

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**EQUIPOS DE DETECCION ANALOGICOS Y DIRECCIONALES  
UTILIZADOS EN LOS PANELES ELECTRONICOS CONTRA  
INCENDIO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**EDWARD CALDERON CALIENES**

**PROMOCION**

**2003 - II**

**LIMA-PERU  
2009**

**EQUIPOS DE DETECCION ANALOGICOS Y DIRECCIONALES UTILIZADOS  
EN LOS PANELES ELECTRONICOS CONTRA INCENDIO**

**A mi Madre Lucila;  
Por todo su apoyo y esfuerzo en todo cuanto emprendo.  
A mi Padre Juan;  
Por inculcar en mis acciones el valor de la honradez.**

## PRÓLOGO

Han transcurrido 55 años desde que la NFPA (National Fire Protection Association), publicó su manual de protección contra incendios la cual describe las innovaciones que se han producido en esta importante materia dentro del campo de la seguridad a nivel mundial. En este contexto el informe efectúa un análisis sobre el desarrollo del sistema contra incendio en especial en los equipos de detección analógicos y direccionales utilizados en los diversos requerimientos de protección de Edificios.

Al mismo tiempo se pretende mostrar como ha ido evolucionando las más urgentes preocupaciones sobre la protección contra incendios, a medida que han ido creciendo los conocimientos de protección contra incendio.

Adicional a esto este informe muestra la metodología de sistemas aplicadas al fuego, lo que con lleva a tener una idea de los equipos e instrumentos que se utilizan para dicho fin, puesto que como el árbol de decisiones de la seguridad contra incendios.

Es propicio indicar que en este informe también se muestra las distintas configuraciones de instalaciones y cableado de los diversos dispositivos direccionales utilizados en la elaboración del sistema contra incendios.

## SUMARIO

Se efectúa una descripción de la prevención y protección contra incendios según un enfoque sistemático. En este informe se presenta una visión del pensamiento y análisis de sistemas en general y después se explica como se pueden aplicar estos conceptos generales a la protección contra incendios, mediante el árbol de conceptos de seguridad contra incendios. Este árbol es un modelo muy general, porque se puede usar sencillamente como un modelo conceptual o lógico o como un marco para un análisis cuantitativo más detallado como el análisis de riesgos.

La detección es necesaria para que empiece la supresión manual o automática, algún tipo de lucha activa para el confinamiento del incendio y la evacuación. Cuanto antes se produzca la detección y disparo de las alarmas antes empezarán estas reacciones y, por consiguiente, la mitigación de los efectos del fuego. En este informe se tratará de los principales sistemas y opciones de detección, alarma y comunicaciones, también se explica la revolución de la dos últimas décadas, que ha hecho llegar los detectores de humo a la mayoría de los hogares y con ello han contribuido enormemente a la reducción de muertos y heridos en incendios.

Para disponer de un mayor conocimiento de los sistemas detección y alarma, se tomaran en cuenta las normas de la NFPA (National Fire Protection Association), también se trata de algunas de las características de los sistemas de detección.

## INDICE

PROLOGO	1
<b>CAPITULO I</b>	<b>2</b>
<b>TEORIA DE SISTEMAS PARA LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS</b>	<b>2</b>
1.1 Introducción	2
1.2 Sistemas	2
1.3 Características de los Sistemas	3
1.4 Metodología de Sistemas Aplicada al Problema del Fuego	5
1.5 Árbol de Decisiones de la Seguridad Contra Incendios	6
1.5.1 Enfoque Cualitativo	6
1.5.2 Estructura del Árbol	6
<b>CAPITULO II</b>	<b>8</b>
<b>DISPOSITIVOS ANALOGOS – DIRECCIONALES CONTRA INCENDIO</b>	<b>8</b>
2.1 Introducción	8
2.2 Detectores Automáticos de Incendio	8
2.2.1 Detectores Térmicos	9
2.2.1.1 Detectores Termostáticos	9
2.2.1.2 Detectores Termovelocimétricos	13
2.2.1.3 Detectores Combinados	15
2.2.1.4 Detectores de efecto Termoeléctrico	16
2.2.2 Detectores de Humo	17
2.2.2.1 Detectores de Ionización	17
2.2.2.2 Detectores Fotoeléctricos	27
2.2.3 Detectores de Gas	21
2.2.4 Detectores de Llama	21
2.2.4.1 Detector de infrarrojos (IR)	21
2.2.4.2 Detector de ultravioletas (UV)	23

