,87	0,91	0,85
41-45	0,79	0,87	0,80
46-50	0,71	0,82	0,76
51-55	0,61	0,76	0,71
56-60	0,50	0,71	0,65

Nota: Para métodos de instalación subterránea, se considera la temperatura del suelo como temperatura ambiente.

6.2.6 Si la temperatura ambiente y/o la cantidad de conductores exceden los valores fijados en las tablas, la capacidad de corriente máxima corregida, para cada conductor estará fijada por la expresión:

$$I_c = I_t \times f_n \times f_t$$

Siendo:

I_c: La capacidad de corriente máxima corregida.

I_t: La corriente de la Tabla 5.4.

f_n: Factor de corrección según Tabla 5.6.

f_t: Factor de corrección según Tabla 5.7.

6.2.7 Identificación de conductores.

6.2.7.1 Los conductores deberán ser marcados según lo indique la certificación de aprobación correspondiente, y a falta de ésta, tomar como referencia la norma de fabricación. La identificación deberá ser mediante impresión o reproducción en relieve, sobre o, en la aislación o cubierta.

6.2.7.2 Las características a indicar de los conductores, será a lo menos lo siguiente (o lo que indique la norma de producto respectiva):

6.2.7.2.1 Nombre del fabricante o su marca registrada.
6.2.7.2.2 País de fabricación del producto.
6.2.7.2.3 Tipo de conductor, según norma. Por ejemplo, H07V-U.
6.2.7.2.4 Sección en mm2 para las secciones métricas, y sección en mm2 y en paréntesis el número AWG ó kcmil para secciones AWG ó kcmil.
6.2.7.2.5 Tensión de servicio. Corresponde a la tensión entre fases.
6.2.7.2.6 Temperatura de servicio en grados Celsius (ºC).
6.2.7.2.7 Número de certificado de aprobación del producto para aquellos conductores afectos a esta exigencia.

6.2.7.3 En el caso de ser impresa, esta inscripción deberá hacerse en un color de contraste con el color de la aislación o cubierta del conductor, de modo tal que esta información sea fácilmente legible y se deberá repetir con un espaciamiento máximo de 0,50 m entre el término y el comienzo de la siguiente marca, en toda la longitud del conductor.

6.2.8 Los radios de curvatura de conductores aislados no deberán ser menores a:

6.2.8.1 Cables con conductor de cobre flexible 4 veces el diámetro exterior.

6.2.8.2 Cables con conductor de cobre alambre o cableado concéntrico 8 veces el diámetro exterior.

6.2.8.3 Cables apantallados 12 veces el diámetro exterior.

7 Sistemas de canalización

7.1 Disposiciones generales

7.1.1 Los sistemas de canalización eléctrica aceptados en el ámbito de aplicación de este pliego técnico son los siguientes:

7.1.1.1. Conductores desnudos sobre aisladores.
7.1.1.2. Conductores aislados sobre aisladores.
7.1.1.3. Cables de aislación mineral.
7.1.1.4. Cables planos.
7.1.1.5. Conductores aislados sobre soportes.
7.1.1.6. Conductores en molduras y bandejas portaconductores no metálicas livianas para usos habitacionales o similares.
7.1.1.7. Conductores en Pilares de Servicio.
7.1.1.8. Conductores en canalizaciones subterráneas.
7.1.1.9. Conductores en Bandejas Portaconductores tipo industrial.
7.1.1.10. Conductores en Escalerillas Portaconductores.
7.1.1.11. Conductores en Canastillos Portaconductores.
7.1.1.12. Conductores en Canaletas.
7.1.1.13. Ducto barras.
7.1.1.14. Conductores en tuberías.

7.1.2 Los sistemas de canalización que se instalen según lo indicado en esta sección, deberán considerar las medidas de protección para garantizar la seguridad, los requisitos para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación para el uso previsto y las características apropiadas al ambiente en que prestarán servicio.

7.1.3 Todos los sistemas de canalización deberán cumplir las siguientes condiciones:

7.1.3.1. Ser de tipo incombustible o autoextinguiente.

7.1.3.2. Resistente a los impactos, compresiones y deformaciones, en general, tener una resistencia mecánica suficiente como para soportar los esfuerzos a que se verán sometidas durante su manipulación, montaje y uso.

7.1.3.3. Resistente a la acción del sol (rayos UV), la humedad, de hongos, agentes químicos y corrosivos, según las condiciones en que prestarán servicio.

7.1.4 La selección del tipo de canalización en cada instalación particular, se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado entre los indicados en el artículo 7.1.1 precedente.

7.1.5 Las canalizaciones eléctricas no se instalarán debajo de elementos que pudieran producir condensación o filtraciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas.

7.1.6 En un mismo conducto, shaft o canal de una construcción, solo se podrán instalar canalizaciones eléctricas y comunicación o control.

7.1.7 Las canalizaciones eléctricas y comunicación o control, instaladas al interior de un mismo conducto, shaft o canal de una construcción, se deberán separar y distanciar adecuadamente para evitar influencias electromagnéticas.

7.1.8 Las canalizaciones instaladas sobrepuestas, a la vista u ocultas, deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones, considerando para esto accesos y distanciamientos con otros elementos.

7.1.9 Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la Tabla Nº 4.8, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones indicadas en el presente pliego técnico.

Tabla Nº 4.8: Elección de las canalizaciones

Conductores y cables	Sistemas de canalización									
	Cable con aislamiento mineral-Cables planos sin fijación		Cable con aislamiento mineral-Cables planos con Fijación directa	Tuberías (Ductos)	Molduras y bandejas portaron-ductores	Pilares de servicio	Escalerillas porta conductores Bandejas industriales Canastillos portaron-ductores	Conductores desnudos y conductores aislados sobre aisladores	Cables sobre soportes	Ductos barra
Conductores desnudos	-		-	+	-	-	-	+	-	+
Conductores aislados	-		-	+	+	+	-	+	-	-
Cables aislados con cubierta exterior.	Multipolares	+	+	+	+	+	+	0	+	-
	Unipolares	0	+	+	+	+	+	0	+	-

+: Admitido
-: No admitido
0: No aplicable o no utilizado en la práctica
*: Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con una herramienta o una acción manual imprtante y la canal es IP 4X ó IP XXD

Nota: Conductor desnudo en tubería se permite si es único y solo para conductores Tierra de Servicio y Tierra de Protección.

7.1.10 Los sistemas de instalación de las canalizaciones, en función de la situación deben estar de acuerdo con la Tabla Nº 4.9.

Tabla Nº 4.9: Situación de las canalizaciones

		Cables de aislamiento mineral Cables planos Sin fijación	Cables de aislamiento mineral Cables planos Fijación directa	Tuberías (Ductos)	Molduras y bandejas portaron-ductores	Pilares de servicio	Escalerillas protacon-ductores Bandejas industriales Canastillos portaron-ductores	Conducto-res desnudos y conducto-res aislados sobre aisladores	Cables sobre soportes	Ductos barra
Conducto o Shaft.	accesibles	+	+	+	+	0	+	-	0	0
	no accesibles	+	0	+	0	0	0	-	-	0
Canaletas		+	+	+	+	0	+	-	-	0
Canalizaciones subterráneas		+	0	+	+	0	0	-	-	0
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	0	0	-	-	0
En montaje superficial		-	+	+	+	+	+	+	-	+
Aéreo		-	-	(*)	+	+	+	+	+	+

+: Admitido
-: No admitido
0: No aplicable o no utilizado en la práctica
(*): No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida

7.2 Conductores desnudos sobre aisladores

7.2.1 Los conductores desnudos empleados en canalizaciones eléctricas deberán ser de cobre y podrán ser macizos, cableados, tubulares o de barras de formas cilíndrica, rectangular, elipsoidal u otra.

7.2.2 Solo podrán utilizarse conductores desnudos sobre aisladores como sistema de canalización en líneas aéreas a la intemperie, en subestaciones o locales de maniobra accesibles únicamente a personal calificado y en sistemas de barras trole para equipos desplazables.

7.2.3 Aún cumpliendo las disposiciones definidas en el párrafo anterior, no podrán utilizarse conductores desnudos sobre aisladores en locales peligrosos, en locales húmedos o mojados ni en donde queden expuestos a la acción de vapores corrosivos, a excepción de instalaciones en salas de baterías de acumuladores.

7.2.4 Las instalaciones de líneas aéreas desnudas a la intemperie sólo se aceptarán en zonas de tránsito escaso o nulo, como por ejemplo zonas no cultivables de predios agrícolas. En general, no se aceptará su uso en locales de reunión de personas e industriales.

7.2.5 Las líneas aéreas desnudas a la intemperie se montarán sobre postes de altura suficiente como para asegurar que la distancia entre el conductor más bajo y el suelo, en su punto y condiciones de flecha máxima, será como mínimo de 5 m.

7.2.6 La sección mínima de los conductores para líneas aéreas a la intemperie será de 4 mm^2 para vanos no superiores a 10 m, de 6 mm^2 para vanos de hasta 30 m y de 10 mm^2 para vanos de hasta 45 m. La sección a emplear en vanos superiores deberá ser justificada mediante cálculo, cumpliendo las prescripciones del Reglamento de Seguridad de Instalaciones destinadas a la Producción, Transformación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica.

7.2.7 La distancia mínima entre los conductores en una línea aérea de conductores desnudos, medida en los puntos de apoyo, será de 20 cm para vanos de hasta 30 m y de 30 cm para vanos superiores.

7.2.8 Bajo condiciones climáticas muy severas se adoptarán las medidas necesarias para asegurar una adecuada resistencia mecánica de la línea y para dimensionarla se procederá según las exigencias del capítulo sobre Líneas Aéreas del Reglamento de Seguridad de Instalaciones destinadas a la Producción, Transformación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica.

7.2.9 Las secciones máximas de conductores desnudos que se colocarán sobre aisladores se fijarán según la Tabla Nº 4.10.

Tabla Nº 4.10: Secciones Máximas de Conductores sobre Aisladores

Tipo de aislador	Dimensión básica del aislador [mm] (*)	Sección del conductor [mm^2]	
		Desnudo	Aislado
Carrete	Φ 51	35	16
	Φ 57	70	35
	Φ 76	120	70
Campana	h 72	25	10
	h 80	70	35
	h 100	120	70
	h 145	150	95
Rollo	h 25	-	2,5
	h 32	-	6
	h 36	-	10
	h 40	-	16

(*) Φ = diámetro; h = altura

7.2.10 Además de las exigencias indicadas en los literales anteriores la construcción de una línea aérea deberá cumplir, en general, las disposiciones indicadas en el Reglamento de Seguridad de Instalaciones destinadas a la Producción, Transformación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica.

7.2.11 La separación vertical entre conductores de distinta polaridad, en función de la distancia entre apoyos o vanos, se fijará de acuerdo a la Tabla Nº 4.11. En caso de tendidos en que los conductores queden en un plano horizontal la separación se fijará de acuerdo al Reglamento de Seguridad de Instalaciones destinadas a la Producción, Transformación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica.

Tabla Nº 4.11: Distancia Mínima entre Conductores de Distinta Polaridad

Distancia entre apoyos o vanos [m]	Distancia entre conductores [cm]
Hasta 2	5
Sobre 2 hasta 4	10
Sobre 4 hasta 6	15
Sobre 6 hasta 30	20
Sobre 30	30

7.3 Conductores aislados sobre aisladores.

7.3.1 Los conductores aislados montados sobre aisladores sólo podrán instalarse en sitios en que no queden expuestos a daños mecánicos causados por personas u objetos que se manipulen en sus proximidades.

7.3.2 Está prohibida la instalación de conductores aislados sobre aisladores en lugares o recintos que presenten riesgos de incendio o de explosión, en locales comerciales, en teatros y locales de reunión de personas, en estudios de cine o televisión, en pozos de ascensores o montacargas, o similares.

7.3.3 En líneas aéreas a la intemperie formada por conductores aislados sobre aisladores, el conductor inferior a la línea en su punto más bajo deberá tener una altura mínima de 4,0 m sobre el nivel del suelo. Esta altura deberá aumentarse en zonas de tránsito de vehículos de carga de modo de permitir el paso libre del más alto de éstos y podrá disminuirse hasta un mínimo de 3,0 m si la línea se tiende vecina a un muro en toda su extensión siempre que no existan ventanas o accesos en ese muro.

7.3.4 Las secciones mínimas para las líneas aéreas aisladas a la intemperie serán las mismas prescritas en el punto 7.2.6.

7.3.5 La distancia vertical mínima entre conductores de líneas aéreas aisladas a la intemperie será de 15 cm.

7.3.6 Las líneas aéreas a la intemperie con conductores aislados deberán cumplir lo indicado en los puntos 7.2.8 y 7.2.10 y los conductores empleados deberán ser los adecuados para este tipo de instalaciones de acuerdo a lo prescrito en la Tabla Nº 4.2.

7.3.7 En instalaciones bajo techo la distancia entre el conductor más bajo de una línea sobre aisladores y el piso no debe ser inferior a 2,5 m. En caso que los conductores pasen sobre zonas transitadas o que las condiciones del proceso realizado lo exijan deberá aumentarse esta altura mínima de acuerdo a esas condiciones.

7.3.8 La distancia máxima de luz entre los aisladores de apoyo para las líneas aisladas bajo techo será de 6 m si la línea se apoya en muros o superficies similares, tanto para recorridos horizontales como verticales. La sección mínima a utilizar en los conductores, en estos casos, será 2,5 mm^2.

7.3.9 La distancia mínima entre los conductores y la superficie o parte que le sirve de apoyo será de 1,5 cm en recintos secos y limpios. Esta distancia se aumentará a 3 cm en recintos húmedos, mojados o ambientes con polvos en suspensión.

7.3.10 Para las condiciones consideradas en 7.3.1 a 7.3.9, la distancia mínima entre conductores de distinta polaridad será de 1,5 cm para tensiones de servicio hasta 400 V y de 3 cm para tensiones de servicio superiores.

7.3.11 Las secciones máximas de conductores aislados en los distintos tipos de aisladores se fijarán de acuerdo a la Tabla Nº 4.10.

7.3.12 Las derivaciones deberán hacerse en los puntos de apoyo y se aislarán convenientemente. En los puntos de derivación, la distancia entre el conductor y la superficie o pieza de apoyo no debe ser inferior a 2 cm.

7.3.13 Los conductores de la línea sobre aisladores deberán asegurarse a los aisladores mediante amarras; estas amarras serán de material aislante o de conductores eléctricos aislados que tengan el mismo tipo de aislación que el conductor de la línea y la amarra se hará de modo de evitar que estos conductores formen una espira cerrada.

7.3.14 Las amarras de líneas hasta 4 mm^2 de sección deberán tener una resistencia mecánica equivalente a la de un conductor de cobre de 1,5 mm^2; para secciones hasta de 10 mm^2 a la de 2,5 mm^2; para secciones superiores, la resistencia mecánica de la amarra deberá ser equivalente a la de un conductor de cobre de 8,37 mm^2.

7.3.15 Las bajadas desde una línea aérea se harán en cables multiconductores o con conductores en ductos que aseguren una protección mecánica adecuada de los conductores. Las líneas que atraviesan muros deberán hacerlo en ductos.
En igual forma la entrada de los conductores a una roseta o equipo debe estar protegida por un ducto de no menos de 10 cm. de largo.

7.3.16 La entrada de los conductores en ductos y cajas de paso o derivación, se deberán hacer sin tensión mecánica y se protegerán mediante prensaestopas o accesorios similares que impidan la penetración de cuerpos extraños. En los puntos de entrada de los conductores a ductos o cajas deberán ir aisladores de apoyo.

7.4 Cables de aislación mineral (MI)

7.4.1 El cable MI es un cable con uno o más conductores de aislación mineral refractaria, altamente comprimida y con una cubierta externa continua de cobre, estanca a los líquidos, vapores y gases, y que, junto a sus accesorios diseñados especialmente para este uso, forman un sistema continuo de canalización.

7.4.2 El uso del cable MI está permitido en los siguientes casos:

7.4.2.1. En tendido de alimentadores y líneas de circuito.

7.4.2.2. En ambientes secos, húmedos o mojados.

7.4.2.3. En interiores o a la intemperie.

7.4.2.4. A la vista, embutido o subterráneo con protección adicional para daños físicos y corrosión.

7.4.2.5. En ambientes peligrosos de cualquier naturaleza.

7.4.2.6. En lugares en que se manipulen lubricantes o gasolina.

7.4.2.7. En cualquier ambiente corrosivo que no dañe la cubierta de cobre.

7.4.3 No se permite el uso de cable MI en ambientes corrosivos que dañen la cubierta, excepto si ésta se protege mediante un material adecuado para estas condiciones.

7.4.4 Cuando se instale a la vista, el cable MI deberá fijarse en forma segura a la superficie sobre la cual está tendido, mediante un sistema de sujeción, amarras, grapas o soportes ubicados a distancias no superiores a 0,5 m en tramos rectos o a una distancia menor que determine la buena práctica, cuando se produzcan cambios de dirección en su trazado.

7.4.5 Cuando sea necesario curvar un cable MI, las curvas se harán con herramientas especializadas, evitando dañar la cubierta y la aislación; el radio interior mínimo de la curva será el siguiente:

a) Cinco veces el diámetro exterior de la envoltura metálica, cuando el cable no tenga más de 19 mm de diámetro exterior.
b) Diez veces el diámetro exterior de la envoltura metálica, cuando el cable tenga más de 19 mm, pero no más de 25 mm de diámetro exterior.

7.4.6 Para unir los cables MI a cajas de derivación, gabinetes y/o cajas de conexión de equipos, deberán utilizarse sólo aquellos accesorios construidos y aprobados exclusivamente para este uso.

7.4.7 En todos los extremos del cable MI, aun cuando éstos queden en el interior de cajas gabinetes o equipos, se deberá colocar una pieza de sello construida y aprobada para este fin, con la finalidad de evitar que penetre la humedad en el compuesto mineral de aislación.

7.5 Cables planos

7.5.1 Los cables planos son conjuntos de dos, tres o cuatro conductores aislados dispuestos en forma paralela, en una capa y envueltos por una chaqueta aislante independiente de la aislación de cada conductor individual; el conjunto forma un cable de sección transversal rectangular del tipo NYIFY o similares.

