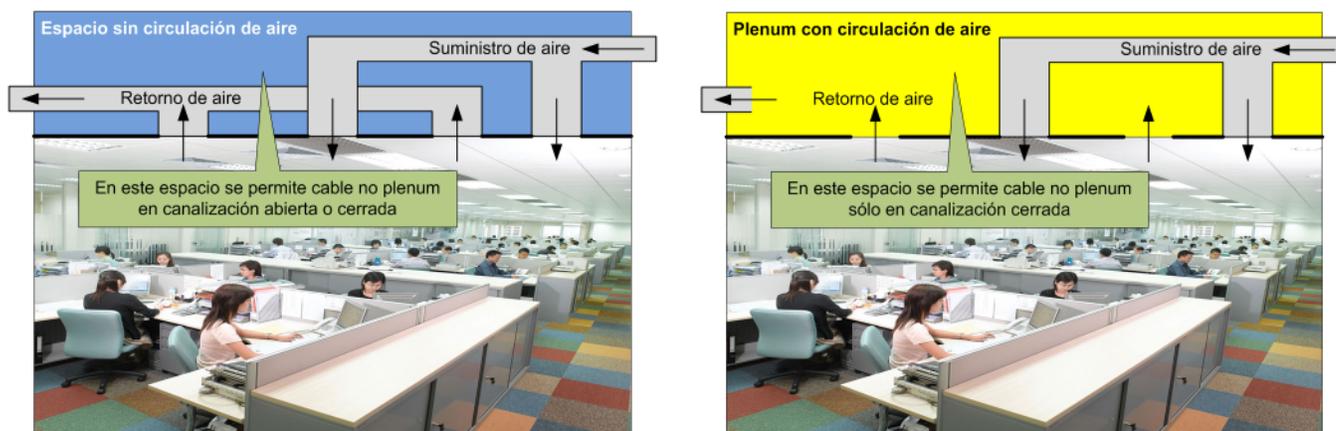


¿Plenum o No Plenum... o LS0H? ¡Esa es la Pregunta!

Por Miquel Aldama

Introducción

En el argot de las instalaciones de comunicaciones, el término “plenum” se refiere al espacio cerrado, usualmente por encima del techo falso, conectado a los ductos de aire y que forma parte de su sistema de distribución. A este espacio cerrado también se le conoce como cámara plena. Los cables tipo plenum clasificados por la norma NFPA® 70 (*NEC – National Electrical Code*®) se utilizan en instalaciones de cables en espacios que manejan el flujo del aire ambiental, es decir, la distribución o retorno del aire acondicionado. En general, cuando el espacio abierto por encima del techo suspendido no es utilizado con este fin, cuando se utilizan ductos de aire cerrados o cuando los cables se instalan dentro de canalizaciones cerradas, no se requiere cable tipo plenum.



Es una práctica común que en instalaciones por encima de techo falso o debajo de piso falso se especifique cable tipo plenum; aunque, como se podrá observar en este artículo, no siempre es un requisito normativo. Los usuarios podrán verse ampliamente beneficiados si pueden instalar cables que les ayuden a mejorar el costo de sus proyectos cumpliendo a cabalidad con todas las normas y reglamentos. Las ventajas que puede ofrecer el cable tipo plenum (CMP, OFNP y OFCP) es su excelente

retardo a la propagación de la flama y que puede sustituir al cable tipo riser (CMR, OFNR y OFCR) y a los cables de uso general (CM, OFC y OFN¹).

Usos permitidos de cables plenum y no plenum de acuerdo a la norma NFPA® 70

La siguiente tabla contiene las aplicaciones permitidas de los cables de fibra óptica de acuerdo al artículo 770.154 de la norma NFPA® 70:

Aplicaciones		OFNP, OFCP	OFNR, OFCR	OFN, OFC
En ductos prefabricados como se describe en 300.22(B)	En ductos prefabricados	Sí	No	No
	En canalizaciones que cumplen con 300.22(B)	Sí	Sí	Sí
En otro espacios usados para aire ambiental como se describe en 300.22(C)	En otros espacios usados para aire ambiental	Sí	No	No
	En canalizaciones metálicas que cumplen 300.22(C)	Sí	Sí	Sí
	En canalizaciones para comunicaciones y fibra óptica en plenums	Sí	No	No
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	Sí	No	No
	Soportados por charolas portacables metálicas de fondo sólido con tapas metálicas	Sí	Sí	Sí
En ductos verticales	En tendidos verticales	Sí	Sí	No
	En canalizaciones metálicas	Sí	Sí	Sí
	En espacios a prueba de fuego	Sí	Sí	Sí
	Canalizaciones para comunicaciones y fibra óptica en plenums	Sí	Sí	No
	Canalizaciones para comunicaciones y fibra óptica en ductos verticales	Sí	Sí	No
	Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales	Sí	Sí	No
	En viviendas	Sí	Sí	Sí
Dentro de edificios que no haya espacios para manejo de aire y ductos verticales	General	Sí	Sí	Sí
	Soportado por charolas portacables	Sí	Sí	Sí
	En bastidores de distribución y marcos de conexión	Sí	Sí	Sí
	En alguna canalización reconocida en el Capítulo 3	Sí	Sí	Sí
	En canalizaciones para fibra óptica y comunicaciones en plenums	Sí	Sí	Sí
	En canalizaciones para fibra óptica y comunicaciones en ductos verticales y ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales	Sí	Sí	Sí
	En canalizaciones para fibra óptica y comunicaciones de propósito general y ensamblados enrutadores de cables de propósito general	Sí	Sí	Sí

¹ Las clasificaciones CMG, OFNG y OFCG se consideran equivalentes a las designaciones CM, OFN y OFC en el presente artículo sólo se utilizarán estas últimas. El significado de las siglas utilizadas se encuentran en la sección "Definiciones".