2.3 Condiciones Ambientales que afectan a la Respuesta de los Detectores	24
2.3.1 Ambiente Circundante	24
2.3.2 Calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)	24
2.4 Elección del Detecto	24
2.5 Instalación de Detectores	25
2.5.1 Separación de detectores Térmicos en Techos Altos	26
2.5.2 Aplicaciones Especiales	27
2.6 Pruebas y Mantenimiento de los Detectores	28
2.7 Dispositivos de Anunciación Audible, Módulos de control y monitoreo	28
2.7.1 Estación Manual Direccionales	28
2.7.2 Sirena con luz estroboscópica	29
2.7.3 Módulo de Control Direccional	30
2.7.4 Módulo de Relay Direccional	30
2.7.5 Módulo Monitor Dual Direccional	31
<b>CAPITULO III</b>	<b>33</b>
<b>CABLEADO DE LOS DISPOSITIVOS ANALOGOS – DIRECCIONALES EN UN SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>	<b>33</b>
3.1 Cableado del Lazo de Comunicaciones SLC	33
3.2 Funcionamiento del Lazo de Comunicaciones	33
3.2.1 Lazo de comunicaciones SLC de dos hilos	34
3.2.2 Lazo de comunicaciones de cuatro hilos (Estilo 6, bucle cerrado)	35
3.2.3 Cableado del Lazo con los módulos Monitores Clase B	37
3.2.4 Cableado del Lazo con los módulos Monitores Clase A	38
3.2.5 Cableado del Lazo con los Módulos de Control	39
3.2.6 Cableado del lazo con los Pulsadores Manuales Direccionales	40
3.3 Requisitos del Cableado Analógico de dos hilos	41
3.4 Requisitos del Cableado de un Circuito SLC de Cuatro Hilos (Bucle Cerrado)	42
CONCLUSIONES	44
ANEXO A	45
GLOSARIO DE TERMINOS	45
BIBLIOGRAFIA	48

## **CAPITULO I**

### **TEORIA DE SISTEMAS PARA LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS**

#### **1.1 Introducción**

El problema de la seguridad contra incendios de los edificios se ve dificultado tanto por el número de variables como por la consiguiente dificultad para obtener datos detallados. El enfoque normal de los códigos de construcción tiene sus limitaciones para muchos de los modernos edificios y para los antiguos de importancia histórica. Un enfoque alternativo para enfrentarse a este tipo de situación es el análisis de sistemas. En un sentido amplio, el análisis de sistemas no es más que el estudio metodológico de una entidad como un todo, con el objetivo de establecer un proceso creíble que permite tomar la mejor decisión entre diversas alternativas.

En este capítulo se presentan los conceptos de sistemas y de enfoque sistemático. En él se describen brevemente los principios y procedimientos generales del análisis de sistemas. Se explica en qué consiste el enfoque sistemático respecto al problema del fuego y la estructura y procedimientos del árbol de conceptos de seguridad contra incendios de la NFPA (National Fire Protection Association).

#### **1.2 Sistemas**

En su libro *Redesigning the Future*, Russel Ackoff dice que estamos viviendo en la “edad de los sistemas”, una nueva era intelectual que esta dando lugar a la “revolución post-industrial”. La atención del público ha pasado de los elementos al todo, con las interrelaciones entre las diversas partes; es decir, a los sistemas. Ahora se consideran los fenómenos como partes de un sistema más amplio, en vez de pensar solo en sus componentes. Se reconoce que la optimización de los componentes no lleva a la optimización del sistema, del mismo modo que un equipo plagado de estrellas suele jugar peor que el campeón de la liga. El concepto de sistema ofrece muchos ejemplos corrientes, como el sistema de escape de un coche, el sistema digestivo, el sistema democrático de gobierno, el sistema de supresión del fuego, etcétera.



Por definición, un sistema es un conjunto de componentes que funcionan juntos con un objetivo común. Los rociadores, las tuberías, las válvulas de alarma y el suministro de agua son componentes de un sistema de rociadores automáticos cuyo objetivo global es la extinción del fuego. Del mismo modo, la resistencia al fuego, la detección del fuego y los rociadores automáticos se pueden considerar como componentes de un sistema cuyo objetivo es ofrecer un nivel aceptable de seguridad contra incendios de un edificio.

En el análisis de sistemas es importante que se estudie esté perfectamente definido, es decir, de modo sistemático. Esto permitirá aplicar el concepto de sistema a muchas actividades de las que normalmente no se piensa que constituyen un sistema, como un buque en el mar, la salida de un supermercado, un almacén, la presentación de ofertas para un concurso, una familia, el mundo, etc.

### 1.3 Características de los Sistemas

Un sistema puede ser muy complejo. Esto hace que, generalmente, su definición sea difícil. Sin embargo, todos los sistemas tienen ciertas características comunes que, si se identifican adecuadamente, definirán con propiedad el sistema. Estas características son:

- a) Sus límites.
- b) Sus entradas y salidas
- c) Sus variables
- d) Su estructura.

En la figura 1.1 se resumen las interrelaciones entre las características.



**Fig. 1.1 Características de los Sistemas**

**Límites:** La diferencia entre un análisis sistemático y otro más general es la diferencia entre los sistemas “cerrados” y “abiertos”. En el análisis de sistemas, un sistema se considera que está limitado de tal manera que el comportamiento del mismo que tiene

interés se genera exclusivamente dentro de los límites. Es decir, se trata de un sistema cerrado. Esto no significa que el sistema no interactúe con su entorno, sino que los acontecimientos externos por sí mismos no influyen en el comportamiento del sistema. Es decir, no hay mecanismos de realimentación entre el sistema y su entorno exterior. Por ejemplo, un corte de corriente es un hecho que puede afectar al sistema de seguridad contra incendios, pero la generación y distribución de energía eléctrica no se pueden incluir dentro de los límites del sistema. En la seguridad contra incendios de un edificio, los límites consisten en el propio edificio y su contenido. Cuando el personal del servicio contra incendios entra en el edificio, se convierte en parte del sistema.