7.5.2 Los cables planos sólo podrán usarse en instalaciones bajo techo, sobrepuestas y en montaje fijo en superficies. En ningún caso podrán apoyarse sobre material combustible, como madera.

7.5.3 En el caso de colocarse embutidos podrán quedar directamente bajo o en el revoque, sea éste de mortero de cemento o yeso. No podrán instalarse ocultos o embutidos en tabiques cuya estructura, recubrimiento y/o relleno sean madera u otros materiales combustibles.

7.5.4 Los cables planos deberán afianzarse a las superficies o puntos de soporte mediante abrazaderas o grapas metálicas resistentes a la oxidación o de material plástico de resistencia y flexibilidad adecuadas.

7.5.5 En casas o construcciones de madera o materiales combustibles no se permitirá el empleo de cables planos como sistema de canalización.

7.5.6 Al emplear cables planos como sistema de canalización deberá emplearse cajas de derivación y accesorios aprobados para este uso.

7.5.7 Las capacidades de transporte de corriente de los cables planos se fijarán de acuerdo a la Tabla Nº 4.4, Método E, para una temperatura de servicio de 70 ºC.

7.6 Conductores aislados sobre soportes

7.6.1 Podrán utilizarse en este sistema de canalización sólo cables multiconductores de los tipos RV, RV-K; RZ1-K, Acometida o similares.

7.6.2 Al usar este sistema de canalización los conductores no deberán quedar expuestos a daños mecánicos. La altura mínima de montaje será de 2 m en tramos horizontales, en su condición más desfavorable. Se permitirán bajadas verticales pero deberán protegerse con una cubierta resistente bajo 1,2 m.

7.6.3 Los soportes podrán ser metálicos o no metálicos y estar formados por sistemas de abrazaderas, rieles y abrazaderas, u otros similares. La distancia máxima entre ellos será de 1,5 m.

7.6.4 La separación mínima entre el cable y la superficie de apoyo del soporte será de 1 cm. No se acepta este tipo de canalización sobre superficies combustibles o con riesgo de explosión.

7.6.5 Para cables de secciones superiores a 50 mm^2 deberán usarse abrazaderas de materiales no magnéticos.

7.6.6 Si se colocan varios cables en un tendido paralelo, la distancia entre cable y cable debe ser a lo menos igual al diámetro del cable de menor sección con un mínimo de 1 cm.

7.6.7 La capacidad de transporte de corriente de los cables sobre soportes, se fijará de acuerdo a la Tabla Nº 4.4, Método F.

7.7 Conductores en molduras y bandejas portaconductores no metálicas livianas para usos habitacionales o similares

7.7.1 Las molduras y bandejas no metálicas portaconductores livianas, para usos habitacionales o similares, son perfiles de material no metálico, de sección cuadrada, rectangular u otra, de tapa removible, que en conjunto con sus aparatos y accesorios forman un sistema completo de canalización. Su sistema de ajuste y cierre será tal que ninguno de sus componentes podrá ser removido sin ayuda de una herramienta.

7.7.2 Para instalación con este tipo de canalización, se deberá considerar que debe mantenerse un grado de protección uniforme a lo largo de todo su recorrido, en conjunto con sus aparatos complementarios; un grado IP mínimo de IP 51 y una protección contra choques mecánicos de un IK 07 según Anexo 4.1

7.7.3 Las características mínimas de las molduras serán las indicadas en la Tabla Nº 4.12

Tabla Nº 4.12: Características mínimas de las molduras.

Característica	Grado
Resistencia al impacto	0,5J (muy ligera)
Temperatura mínima de instalación y servicio	- 5ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60ºC
Continuidad eléctrica	Sin/con continuidad eléctrica*
Característica de aislamiento eléctrico	Sin/con aislamiento eléctrico**
Resistencia mínima a la penetración de objetos sólidos y acceso a partes peligrosas	IP 51 D
Resistencia a la penetración de agua	IP 51
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador
Nota: * Con continuidad para molduras metálicos. Nota: ** Con aislamiento para molduras no metálicos.	

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según lo definido en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61084-2-1.

7.7.4 Las molduras y bandejas portaconductores no metálicas livianas serán no propagadoras de la llama de acuerdo a los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC IEC 61084-1.

7.7.5 Dentro de este campo de aplicación, vale decir en usos habitacionales o similares, se denominará moldura a aquellos perfiles que por la dimensión reducida de su sección transversal, requieren que sus aparatos complementarios sean montados en forma anexa, y se denominará bandeja a aquellos perfiles en que la dimensión de su sección transversal permite el montaje de los aparatos en su interior.

NA: Se entenderá por aparato complementario, en el sentido de este artículo, a los interruptores y enchufes.

7.7.6 Tanto las molduras como las bandejas portaconductores, en el alcance de esta sección, podrán usarse solo a la vista, sobrepuestas en paredes y muros de habitaciones, oficinas y recintos similares de ambiente seco y limpio. Deberán ser accesibles en todo su recorrido; solo se exceptúa esta exigencia de accesibilidad en cruces de muro de una habitación a otra.

7.7.7 Las bandejas que se instalen en locales de reunión de personas, deberán ser adecuadas para soportar la acción de la humedad y agentes químicos, resistentes a las compresiones y deformaciones por efecto del calor, en condiciones similares a las que encontrará en su manipulación y uso. Además, de estas características deberá agregarse que, en caso de combustión deberán arder sin llama, no emitir gases tóxicos estar libres de materiales halógenos y emitir humos de muy baja opacidad.

7.7.8 No se podrán instalar molduras o bandejas en recintos húmedos, con polvo en suspensión en ambientes que presenten riesgo de incendio o explosión; tampoco podrán ser instaladas ocultas.

7.7.9 Tanto en uniones como en derivaciones o cambios de dirección de la canalización, sólo podrán usarse los accesorios aprobados como componentes del sistema para estas funciones. Queda prohibido solucionar alguna de estas condiciones mediante cortes del perfil principal y adaptaciones de forma para evitar el uso de los citados accesorios.

7.7.10 Las molduras y bandejas podrán ser simples o compuestas; en las compuestas un tabique fijo o removible permitirá dividir la sección transversal en dos o más sectores.

7.7.11 En molduras o bandejas compuestas, se permitirá llevar por separado, en cada una de las secciones en que éstas están divididas, conductores de distintas tensiones y/o servicios.

NA: Se entenderá como conductores de distintos servicios a los correspondientes a potencia, comunicaciones, datos o control.

7.7.12 La cantidad máxima de conductores a instalar en una moldura o bandeja portaconductores se fijará de forma que el área útil ocupada por los conductores no exceda el 40% del área útil de la moldura. Se deberán aplicar los factores de corrección indicados en los puntos 6.2.4 y 6.2.5.

7.8 Conductores en pilares de servicio

7.8.1 Un pilar de servicio es un perfil metálico o no metálico, cerrado, destinado a ser usado en ambientes secos y limpios, generalmente en oficinas, o situaciones similares, construidas en la modalidad conocida como de planta libre; su finalidad es proporcionar conexión a los enchufes, necesarios para energizar los equipos de escritorio ubicados en posiciones que quedan fuera de alcance de los circuitos de enchufes murales. Ver Anexo N° 4.2

7.8.2 Los pilares de servicio cumplirán con los requisitos establecidos en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC IEC 61084-2-4.

7.8.3 Las características mínimas de los pilares de servicio serán las indicadas en la Tabla Nº 4.13.

Tabla Nº 4.13: Características mínimas de los pilares de servicio

Característica	Grado
Resistencia al impacto	2J (media)
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60 ºC
Continuidad eléctrica	Sin/con continuidad eléctrica*
Característica de aislamiento eléctrico	Sin/con aislamiento eléctrico
Resistencia mínima a la penetración de objetos sólidos y acceso a partes peligrosas	No inferior a IP 41
Resistencia a la penetración de agua	IP 41

Resistencia a la propagación de la llama	No propagador
Nota: * Con continuidad para pilares metálicos. Nota: ** Con aislamiento para pilares no metálicos.	

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61084-2-4.

7.8.4 Se aceptará canalizar a través de un pilar de servicio los conductores correspondientes a no más de cuatro circuitos de enchufes, teniendo presente que no se puede utilizar más del 40% de su sección transversal, aplicando los factores de corrección indicados en los puntos 6.2.4 y 6.2.5 del presente pliego, según corresponda.

7.8.5 Los pilares de servicio se conectarán a las canalizaciones fijas del edificio sólo mediante tuberías metálicas flexibles y sus correspondientes accesorios aprobados por el fabricante.

7.8.6 Se aceptará que los pilares de servicio se usen como medio de canalización de bajada para circuitos de comunicación o de señales de sistemas de procesamiento de datos, siempre que se instalen en un compartimento separado de los circuitos de alimentación. Los eventuales efectos de interferencia que puedan producirse deberán ser previstos y solucionados por los especialistas de aquellas disciplinas.

7.8.7 Los enchufes utilizados para instalar en pilares de servicio serán del tipo que permita su montaje sin necesidad de caja de derivación.

7.8.8 Los pilares de servicio metálicos deberán ser aterrizados mediante un conductor de protección y los circuitos canalizados a través de ellos deberán estar protegidos mediante protecciones diferenciales, sin excepción.

7.9 Conductores en canalizaciones subterráneas.

7.9.1 Se entenderá por canalización subterránea a aquella en que los ductos van enterrados directamente en el suelo. No se considerará canalización subterránea a aquella que se instale en el radier de una construcción, a menos que se instalen cámaras en su trayecto, que estén a la intemperie y produzcan discontinuidad de ductos, en cuyo caso, deben emplearse conductores adecuados para ello.

7.9.2 Al realizar un proyecto de canalizaciones subterráneas, deberá efectuarse un estudio cuidadoso de las condiciones del terreno y las instalaciones; en función de estas condiciones se determinará el tipo de canalización a emplear y sus características de construcción. Entre las condiciones de terreno que afectan a las características de las canalizaciones subterráneas está la presencia de napas freáticas superficiales, nivel de precipitaciones pluviales en la zona, estabilidad, composición química del terreno, etc.

7.9.3 No se permite el tendido de conductores directamente en tierra.

7.9.4 Se podrán usar como sistema de canalización subterránea tuberías metálicas y tuberías no metálicas de acuerdo a lo dispuesto en el punto 7.15.35.

7.9.5 En las canalizaciones subterráneas se considerará el uso de cámaras tipos A, B o C, especificadas en el punto 7.9.7.14.

7.9.6 En canalizaciones subterráneas está prohibido el uso de conductores designados como para instalarse en ambientes secos o húmedos, en particular los tipos THW, THHN, THWN, NSYA, H07V-K, H07V-R, H07V-U, H07Z1-K, H07Z1-R H07Z1-U7Z1-R.

7.9.7 Condiciones de instalación de canalizaciones subterráneas

7.9.7.1 El diámetro mínimo del ducto de una canalización subterránea no debe ser inferior a 25 mm.

7.9.7.2 Los ductos se colocarán en una zanja de ancho y profundidad suficiente, considerando que deberán cumplir lo indicado en Tabla 4.4, exigiéndose una profundidad mínima de 0,80 m en zonas de tránsito de vehículos livianos y un estudio particular para tránsito pesado.

7.9.7.3 El fondo de la excavación deberá emparejarse con una capa de arena y los ductos deberán tener una pendiente mínima de 0,25% hacia las cámaras próximas.

7.9.7.4 En donde se presenten condiciones desfavorables de resistencia mecánica del terreno se deberán tomar las medidas necesarias para asegurar un adecuado soporte y protección de los ductos.

7.9.7.5 En canalizaciones formadas por varios ductos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo, según lo indicado en Anexo 4.3

7.9.7.6 Para las distintas disposiciones de ductos múltiples, la capacidad de radiación de calor de cada elemento se reducirá según su posición en el conjunto, de acuerdo a los porcentajes que se indican en Anexo 4.4. Estos valores deberán considerarse al determinar las secciones de los conductores que se colocarán en las tuberías que conforman el ducto múltiple.

7.9.7.7 Se aceptará una distancia máxima de recorrido entre cámaras de 90 m, con un máximo de dos curvas y una desviación por cada curva no superior a 60º con respecto a la línea recta y radios de curvatura de 10 veces el diámetro del ducto respectivo como mínimo. Si existen más de dos curvas o una desviación superior a la señalada se deberá colocar cámaras intermedias.

7.9.7.8 En tramos rectos se aceptará, colocar cámaras hasta, una distancia máxima de 120 m entre ellas. El ducto que se utilice en estos casos será de un diámetro mínimo de 50 mm.

7.9.7.9 En tramos cuyo recorrido no sea superior a 20 m se aceptará que los ductos metálicos y las tuberías de PVC o Polietileno formen una U, sin colocar cámaras.

7.9.7.10 Para facilitar la colocación de los conductores en los ductos se recomienda utilizar lubricantes adecuados, que no dañen los distintos elementos del sistema de canalización.

7.9.7.11 Las cámaras se usarán para facilitar la colocación, mantenimiento, reparaciones, uniones y derivaciones de los conductores y permitir los empalmes de distintos tipos de ductos. Deberán tener un drenaje que facilite la evacuación rápida de las aguas que eventualmente lleguen a ellas por filtración o condensación.

7.9.7.12 En zonas muy lluviosas o en que existan napas freáticas que puedan inundar las cámaras y los ductos, el sistema deberá construirse impermeabilizado. Si esta medida es insuficiente deberá instalarse un sistema mecanizado de evacuación de las aguas o utilizar conductores apropiados para trabajar sumergidos.

7.9.7.13 Las uniones al interior de las cámaras deben realizarse considerando mantener el grado de aislamiento indicado en este pliego técnico. Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección que permitan mantener las condiciones y grados de protección aplicables. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida deben ser adecuadas a las funciones específicas y permitir el tendido en función de la sección de los conductores

7.9.7.14 Se utilizarán los siguientes tipos de cámaras, cuyas dimensiones mínimas y detalles constructivos mínimos recomendados se indican en Anexo 4.5.

7.9.7.14.1 Cámara tipo "A". Serán de dimensiones suficientes como para permitir el fácil acceso a su interior a una persona para efectuar

trabajos. Este tipo de cámara se usará preferentemente en sistemas industriales y cuando el tamaño y el número de conductores así lo aconsejen.

7.9.7.14.2 Cámaras tipo “B". Serán de dimensiones tales que permitan la fácil manipulación de los conductores, la inspección desde el exterior y, eventualmente penetrar a su interior para trabajos de guía del alambrado, ejecución de mufas de protección de derivaciones o similares. Este tipo de cámara se usará en instalaciones de menor envergadura que las cámaras tipo "A".

7.9.7.14.3 Cámaras tipo “C”. Sus dimensiones deberán permitir la manipulación de los conductores y la inspección desde el exterior. Se utilizarán como cámaras de paso, cámaras de unión o derivación, en instalaciones residenciales y en instalaciones de equipos unitarios tales como luminarias, semáforos o similares.

7.9.7.15 Las dimensiones y formas constructivas de las cámaras mostradas en Anexo 4.5 son mínimas. El dimensionamiento y formas constructivas definitivas se fijarán y justificarán en el proyecto correspondiente, de acuerdo a las condiciones de terreno, tanto eléctricas como civiles y de tránsito en la zona de instalación.

7.9.7.16 Los conductores deberán quedar ordenados siguiendo en lo posible las paredes de las cámaras y se tratará de evitar los cruces entre ellos. En las cámaras tipo "A", se deberá utilizar separadores y soportes de conductores para permitir este ordenamiento. Se debe adoptar la misma disposición en las cámaras tipo B, para la fácil identificación de los distintos circuitos y servicios.

7.9.7.17 Todos los alimentadores y/o circuitos que pasen por una cámara deberán identificarse, utilizando para ello sistemas de marcado con materiales resistentes a las condiciones ambientes que se encuentren dentro de las cámaras.

7.9.7.18 Las uniones y derivaciones de conductores dentro de cámaras se harán utilizando métodos aprobados que garanticen que la continuidad de los conductores calidad de la aislación aplicada sobre ellas sea a lo menos equivalente a la de los conductores empleados en el tendido.

7.9.7.19 Las entradas y salidas de los ductos hacia y desde las cámaras se deberán hacer de tal modo que no se produzcan cantos agudos que puedan dañar la aislación o la cubierta de los conductores, para lo cual se emplearán boquillas del mismo material de los ductos o bien boquillas metálicas resistentes a la corrosión.

7.9.8 Cruces y paralelismos de canalizaciones eléctricas subterráneas con redes de gas, agua potable y alcantarillado.

7.9.8.1 En los cruces se cuidará que los ductos o conductores eléctricos queden separados de las tuberías de los otros servicios en 0,50 m, como mínimo, en cualquier sentido. Si el cruce se protege con una capa de hormigón de 0,20 m de espesor, la separación mínima podrá reducirse a este valor; el hormigón empleado para estos fines será clase H15 o superior.

7.9.8.2 En los cruces deberá protegerse los ductos mediante una capa de mortero de cemento afinado y coloreado, de un espesor mínimo de 0,10 m y que se extienda 0,50 m hacia ambos lados. Se recomienda identificar adecuadamente la existencia de los ductos eléctricos en el punto del cruce.

7.9.8.3 Se entenderá que existe paralelismo cuando los ductos eléctricos queden dentro del volumen normal de excavación de las tuberías de otros servicios.

7.9.8.4 Los ductos eléctricos deberán protegerse en toda la extensión del paralelismo con una capa hormigón afinado y coloreado de 0,10 m de espesor y de ancho equivalente a la suma de los diámetros de los ductos más 0,20 m a ambos lados de ellos. No se aceptará la existencia o la colocación de tuberías de otros servicios sobre o bajo este volumen; el hormigón empleado para estos fines será clase H15 o superior.

CONSULTA PÚBLICA

7.10 Conductores en bandejas portaconductores tipo industrial.

7.10.1 Las bandejas portaconductores, lisas o ranuradas, son ductos de sección rectangular, cerrados con tapas removibles, que junto a sus accesorios forma un sistema completo de canalización en el cual se permite colocar conductores correspondientes a uno o varios circuitos y alimentar distintos servicios. En el ámbito de aplicación de esta norma no es aceptable el uso de bandejas sin tapa.