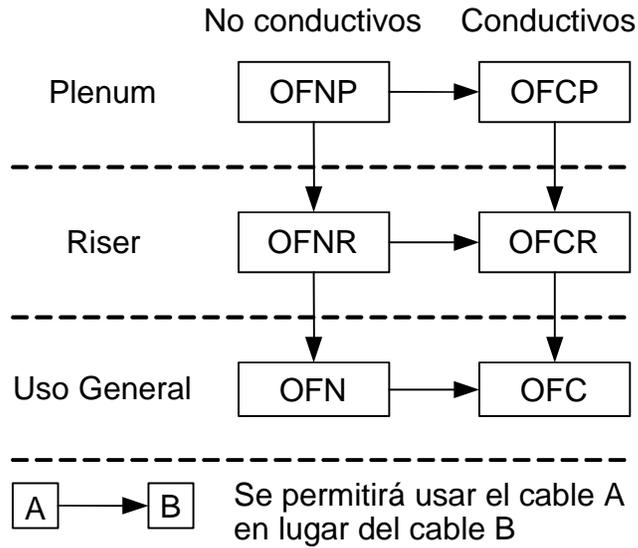
La siguiente tabla contiene las aplicaciones permitidas de los cables de comunicaciones de acuerdo al artículo 800.154 de la norma NFPA® 70:

Aplicaciones		CMP	CMR	CMG, CM	CMX
En ductos prefabricados como se describe en 300.22(B)	En ductos prefabricados	Sí	No	No	No
	En canalizaciones que cumplen con 300.22(B)	Sí	Sí	Sí	Sí
En otro espacios usados para aire ambiental como se describe en 300.22(C)	En otros espacios usados para aire ambiental	Sí	No	No	No
	En canalizaciones metálicas que cumplen 300.22(C)	Sí	Sí	Sí	Sí
	En canalizaciones para comunicaciones en plenums	Sí	No	No	No
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	Sí	No	No	No
	Soportados por charolas portacables metálicas de fondo sólido con tapas metálicas	Sí	Sí	Sí	Sí
En ductos verticales	En tendidos verticales	Sí	Sí	No	No
	En canalizaciones metálicas	Sí	Sí	Sí	Sí
	En espacios a prueba de fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
	Canalizaciones para comunicaciones en plenums	Sí	Sí	No	No
	Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales	Sí	Sí	No	No
	Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales	Sí	Sí	No	No
	En viviendas	Sí	Sí	Sí	Sí
Dentro de edificios que no haya espacios para manejo de aire y ductos verticales	General	Sí	Sí	Sí	Sí
	En unidades de vivienda de una y dos familias	Sí	Sí	Sí	Sí
	En unidades de vivienda multifamiliar	Sí	Sí	Sí	Sí
	En espacios no ocultos	Sí	Sí	Sí	Sí
	Soportados por charolas portacables	Sí	Sí	Sí	No
	Bajo alfombra (Sólo se permite cable CMUC)	No	No	No	No
	En bastidores de distribución y marcos de conexiones	Sí	Sí	Sí	No
	En alguna canalización reconocida en el Capítulo 3	Sí	Sí	Sí	Sí
	En canalizaciones para comunicaciones en plenums	Sí	Sí	Sí	No
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales y ensamblados enrutadores de cable en pozos verticales	Sí	Sí	Sí	No
	En canalizaciones para comunicaciones de propósito general y ensamblados enrutadores de cable de propósito general	Sí	Sí	Sí	No

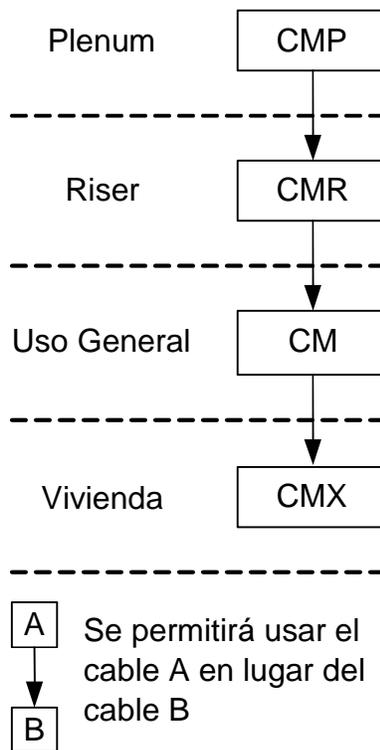


Aunque la norma NFPA® 70 no incluye especificaciones para cables marcados como LS0H, en México, la NOM-001-SEDE-2012 especifica que los cables con aislamiento termofijo, sin contenido de halógenos, pueden tener un grabado "LS0H" (véase las notas de Tabla 310-104ª de dicha norma).

Sustituciones permitidas de acuerdo con el artículo 770.154 de la norma NFPA® 70:



Sustituciones permitidas de acuerdo con el artículo 800.154 de la norma NFPA® 70:



A continuación se muestran algunos artículos de la NFPA® 70 que coinciden también con aquellos de los reglamentos eléctricos de varios países², en donde se destacan en **color verde** las especificaciones que permiten otro tipo de cables además del tipo plenum.