**Entradas y Salidas:** Un sistema con entradas y salidas es un sistema dinámico. El sistema debe actuar de alguna manera para convertir las entradas y salidas. Este mecanismo de conversión es lo esencial del sistema. La seguridad contra incendios de un edificio es un sistema dinámico, con interacciones entre el fuego y el edificio que varían a lo largo del tiempo. La entrada es una hipótesis de incendio y la salida es el éxito del sistema. Es decir, el conseguir limitar la propagación del incendio.

**Variables:** Ciertos componentes del sistema pueden estar controlados por el proyectista o el que toma las decisiones. Son las variables del sistema. Un sistema consiste generalmente en un gran número de variables, muchas de las cuales son difícilmente cuantificables. La complejidad del sistema es una función exponencial del número de variables. Al proyectar la seguridad contra incendios en un edificio nos encontramos con un número muy grande de variables sobre las que decidir, como las propiedades físicas y químicas de los materiales de construcción y el contenido del edificio, sus características geométricas, sus atributos respecto a los sistemas de detección y supresión del fuego, etc. El objetivo de un análisis de sistemas es conseguir, en la medida de lo posible, los valores de estas variables.

**Estructura:** la estructura de un sistema es el marco general en el que se relacionan las variables dentro de los límites del mismo. Los sistemas pueden adoptar muchas estructuras básicas. Las redes son una estructura corriente de muchos sistemas. Entre los distintos tipos de redes están las redes en serie-en paralelo, las de origen-aplicación, las de decisiones, las jerárquicas, las de secuencia de tiempo, las lógicas, las de información, las de circuito cerrado-circuito abierto y las de comunicación de señales. Esta lista no es

exhaustiva ni sus componentes se excluyen entre si. La mayoría de los sistemas son una combinación de varias de esas estructuras básicas.

#### **1.4 Metodología de Sistemas Aplicada al Problema del Fuego**

Existen tres métodos para incorporar la seguridad contra incendios en el proyecto de un edificio.

- a) Exigir que el proyecto y la construcción cumplan los requisitos fijados por los códigos y normas de construcción. Estos se fundan en análisis y experiencias de incendios y generalmente son poco flexibles.
- b) Usar códigos de aplicación práctica para superar la rigidez de los códigos de especificaciones técnicas. Un importante inconveniente de este enfoque es que los componentes de los edificios suelen considerarse según su función arquitectónica. Resulta así difícil hacerse una idea del comportamiento de cada componente por separado frente al fuego, así como medir dicho comportamiento. Además, al estudiar la totalidad del edificio como un sistema, el comportamiento físico satisfactorio de los distintos componentes no garantiza el nivel de seguridad deseado en el edificio en conjunto, pues algunos componentes tienen mayor probabilidad de funcionar mejor que otros.
- c) Usar análisis de sistemas que incorpore un método integrado, es decir, que entienda la seguridad contra incendios como un subsistema al mismo nivel que los estéticos, funcionales, estructuras, eléctricos y mecanismo del edificio. Cabe proyectar la seguridad contra incendios de los edificios utilizando el análisis de sistema mejor que aplicando estrictamente los códigos. Este enfoque de la seguridad contra incendios exige un mayor grado de técnica profesional, pero puede conseguir un mayor nivel de economía que el mero cumplimiento de los códigos y, en la mayoría de los casos, ofrece mayor flexibilidad.

De igual modo, para conocer debidamente el nivel de seguridad contra incendios en cada caso y formular las recomendaciones adecuadas para mejorarlo, es necesario poder evaluar el impacto de cada cambio en la estructura, dentro de contexto de todos los demás atributos de aquella.

## **1.5 Árbol de Decisiones de la Seguridad Contra Incendios**

El árbol de decisiones de la seguridad contra incendios resume el consenso de la Comisión de la NFPA sobre teorías de sistemas para protección contra incendios de estructuras. Constituyen el resultado de las deliberaciones de esta Comisión y de usos opiniones profesionales reunidas a lo largo de años de estudio. Pero no es, ni pretender ser, el único medio para reunir todos los factores que participan en la seguridad contra incendios.