7.10.2 Las bandejas portaconductores podrán ser metálicas o no metálicas. Las dimensiones y características constructivas recomendadas se indican en el Anexo 4.6

7.10.3 Las características mínimas de las bandejas portaconductores serán las indicadas en la Tabla Nº 4.14.

Tabla Nº 4.14: Características mínimas de las bandejas portaconductores no metálicas.

Característica	Grado
Resistencia al impacto	2J (media)
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60ºC
Continuidad eléctrica	Sin/con continuidad eléctrica*
Característica de aislamiento eléctrico	Sin/con aislamiento eléctrico**
Resistencia mínima a la penetración de objetos sólidos y acceso a partes peligrosas	No inferior a IP 2X
Resistencia a la penetración de agua	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador
Nota: * Con continuidad para bandejas portaconductores metálicos. Nota: ** Con aislamiento para bandejas portaconductores no metálicos.	

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61084-2-1.

7.10.4 No se permite el uso de bandejas portaconductores no metálicas en:

7.10.4.1. Donde estén expuestas a daño físico.

7.10.4.2. En los espacios vacíos de ascensores.

7.10.4.3. En ambientes con temperaturas superiores a las certificadas para la canalización.

7.10.4.4. Donde alojen conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la bandeja portaconductores.

7.10.4.5. En lugares en donde se manipulen o almacenen gases inflamables.

7.10.4.6. En donde existan polvos o fibras combustibles en suspensión, en proporción tal como para producir mezclas inflamables o explosivas.

7.10.5 Las bandejas metálicas se construirán en lámina de acero de un espesor mínimo de 2 mm. Dependiendo de las condiciones ambientales en donde se instalen se usarán:

7.10.5.1. Bandejas metálicas pintadas, en ambientes secos y sin presencia de agentes químicos activos.

7.10.5.2. Bandejas electrogalvanizadas, en ambientes húmedos sin presencia de agentes químicos activos.

7.10.5.3. Bandejas galvanizadas en caliente, cuando se instalen en el exterior o con presencia de agentes químicos activos o, en ambientes húmedos o mojados.

7.10.6 Las bandejas no metálicas se podrán utilizar construidas en PVC o resinas epóxicas sobre una base de fibra de vidrio.

7.10.7 El material empleado en la construcción de las bandejas no metálicas deberá ser autoextinguente, en caso de combustión deberá arder sin llama y emitir humos de muy baja opacidad; deberá además ser adecuado para soportar la acción de la humedad y agentes químicos, resistente a las compresiones y deformaciones por efecto del calor, en condiciones similares a las que encontrará en su manipulación y uso; según lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

7.10.8 Los accesorios y uniones entre bandejas portaconductores deberán ser de fábrica.

7.10.9 Las bandejas portaconductores, sin distingo de su calidad constructiva, podrán usarse en instalaciones a la vista u ocultas en lugares accesibles, en el interior de edificios o a la intemperie.

7.10.10 En canalizaciones a la intemperie o recintos de ambiente húmedo, los sistemas de bandejas deberán cumplir las siguientes condiciones:

7.10.10.1. Asegurar la impermeabilidad adecuada, según el recinto en que se instalen.

7.10.10.2. Tener una pendiente de 0,25% hacia puntos intermedios de tramos del sistema, en donde se harán perforaciones pequeñas para facilitar el escurrimiento de condensaciones.

7.10.10.3. Contar con protección anticorrosiva, en caso de ser metálicas.

7.10.11 Los conductores que se utilicen deberán ser adecuados para el medio ambiente y el tipo de instalación de los conductores de los diferentes servicios será el adecuado para la mayor tensión del conjunto.

7.10.12 La sección mínima de estos conductores será de 2,5 mm^2. Se autorizará el uso de secciones menores en caso de usar cables multiconductores, debiendo éstos quedar protegidos por las protecciones del circuito.

7.10.13 El sistema de bandejas portaconductores debe instalarse de tal modo que sea accesible en todo su recorrido y que todos sus elementos estén unidos mecánicamente entre sí o a cualquier otro elemento de la instalación, tales como ductos, tableros, etc.

7.10.14 La sujeción o fijación de las bandejas portaconductores podrá hacerse mediante tensores, escuadras, consolas o partes estructurales de la construcción. Estos puntos de sujeción deberán estar a una distancia máxima de 1,50 m entre sí, pudiendo aumentarse esta distancia en casos calificados hasta 3 m. Estos accesorios, en caso de utilizarse sistemas de bandejas metálicas, serán metálicos con una protección adecuada al ambiente en que se instalen, de una calidad igual a la de las bandejas; en caso de bandejas no metálicas, podrán usarse accesorios del mismo material de las bandejas, en caso que sus dimensiones y características aseguren una resistencia mecánica adecuada a las condiciones de uso; si esta condición no se logra, podrán utilizarse accesorios metálicos con un recubrimiento que asegure que su comportamiento frente al ambiente sea equivalente al del sistema de bandejas. La cantidad y disposición de los tensores u otros soportes serán tales que el retiro de uno de ellos no produzca deformaciones de la bandeja.

7.10.15 Los tensores podrán ser barras o cables metálicos de una sección tal que garantice la resistencia mecánica suficiente y permita, cuando sea necesario, la colocación de un sistema de nivelación de las bandejas, en todo caso, la sección mínima será tal que tenga una resistencia mecánica equivalente a la de una barra de acero de 6 mm de diámetro.

7.10.16 No se permite soldar los tensores directamente a las estructuras de los edificios o a las bandejas.

7.10.17 Las uniones de tramos de bandejas podrán ser apernadas, soldadas o por presión. Se aceptan métodos diferentes en ambos extremos. Sin embargo, independiente del método escogido, esta debe garantizar la unión mecánica y asegurar la continuidad eléctrica en toda su extensión. Con respecto a las uniones a presión, éstas sólo aplican a la bandeja portaconductores montada sobre pared y canastillos.

7.10.18 Cuando las bandejas se sujeten por medio de consolas o escuadras apernadas o soldadas a la estructura de la construcción, en los puntos en que existan juntas de dilatación, se colocarán uniones flexibles.

7.10.19 Los sistemas de bandejas deberán llevar juntas de dilatación cuando su longitud recta exceda los 50 m.

7.10.20 Deberá mantenerse una distancia útil mínima de 0,30 m entre el borde superior de la bandeja y el cielo del recinto o cualquier otro obstáculo de la construcción que permita el desmontaje de la tapa. De igual forma deberá mantenerse una distancia mínima útil de 0,20 m entre el borde inferior de la bandeja y el nivel de piso habilitado para tránsito.

7.10.21 Podrán llevarse como máximo 30 conductores o cables multiconductores activos, siempre que éstos, incluyendo su aislación, no ocupen más del 40 % de la sección transversal de la bandeja. Se deberá aplicar los factores de corrección contenidos en la Tabla Nº 4.6.

7.10.22 La disposición de los conductores dentro de las bandejas se deberá hacer de tal forma que conserven su posición y ordenamiento a lo largo de todo su recorrido, y los conductores de cada circuito deberán amarrarse en haces o paquetes separados, excepto si se usan cables multiconductores.

7.10.23 Las alimentaciones o derivaciones desde bandejas pueden hacerse en ductos metálicos o no metálicos, en ambos casos flexibles, cables blindados, cables para servicio pesado o tuberías plásticas rígidas.

7.10.24 El acoplamiento de estas tuberías o cables con la bandeja deberá hacerse mecánicamente rígido, utilizando, según sea el caso, boquilla y contratuerca, prensaestopas o cualquier otro dispositivo aprobado para este fin. No obstante, lo indicado, el paso desde una bandeja a una tubería rígida deberá hacerse siempre a través de una tubería flexible, metálica o no metálica, según sea el caso.

7.10.25 Las uniones y derivaciones de los conductores se harán dentro de una caja, adosada en la parte exterior de las bandejas, utilizando métodos aprobados, cuidando que siempre queden accesibles.

7.10.26 Se aceptarán circuitos de comunicaciones en bandejas si se instalan en un compartimento separado de los circuitos de alimentación y se toman las medidas que correspondan para evitar las interferencias.

7.10.27 Las bandejas podrán atravesar muros, losas o partes no accesibles de no más de 1,0 m de espesor. Al atravesar paneles o muros deberán instalarse sellos cortafuego cada vez que lo hagan.

7.10.28 Todas las partes metálicas del sistema de canalización en bandejas deberán estar conectadas a un conductor de protección, asegurando la continuidad eléctrica en toda su extensión.

7.10.29 Dentro de las bandejas deberá colocarse un conductor de protección desnudo, común a todos los servicios y circuitos, excepto los que operen a tensiones extra bajas. La sección de este conductor, será el que resulte del cálculo de corto circuito en el punto, no pudiendo su sección ser menor a 8,37 mm^2. Se unirá a la bandeja con prensas de bronce del tipo paralela, en cada tramo de bandeja y en todos sus accesorios tales como: derivaciones, reducciones, curvas, etc.

7.10.30 Desde el conductor de protección común se podrán hacer derivaciones a los circuitos o consumos desde los puntos de unión con las bandejas o desde puntos intermedios utilizando para ello un sistema de derivación, acorde a las secciones del conductor de protección y de la derivación, de modo de garantizar la calidad y permanencia de esta derivación. En tal caso la sección del conductor no podrá ser inferior a la sección del mayor conductor activo presente en la bandeja. No podrá usarse como conductor de protección el cuerpo de las bandejas.

7.10.31 Se podrán montar paralelas, vertical u horizontalmente dos o más bandejas, siempre que la disposición permita retirar fácilmente las tapas y manipular los conductores con facilidad. Cuando las bandejas se dispongan verticalmente deberán estar separadas como mínimo 0,3 m.

7.10.32 En cruces de bandejas la separación mínima útil en sentido vertical será de 0,15 m. En caso de que la trayectoria de las bandejas no permita la separación antes indicada, se deberá emplear piezas de acoplamiento que permitan el cambio de nivel para lograr esta distancia.

7.10.33 Las bandejas pueden ser utilizadas como soporte de aparatos y accesorios, tales como enchufes hembra, equipos fluorescentes, portalámparas, placas portafusibles y similares, cumpliéndose en cada caso con las normas pertinentes al montaje de tales aparatos y accesorios.

7.10.34 Además, podrán utilizarse como soporte de sistemas mecánicos livianos usados para sostener cables instalados con tensión mecánica reducida destinados a alimentar máquinas portátiles de potencia no superior a 1 kW.

7.11 Conductores en escalerillas portaconductores

7.11.1 Las escalerillas portaconductores son sistemas de soporte de conductores eléctricos formado por perfiles longitudinales y travesaños que con sus accesorios forman una unidad rígida y completa de canalización.

7.11.2 Los conductores que se instalen en las escalerillas deberán ser de doble aislación y tener una tensión mínima de servicio de 1000 V.

7.11.3 Las escalerillas pueden usarse abiertas o con tapa. Las tapas serán exigibles en ambientes muy sucios en que el material que pueda depositarse sobre los conductores limite su capacidad de radiación de calor, en tramos verticales accesibles fácilmente y en donde queden al alcance de personal no calificado.

7.11.4 Las escalerillas portaconductores podrán ser metálicas o no metálicas. Las dimensiones y características constructivas recomendadas para las escalerillas y sus accesorios se indican en el Anexo 4.7.

7.11.5 Las características mínimas de las escalerillas portaconductores y bandejas industriales serán las indicadas en Tabla Nº 4.15.

Tabla Nº 4.15: Características mínimas de las escalerillas portaconductores y bandeja industriales

Característica	Grado
Resistencia al impacto	5 Joules
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	60 ºC
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica / Aislante*
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador
Nota: *Continuidad para escalerillas de servicio metálicos o aislamiento para escalerillas de servicio no metálicos.	

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61537

7.11.6 El material empleado en la construcción de las escalerillas portaconductores no metálicas deberá ser adecuado para soportar la acción de la humedad y agentes químicos, resistente a las compresiones y deformaciones por efecto del calor, en condiciones similares a las que encontrará en su manipulación y uso.

7.11.7 Las escalerillas no metálicas deberán ser no propagadoras de la llama, autoextinguentes, en caso de combustión deberán arder sin llama y emitir humos de muy baja opacidad, lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

7.11.8 Los accesorios y uniones entre escalerillas porta conductores deberán ser de fábrica.

7.11.9 Las escalerillas portaconductores metálicas se utilizarán en lámina de acero de un espesor mínimo de 2 mm. Dependiendo de las condiciones ambientales en donde se instalen se usarán:

7.11.9.1. Escalerillas metálicas pintadas en ambientes secos y sin presencia de agentes químicos activos.

7.11.9.2. Escalerillas electrogalvanizadas en ambientes húmedos sin presencia de agentes químicos activos.

7.11.9.3. Escalerillas galvanizadas en caliente, cuando se instalen en el exterior o con presencia de agentes químicos activo o, en ambientes húmedos o mojados.

7.11.10 Las escalerillas portaconductores se usarán en condiciones similares a las establecidas para las bandejas en los puntos 7.10.9 a 7.10.20 excepto lo indicado en 7.10,10, pudiendo además utilizarse como soporte de otros ductos eléctricos.

7.11.11 Las escalerillas portaconductores no deberán usarse:

7.11.11.1. En pozos de ascensores.

7.11.11.2. En lugares donde queden expuestas al alcance o manipulación de personas no calificadas.

7.11.11.3. Como soporte común de conductores de circuitos de potencia y de comunicaciones, salvo que estos últimos tengan un blindaje puesto a tierra. No obstante, lo indicado, podrán canalizarse conductores de comunicaciones en escalerillas que cuenten con un separador en toda su longitud que permita un tendido independiente de ambos sistemas y que se adopten las medidas que sean pertinentes para evitar las posibles interferencias que los circuitos de potencia puedan hacer sobre las señales de comunicación.

7.11.12 En el tendido de los conductores sobre escalerillas se deberá cumplir lo dispuesto en 7.10.11.

7.11.13 La sección mínima de estos conductores será de 4 mm^2. Se autorizará el uso de secciones menores en caso de utilizar cables multiconductores o liados en haces que aseguren la rigidez mecánica del conjunto.

7.11.14 Deben instalarse como sistema completo sin interrupciones y estar unidos mecánicamente a tableros u otros sistemas de canalización de los cuales provengan o en los cuales continúen.

7.11.15 Las uniones de tramos de escalerillas podrán soldarse o apernarse. También se aceptará que vayan soldadas en un tramo y apernadas en el otro.

7.11.16 Las uniones o derivaciones deberán cumplir lo establecido en 7.10.23 y 7.10.24.

7.11.17 Las escalerillas portaconductores podrán llevar como máximo dos capas de conductores o cables multiconductores; éstos deberán tenderse ordenadamente en todo su recorrido. En donde corresponda se aplicarán los factores de corrección de capacidad de transporte indicados en las Tablas Nº 5.6 y 5.7.
Se exceptúan de esta disposición los alimentadores a oficinas, departamentos o locales comerciales, en edificios de altura considerados en el punto 5.1.4 del Pliego Técnico Normativo RTIC N° 03.

7.11.18 Las escalerillas podrán atravesar muros u otras zonas no accesibles y sin ventilación, de espesor máximo de 1,00 m, colocándose cubiertas de protección total que se prolonguen un mínimo de 0,10 m a cada lado del muro.

7.11.19 Pueden instalarse horizontal o verticalmente atravesando muros o pisos en los cuales no exista la posibilidad que los conductores se mojen con agua u otros líquidos; en estos tramos verticales deberán colocarse cubiertas protectoras removibles de resistencia mecánica adecuada, desde el piso hasta una altura mínima de 1,80 m. En los tramos verticales los conductores deberán amarrarse convenientemente a los travesaños.

7.11.20 Todas las partes metálicas del sistema de canalización en escalerillas metálicas deberán estar conectadas a un conductor de protección, asegurando la continuidad eléctrica en toda su extensión. Para las derivaciones se deberá cumplir con lo prescrito en 7.10.29.

7.11.21 Se podrán montar paralelas, vertical u horizontalmente dos o más escalerillas, siempre que la disposición permita retirar fácilmente las tapas y manipular los conductores con facilidad.

7.11.22 La distancia útil entre escalerillas deberá ser de 0,3 m como mínimo, cuando estén colocadas unas sobre otras, en los cruces con otras escalerillas u otros sistemas de ductos eléctricos deberá existir una distancia mínima de 0,15 m entre ellos.

7.12 Conductores en canastillos portaconductores

7.12.1 Los canastillos portaconductores son soportes de conductores formados por alambres de acero normal o inoxidable, soldados formando una malla, plegada de modo de formar una estructura de sección transversal rectangular; en caso de acero normal su terminación podrá ser galvanizado en caliente o electrozincado.

7.12.2 Las características mínimas de los canastillos portaconductores serán las indicadas en la Tabla Nº 4.16.

Tabla Nº 4.16: Características mínimas de los canastillos portaconductores

Característica	Grado
Resistencia al impacto	5 Joules
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	60 ºC
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica / Aislante*
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador
Nota: *Continuidad para escalerillas de servicio metálicos o aislamiento para escalerillas de servicio no metálicos.	

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61537

7.12.3 Los canastillos no metálicos serán no propagadoras de la llama de acuerdo con los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61537:

7.12.4 En la instalación de canastillos portaconductores serán aplicables todas las exigencias contenidas en la sección 7.11 precedente, con las excepciones indicadas en 7.12.5 y siguientes.

7.12.5 Los canastillos portaconductores con sus accesorios de unión y soporte, formarán un conjunto eléctricamente continuo, el cual deberá asegurar una resistencia máxima de 5mΩ/m según IEC 61537. Todas las partes metálicas del sistema de canalización deberán estar conectadas a un conductor de protección cada 3 m, asegurando así la continuidad eléctrica de toda su extensión. Además, deberán estar unidos mecánicamente a tableros u otros sistemas de canalización de los cuales provengan o en los cuales continúen. Así también los fabricantes deberán demostrar mediante pruebas de laboratorio la contribución positiva de la Compatibilidad Electromagnética (CEM) de la instalación y su resistencia al fuego según E-90 de la normativa DIN 4102-12.