Instalación de cables en espacios por encima del techo falso utilizados para aire ambiental



Esta situación es la más común, ya que el espacio por encima del techo falso se puede llegar a utilizar para el retorno del aire acondicionado, aunque lo normal es que este retorno se realice por medio de ductos cerrados en cuyo caso no se considera como espacio para aire ambiental. Si el espacio por encima del techo falso sí se utiliza para aire ambiental, deben seguirse las especificaciones de los artículos 770.113 para cables de fibra óptica y 800.113 para cables de comunicaciones. Ambos artículos también se rigen por las disposiciones de los artículos 300.22 y 392.10. Todos estos artículos de la NFPA® 70 se detallan a continuación³.

770.113. Instalación de cables de fibra óptica y canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables.

(C) Otros espacios utilizados para aire ambiental. Los siguientes cables y canalizaciones serán permitidos en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300.22(C):

(5) Cables tipo OFNP, OFCP, **OFNR, OFCR, OFN y OFC** instalados en canalizaciones que están instaladas de acuerdo con 300.22(C).

(6) Cables tipo OFNP, OFCP, **OFNR, OFCR, OFN y OFC** y canalizaciones para fibra óptica en plenums, canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales y canalizaciones para fibra óptica de propósito general, soportadas por charolas portacables metálicas de fondo sólido con tapa metálica sólida en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300.22(C).

800.113. Instalación de alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones.

² La NFPA® 70 se utiliza en Estados Unidos y en los países cuyos reglamentos eléctricos se basan en el NEC; por ejemplo, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE. Los artículos de la NOM-001-SEDE corresponden a los mismos artículos de la NFPA® 70.

En los países cuyos reglamentos eléctricos rigen por las normas internacionales emitidas por la IEC –por ejemplo, los países europeos–, la designación plenum no se considera como aceptación tácita para la instalación de dichos cables, ya que al estar fabricados con PVC o FEP producen ácidos halogenados, lo cual está restringido por sus reglamentos eléctricos y de construcción.

³ Para enfocar la aplicación de estas especificaciones en los cables de fibra óptica y de comunicaciones, se ha omitido algunas partes que se refieren únicamente a cable eléctrico y de otra índole. En lugar del texto omitido se utilizó tres puntos entre corchetes [...]

(C) Otros espacios usados para aire ambiental. Se permitirán los siguientes alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300.22(C):

(5) Cables tipo CMP, **CMR, CM y CMX** y alambres de comunicaciones instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300.22(C).

(6) Cables tipo CMP, **CMR, CM y CMX** y canalizaciones para comunicaciones en plenums, canalizaciones verticales para comunicaciones y canalizaciones para comunicaciones de uso general, soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300.22(C).

300.22. Alambrado en ductos no utilizados para manejo de aire, ductos construidos para ventilación ambiental y otros espacios para ventilación ambiental.

(C) Otros espacios usados para ventilación ambiental. Esta sección se debe aplicar a los espacios no construidos específicamente para propósitos de manejo del aire ambiental, pero utilizados para propósitos del manejo de aire como un plenum [...]

NOTA 1: El espacio sobre un plafón colgante, usado para propósitos de manejo de aire ambiental es un ejemplo del tipo de otros espacios a los cuales se aplica esta sección.

(1) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado para estos otros espacios se deben limitar a [...] Se permitirá la instalación de **otros tipos de cables**, conductores y canalizaciones en tubería metálica eléctrica, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico pesado sin recubrimiento total no metálico, tubo conduit metálico flexible, o en donde sean accesibles, canalizaciones metálicas superficiales o ductos metálicos de alambres con cubiertas metálicas.



Hasta aquí podemos observar que los artículos mencionados (770.113, 800.113 y 300.22) permiten la instalación de cables no plenum en otros espacios para manejo de aire ambiental cuando están contenidas en canalizaciones metálicas cerradas (ducto, tubo conduit, charola con tapa, etc.).

(3) Equipo. En otros espacios utilizados para la ventilación ambiental, se permitirá la instalación de equipo eléctrico con envolvente metálico o equipo eléctrico con envolvente no metálico **aprobado para uso dentro de un espacio de manejo de aire y con características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo**, así como con el material del alambrado asociado adecuado para la temperatura ambiente, a menos que se prohíba en otra parte de este código.



Esta especificación deja abierta la posibilidad de instalar cable LS0H, ya que no se prohíbe en ninguna parte de la norma y posee una adecuada resistencia al fuego y baja producción de humo.

(D) Equipo de tecnología de información (TI). El alambrado eléctrico en áreas de ventilación por debajo de pisos falsos en lugares para equipo de TI, se permitirá de acuerdo con el Artículo 645.



Los requisitos de usar cable tipo plenum del artículo 300.22, no aplican para cables debajo de piso falso para equipo de TI. En dicho caso aplica lo especificado en el artículo 645.

Instalación de cables dentro del piso falso de cuartos de equipos o centros de datos



Se tiene la creencia de que debajo del piso falso, en el espacio utilizado para la distribución de aire de enfriamiento, sólo se permite la instalación de cable tipo plenum; pero en realidad hay otros cables no plenum aprobados para esta aplicación; esto por supuesto, siempre en total apego a los reglamentos y normas locales.

645. Equipos de Tecnología de la Información (TI)

645-3. Otros Artículos [...]

(B) Plenum. Para el alambrado y cableado de una plenum, ubicada encima de una sala de equipamiento de tecnología de la información, se deben aplicar las secciones **300.22(C)(1)** [...] **770.113(C)** y **800.113(C)** [...]