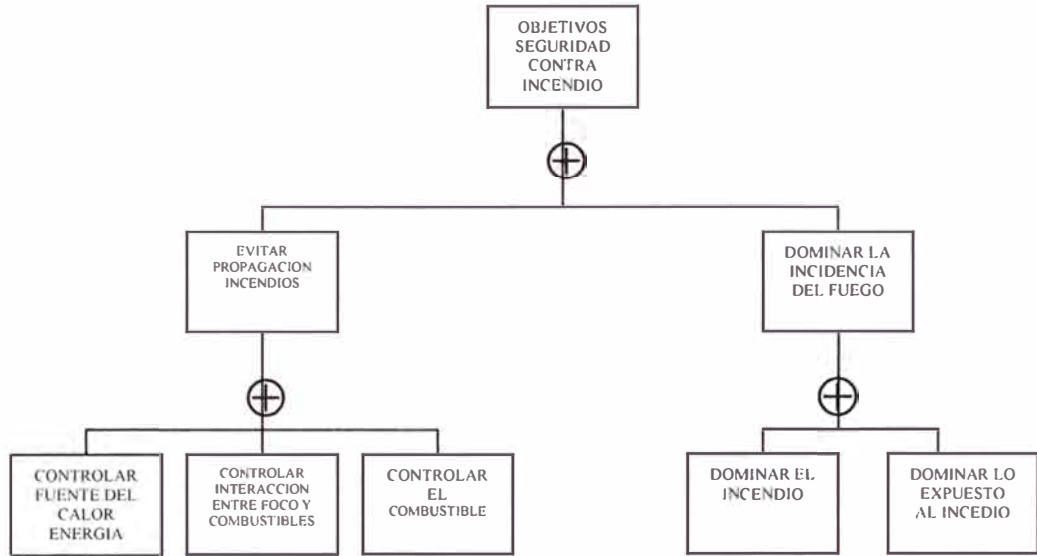
### **1.5.1 Enfoque Cualitativo**

En la década de los 60 comenzó a tomarse conciencia de que los modernos edificios de gran altura proyectados con observancia de los códigos y normas de la construcción contenían puntos débiles en relación con su seguridad contra incendios. Varios investigadores y distintos organismos encabezados por el Consejo Nacional de Investigación del Canadá (National Research Council of Canada), determinaron algunos de esos puntos débiles. Por ejemplo se publicaron estudios referidos a los tiempos de evacuación de los edificios de gran altura y a los problemas relativos al desplazamiento del aire en su interior. El análisis detallado de dos incendios ocurridos en la ciudad de Nueva York, el del Edificio One New York Plaza y el del número 919 de la Tercera Avenida, fijaron la atención con mayor claridad sobre los aspectos más problemáticos.

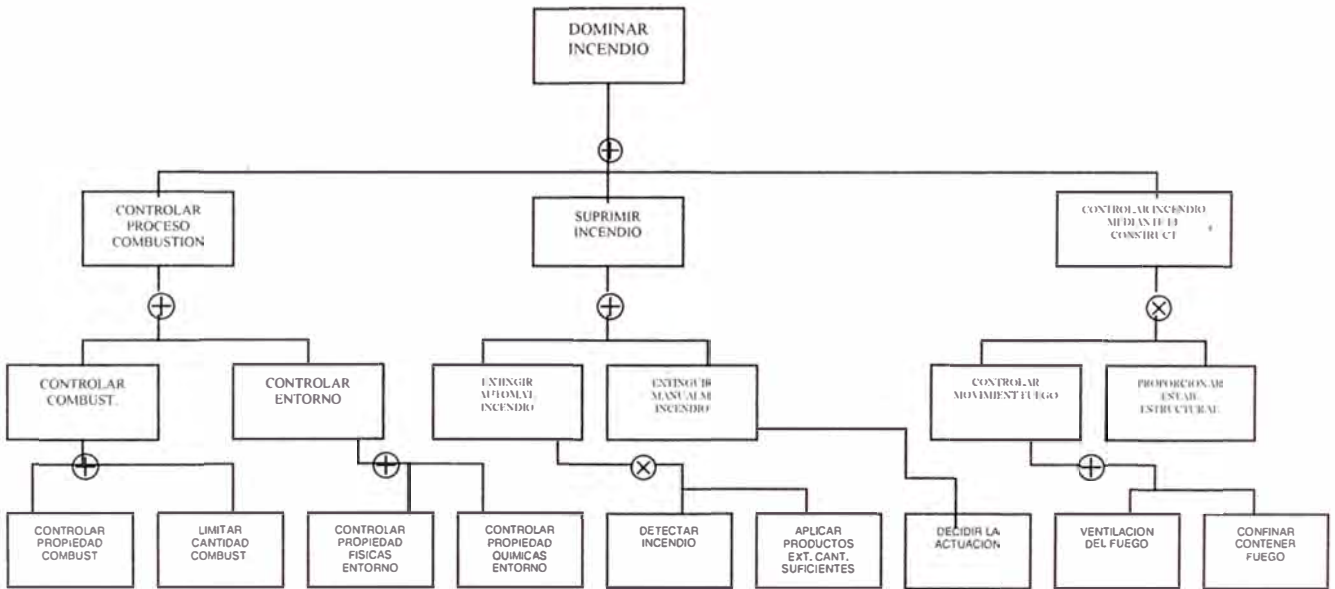
Simultáneamente, la NFPA decidió crear un comité para el estudio de las estructuras de edificios de gran altura el cual, tras las reuniones iniciales, decidió que su contribución no debía reducirse a desarrollar normas para estos edificios, sino que tenía que dirigirse hacia la definición de sistemas de seguridad contra incendios para cualquier tipo de construcción. Después de numerosos cambios, surgió finalmente el árbol de decisiones de seguridad contra incendios expuesto en las figuras 1.2 y 1.3.