7.12.6 Los accesorios de unión de los canastillos serán diseñados exclusivamente para este fin. La unión de las distintas secciones se hará mediante piezas de unión por compresión; no se aceptará uniones soldadas para este fin.

7.12.7 Los accesorios de montaje como derivaciones, reducciones, uniones cruz o uniones T, se podrán formar en terreno mediante los cortes adecuados de los alambres estructurales y el uso de las piezas de unión provistos con el sistema.

7.12.8 Los accesorios y uniones entre canastillos porta conductores deberán ser de fábrica.

7.12.9 En general, como medio de soporte se preferirá el uso de sistemas completos producidos en fábrica, pero excepcionalmente se aceptará el uso de soportes armados en terreno, siempre y cuando se devuelva el galvanizado y se quite la rebaba en los cortes realizados al canastillo. Ésta condición no aplica a acero inoxidable.

7.13 Conductores en canaletas

7.13.1 Las canaletas son vaciados hechos en el suelo o piso de una construcción, cuya finalidad es la de alojar los conductores o tuberías de circuitos eléctricos de distintos servicios o de circuitos de control.

7.13.2 Los muros de las canaletas serán de ladrillo u hormigón y el piso será de hormigón; su construcción deberá asegurar una resistencia mecánica adecuada y su acabado interior será de un estuco afinado de grano perdido o de una textura equivalente. Sus bordes superiores deberán protegerse contra desmoronamientos mediante el empleo de ángulos metálicos. Ver Anexo 4.8.

7.13.3 Las canaletas se construirán sólo en tramos rectos y sus costados deberán ser paralelos en toda su longitud.

7.13.4 Las canaletas se utilizarán cuando las condiciones del terreno hagan difícil o no recomendable el empleo de otros sistemas de canalización y en ellas se podrán colocar sólo cables multiconductores o monoconductores de una sección mínima de 10 mm^2.

7.13.5 Todos los conductores que se coloquen en las canaletas deberán cumplir con lo indicado en 7.10.11.

7.13.6 El uso de canaletas como sistema de canalización se permitirá preferentemente en recintos techados. En caso de construirse canaletas a la intemperie, los cables que se coloquen en ellas deberán ser aptos para trabajar sumergidos y las eventuales uniones o derivaciones que sean necesarias de ejecutar en ellas se aislarán con un sistema aprobado para trabajar en las mismas condiciones.

7.13.7 En todo caso el piso de la canaleta deberá tener pendiente y el sistema contará con drenajes similares a los indicados en los puntos 7.9.7.3 Y 7.9.7.11.

7.13.8 Está prohibido el uso de canaletas en recintos en que se manipulen o procesen líquidos volátiles inflamables, gases inflamables, polvos y fibras combustibles.

7.13.9 Los conductores deberán colocarse ordenadamente en el fondo de la canaleta cuidando al tenderlos que mantengan su posición relativa durante todo su recorrido, sin entrecruzarse; sin embargo, cuando la longitud de los recorridos de cables exceda de 50 m deberán hacerse las transposiciones indicadas en el punto 5.19.
No podrá disponerse, en estas condiciones, de más de una capa de conductores o cables en una canaleta. Si la cantidad de conductores es tal que su colocación sólo es posible hacerla en más de una capa se podrán colocar soportes dentro de la canaleta que permitan llevar los conductores excedentes en una capa separada. Ver Anexo 4.9.

7.13.10 La distancia vertical entre soportes será tal que permita un espacio libre entre conductores igual al diámetro del conductor mayor, con un mínimo de 15 mm.

7.13.11 La distancia horizontal entre soportes deberá permitir manipular cómodamente los distintos conductores o cables.

7.13.12 Los conductores deberán sujetarse a los soportes firmemente mediante amarras de fibras o plásticas, de resistencia mecánica adecuada.

7.13.13 La distancia entre soportes para un mismo cable no deberá ser superior a 1 m.

7.13.14 A lo largo de toda la canaleta o sistemas de canaletas podrá ir colocada una barra o conductor desnudo, instalados sobre un costado de la canaleta, independiente del resto de los conductores, al cual se podrán conectar todos los conductores de protección de los distintos alimentadores o circuitos que vayan en la canaleta.

7.13.15 La barra o conductor de protección mencionado en 7.13.14 se fijará firmemente a los costados de la canaleta mediante uniones apernadas colocadas a una distancia no superior a 1 m. Las derivaciones que se hagan desde esta barra o conductor podrán ser apernadas o soldadas con soldaduras de alto punto de fusión; todas las prensas y pernos que se usen para estos fines deberán ser de bronce.

7.13.16 Este conductor o barra de protección deberá estar conectado a la puesta a tierra de la instalación por lo menos en cada extremo y se deberá hacer conexiones intermedias a la puesta a tierra cuando existan tramos superiores a 50 metros.

7.13.17 Las salidas de conductores de las canaletas se harán a través de cualquier sistema de canalización aprobado para tales condiciones.

7.13.18 Si las salidas se hacen en tuberías, los conductores se protegerán con una boquilla adecuada para evitar deterioros de la aislación.

7.13.19 Las salidas verticales en un sistema de canaletas se harán efectuando una cavidad achaflanada en un muro de la canaleta. Ver Anexo 4.10.

7.13.20 En la salida o derivación de conductores desde la canaleta se deberá evitar que éstos se desordenen o entrecrucen. El sistema de canaletas deberá ir tapado en toda su longitud con tapas de acero diamantado, tapas de hormigón armado o de un material que asegure una resistencia mecánica adecuada a la intensidad de tránsito que es dable esperar.

7.13.21 En todo caso el acabado exterior de la tapa debe ser antideslizante.

7.13.22 Las tapas estarán divididas en tramos de longitudes no superiores a 1 m y cada sección de tapa deberá llevar manillas que permitan su fácil manipulación. Está prohibido soldar o apernar estas tapas a la canaleta. Ver Anexo 4.8.

7.14 Ducto barra

7.14.1 Los ducto barra se diseñara en conformidad con protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61439-6, son sistemas de barras de cobre desnudas portadoras de energía, montadas sobre soportes aislantes, cubiertas en toda su longitud por una carcasa metálica o aislante y que, junto con sus accesorios y aparatos forman un sistema completo de canalización.

7.14.2 Los ducto barra se podrán usar sólo en instalaciones a la vista u ocultas en lugares accesibles.

7.14.3 No se podrán instalar en sitios en que queden expuestas a la acción de vapores corrosivos o daños físicos severos, en fosos de ascensores o montacargas, en ningún tipo de recintos peligrosos, a la Intemperie ni en recintos húmedos o mojados, salvo, en este último caso, que su construcción sea aprobada para su uso en dichas condiciones.

7.14.4 Para tendidos verticales los soportes deberán ser diseñados para trabajar en dicha posición.

7.14.5 Los ducto barra podrán atravesar muros o pisos, siempre que las pasadas se hagan con una sola pieza del sistema y no se produzcan uniones en ella. La pasada a través de un piso sólo se podrá hacer en ducto barras totalmente cerradas (sin perforaciones de ventilación) o con una cubierta de estas características que alcance hasta una altura mínima de 2 m sobre el nivel del piso. Cada vez que los ducto barra atraviesen de un recinto a otro, se deberán instalar sellos cortafuegos estumescentes, los cuales deberán tener como característica, que deben resistir el fuego al menos 240 min, de acuerdo a UNE-EN 1366-3:2011

7.14.6 Todos los extremos de los sistemas de ducto barras deberán cerrarse.

7.14.7 Desde los ducto barra sólo se podrán hacer derivaciones con otros ducto barras o con accesorios aprobados específicamente para estos usos.

7.14.8 Los sistemas de ducto barra se protegerán contra la sobrecarga y los cortocircuitos con protecciones dimensionadas de acuerdo a su capacidad de transporte de corriente.

7.14.9 Las derivaciones hechas desde un ducto barra con reducción de la sección de las barras deberán ser protegidas contra la sobrecarga y los cortocircuitos.

7.14.10 En los ducto barra que se usen como líneas de distribución de circuitos, en los cuales las cargas puedan conectarse en cualquier punto, dichas cargas deberán limitarse en cantidad y magnitud de modo de mantener las características nominales de los circuitos.

7.14.11 Los ducto barra deben marcarse con su voltaje y corriente nominales y con el nombre del fabricante o su marca registrada. Estos datos deberán quedar visibles después de instalada la barra., en conformidad con protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61439-6.

7.14.12 El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

7.14.12.1. En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.

7.14.12.2. Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.

7.14.12.3. Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.

7.14.12.4. En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.

7.14.12.5. Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la Tabla Nº4.9. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de los tubos estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que éste último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.

7.14.12.6. Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.

7.14.12.7. Los pasos con conductores aislados bajo molduras no excederán de 20 cm; en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.

7.14.12.8. En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 cm en otro caso.

7.14.12.9. Cada vez que las canalizaciones atraviesen de un recinto a otro, se deberán instalar sellos cortafuegos estumescentes, los cuales deberán tener como característica una resistencia al fuego de al menos F120.

7.15 Conductores en tuberías

7.15.1 Los sistemas de canalización de tuberías metálicas y no metálicas deberán cumplir con lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

7.15.2 Los tubos protectores pueden ser:

7.15.2.1. Tubo y accesorios metálicos, rígidos o flexibles.

7.15.2.2. Tubo y accesorios no metálicos, rígidos, curvables o flexibles.

7.15.2.3. Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

7.15.3 La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

7.15.4 La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir lo indicado en este párrafo y lo prescrito en la sección 6 a fin de respetar la capacidad de transporte de los conductores y en la sección 7 referida a sistemas de instalación de este pliego técnico.

7.15.5 El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

7.15.6 Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

7.15.7 En alimentaciones de corriente alterna canalizadas en tuberías metálicas deberá evitarse el calentamiento de éstas debido a la inducción electromagnética, colocando todos los conductores, incluido el neutro cuando corresponda, en una misma tubería.

7.15.8 Las curvas practicadas en los tubos serán continuas, no deberán dañarla ni originarán reducciones de sección. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados en Tabla 4.17.

Tabla Nº 4.17: Radios de Curvatura para Tuberías Metálicas

Diámetro Nominal de la Tubería [pulgadas]	**Radio de Curvatura al Borde Interior del Tubo** [cm]
½	10
5/8	10
¾	12
1	18
1 ¼	20
1 ½	25
2	30
2 ½	40
3	45
3 ½	55
4	60
5	75
6	90

7.15.9 No deberá existir una desviación mayor de 180 grados en un tramo de tubería entre dos cajas o accesorios. En caso de existir la necesidad de tener una mayor desviación se deberán colocar cajas intermedias. Para distancias entre cajas de derivación no superiores a 5,0 m se aceptará una desviación de 270º sin cajas intermedias.

7.15.10 Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m.

7.15.11 Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

7.15.12 En los ductos metálicos, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzca condensación de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

7.15.13 Todos los ductos metálicos deben ser conectados a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar ductos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los ductos no exceda de 10 m.

7.15.14 No podrán utilizarse los ductos o tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

7.15.15 Todas las tuberías utilizadas en instalaciones eléctricas de consumo deberán tener impreso en su cubierta su respectivo código que determina en el tipo de montaje que se puede utilizar dicha tubería, lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo.

7.15.16 Se clasificará como tubería metálica flexible a toda tubería construida en lámina de acero, dispuesta para formar el tubo, generalmente en forma helicoidal y que puede ser curvada en forma manual sin necesidad de emplear herramientas para este efecto.

7.15.17 En donde las tuberías metálicas flexibles se empleen combinadas con canalizaciones fijas no metálicas se deberá instalar un conductor de protección de modo de conectarlas a tierra. En el caso de unirse a canalizaciones fijas conductoras, los accesorios de conexión de las tuberías metálicas flexibles deberán asegurar una adecuada conducción que garantice el correcto aterrizamiento de la tubería flexible.

7.15.18 Podrán usarse como medio de canalización eléctrica tuberías rígidas y curvables, y accesorios de material no metálico adecuado para soportar la acción de la humedad y agentes químicos. Si se usan en canalizaciones a la vista u ocultas, deberán ser de tipo incombustible o autoextinguente, resistente a los impactos, a las compresiones y a las deformaciones debidas a los efectos del calor, en condiciones similares a las que se encontrarán en su uso y manipulación; para uso subterráneo embutido o preembutido deberán ser resistentes a la acción de la humedad, de hongos, de agentes corrosivos en general y tener una resistencia mecánica suficiente como para soportar los esfuerzos a que se verán sometidas durante su manipulación, montaje y uso. Cuando vayan enterradas deberán ser capaces de soportar las presiones a que serán sometidas después de su instalación.

7.15.19 Está prohibido el uso de tuberías no metálicas en las siguientes condiciones:

7.15.19.1. En lugares en que se presenten riesgos de incendio o de explosión.

7.15.19.2. Como soporte de equipos y otros dispositivos.

7.15.19.3. Expuesta directamente a la radiación solar, excepto si el material de la tubería está expresamente aprobado para este uso y la tubería lleva marcada en forma indeleble esta condición.

7.15.19.4. Donde están expuestas a daños físicos severos que excedan la resistencia mecánica para la cual la tubería fue diseñada.

7.15.19.5. En donde la temperatura ambiente exceda la temperatura para la cual la tubería fue aprobada.

7.15.19.6. Para llevar conductores cuya temperatura de servicio exceda la temperatura para la cual la tubería fue aprobada.

7.15.20 En donde se instale una tubería no metálica oculta, embutida o preembutida en muros, se le deberá montar en tramos verticales y horizontales próximos al cielo o piso. En los tramos horizontales se aceptará tenderlos a 0,30 m de los cielos y a 0,20 m de los pisos.

7.15.21 Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

7.15.22 En donde sea necesario compensar las contracciones o dilataciones de las tuberías producidas por efectos de la temperatura se deberá colocar juntas de dilatación.

7.15.23 En las entradas de las tuberías a cajas u otros accesorios similares se deberá colocar una boquilla o adaptador para proteger a los conductores de la fricción, a menos que el diseño de la entrada de la caja o el accesorio sea tal que proporcione dicha protección.

7.15.24 Podrán utilizarse tuberías no metálicas flexibles construidas de materiales incombustibles o autoextinguentes y resistentes a la acción de la humedad, la corrosión y agentes climáticos. Deberán construirse y dimensionarse de modo que teniendo una flexibilidad suficiente como para curvarse sin la ayuda de herramientas o métodos especiales, su resistencia mecánica, espesor y características constructivas las hagan resistentes a los impactos y presiones que puedan encontrar en condiciones normales de uso.

7.15.25 Las tuberías no metálicas flexibles sólo podrán instalarse en las siguientes condiciones:

7.15.25.1. A la vista en sitios secos.

7.15.25.2. Ocultas en tabiquerías, entretechos o sitios similares.

7.15.25.3. Embutidas si sus características de resistencia mecánica lo permiten; estas características deberán ser certificadas por un organismo competente reconocido por la Superintendencia. En estas condiciones, al instalarse en muros sólo se podrá hacerlo mediante tramos verticales u horizontales próximos al cielo o piso en condiciones similares a las indicadas en 7.15.22.

7.15.25.4. En canalizaciones en tuberías no metálicas flexibles no se acepta el empleo de coplas.

7.15.26 La cantidad máxima de los diferentes tipos de conductores en los distintos tipos de tuberías se fijará de acuerdo a lo prescrito en las tablas Nº4.18 a Nº4.21.