Dentro de las salas de equipos de TI sólo se considera plenum al espacio encima de la sala. Esta es la razón por la cual la norma permite otros tipos de cables debajo del piso falso.

645.5. Circuitos de alimentación y cables de conexión

(E) Bajo pisos falsos. Los cables de fuerza, **cables de comunicaciones** [...] asociados con los equipos de tecnología de la información, se permiten debajo de pisos falsos cuando se cumplan las siguientes condiciones:

(4) La ventilación bajo los pisos falsos se utilice únicamente para las salas de tecnologías de la información [...] El sistema de ventilación debe estar dispuesto de tal modo que, con dispositivos aprobados para la detección de humo, tan pronto se detecte fuego o productos de la combustión en el espacio bajo el piso falso, cese la circulación de aire.

(6) Otros cables, que no están comprendidos en los incisos (e)(2) y (e)(3) anteriores y **aquellos que cumplen con (E)(6)(a) o (E)(6)(b)** siguientes deben estar aprobados como cables del tipo DP (*Data Processing* – Procesamiento de Datos), con características de resistencia al fuego que los hagan adecuados para usarlos bajo pisos falsos en salas de equipos de tecnología de la información.

(a) Cables de interconexión dentro de una canalización.

(b) Se permitirán cables con designación de las marcadas en la Tabla 645-5. [...]

Tabla 645-5.- Tipos de cables permitidos bajo pisos falsos

Tipos de cables permitidos debajo del piso falso		
Plenum	Riser	Uso General
OFNP y OFCP	OFNR y OFCR	OFN y OFC
CMP	CMR	CM



¡Esta tabla es la muestra más clara de que sí están permitidos cables no plenum debajo del piso falso de las salas de equipos!

De acuerdo a lo especificado por el artículo 645.5, inciso (E) (6) (b), la tabla 645.5 indica todos los cables plenum y no plenum que se permite instalar debajo del piso falso. La presente tabla indica sólo los cables de fibra óptica y de comunicaciones permitidos de acuerdo a dicho artículo.

A pesar del que el título de la tabla es muy claro (Tipos de cables permitidos bajo pisos falsos), debido a que la tabla 645.5 contiene una columna titulada Plenum, se genera la confusión de si los cables no plenum se permiten o no debajo del piso falso cuando este espacio se utiliza para manejo de aire. La lectura y entendimiento correcto de las especificaciones del artículo 645 aclara dicha confusión:

- 1) Para los fines de este artículo, la designación plenum (cámara de distribución de aire) sólo aplica para el espacio encima de la sala de equipos (véase artículo 645.3, inciso (B) y no para el espacio debajo del piso falso aunque este también se utilice para manejo de aire.
- 2) El principal propósito del manejo de aire debajo del piso falso es el enfriamiento de los equipos y no la ambientación, ventilación o climatización de las áreas de ocupantes.
- 3) La ventilación bajo los pisos falsos se utiliza únicamente para las salas de equipos. El sistema de ventilación debe estar dispuesto de tal modo que, con dispositivos aprobados para la detección de humo, tan pronto se detecte fuego o productos de la combustión en el espacio bajo el piso falso, cese la circulación de aire. Véase artículo 645.5, inciso (e) (4).
- 4) De acuerdo con otros artículos de la norma, dentro del centro de datos, los cables tipo plenum (CMP, OFNP y OFCP) sólo son obligatorios en espacios destinados al manejo de aire ambiental (artículo 300.22) que estén instalados en canalizaciones abiertas en áreas por encima del techo falso (artículo 645.3) o que se extiendan más allá de la sala de equipos (artículos 645.6, 800 y 770).

Incluso en el Handbook del NEC 2014, se aclara que los expertos oficiales en edificios decidieron desde 1990 no clasificar el espacio debajo del piso falso como “plenum” si este no actúa como tal durante un evento de fuego⁴.

645-6. Cables fuera de la sala de equipos de TI. Los cables que se extiendan más allá de la sala de equipos de TI están sujetos a los requerimientos aplicables de este código.



Si los cables salen de la sala de equipos, entonces están sujetos a otros artículos de la norma que pueden requerir cables tipo riser o plenum, aunque también ya se comentó que en ambientes plenum se pueden instalar cables no plenum siempre y cuando estén dentro de canalizaciones metálicas cerradas.

⁴ NEC 2014 Handbook, page 1405, “The building officials decided that they would not need to classify the underfloor space as a plenum cavity if it would not function in that way during a fire condition”.

La norma NFPA® 75 (*Standard for the Fire Protection of Information Technology Equipment*) contiene también especificaciones que refuerzan lo siguiente:

- 5) (Inciso 10.3.7) Los cables que viajen en el espacio por encima de techo falso que se utilice para movimiento de aire deben cumplir con lo especificado en la norma NFPA 90A (*Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems*) y con la NFPA® 70. Sólo en las condiciones que dichas normas especifiquen el uso de cable plenum será mandatorio su uso.
- 6) (Inciso 10.3.8) Deberá permitirse que los cables listados como riser y de uso general se instalen en el espacio para aire debajo del piso falso.