### **1.5.2 Estructura del Árbol**

El árbol de decisiones que se muestra en las figuras 1.2 y 1.3 describe los elementos que debe tenerse en cuenta para determinar la seguridad contra incendios de los edificios y la interrelación que existe entre ellos. Permite el análisis de un edificio o proyecto, avanzando progresivamente por los diferentes niveles de intervención de una manera lógica. Su éxito depende de la exhaustividad con que se realice el análisis de cada nivel de intervenciones. Sin embargo, los niveles inferiores no deben menospreciarse, ya que constituyen un medio para alcanzar el nivel inmediato superior.



**Fig. 1.2** Ramas principales del árbol de decisiones de la seguridad contra incendios creado por la NFPA para el estudio de la Teoría de sistemas para la Protección contra incendios en estructuras



**Fig. 1.3** Componentes de la guía de actuación administrativa una tercera dimensión del árbol de decisiones.

## **CAPITULO II**

### **DISPOSITIVOS ANALOGOS – DIRECCIONALES CONTRA INCENDIO**

#### **2.1 Introducción**

Desde el momento en que se inicia un fuego aparecen múltiples cambios ambientales mediante los cuales puede detectarse su presencia. Los seres humanos son excelentes detectores debido a sus cualidades sensoriales de olfato, vista y tacto. También poseen la capacidad de comparar sensaciones sensoriales con conocimientos y experiencias previas. Esto ayuda a diferenciar entre fuegos inofensivos y fuegos peligrosos. Pero puesto que los sentidos humanos no son infalibles, debido a la necesidad de frecuente descanso y relajación y a que el olfato es poco fiable, se ha desarrollado una serie de dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos para la detección de los cambios ambientales generados por el fuego.

#### **2.2 Detectores Automáticos de Incendio**

Los elementos más comunes de un incendio que pueden ser detectados son: el calor, el humo (partículas) y la radiación luminosa. El tema se complica por el hecho de que no todos los fuegos generan todos los elementos y de que situaciones sin incendio pueden producir condiciones ambientales similares. Es misión del ingeniero de protección contra incendio diferenciar cuales de los elementos producidos por un fuego pueden ser debidos a incendios hostiles y qué condiciones ambientales similares derivan de situaciones sin incendio. Incluso si todos los elementos se presentasen en un determinado fuego, la magnitud de los mismos debe superar determinados niveles de referencia durante el desarrollo del incendio. También resulta de gran ayuda determinar que elemento aparecerá en primer lugar, ya que resulta importantísimo si la seguridad personal esta en juego. En este capitulo trataremos los distintos detectores automáticos de incendio y de sus principios de funcionamiento.

### **2.2.1 Detectores Térmicos**

Constituyen los más antiguos detectores automáticos de incendio. Comenzaron a emplearse con el desarrollo de los rociadores automáticos en 1860 y han proliferado hasta el presente en múltiples tipos de dispositivos. Un rociador puede catalogarse como una combinación de detector de incendios activado por calor y dispositivo extintor, cuando el sistema rociador incorpore indicadores de caudal de agua conectados al sistema de control de alarma de incendio. Los indicadores de caudal detectan el flujo de agua por las tuberías o el subsiguiente cambio de presión cuando el sistema actúa.

También se emplean detectores sin función extintora, que simplemente hacen sonar una alarma. Aunque los detectores térmicos son los más baratos y poseen la tasa mas baja de alarmas de todos los detectores automáticos de incendios, también es cierto que son lo de respuesta más lenta. Sus mejores aplicaciones la constituyen la detección de fuegos en pequeños espacios restringidos, donde pueden producirse fuegos con elevado desprendimiento de calor y rápido desarrollo, en zonas donde las condiciones ambientales no permitan el empleo de otros dispositivos o donde la velocidad de detección no sea el objetivo prioritario.

Los detectores responden a la energía calorífica transportada por convección y generalmente se sitúan en o cerca del techo. La respuesta se produce cuando el elemento de detección alcanza una temperatura fija predeterminada o cuando se llega a una velocidad específica de cambio de temperatura. En general, se diseñan para detectar un cambio predeterminado de una propiedad física o eléctrica de un material o de un gas.