Tabla Nº 4.18: Cables de uso interior domiciliarios, sección milimétrica

Sección / N° Conductores	Ø cable	area mm²	1	2	3	4	5
			Ø int ducto mm	Ø int ducto mm	Ø int ducto mm	Ø int ducto mm	Ø int ducto mm
1,5	3	7	16	16	20	20	20
2,5	3,7	11	16	16	20	20	20
4	4,2	14	16	16	20	20	25
6	4,7	18	16	16	20	25	25
10	6,2	30	16	20	25	32	32
16	7,3	41	20	25	32	40	40
25	9	64	20	32	40	40	50
35	10,1	80	25	32	40	50	50
50	11,9	112	32	40	50	63	63
70	13,9	151	32	50	63	63	75

95	15,9	198	40	50	63	75	100
120	17,6	243	40	63	75	100	100
150	19,6	301	50	63	75	100	100
185	22	380	50	75	100	100	125
240	24,7	478	63	100	100	125	125
Nota: Aplica a los cables de los tipos: H07V-U, H07V-R, H07V-K, H07Z1-U, H07Z1-R y H07Z1-K							

CONSULTA PÚBLICA

Tabla Nº 4.19: Cables de uso interior domiciliarios, sección AWG / kcmil							
Sección / N° Conductores	**Ø cable**	**area mm²**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
			Ø int ducto mm	**Ø int ducto mm**	**Ø int ducto mm**	**Ø int ducto mm**	**Ø int ducto mm**
14	3	6,9	16	16	20	20	20
12	3,5	9,4	16	16	20	20	20
10	4,3	14,8	16	16	20	20	25
8	5,5	23,9	16	25	25	25	32
6	6,4	32,4	16	25	25	32	32
4	8,3	53,7	20	32	32	40	50
2	9,7	73,9	25	32	40	50	50
1	11,1	96,8	25	40	50	50	63
1/0	12,1	114,4	32	40	50	63	63
2/0	13,1	135,6	32	50	63	63	75
3/0	14,3	161,2	32	50	63	75	75
4/0	15,7	193,5	40	50	63	75	100
250	17,4	237,6	40	63	75	100	100
300	18,6	271,1	50	63	75	100	100
350	19,8	308,4	50	63	75	100	100
400	20,9	343,3	50	75	100	100	125
500	23,1	418,4	63	75	100	125	125
600	27,1	575,9	63	100	125	125	150
750	29,4	677,4	75	100	125	150	150
Nota: Aplica a los cables de los tipos: THHN, THWN y THWN-2							

Tabla Nº 4.20: Cables de uso interior/exterior de fuerza, sección milimétrica							
Sección / N° Conductores	**Ø cable**	**área mm²**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
			Ø int ducto mm	**Ø int ducto mm**	**Ø int ducto mm**	**Ø int ducto mm**	**Ø int ducto mm**
1,5	5,7	26	16	20	25	32	32
2,5	6,2	30	16	20	25	32	32
4	6,6	35	16	25	32	32	40
6	7,2	41	16	25	32	32	40
10	8,2	53	20	32	32	40	50
16	9,3	67	25	32	40	50	50
25	10,9	94	25	40	50	50	63
35	12	113	32	40	50	63	63
50	13,6	145	32	50	63	63	75
70	15,7	192	40	50	63	75	75
95	17,4	238	40	63	75	100	100
120	19,3	292	50	63	75	100	100
150	21,4	360	50	75	100	100	125
185	23,8	443	63	75	100	125	125
240	26,4	545	63	100	125	125	150
Notas:	**Aplica a los cables de los tipos: RV, RV-K, RZ1 y RZ1-K** **En instalaciones subterráneas el Ø interior del ducto debe ser >= 20 mm**						

Tabla Nº 4.21: Cables de uso interior/exterior de fuerza, sección AWG/kcmil							
Sección / N° Conductores	**Ø cable**	**área mm²**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
			Ø int ducto mm	**Ø int ducto mm**	**Ø int ducto mm**	**Ø int ducto mm**	**Ø int ducto mm**
14	5,5	24	16	20	25	25	32
12	5,9	27	16	20	25	32	32
10	6,6	34	16	25	32	32	40
8	7,4	43	20	25	32	40	40
6	8,4	55	20	32	40	40	50
4	10	79	25	32	40	50	50
2	11,5	104	32	40	50	63	63
1	12,6	125	32	40	50	63	63
1/0	13,7	147	32	50	63	63	75
2/0	15,1	179	40	50	63	75	75
3/0	16,3	209	40	63	75	75	100
4/0	18,2	260	50	63	75	100	100
250	19,4	296	50	63	100	100	100
300	20,7	335	50	75	100	100	125
350	22,9	412	63	75	100	125	125
400	24,4	468	63	100	100	125	125
500	27,9	611	63	100	125	125	150
600	30	707	75	100	125	150	150
750	32,9	850	75	125	150	150	175
1000	38,8	1.182	100	125	150	175	200
Notas:	**Aplica a los cables de los tipos: RV, RV-K, RZ1 y RZ1-K** **En instalaciones subterráneas el Ø interior del ducto debe ser >= 20 mm**						

7.15.27 Los valores de las Tablas Nº 4.18 a 4.21, serán válidos para tramos de tuberías de hasta 20 m de largo, rectos o con no más de dos curvas con una desviación total no superior a 180º: Para tramos de distancias superiores o para desviaciones mayores a las indicadas se deberá colocar cajas de paso intermedias

7.15.28 Para fijar la cantidad máxima de conductores en una tubería se aceptará que el conductor o haz de conductores, incluyendo la aislación de cada uno de ellos, ocupe un porcentaje de la sección transversal de la tubería que esté de acuerdo a lo prescrito por la tabla Nº 4.22.

Tabla Nº 4.22
Porcentaje de Sección Transversal de la Tubería ocupada por los Conductores

Número de conductores	1	2	3 ó más
Porcentaje ocupado	50	30	20

Condiciones de aplicación de la tabla Nº 4.22:

1. *Cuando se trata de tuberías de unión de gabinetes de tableros o similares, de una longitud no superior a 1 m se podrá considerar un porcentaje de área de hasta el 60 %.*
2. *Cuando en el cálculo de la cantidad de conductores de un determinado tipo de tubería se obtengan valores decimales, sólo se aproximará al entero superior si el decimal es de 0,8 o mayor.*

3. *Para combinación de conductores de diferentes secciones nominales se respetarán los valores indicados en la tabla Nº 4.22, usando las dimensiones de conductores y tuberías indicadas en las tablas Nº 4.18 y Nº 4.21, respectivamente.*

4. *Cuando el conductor de tierra forme parte del haz de conductores deberá incluirse en el cálculo.*

7.15.29 En tuberías que lleven más de tres conductores se deberán aplicar los factores de corrección de capacidad de transporte de corriente indicados en la Tabla Nº 4.6.

7.15.30 Montaje fijo sobrepuesto o a la vista.

7.15.30.1 En las canalizaciones sobrepuestas o a la vista, las tuberías deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en Tabla Nº 4.23.

Tabla Nº 4.23: Características mínimas para tubos en canalizaciones sobrepuestas fijas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	4	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 ºC
Resistencia al curvado	(1) / (2)	Rígido / curvable
Propiedades eléctricas	(1) / (2)	Continuidad eléctrica / aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos D ≥ 1 mm
Resistencia a la penetración de agua	2	Protegido contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2 *	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61386-21 para tubos rígidos y IEC 61386-22 para tubos curvables.

7.15.30.2 Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados y este no podrá ser inferior a 20 mm En la Tablas Nº 4.18 a 4.21 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

7.15.30.3 Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas.

7.15.30.4 Las tuberías metálicas instaladas a la vista u ocultas deberán tener soportes o fijaciones a una distancia no superior a 1,50 m.

7.15.30.5 Las tuberías no metálicas a la vista u ocultas, serán fijadas en forma adecuada; la separación entre los soportes se determinará, de acuerdo a la Tabla Nº 4.24. Se colocarán abrazaderas a una distancia mínima de 0,4 m de cajas, gabinetes de tableros o de cualquier otro extremo de tubería.

Tabla Nº 4.24: Separación entre Soportes para Tuberías No Metálicas

Diámetro Nominal de la Tubería [pulgadas]	Separación entre Soportes [m]
½ a ¾ 1 a 2 2 ½ a 3 3 ½ a 5 6	1,20 1,50 1,80 2,00 2,50

7.15.30.6 Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

7.15.30.7 En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

7.15.30.8 Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

7.15.30.9 En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismos separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

7.15.31 Montaje fijo pre-embutido o embutido.

7.15.31.1 En las canalizaciones embutidas, los tubos podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la Tabla N°4.25 para tubos embutidos u ocultos en paredes, techos o huecos de la construcción y en la Tabla Nº 4.26 para tubos pre-embutidos o empotrados embebidos en hormigón.

Tabla Nº 4.25: Características mínimas para tubos en canalizaciones embutidas u ocultas en paredes y techos.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 ºC
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	(1) / (2)	Continuidad eléctrica* / aislante**
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración de agua	3	Protegido contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Nota: *aplica para canalización metálica (1)
** aplica para canalización no metálica (2)

Tabla Nº 4.26: Características mínimas para tubos en canalizaciones pre-embutidas o empotradas embutidas en hormigón y para canalizaciones precableadas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 ºC
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	(1) / (2)	Continuidad eléctrica / aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración de agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61386-21 para tubos rígidos, IEC 61386-22 para tubos curvables y IEC 61386-23 para tubos flexibles.

7.15.31.2 Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados y este no podrá ser inferior a 20 mm. En las Tablas Nº 4.18 a 4.21 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

7.15.31.3 En la instalación de los tubos en el interior de la construcción, los calados no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de los calados serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.

7.15.31.4 Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre losa y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

7.15.31.5 En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

7.15.31.6 Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo, cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

7.15.32 En el caso de utilizarse tubos embutidos en paredes, es conveniente disponer los recorridos en tramos verticales u horizontales próximos al cielo o piso en condiciones similares a las indicadas en 7.15.20.

7.15.33 Montaje al aire

7.15.33.1 En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la Tabla Nº 4.27.

Tabla Nº 4.27: Características mínimas para tubos en canalizaciones al aire

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 ºC
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	(1) / (2)	Continuidad eléctrica / aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración de agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61386-23.

7.15.33.2 Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados y este no podrá ser inferior a 20 mm cuando se alojen más de 2 conductores en su interior. En las Tablas Nº 4.18 a 4.21 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

7.15.33.3 Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

7.15.33.3.1 La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 m y no empezará a una altura inferior a 2 m.

7.15.33.3.2 Se prestará especial atención para que las características de la instalación establecidas en la Tabla Nº 4.27 se conserven en todo el sistema especialmente en las conexiones.

7.15.34 Montajes en locales de reunión de personas

7.15.34.1 En canalizaciones en locales de reunión de personas, a las características de las tuberías no metálicas indicadas en 7.15.18 deberán agregarse que, en caso de combustión, deberán arder sin llama, no emitir gases tóxicos, estar libre de materiales halógenos y emitir humos de muy baja opacidad.

7.15.34.2 Adicionalmente las tuberías que se monten en lugares de reunión de personas deberán cumplir con las siguientes características:

Tabla Nº 4.28: Características mínimas para tubos que se monten en lugares de reunión de personas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	4	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90 ºC
Resistencia al curvado	(1) / (2)	Rígido / curvable
Propiedades eléctricas	(1) / (2)	Continuidad / aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo

Resistencia a la penetración de agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	4	Protección interior y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61386-1

7.15.34.3 Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados y este no podrá ser inferior a 20 mm cuando se alojen más de 2 conductores en su interior. En las Tablas Nº 4.18 a 4.21 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

7.15.35 Montaje canalizaciones subterráneas

7.15.35.1 En las canalizaciones subterráneas, las tuberías serán conformes a lo establecido en la norma IEC 61386-24 y sus características mínimas serán las indicadas en la Tabla Nº 4.29.

Tabla Nº4.29: Características mínimas para tubos en canalizaciones subterráneas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	450-750	450N- 750 N(*)
Resistencia al impacto	N	Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	(1) / (2)	Continuidad eléctrica / aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración de agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	4	Protección interior y exterior elevada
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador (**)
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
Notas: NA: No aplicable (*); Para tubos enterrados en suelo ligero aplica 450 N y para tubos en suelos pesados aplica 750 N. (**) Para ductos que están exclusivamente enterrados en todo su recorrido y que no ingresan a ningún recinto cerrado podrá omitirse este requisito.		

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivo. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61386-24.

7.15.35.2 Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

7.15.35.3 Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados y este no podrá ser inferior a 25 mm cuando se alojen más de 2 conductores en su interior. En las Tablas Nº 4.18 a 4.21 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

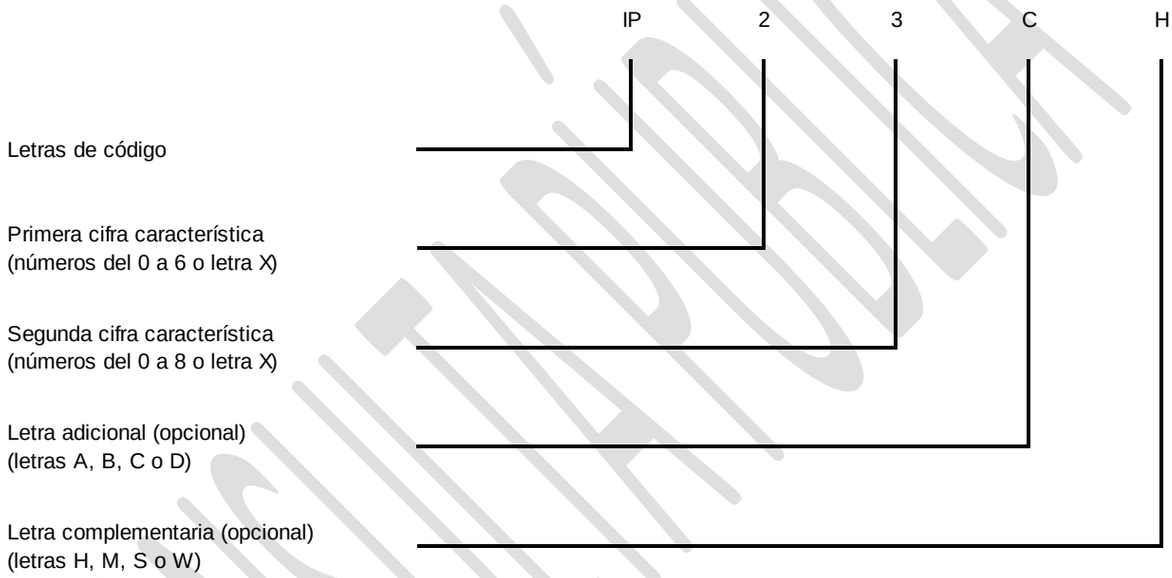
ANEXO 4.1

GRADOS DE PROTECCIÓN DE CARCASAS Y CAJAS DE EQUIPOS Y APARATOS

1.1.- La norma internacional IEC 60529, de la Comisión Electrotécnica Internacional establece una codificación numérica a través de la cual se definen las características de los grados de protección que la envolvente, carcaza o caja, de un equipo proporciona tanto desde el punto de vista de protección a las personas frente a la posibilidad de alcanzar partes energizadas en el interior del equipo o aparato, como desde el punto de vista de penetración de elementos extraños al equipo como cuerpos, polvos o agua que interfieran con su funcionamiento y/o le provoquen daños.

1.2.- La caracterización de los grados de protección se establece mediante un código formado por las letras IP (índice de protección) seguidas de una combinación de dos cifras, cuyo significado se establece en las tablas A1.1 a A1.5 siguientes. Debe tenerse en cuenta que la primera cifra tiene dos significados que se indican en las tablas A1.1 y A.2; estos significados son complementarios y de aplicación simultánea.

1.3.- Los equipos o aparatos calificados según esta norma llevarán marcado sobre su carcasa o caja el número de código correspondiente, siguiendo la disposición mostrada a continuación.



Las letras X se utilizarán cuando alguna característica definida por la cifra correspondiente no requiera ser especificada. Las letras adicionales y complementarias si no son necesarias simplemente se omiten

Tabla A4.1
Protección Contra Contactos con Partes Energizadas. Primera Cifra.

Primer Número Característico	Grado de Protección	
	Descripción	Definición
0	Sin protección	-
1	Partes energizadas inaccesibles al dorso de la mano	El calibre, una esfera de ϕ =5 0 mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas
2	Partes energizadas no accesibles con los dedos	El calibre, consistente en una esfera de ϕ = 12 mm, 80 mm de largo, debe quedar a suficiente distancia de las partes energizadas
3	Partes energizadas no accesibles con herramientas	No debe penetrar el calibre consistente en una esfera de ϕ = 2,5 mm.
4	Partes energizadas no accesibles con un alambre	El calibre, de ϕ = 1,0 mm, no debe penetrar
5	Partes energizadas no accesibles con un alambre	El calibre, de ϕ= 1,0 mm, no debe penetrar
6	Partes energizadas no accesibles con un alambre	El calibre, de ϕ = 1,0 mm, no debe penetrar

En el caso de la primera cifra característica 3, 4, 5 ó 6 la protección contra acceso a partes energizadas se satisface si se mantiene la distancia adecuada.

Los requerimientos de esta tabla se aplicarán simultáneamente con los de la Tabla A1.2; por esta razón las cifras 4,5 y 6 que en esta tabla no presentan diferencias frente al ingreso de cuerpos sólidos, se hacen diferentes en la Tabla A1.2 al exigir distintos grados de protección frente al ingreso de polvo

Tabla A4.2
Protección Contra Acceso de Cuerpos Extraños. Primera Cifra

Primer Número Característico	Grado de Protección	
	Descripción	Definición
0	Sin protección	-
1	Protegido contra la penetración de objetos extraños de ϕ ≥ 50 mm	El calibre, una esfera de ϕ=50 mm, no debe penetrar completamente (1)
2	Protegido contra la penetración de objetos extraños de ϕ ≥ 12,5 mm	El calibre, una esfera de ϕ=12,5mm, no debe penetrar completamente (1)
3	Protegido contra la penetración de objetos extraños de ϕ ≥ 2,50 mm	El calibre, una esfera de ϕ=2,5 mm, no debe penetrar completamente (1)
4	Protegido contra la penetración de objetos extraños de ϕ ≥ 1,0 mm	El calibre, una esfera de ϕ=1,0 mm, no debe penetrar completamente (1)
5	Protegido contra la entrada de polvo	La entrada de polvo no se evita totalmente, pero la cantidad que entra no es suficiente para interferir con el funcionamiento del equipo o afectar su seguridad
6	Estanco al polvo	No debe penetrar polvo

En el Apéndice I se muestran las dimensiones y formas típicas de los calibres de ensayo para las pruebas de protección contra la accesibilidad.

Tabla A4.3
Protección Contra la Penetración de Agua. Segunda Cifra

Primer Número Característico	Grado de Protección	
	Descripción	Definición
0	Sin protección	-
1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua	Las gotas que caen verticalmente no deben provocar efectos dañinos
2	Protegido contra la caída de gotas de agua con una inclinación de hasta 15º	Las gotas que caen verticalmente no deben provocar efectos dañinos al inclinar la cubierta hasta 15º en uno y otro sentido respecto de la vertical
3	Protegido contra la caída de lluvia	La lluvia cayendo en un ángulo igual o menor a 60º no deberá provocar daños
4	Protegido contra salpicaduras de agua	Las salpicaduras en cualquier dirección no deben provocar daños
5	Protegido contra chorros de agua	Un chorro de agua proyectado en cualquier dirección no debe provocar daños (1)
6	Protegido contra chorros fuertes de agua	Un chorro fuerte de agua proyectado en cualquier dirección no debe provocar daños (2)
7	Protegido contra inmersión temporal en agua	No debe penetrar una cantidad de agua que pueda provocar daños al estar la caja sumergida temporalmente en condiciones normales de presión y duración (3)
8	Protegido contra inmersión prolongada en agua	No debe penetrar una cantidad de agua que pueda provocar daños al estar la caja sumergida en forma prolongada en condiciones que se acordaran entre usuario y fabricante pero que serán más drásticas que las indicadas en 7

(1) El chorro de agua se obtendrá de una boquilla de ϕ = 6,3 mm que entregará un caudal de 12,5 l/min ± 5%; el diámetro del chorro será 40 mm a 2,5 m del objeto.

(2) Idem 1 pero caudal será 100 l/min ± 5% y diámetro del chorro 120 mm a 2,5 m. En ambos casos, 1 y 2, el chorro se aplicará durante 3 minutos a una distancia 2,5 m ≤ d ≤ 3 m.