Instalación de cables LS0H

Se le denomina halógenos al grupo de los elementos flúor, cloro, bromo, yodo y ástato. Los halógenos forman parte de los materiales con que se fabrican los forros y aislamientos de los cables eléctricos y de comunicaciones, particularmente los hechos de PVC o de FEP, debido a sus propiedades resistentes a la flama a un bajo costo. El PVC particularmente ha sido el centro de un debate controversial en las últimas dos décadas. La Comisión Europea encargada del medio

ambiente ha llevado a cabo varios estudios y emitido al respecto un artículo titulado "Green Paper on Environment Issues of PVC".⁵ Los cables de PVC pueden tener varias clasificaciones -CM, CMP (Plenum), CMR (Riser), etc.- dependiendo de su utilización dentro de los edificios, la cual puede estar o no definida por reglamentos o códigos eléctricos, tales como el NEC de los Estados Unidos.

Paradójicamente, al contener halógenos los vapores que producen en su combustión son muy tóxicos y corrosivos, lo cual pone en riesgo la seguridad de los ocupantes de los edificios y áreas confinadas, particularmente aquellas donde hay grandes concentraciones de personas y existen dificultades para su inmediata evacuación (centros comerciales, aeropuertos, barcos, aviones, trenes subterráneos, etc.).

Durante la combustión de los cables que no son libres de halógenos:

- Se difunden vapores extremadamente dañinos.
 - Las combinaciones químicas se vuelven inestables y se desintegran en compuestos halógenos. El cloro y el hidrógeno se combinan en cloruro de hidrógeno. Cuando el cloruro de hidrógeno se expone al aire húmedo se transforma en ácido clorhídrico. La inhalación de este gas altamente corrosivo causa graves daños a los tubos bronquiales.
- Pueden ocasionar daños a componentes del edificio y equipos de TI.
 - Cuando se expone al aire húmedo, los gases de ácido clorhídrico se vuelven eléctricamente conductores y pueden provocar cortocircuitos y daños irreparables.
 - En situaciones extremas, incluso las construcciones de hormigón pueden verse afectadas, volverse inestables o colapsar.
- Pueden ocasionar pérdidas humanas.
 - Los halógenos emiten gases tóxicos tales como dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO). Estos gases agotan rápidamente el oxígeno y pueden causar asfixia.

⁵ <http://ec.europa.eu/environment/waste/pvc/index.htm>

Los cables de comunicaciones clasificados como LS0H tienen que cumplir como mínimo con las siguientes normas internacionales:

- IEC 60754-1, para asegurar que están libres de halógenos⁶;
- IEC 61034-2, para comprobar que son bajos en humos; y
- IEC 60332-1-2 para comprobar su resistencia a la propagación vertical de la flama⁷.

La norma internacional ISO/IEC 14763-2 para la planeación e instalación de cableado de TI, especifica que los cables que se instalen en interiores de edificios deben cumplir como mínimo con la norma IEC 60332-1-2.

La norma internacional IEC 61156-1 para cables de comunicaciones digitales hasta 1000 MHz, la cual abarca los cables de par trenzado balanceado, especifica que los cables deben cumplir como mínimo con IEC 60332-1-1 para la comprobación de sus características de propagación de la flama; con IEC 60754-1 para su evolución de gases halógenos; y con IEC 61034-2 para la generación de humos.

En una situación de incendio, antes de ser alcanzada por las llamas, hay más probabilidad que una persona fallezca antes por intoxicación o incluso por no hallar la salida debido a la baja visibilidad ocasionada por el humo. Por esta razón, se especifican primordialmente los cables libres de halógenos y de baja emisión de humos.

Después de grandes catástrofes producidas por la emisión de gases halógenos, como el famoso incendio de KingCross en Londres⁸, el cual cobró la vida de 37 personas en 1987, se empezó a regular en todo el mundo la restricción en el uso de halógenos.

Fuera de Estados Unidos y de muchos países cuyos reglamentos eléctricos se basan en el NEC[®], los reglamentos eléctricos y de construcción de los demás países, especialmente en Europa y en algunos países de Sudamérica, especifican el uso obligatorio de cables libres de halógenos, de baja emisión de humos y retardantes a la flama. Con lo cual se generó una barrera tecnológica principalmente entre Estados Unidos y los países Europeos.

Cabe hacer notar que los países integrantes de la OMC deben firmar el acuerdo OTC⁹ (Obstáculos Técnicos al Comercio), en donde se les conmina enfáticamente en que sus normas nacionales armonicen con las normas internacionales para evitar las barreras tecnológicas al comercio.

Con excepción de las instalaciones militares y algunas aplicaciones especiales, en Estados Unidos se restringe la especificación de cables LS0H. En Europa y otros países industrializados que se basan en normas internacionales se restringe la especificación de cables construidos con PVC y FEP (plenum, riser, etc.).

En el 2006 se pudo comprobar a través de investigaciones científicas que el FEP, el cual es el material predilecto en la fabricación de los cables plenum, es cancerígeno¹⁰, lo cual aceleró los esfuerzos para fabricar cables plenum libre de halógeno, lo cual también permitiría que los cables tipo plenum puedan ser vendidos en países regidos por las normas internacionales.

⁶ En México la norma que se usa para esta prueba es la NMX-J-472-ANCE-2008

⁷ En México la norma que se usa para esta prueba es la NMX-J-498-ANCE-2011

⁸ http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/london/7096481.stm, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1792640>

⁹ http://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/17-tbt_s.htm

¹⁰ <http://www.wireville.com/news/Teflon%20Dilemma.html>, http://en.wikipedia.org/wiki/Plenum_cable

Las asociaciones “verdes”, enfocadas a la construcción sustentable y eficiente, favorecen el uso de materiales libres de halógenos en la construcción de los edificios, por ejemplo, El U.S. Green Building Council otorga créditos para la certificación LEED cuando se usan materiales que no contienen halógenos¹¹.