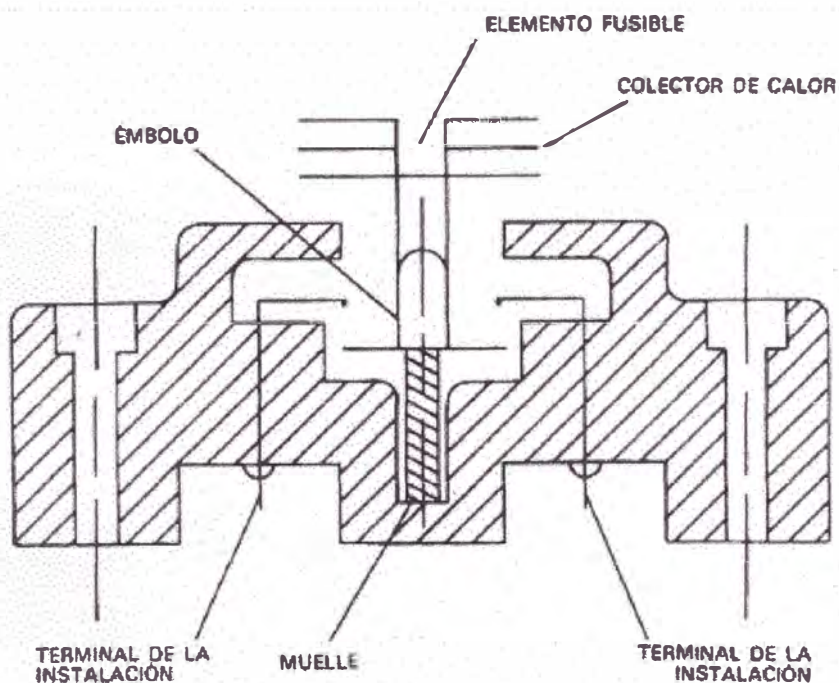
#### **2.2.1.1 Detectores Termostáticos**

Los detectores termostáticos se diseñan para dar alarma cuando la temperatura del elemento operacional alcanza un valor especificado. La temperatura del aire es generalmente mayor que la de regulación debido a que se necesita incierto tiempo para que el aire eleve la temperatura del elemento hasta el valor prefijado. A este fenómeno se le denomina inercia térmica. Estos detectores cubren una amplia gama de temperaturas de funcionamiento que va desde los 135° F (57° C) en adelante. Los detectores de temperatura mas altas son necesarias para zonas normalmente sometidas a temperaturas ambiente (no de incendio) altas, o cuando estén localizados de forma que solo los que se encuentren en el área inmediata de incendio funcionen.



**Elemento Fusible:** Los elementos fusibles eutécticos o las aleaciones de bismuto, plomo, estaño y cadmio, que funden rápidamente a una temperatura prefijada, pueden emplearse como elementos operativos para la detección de calor. El empleo más común es el elemento fusible de un rociador automático. Al fundirse el elemento, se desprende la cubierta del orificio, el agua fluye en el sistema y se inicia la alarma.

También puede emplearse un metal eutéctico para activar un detector eléctrico de calor. El metal se emplea frecuentemente como soldadura para asegurar un muelle en tensión. Cuando el elemento se funde, la acción del resorte cierra los contactos y se inicia la alarma (véase la figura 2.1). Los dispositivos, o bien su elemento operativo, ha de reemplazarse después de funcionar.

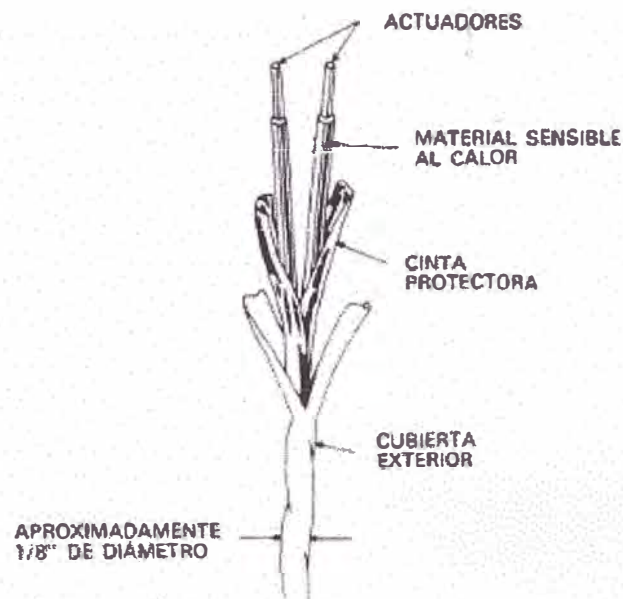


**Fig. 2.1** Detector Térmico de Temperatura fija con elemento fusible

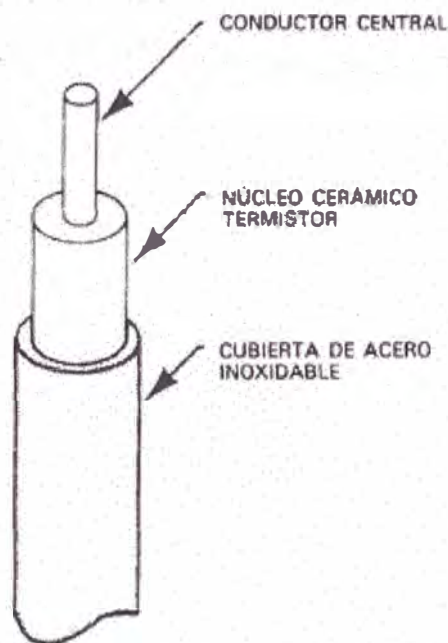


**Línea Continua:** Como alternativa a la detección termostática del tipo puntual, se han desarrollado varios métodos de detección en línea. El detector de la figura 2.2, emplea dos conductores de acero que se mantienen separados por un aislamiento termosensible en un circuito normalmente abierto. Están bajo tensión y forman un cable único mediante una vaina trenzada. Cuando se alcanza la temperatura de diseño, el aislamiento se funde, se cierra el contacto y se inicia una alarma. Después de haber funcionado, la sección fundida del cable debe reemplazarse para restaurar el sistema.