(3) La muestra se sumergirá en agua con una altura de 150 mm sobre su cubierta si h = (alto de la muestra) ≥ 850 mm y (1000 – h) si h < 850 mm. Tiempo de la prueba 1 minuto, temperatura muestra = temperatura del agua ± 5%.

Algunas normas consideran la aplicación de letras adicionales que refuerzan o aclaran la calidad del grado de protección de un equipo, o bien restringen su aplicación a ciertos tipos de equipos o condiciones particulares de aplicación. Estos índices adicionales se detallan en las tablas A1.4 y A1.5 siguientes:

Tabla A4.4
Protección Contra Acceso de Cuerpos Extraños. Letra Adicional

Letra Adicional	Grado de Protección	
	Descripción	**Definición**
A	Partes energizadas inaccesibles al dorso de la mano	El calibre, una esfera de ϕ =50 mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas
B	Partes energizadas no accesibles con los dedos	El calibre, una esfera de ϕ =12 mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas
C	Partes energizadas no accesibles con una herramienta	El calibre, una esfera de ϕ =2,5 mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas
D	Partes energizadas no accesibles con un alambre	El calibre, una esfera de ϕ =1,0 mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas

CALIBRES PARA PRUEBA DE PROTECCIÓN A PERSONAS CONTRAL EL ALCANCE DE PARTES ENERGIZADAS

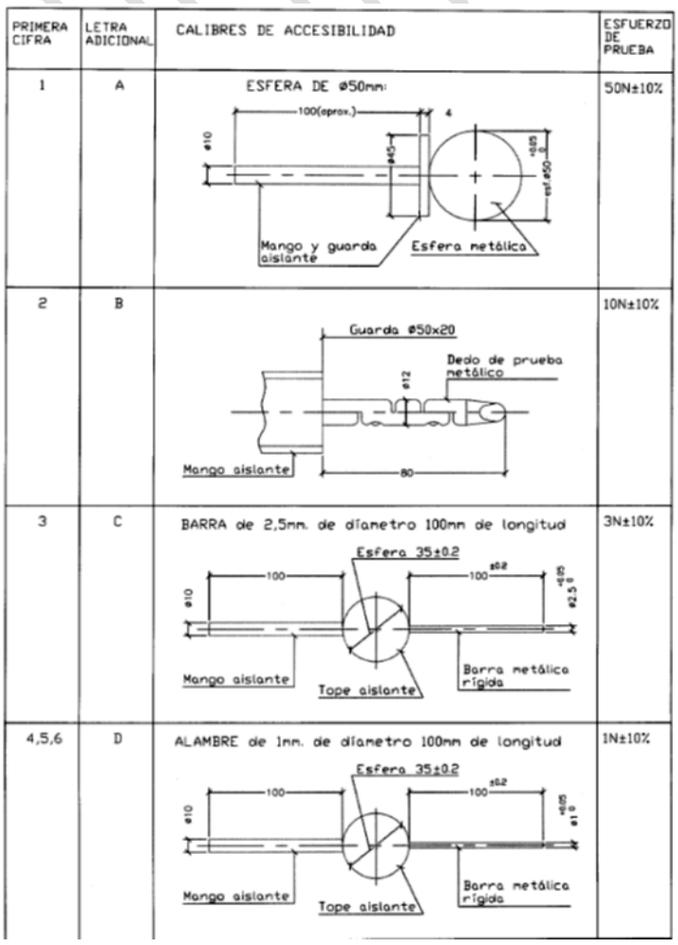


Tabla A4.5
Letras Suplementarias

Letra	Significado
H	Se aplica a aparatos de Alta Tensión
M	Se ha verificado la protección contra los efectos dañinos producidos por la penetración de agua en partes móviles de un equipo en movimiento (p.e. rotor de un motor)
S	Se ha verificado la protección contra los efectos dañinos producidos por la penetración de agua en partes móviles de un equipo detenidas (p.e. rotor de un motor)
W	Se aplica a materiales aplicables sin condiciones atmosféricas especificadas ni se han adoptado medidas de protección complementarias.

Código IK

Es un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los impactos mecánicos nocivos, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior.

El código IK se designa con un número graduado de cero (0) hasta diez (10); a medida que el número va aumentado indica que la energía del impacto mecánico sobre la envolvente es mayor. Este número siempre se muestra formado por dos cifras. Por ejemplo, el grado de protección IK 05, no quiere indicar más que es el número 5.

A pesar de que este es un sistema que puede usarse para la gran mayoría de los tipos de equipos eléctricos, no se puede suponer que todos los grados de protección posibles les sean aplicables a todos los equipos eléctricos.

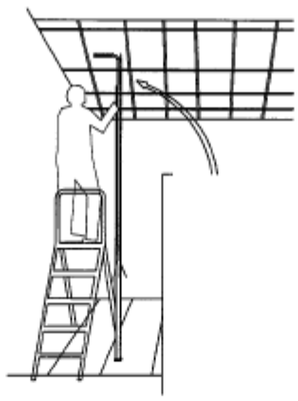
Generalmente, el grado de protección se aplica a la envolvente en su totalidad. Si alguna parte de esta envolvente tiene un grado de protección diferente, ésto deben indicarse por separado en las instrucciones o documentación del fabricante de la envolvente.

En la tabla 5 se indican los diferentes grados de protección IK con la energía del impacto asociada a cada uno. También se indica la equivalencia en peso y altura de caída de la pieza de golpeo sobre la envolvente, de forma que, por ejemplo, un grado de protección IK 07 es aquel en el que la envolvente, en los puntos que se consideraran como más débiles, soportaría un impacto de una pieza de poliamida o de acero redondeada, de peso 500 g y que cayera desde una altura de 400 mm.

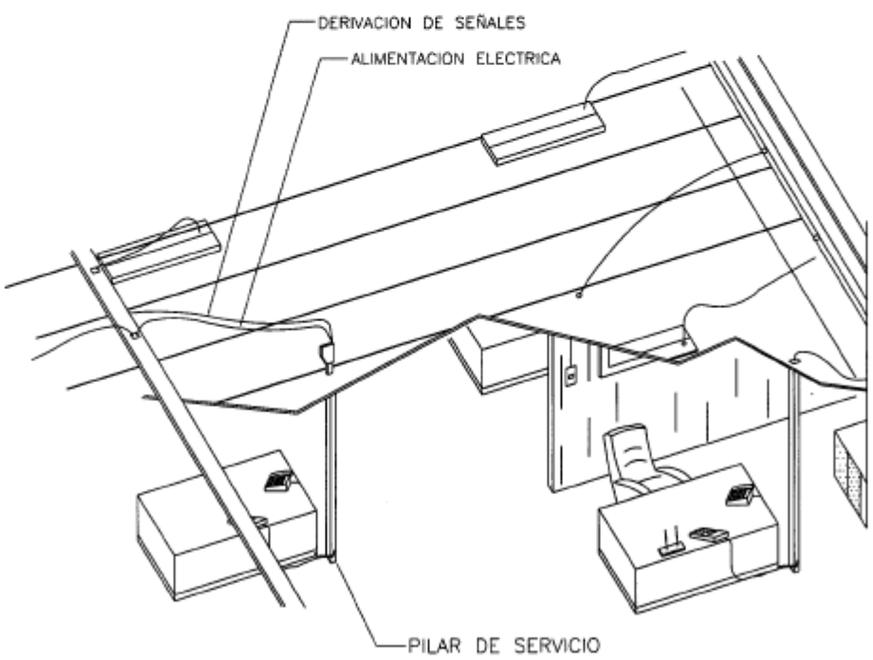
Tabla A4.6
Grados de protección IK

Grado IK	IK 00	IK 01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energía (J)	--	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
Masa y altura de la pieza de golpeo	–	0,2 kg 70 mm	0,2 kg 100 mm	0,2 kg 175 mm	0,2 kg 250 mm	0,2 kg 350 mm	0,5 kg 200 mm	0,5 kg 400 mm	1,7 kg 295 mm	5 kg 200 mm	5 kg 400 mm

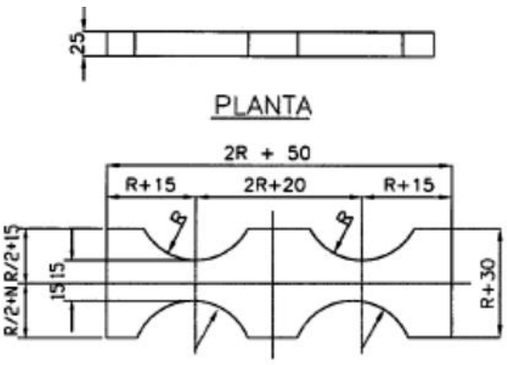
ANEXO 4.2
PILARES DE SERVICIO



MONTAJE TIPICO PILAR DE SERVICIO

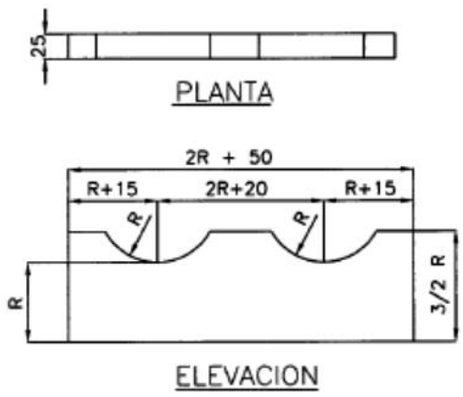


ANEXO 5.3
SEPARADORES DE DUCTOS



2R = DIAMETRO EXTERNO DEL DUCTO

SEPARADOR DOBLE



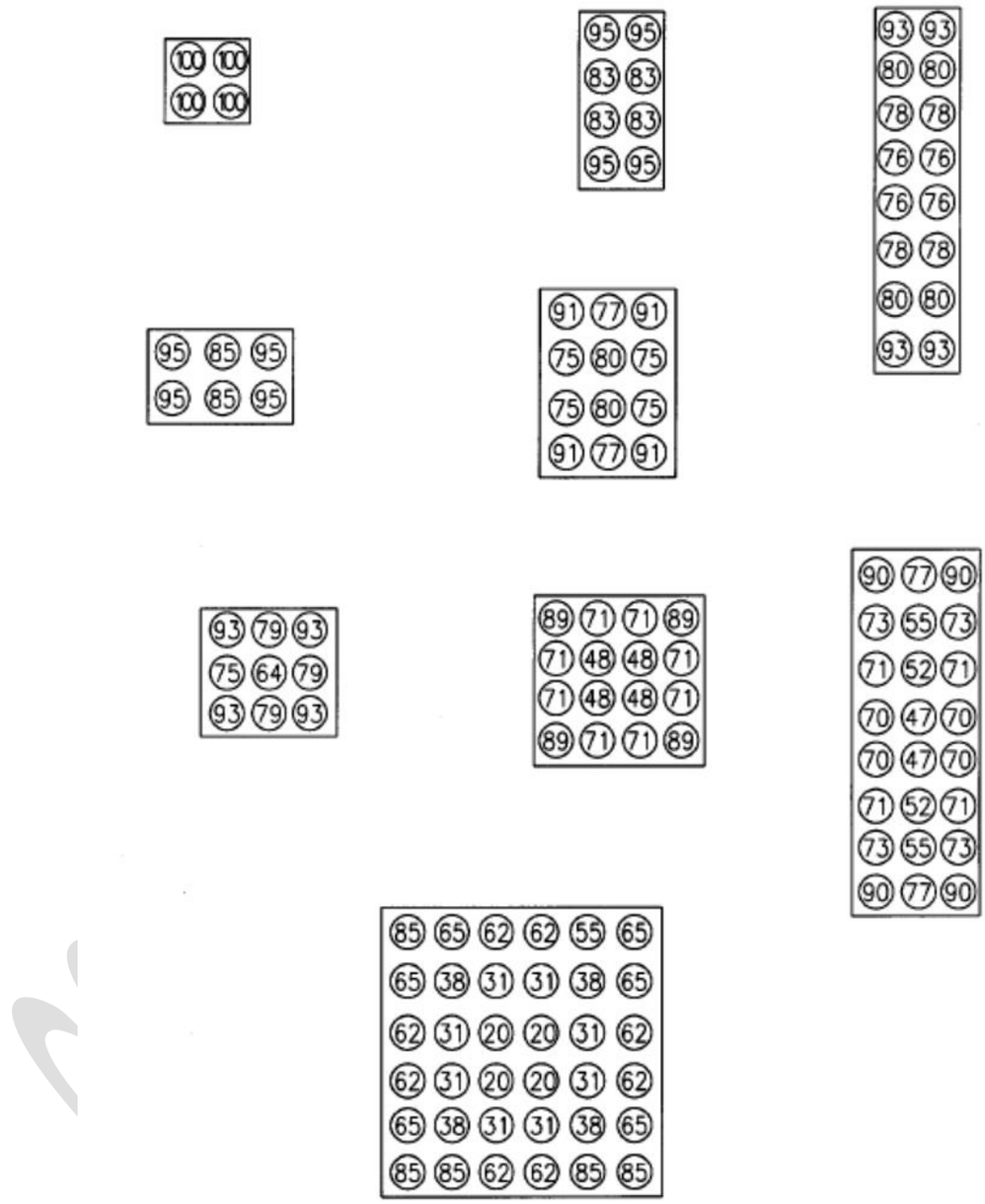
SEPARADOR SIMPLE

NOTAS:

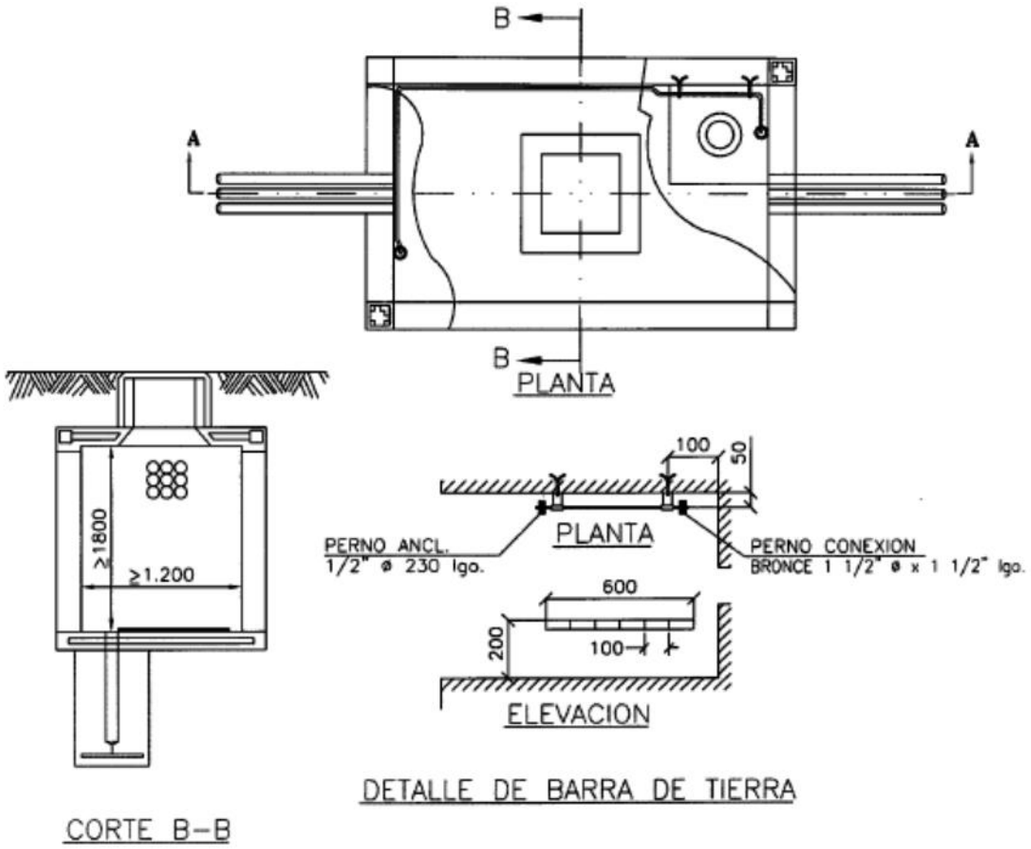
1. ESTOS SEPARADORES PODRÁN SER DE MADERA CEMENTO U OTRO MATERIAL SIMILAR
2. LAS DIMENSIONES SE FIJARÁN DE ACUERDO AL DIAMETRO EXTERNO DE LOS DUCTOS.

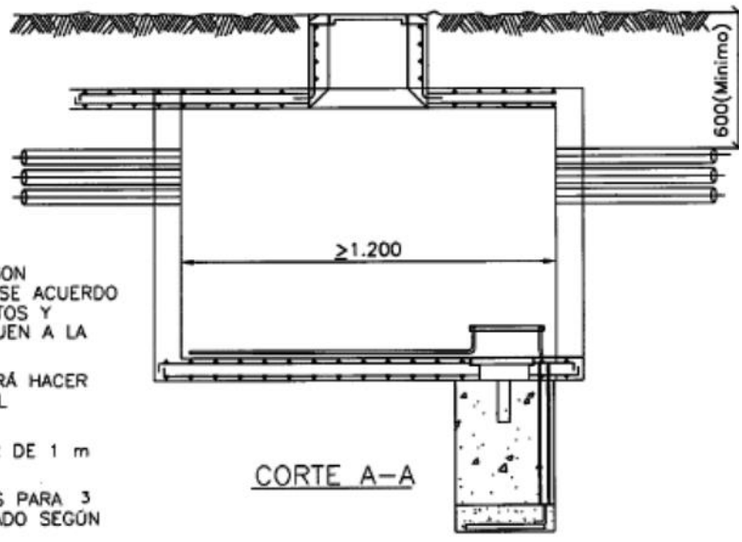
ANEXO 4.4
PORCENTAJE DE CORRECIÓN

Porcentaje de capacidad de transporte que deberá considerarse al calcular la sección de los conductores, según su posición en el conjunto de ductos o vías de ductos múltiples.