Una falsa creencia es que los cables LS0H aunque no contienen halógenos no impiden la propagación de la flama poniendo en riesgo a las personas y los bienes dentro del edificio. Como ya se mencionó anteriormente, el retardo a la propagación de la flama de los cables marcados como LS0H se prueba conforme a las estrictas normas internacionales de la serie IEC 60332. En la siguiente liga de internet se pueden encontrar videos en donde muestran las diferencias de los cables (plenum, no plenum, LS0H) expuestos a la flama: http://www.l-com.com/multimedia/video_clips/video.aspx?ID=13100, https://www.youtube.com/watch?v=1ws_sKVplMY&feature=youtu.be.

Además del efecto tóxico en las personas, los ácidos halogenados también tienen un efecto nocivo en los equipos electrónicos (por ejemplo, uno de los subproductos de la combustión del PVC es el ácido clorhídrico). En el caso considerado el peor desastre en la historia de las telecomunicaciones, ocurrido el 8 de mayo de 1988 en las instalaciones de la Central de Illinois Bell (Hindsdale, IL)¹², además de que el incendio dejó sin servicio telefónico a 35,000 usuarios de Chicago, lo cual costó varios millones de dólares, se tuvo que reemplazar por completo el conmutador central el cual no se dañó directamente por el fuego, sino por la corrosión ácida de los gases producidos por la combustión.

El parlamento europeo ha emitido varias directivas (2002/96/EC, 2011/65/EU), que restringen el uso de sustancias tóxicas, su manejo como desperdicio y promueven el uso de materiales seguros y amigables con el medio ambiente.



Como parte de su iniciativa verde, todos los productos Siemon, incluyendo cables plenum, no plenum y LS0H, cumplen con la directiva RoHS, lo cual asegura que los materiales utilizados no contienen sustancias peligrosas restringidas por dicha iniciativa.

Actualmente existe una gran cantidad de programas y acciones que tienen como objetivo la utilización de materiales seguros y amigables con el medio ambiente: ISO 14001, LEED, REACH, Directivas Europeas, Prop 65 (California).

Para mayor información de cables LS0H, se pueden consultar las siguientes ligas de Internet:

http://www.tecnicsuport.com/index.php?pagina=http://www.tecnicsuport.com/elec/taulesconsulta/facelhalogens/cables_lliures_halogens.htm

[http://corpapps.anixter.com/AXECOM/AXEDocLib.nsf/0/JO4FHLDU/\\$file/LSZH+Wire+and+Cable+-+Anixter+-+Jan+-+Feb+09.pdf](http://corpapps.anixter.com/AXECOM/AXEDocLib.nsf/0/JO4FHLDU/$file/LSZH+Wire+and+Cable+-+Anixter+-+Jan+-+Feb+09.pdf)

http://en.wikipedia.org/wiki/Low_smoke_zero_halogen

¹¹ LEED Pilot Credit Library. Pilot Credit 2: PBT Source Reduction: Dioxins and Halogenated Organic Compounds <http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=6331>

¹² <https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/95/illinois%20Bell%20Telephone%20Fire,%201988.pdf?sequence=2>

Pruebas de retardo a la flama

Los métodos de prueba de retardo a la propagación de la flama son muy diferentes en cuanto a las condiciones y equipamiento que requieren y por lo tanto no se puede hacer una comparación o correspondencia entre las normas de la IEC y las referidas en la NFPA-70®. La siguiente tabla muestra los valores que se consideran aceptables para la realización de la pruebas.

Tipo de cubierta	Prueba de halógenos o gases tóxicos	Prueba de contenido de humo	Prueba de retardo de flama o fuego
LS0H	IEC 60754-1. Determinación del contenido de gases ácidos halogenados. IEC 60754-2. Determinación del grado de acidez de gases en una solución de 1 litro de agua, en donde el pH de la solución debe ser \geq a 4.3 y la conductividad \leq 10 μ S/mm.	IEC 61034-2. Dos o tres cables amarrados expuesto a la flama por 40 min. El humo debe permitir un mínimo de 60% de transmisión de luz (equivale a densidad óptica máxima 0.22).	IEC 60332-1. IEC 60332-1-2. Flama de 1 kW (~3400 BTU/h) aplicada por 60 segundos a cable sencillo posicionado verticalmente. Junto con esta prueba puede hacerse IEC 60332-1-3, en la cual no debe haber partículas que incendien el papel colocado 150 mm debajo de la muestra. IEC 60332-3. Charola tipo escalera montada verticalmente de 3.5 m de largo por 300 mm de ancho llena de cables amarrados lado a lado. IEC 60332-3-22 (Categoría A o Clase 3A) 7 litros de material combustible por metro de cable. Aplicación de flama por 40 minutos. IEC 60332-3-24 (Categoría C o Clase 3C) 1.5 litros de material combustible por metro de cable. Aplicación de flama por 20 min. Diámetro de cables > 12.0 mm. IEC 60332-3-25 (Categoría D o clase 3D) 0.5 litros de material combustible por metro de cable. Aplicación de flama por 20 min. Diámetro de cables < 12.0 mm.
Plenum (CMP, OFNP, OFCP)	No se especifica	ANSI/NFPA 262. Densidad óptica de humo promedio máximo 0.15 y pico máximo 0.5 (70% y 31.62% mínimos de transmisión de luz respectivamente).	ANSI/NFPA 262. Charola tipo escalera montada horizontalmente con cables instalados en 1.37 m. Se aplica flama de 86 kW (~294k BTU/h) por 20 min.
Riser (CMR, OFNR, OFCR)	No se especifica	No se especifica	UL 1666. Dos cables soportados verticalmente en una barra metálica a través de una chimenea vertical entre dos pisos. Se aplica flama de 154.5 \pm 8.1 kW (527,500 \pm 25,500 BTU/h) por 30 min.
Uso General (CM, OFN, OFC)	No se especifica	No se especifica	UL 1685. Se aplica flama de ~20 kW (70,000 BTU/h) por 20 min a dos cables paralelos instalados 2.44 m verticalmente en charola tipo escalera.