Cuando la estabilidad mecánica es un factor importante, se emplea un dispositivo de alarma similar que incorpora un material semiconductor y un tubo capilar de acero inoxidable (véase la figura 2.3). El tubo capilar contiene un conductor central coaxial separado de las paredes del tubo por un material semiconductor termosensible. En condiciones normales, una pequeña corriente (por debajo del punto de alarma) circula por el circuito. Al aumentar la temperatura, cae la resistencia del semiconductor permitiendo que al circular una corriente mayor se inicie la alarma.



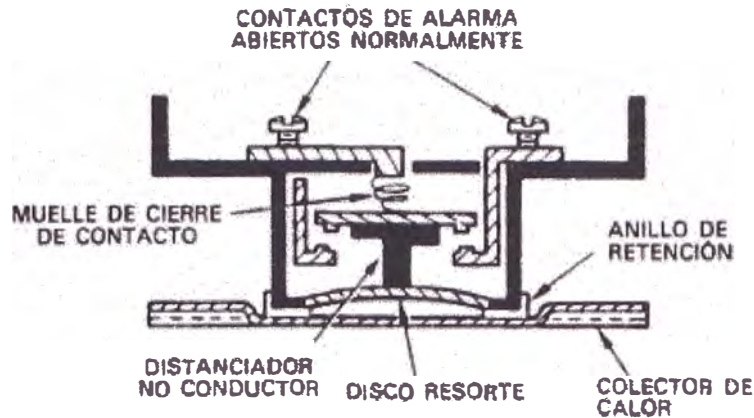
**Fig. 2.2** Detector Térmico del tipo en línea



**Fig. 2.3** Detector Térmico continuo mostrando la cubierta exterior, núcleo termistor y el cable central

**Bimetálico:** Cuando dos piezas metálicas con distintos coeficientes de dilatación están adheridas y se calientan, la dilatación diferencial provoca una flexión hacia el metal de menor coeficiente. De esta forma se cierra un circuito, abierto en condiciones normales. El metal de menor dilatación más empleado es el “invar”, aleación del 36 % de níquel y 64% de hierro. Para el de mayor dilatación pueden emplearse aleaciones de manganeso/níquel/cromo/hierro o acero inoxidable. Los bimetales se emplean como elementos operativos de distintos detectores de temperatura fija. Generalmente dichos detectores son de dos tipos: lámina bimetálica y disco bimetálico de acción de resorte. En los dispositivos del primer tipo, cuando se calienta la lamina, ésta se deforma en la dirección del punto de contacto. Con un bimetel determinado, la amplitud del juego entre contactos determina la temperatura de funcionamiento. Cuando mayor sea esa amplitud más alto será el punto de funcionamiento. El segundo tipo emplea como elemento un disco bimetálico de forma cóncava en estado libre (véase figura 2.4). Generalmente, se une un colector de calor a la armadura del detector para acelerar la transmisión de calor desde el aire del recinto al bimetel. Cuando se calienta el disco, se provocan esfuerzos que invierten repentinamente la curvatura, la cual se transforma en convexa. Esto genera una rápida acción que cierra los contactos de la alarma. Generalmente el disco no forma parte del circuito eléctrico.

Todos los detectores de calor que emplean elementos bimetálicos se autorreponen automáticamente después de funcionar, cuando la temperatura ambiente cae por debajo del punto de funcionamiento.



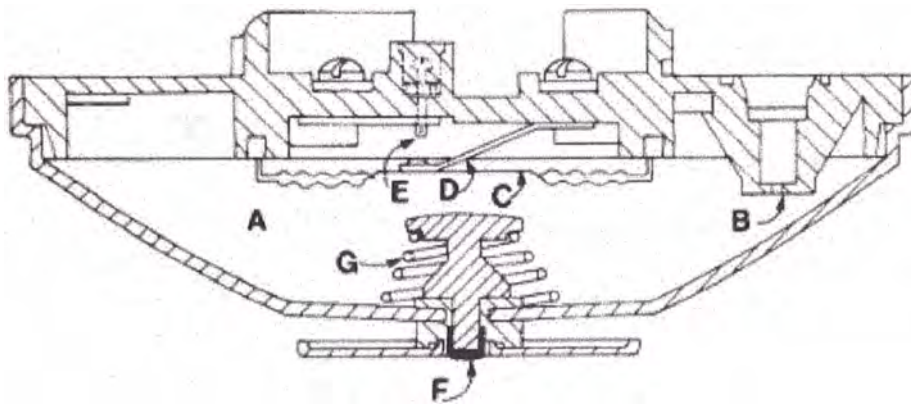
**Fig. 2.4** Detector de disco de acción resorte de temperatura fija tipo puntual