ANEXO 4.5
CÁMARAS
LAMINA 1 DE 5. CÁMARA TIPO A

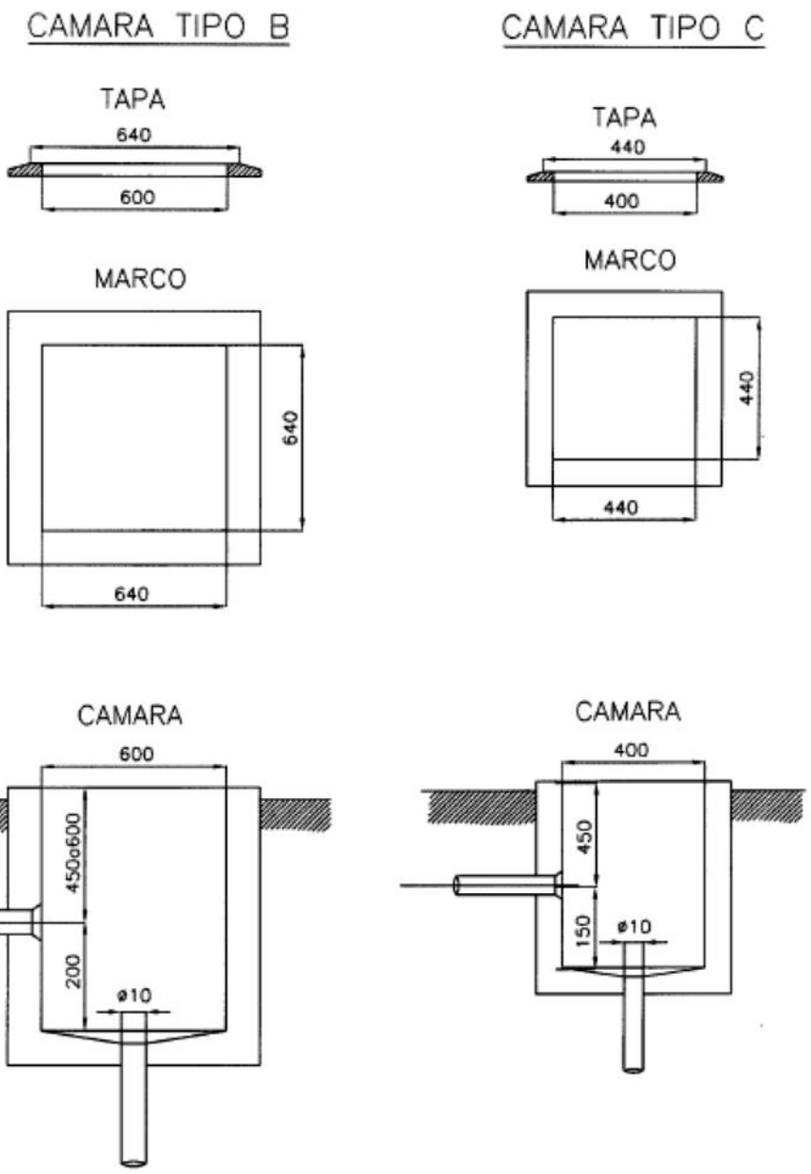




NOTAS:

1. LAS MEDIDAS INTERNAS SON VARIABLES . SE FIJARÁN SE ACUERDO A LA CANTIDAD DE DUCTOS Y CONDUCTORES QUE LLEGUEN A LA CAMARA
2. EN CADA CASO SE DEBERÁ HACER EL CÁLCULO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE.
3. EL DRENAJE DEBERÁ SER DE 1 m POR LO MENOS
4. SE UTILIZARÁN LAS TAPAS PARA 3 TRÁNSITO LIVIANO O PESADO SEGÚN CORRESPONDA.
5. SE PODRÁN USAR TAMBIÉN TUBOS DE CONCRETO O SIMILARES DE

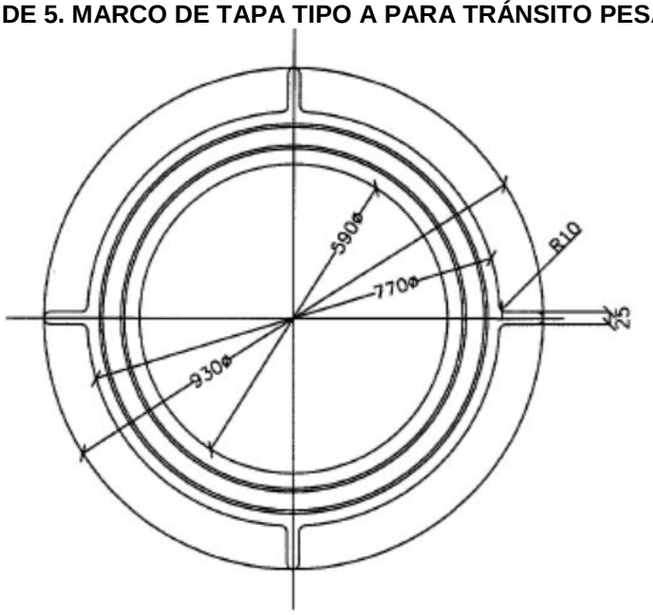
CÁMARAS
LAMINA 2 DE 5. CÁMARA TIPO B Y C



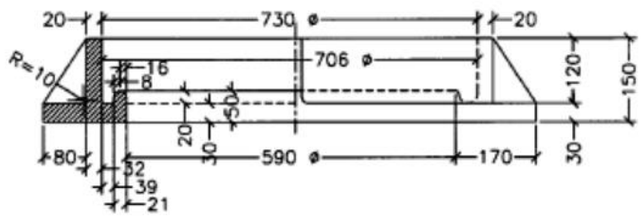
NOTAS:

1. SE PODRÁN USAR TAMBIÉN COMO CÁMARAS TUBOS DE CEMENTO DE UN DIAMETRO ≥400 mm.
2. SE USARAN TAPAS PARA TRANSITO LIVIANO O PESADO SEGUN CORRESPONDA.
3. SE PODRAN USAR TAPAS DE CAMARA DE ALCANTARILLADO PARA TRANSITO PESADO O LIVIANO, SEGUN CORRESPONDA.

CÁMARAS
LAMINA 3 DE 5. MARCO DE TAPA TIPO A PARA TRÁNSITO PESADO

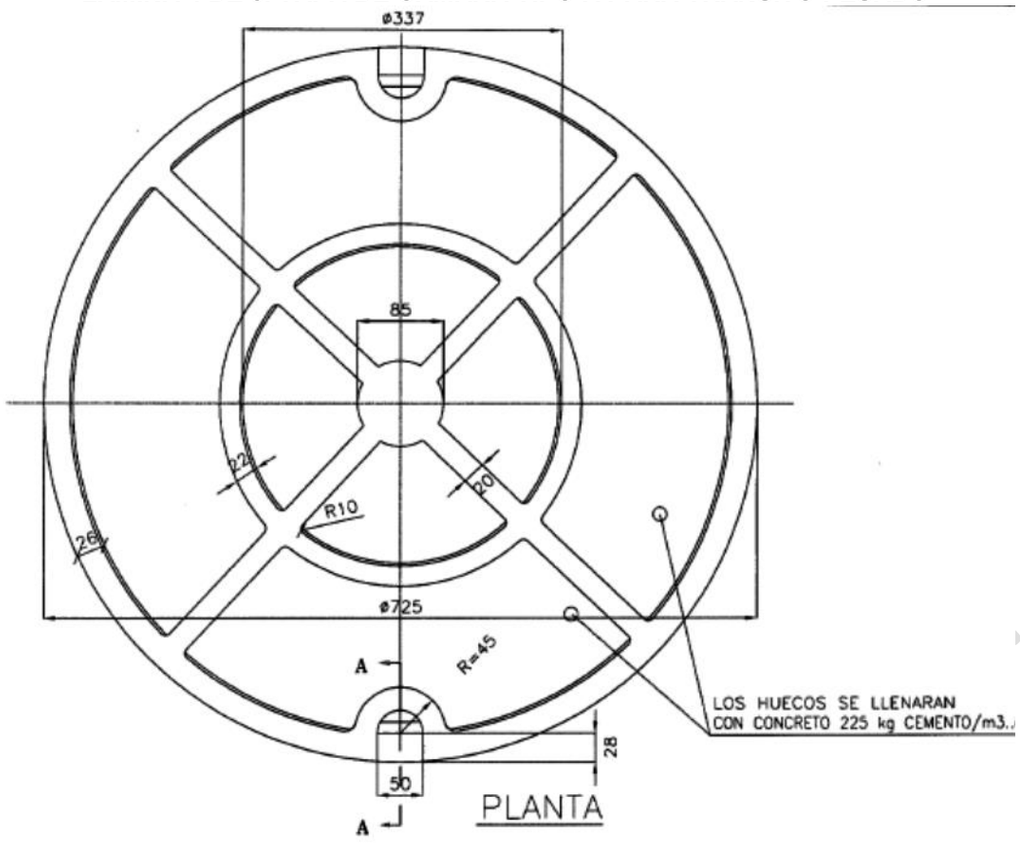


PLANTA

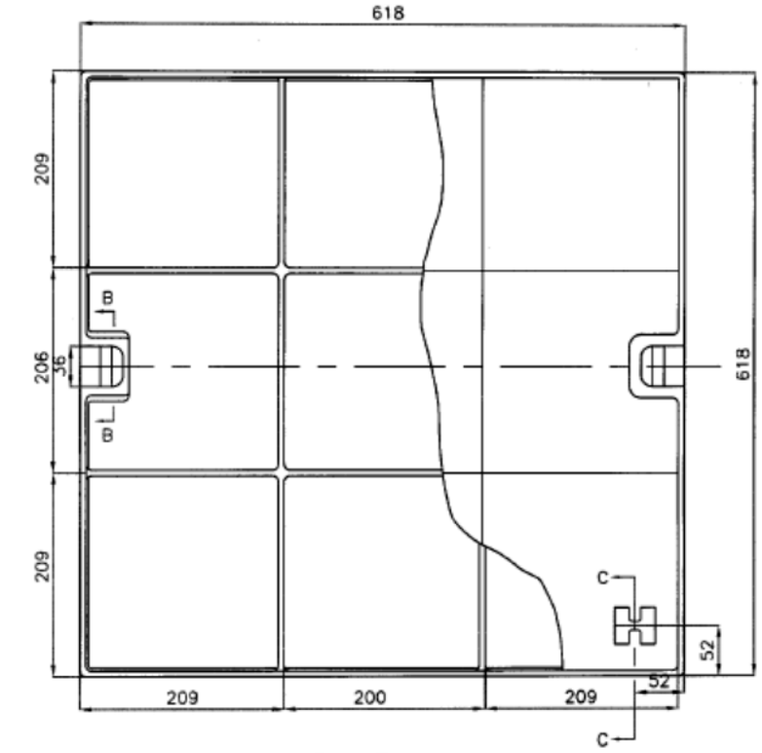


ELEVACION 1/4 CORTE

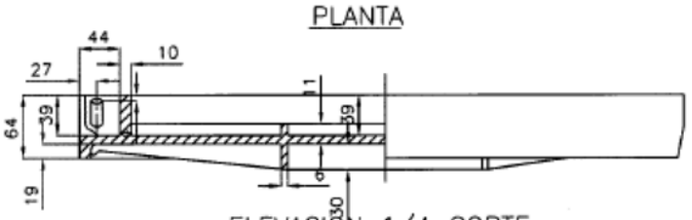
CÁMARAS
LAMINA 4 DE 5. TAPA DE CÁMARA TIPO A PARA TRÁNSITO PESADO



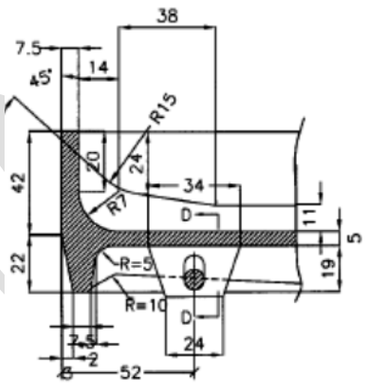
CÁMARAS
LAMINA 5 DE 5. TAPA DE CÁMARA TIPO A PARA TRÁNSITO LIVIANO



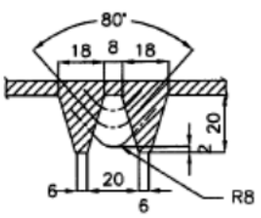
PLANTA



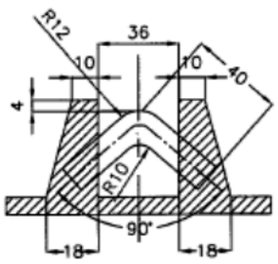
ELEVACIÓN 1/4 CORTE



CORTE C–C



CORTE D–D

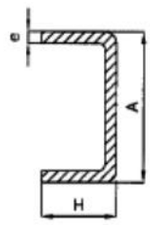


CORTE B–B

ANEXO 4.6
BANDEJAS PORTACONDUCTORES

LAMINA 1 DE 3. PERFILES Y SISTEMAS DE TAPAS PARA BANDEJAS

PERFIL "U"



80x40x2
100x50x2
125x50x2
150x50x2
200x50x3

FIG 1.1

FIG 1.3

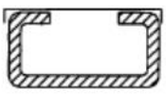
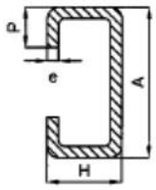


FIG 1.4

PERFIL C



80x40x15x2
100x50x15x2
125x50x15x2
150x50x15x2
200x50x15x2

FIG 1.2

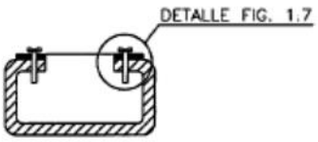


FIG 1.5

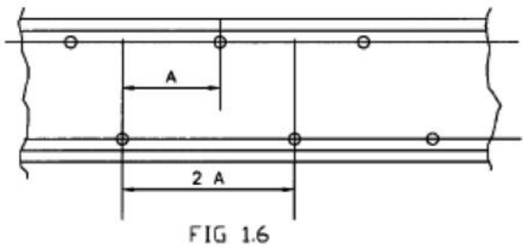


FIG 1.6

DISPOSICION DE LOS PERNOS DE APRIETE DE LAS TAPAS

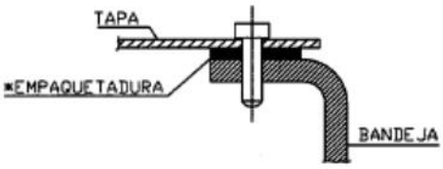
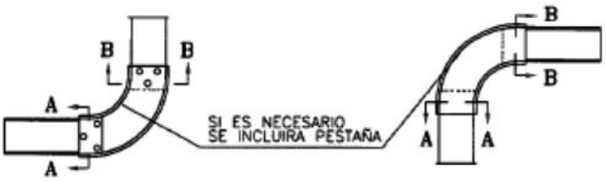


FIG 1.7

NOTA

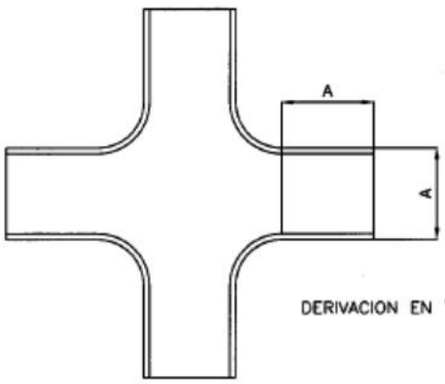
* LAS EMPAQUETADURAS SE COLOCARAN SOLO EN RECINTOS HUMEDOS O QUE TENGAN POLVOS EN SUSPENSION

BANDEJAS PORTACONDUCTORES
LAMINA 2 DE 3. ACCESORIOS

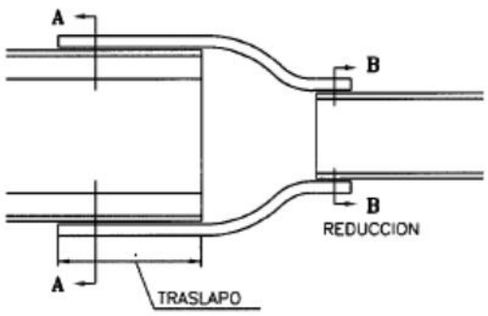


CURVA 90° INTERIOR (vertical)

CURVA 90° EXTERIOR (vertical)



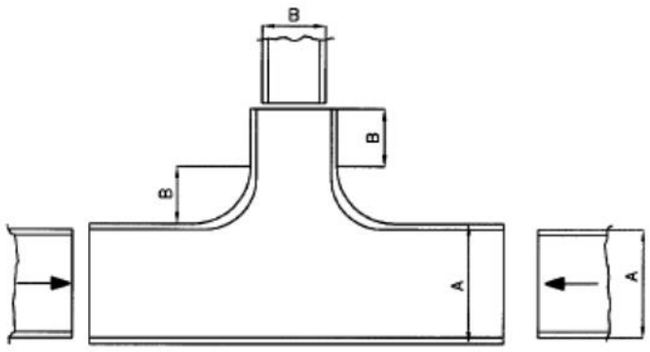
DERIVACION EN "CRUZ"



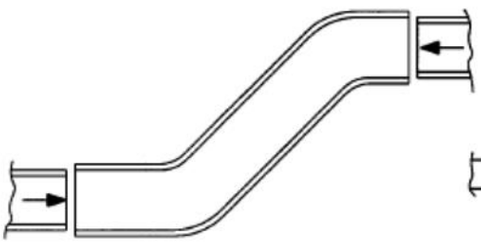
NOTAS:

1. EL TRASLADO DE UNION Ó EMPALME SERA SIEMPRE IGUAL AL ANCHO "A" DE LA BANDEJA
2. RADIO DE CURVATURA DE ACUERDO A LA CURVATURA PERMISIBLE DE LOS CABLES