En adición a las consideraciones ya revisadas en los párrafos anteriores, en el artículo 90.4 de la NFPA® 70 se establece que **pueden permitirse métodos alternativos siempre y cuando se asegure que pueden obtenerse objetivos equivalentes por medio de establecer y mantener una seguridad efectiva**. Reforzando este concepto, el inciso 4.4.1.8 de la NOM-001-SEDE indica lo siguiente: **“Si una instalación es construida utilizando nuevos materiales, tecnologías o métodos que se desvíen de esta NOM, el grado de seguridad resultante no podrá ser inferior al obtenido cumpliendo esta NOM”**.



El uso de cables LS0H es un método que permite mantener un grado de seguridad efectivo igual o mejor que al utilizar las designaciones de cables especificados por la NFPA®-70 y la NOM-001-SEDE

Definiciones y abreviaturas:

CM. Cable de comunicaciones para uso general. El cable CM debe estar aprobado como adecuado para usos generales de comunicaciones, con excepción de pozos verticales y plafones, además debe estar aprobado como resistente a la propagación del fuego, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma UL 1685, sin que aplique la prueba de emisión de humos de dicha norma.

CMG. Cable de comunicaciones para uso general. El cable CMG debe estar aprobado como adecuado para uso en comunicaciones de propósito general, excepto en pozos verticales, plafones y también estar aprobado de tener las características de resistencia a la propagación del fuego. Las especificaciones de los cables CM y CMG son idénticas en la NFPA-70®. En México, la NOM-001-SEDE agrega al cable CMG la especificación de tener baja emisión de humo, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma CSA C22.2 No. 0.3-M-2001 (norma canadiense).

CMP. El cable de comunicación tipo CMP instalados en plafones debe estar aprobado para uso en plafones, ductos, y otros espacios utilizados para manejar aire acondicionado, y además como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humo, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma NFPA-262.

CMR. Cable de comunicaciones para pozos verticales. El cable CMR debe estar aprobado como adecuado para uso en un pozo vertical o de piso a piso y también debe estar aprobado de tener características de resistencia fuego. En México, la NOM-001-SEDE agrega al cable CMR la especificación de tener baja emisión de humo, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma UL 1666.

CMUC. Cable de comunicaciones tipo CMUC para instalación bajo alfombra. El cable CMUC debe estar aprobado para uso bajo alfombras y además como resistente a la propagación de la flama, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma ANSI/UL 1581-2001.

CMX. Cable de comunicaciones de uso limitado. El cable tipo CMX debe estar aprobado como adecuado para uso en viviendas y para uso en canalizaciones, además debe estar aprobado como resistente a la propagación de la flama, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma ANSI/UL 1581-2001.

DP (cable tipo DP). *Data processing cable* (cable de procesamiento de datos), el cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma UL 1690.

FEP. *Fluorinated Ethylene Propylene* (Etileno Propileno Fluorado. Conocido con el nombre comercial de Teflón®).

IEC. International Electrotechnical Commission (CEI – Comisión Electrotécnica Internacional). <http://www.iec.ch/>

LEED. *Leadership in Energy & Environmental Design* (Liderazgo en diseño ambiental y de energía).

LS0H. Low smoke, zero halogenum (Bajo en humo, libre de halógeno). También se le denomina con las siglas LSZH ó LSFH. Estos cables tienen que cumplir con las normas IEC 60754, para asegurar que están libres de

halógenos; IEC 61034, para comprobar que son bajos en humos; e IEC 60332, para comprobar su resistencia a la flama.

NEC®. National Electrical Code (Código Eléctrico de los Estados Unidos).

NFPA. National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra Fuego). <http://www.nfpa.org/>

OFC. Cables de fibra óptica conductores. Los cables tipo OFC deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales, plenum y otros espacios utilizados para aire ambiental, y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma UL 1685, sin que aplique la prueba de emisión de humos de dicha norma.

OFCG. Cables de fibra óptica y conductores de uso general. Los cables tipo OFCG deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales y plenum; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma CSA C22.2 No. 0.3-M-2001 (norma canadiense).

OFCP. Cables de fibra óptica conductores para plenum. Los cables tipo OFCP deben estar aprobados como adecuados para su uso en plenum, ductos y otros espacios usados para aire ambiental y, además, deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma NFPA-262.

OFCR. Cables de fibra óptica conductores para ductos verticales. Los cables tipo OFCR deben estar aprobados como adecuados para su uso en trayectorias verticales en un ducto vertical o de un piso a otro y también deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego y capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma UL1666.

OFN. Cables de fibra óptica no conductores. Los cables tipo OFN deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales, plenum y otros espacios utilizados para aire ambiental, y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma UL 1685, sin que aplique la prueba de emisión de humos de dicha norma.

OFNG. Cables de fibra óptica no conductores de uso general. Los cables tipo OFNG deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales y plenum; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma CSA C22.2 No. 0.3-M-2001 (norma canadiense).

OFNR. Cables de fibra óptica no conductores para ductos verticales. Los cables tipo OFNR deben estar aprobados como adecuados para su uso en trayectorias verticales en un ducto vertical o de un piso a otro y también deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego y capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma UL 1666.

OFNP. Cables de fibra óptica no conductores para plenum. Los cables tipo OFNP deben estar aprobados como adecuados para su uso en plenum, ductos y otros espacios usados para aire ambiental y, además, deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo, lo cual puede comprobarse de acuerdo con las especificaciones de la norma NFPA-262.

OMC. Organización Mundial de Comercio. <http://www.wto.org/indexsp.htm>

OTC (Acuerdo). Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio (*TBT Agreement. Technology Barrier to Trade Agreement*) http://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/17-tbt_s.htm

Plenum. Compartimento o cámara a la que están conectados uno o más ductos de aire y que forma parte del sistema de distribución de aire localizado usualmente por encima del techo falso. Otros términos que se llegan a emplear como sinónimos de plenum son cámara plena, cámara de distribución de aire y cámara de plafón.

PVC. *PolyVinyl Chloride* (Cloruro de Polivinilo)

REACH. Registration, Evaluation, Authorisation & restriction of CHemicals

RoHS. *Restriction on the use of Hazardous Substances* (Restricción en el uso de sustancias peligrosas). Directiva europea 2002/95/EC publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea en febrero del 2003. La directiva RoHS provee medidas preventivas con bases legales para restringir el uso de ciertas sustancias peligrosas en varios tipos de equipos nuevos eléctricos y electrónicos.

TI. Tecnologías de la Información

USGBC. United States Green Building Council (Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos)
<http://new.usgbc.org/>

Bibliografía

ANSI/NFPA 262® Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces, 2011 Edition.

ANSI/UL 1581, Ed. 4.0 2013, Reference Standard for Electrical Wires, Cables, and Flexible Cords.

ANSI/UL 1666, Ed. 5.0 2012, Standard for Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cables Installed Vertically in Shafts.

ANSI/UL 1685, Ed. 3.0 2010, Standard for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables.

ANSI/UL 1690, Ed. 3.0 2011, Standard for Data-Processing Cable.

CSA C22.2 No. 0.3-01, Update N° 2, January 2005, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

Directiva 2002/95/EC del Parlamento Europeo y del concilio del 27 de enero del 2003 sobre la restricción en el uso de ciertas sustancias peligrosas en equipo eléctrico y electrónico (RoHS).

Directiva 2002/96/EC del Parlamento Europeo y del concilio del 27 de enero del 2003 sobre el desperdicio eléctrico y electrónico (WEEE).

Directiva 2011/65/EU del Parlamento Europeo y del concilio del 8 de Junio del 2011 sobre la restricción en el uso de ciertas sustancias peligrosas en equipo eléctrico y electrónico. Texto con relevancia EEA.

IEC 60332-1-1 ed1.0 (2004-07) Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Apparatus.

IEC 60332-1-2 ed1.0 (2004-07) Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame.

IEC 60332-1-3 ed1.0 (2004-07) Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-3: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for determination of flaming droplets/particles.

IEC 60332-3-22 ed1.1 Consol. with am1 (2008-02) Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-22: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category A.

IEC 60332-3-24 ed1.1 Consol. with am1 (2009-02) Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category C.

IEC 60332-3-25 ed1.1 Consol. with am1 (2009-02) Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-25: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category D.

IEC 60754-1 ed3.0 (2011-11) Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 1: Determination of the halogen acid gas content.

IEC 60754-2 ed2.0 (2011-11) Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity.

IEC 61034-2 ed3.0 (2005-04) Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements.

IEC 61156-1 ed3.1 Consol. with am1 (2009-10) Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications - Part 1: Generic specification.

ISO 14000 Administración Ambiental.

ISO/IEC 14763-2 ed1.0 (2012) Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation.

Hartwell, F. P., McPartland J.F. y McPartland B.J. **NEC Handbook**, McGraw-Hill's, 28th Ed. 2014.

NFPA® 70 National Electrical Code® (NEC®) 2014 Edition.

NFPA® 75 Standard for the Fire Protection of Information Technology Equipment. 2013 Edition.

NFPA 90A Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems.

NMX-J-472-ANCE-2008, Conductores – Determinación de la cantidad de gas ácido halogenado que se genera durante la combustión controlada de materiales poliméricos tomados de cables eléctricos – Método de prueba.

NMX-J-498-ANCE-2011, Conductores – Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos que se colocan en charola vertical – Método de prueba.

NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización).



Acerca del Autor

Miguel Aldama es un consultor con 30 años de experiencia en Sistemas de Transporte de Información, cuenta con las certificaciones RCDD, DCDC, NTS, OSP, WD, RTPM y CCRE, es presidente de BICSI México y participa en los comités de normas de cableado para Tecnologías de la Información de ISO/IEC, ICREA, IMEI, ONNCCE, AMERIC y NYCE. Actualmente se desempeña en Siemon como Gerente de Servicios Técnicos para Latinoamérica.

Siemon hace todos los esfuerzos posibles para asegurar que sea acertado el contenido de los materiales presentados y comunicados hacia usted. El contenido aquí incluido es sólo informativo y Siemon no asume responsabilidad u obligación alguna sobre hechos o acciones resultantes de este contenido a menos que sea acordado por escrito y firmado por las partes involucradas.