BANDEJAS PORTACONDUCTORES
LAMINA 3 DE 3. ACCESORIOS

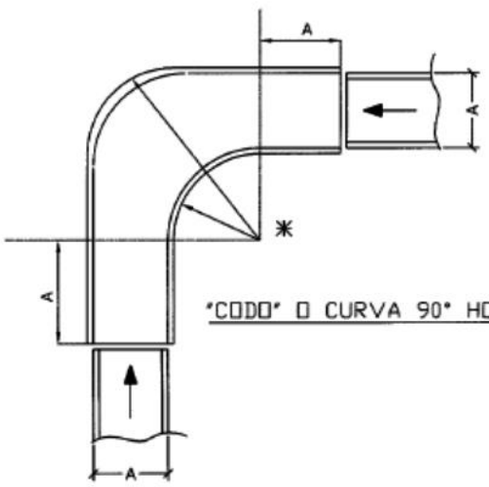


DERIVACION "T"



DESVIACION EN "S" HORIZONTAL

DESVIACION EN "S" VERTICAL

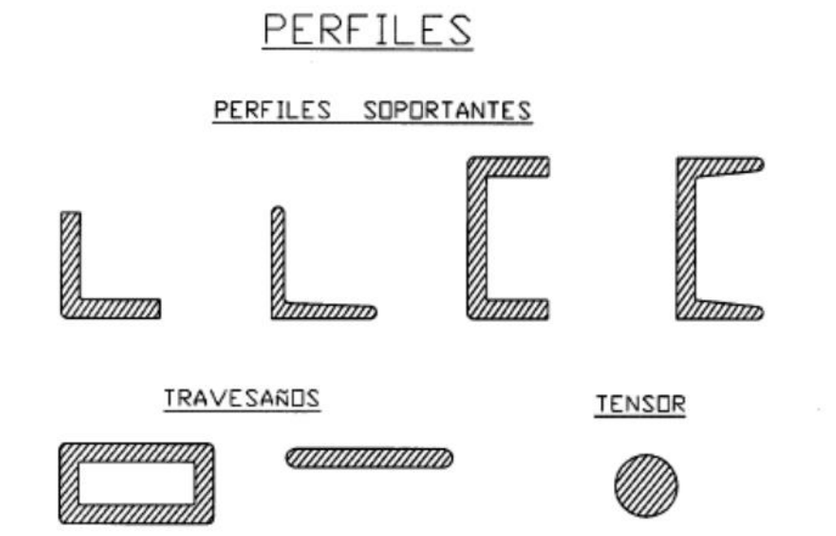


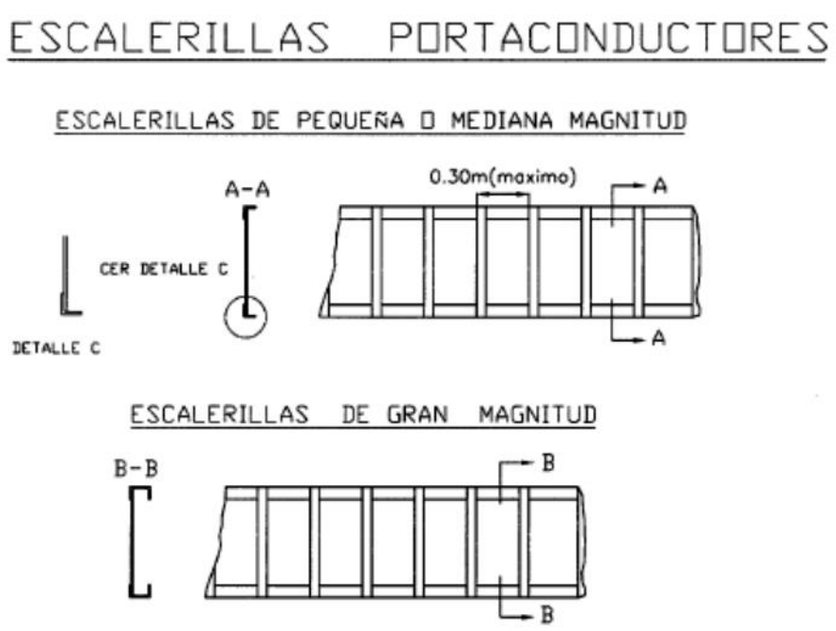
"CODO" O CURVA 90° HORIZONTAL

NOTA

* RADIO DE CURVATURA DE ACUERDO A LA CURVATURA PERMISIBLE DE LOS CABLES.

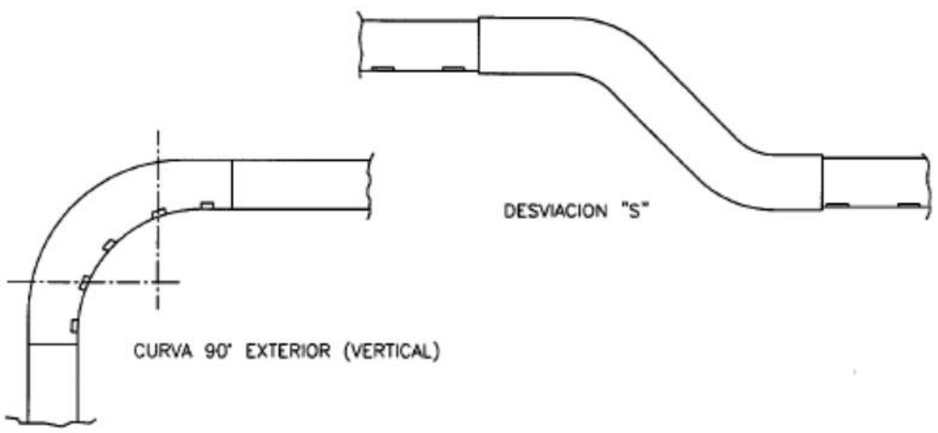
ANEXO 4.7
ESCALERILLAS PORTACONDUCTORES
LAMINA 1 DE 2. PERFILES Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

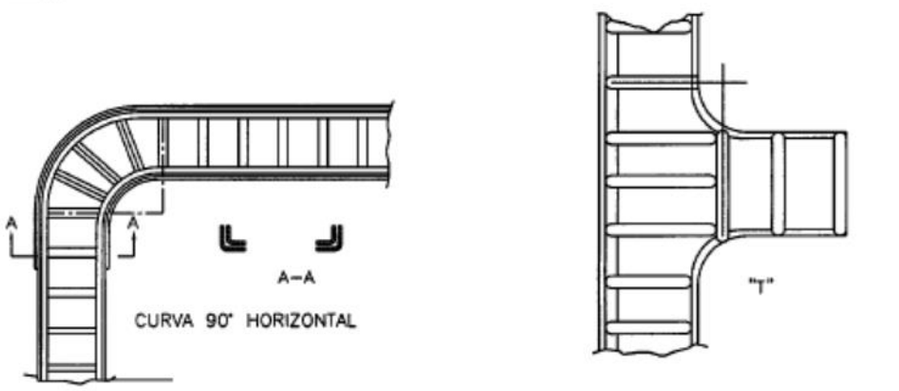


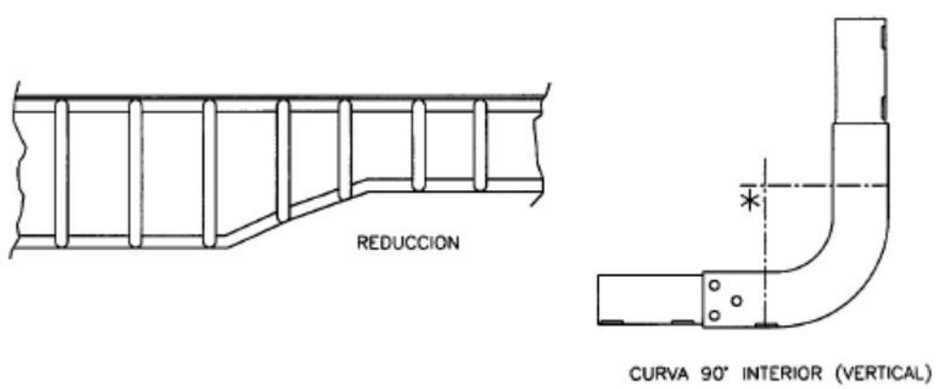


* EN ESCALERILLAS PEQUEÑAS SE PODRAN USAR PLETINAS COMO TRAVESAÑOS.
EN ESCALERILLAS MEDIANAS O GRANDES SE USARA PERFIL TUBULAR O DE CANTO REDONDEADO.

ESCALERILLAS PORTACONDUCTORES
LAMINA 2 DE 2. ACCESORIOS



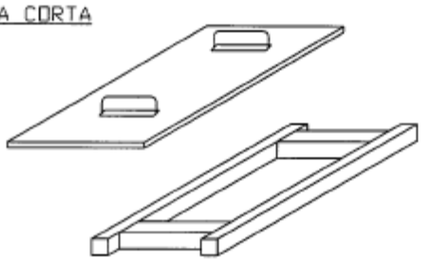




* RADIO DE CURVATURA DE ACUERDO A LA CURVATURA PERMISIBLE DE LOS CABLES

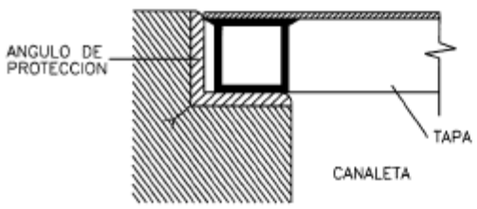
ANEXO 4.8
TAPAS DE CANALETAS

TAPA CORTA

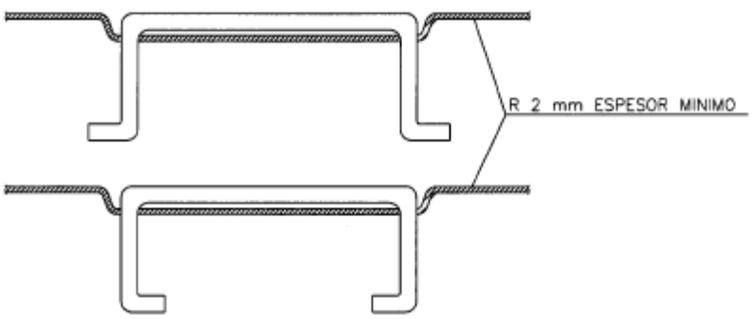


DISPOSICION SUGERIDA

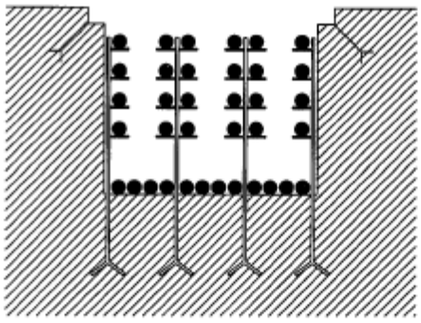
DETALLE TAPA



MANILLAS

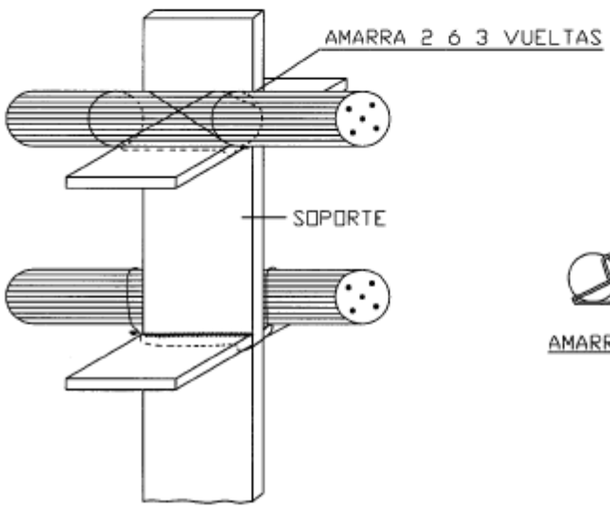


ANEXO 4.9
SOPORTE DE CABLES EN CANALETAS



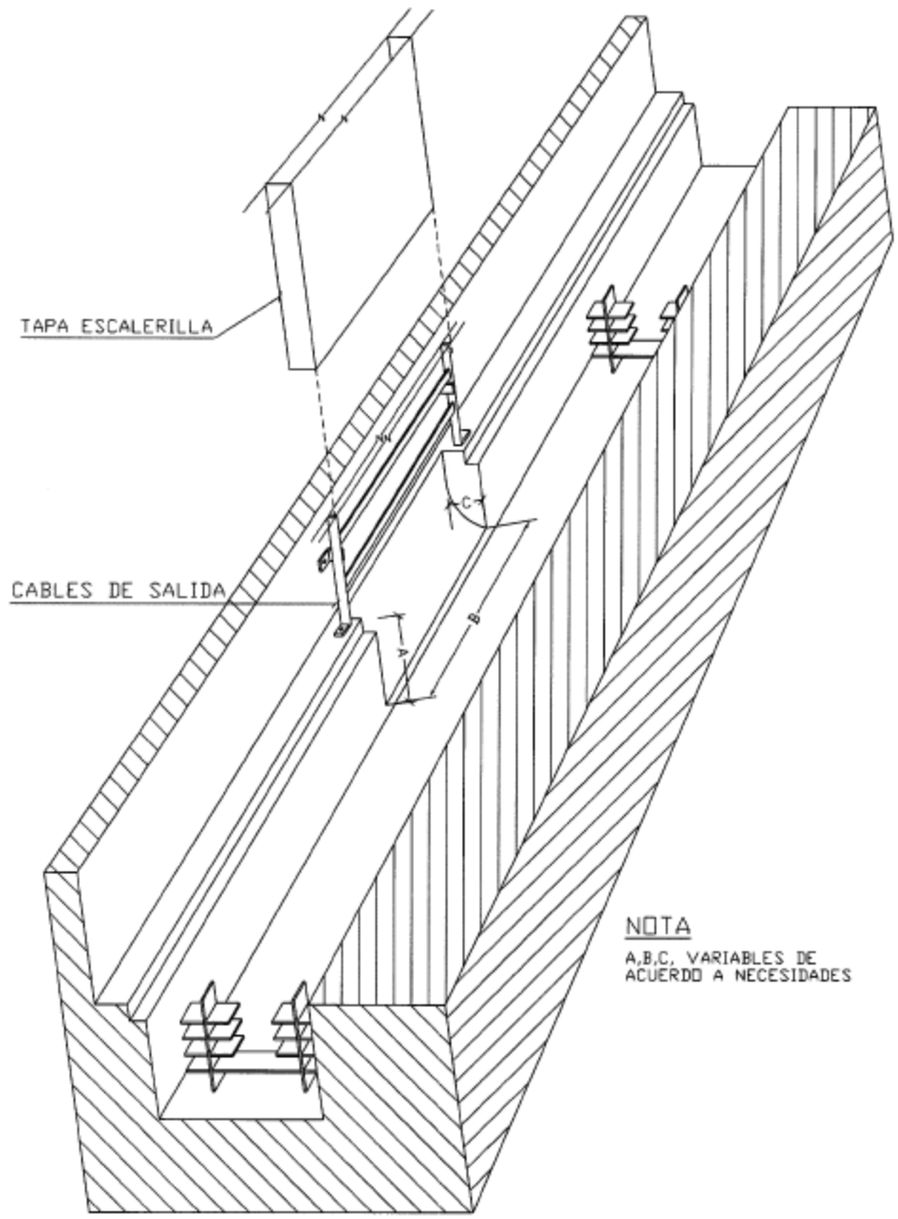
SOPORTE DE CABLES

DETALLE AMARRA DE CABLE A SOPORTE



AMARRA DE 2 VUELTAS

ANEXO 4.9
SALIDA DE CABLES DESDE CANALETA



ANEXO 4.10
CÓDIGOS DE CLASIFICACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE TUBOS

NOTA En el anexo se muestra el formato de códigos de clasificación para las propiedades declaradas de los sistemas de tubos.

Primer dígito – Resistencia a la compresión	
Resistencia a la compresión muy ligera	1
Resistencia a la compresión ligera	2
Resistencia a la compresión media	3
Resistencia a la compresión fuerte	4
Resistencia a la compresión muy fuerte	5

Segundo dígito – Resistencia al impacto	
Resistencia al impacto muy ligera	1
Resistencia al impacto ligera	2
Resistencia al impacto media	3
Resistencia al impacto fuerte	4
Resistencia al impacto muy fuerte	5

Tercer dígito – Rango de temperaturas bajas	
+5°C	1
-5°C	2
-15°C	3
-25°C	4
-45°C	5

Cuarto dígito – Rango de temperaturas altas	
+60°C	1
+90°C	2
+105°C	3
+120°C	4
+150°C	5
+250°C	6
+400°C	7

Quinto dígito – Resistencia al curvado	
Rígido	1
Curvable	2
Curvable / transversalmente elástico	3
Flexible	4

Sexto dígito – Propiedades eléctricas	
No declaradas	0
Con características de continuidad eléctrica	1
Con características de aislamiento eléctrico	2
Con características de continuidad y aislamiento eléctrico	3

Séptimo dígito – Protección contra la penetración de objetos sólidos	
Protegido contra objetos sólidos extraños de 2,5 mm de diámetro y mayores	3
Protegido contra objetos sólidos extraños de 1 mm de diámetro y mayores	4
Protegido contra el polvo	5
Estanco al polvo	6

Octavo dígito – Protección contra la penetración de agua	
No declarada	0
Protegido contra la caída vertical de gotas de agua	1
Protegido contra la caída vertical de gotas de agua cuando el sistema de tubos está inclinado un ángulo de 15º	2
Protegido contra el agua pulverizada	3
Protegido contra salpicaduras de agua	4
Protegido contra chorros de agua	5
Protegido contra chorros de agua potentes	6
Protegido contra los efectos de inmersión temporal en agua	7

Décimo dígito – Resistencia a la tracción	
No declarada	0
Resistencia a la tracción muy ligera	1
Resistencia a la tracción ligera	2
Resistencia a la tracción media	3
Resistencia a la tracción fuerte	4
Resistencia a la tracción muy fuerte	5

Undécimo dígito – Resistencia a la propagación de la llama	
No propagador de la llama	1
Propagador de la llama	2

Duodécimo dígito – Capacidad de carga suspendida	
No declarada	0
Capacidad de carga suspendida muy ligera	1
Capacidad de carga suspendida ligera	2
Capacidad de carga suspendida media	3
Capacidad de carga suspendida fuerte	4
Capacidad de carga suspendida muy fuerte	5