### 2.2.1.2 Detectores Termovelocimétricos

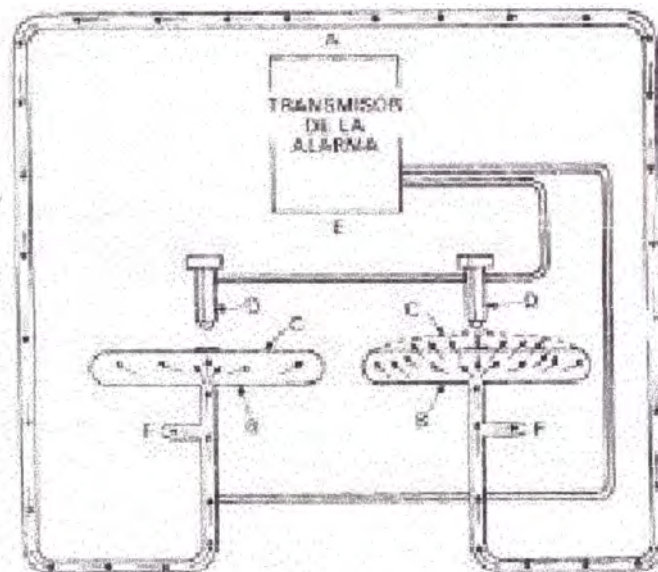
Uno de los efectos que el fuego produce en el área que le rodea es el rápido incremento de la temperatura del aire que ocupa el espacio situado por encima del fuego. Los detectores de temperatura fija no inician las alarmas hasta que la temperatura del aire cerca del techo no supera el punto de diseño. El detector de velocidad de aumento de temperatura (termovelocimétrico) funciona cuando la velocidad de incremento excede un valor prefijado, alrededor de 12-15 °F (7-8 °C) por minuto. Se diseñan para compensar los cambios normales en la temperatura ambiente que se producen en condiciones habituales.

En un detector neumático, el aire caliente en el interior de un tubo o cámara se dilata, aumentando la presión. Esto ejerce una fuerza sobre un diafragma que cierra los contactos de alarma. Si el tubo o cámara están herméticamente cerrados, pequeños incrementos en la temperatura ambiente y/o una disminución de la presión barométrica provocan que el detector actúe independientemente de la velocidad de aumento de la temperatura. Para impedirlo, los detectores neumáticos incorporan un pequeño orificio que libera las sobrepresiones que se generan cuando se producen lentas subidas de temperatura o caídas de la presión barométrica. Los respiraderos se dimensionan de forma que cuando la temperatura cambia rápidamente, como en caso de incendio, la velocidad de dilatación exceda la de venteo y la presión suba. Cuando la subida de temperatura excede 7-8° C por minuto, la presión se transforma en acción mecánica mediante un diagrama flexible. Los

detectores neumáticos pueden ser puntuales o de línea. La figura 2.5 muestra uno puntual y la figura 2.6 uno en línea.



**Fig. 2.5** Aparato Detector puntual combinado termostático y termovelocímetro. El aire que contiene la cámara (A) se dilata a mayor velocidad que el que se escapa del respiradero (B). esto hace que la presión cierre el contacto eléctrico (D) entre el diafragma (C) y el tornillo aislado (E) La activación por temperatura fija sucede cuando la aleación fusible (F) se funde soltando el resorte (G) que deprime el diafragma cerrando los puntos de contacto



**Fig. 2.6** Sistema de tubos neumáticos que funcionan según el principio termovelocimétrico. Los tubos de cobre (A) se sujetan a las paredes o al techo en forma de bucle continuo y sus dos extremidades rematan a unas cámaras (B) que contienen diafragmas flexibles (C) que controlan los contactos eléctricos (D). Cuando el aire del interior de los tubos se dilata por la influencia del calor, se eleva la presión en el interior de las cámaras haciendo que los diafragmas se acerquen a los contactos y cierren el circuito que pasa al transmisor de la alarma (E). los respiraderos (F) compensan los pequeños cambios de temperatura sucedidos en los espacios protegidos

**Tipo en Línea:** Este tipo consta de un tubo metálico en forma de bucle unido al techo, o la pared cerca del techo, para su protección. Las líneas de tubos se separan entre sí no más de 30 pies (9 m), ni menos de 15 pies (4.5 m) de la pared. La longitud de cada circuito no tiene más de 1000 pies (300 m). Además, al menos un 5 % de cada circuito, 25 pies (7.6 m) de tubo, eligiendo lo que se a mayor, debe situarse en cada área protegida. Sin esta mínima cantidad de tubos expuestos al fuego, la insuficiente presión volvería a recuperarse hasta alcanzar una respuesta adecuada.

En áreas pequeñas donde los detectores del tipo anterior puede que no tengan suficiente tubería expuesta para generar presiones que lleguen a cerrar los contactos, se emplean frecuentemente cámaras de aire o rosetas de tubería. Estas unidades actúan como detectores puntuales proporcionando el volumen de aire exigido para cumplir el requisito del 5% o el requisito de 25 pies (7.6 m). Debido a que el detector termovelocimétrico de línea es un detector integrado, actuará cuando tenga lugar un súbito aumento de temperatura en una zona con tubos expuestos, o cuando tenga lugar un aumento de temperatura ligeramente más lento en diversas zonas donde los tubos queden expuestos.

**Tipo Puntual:** La diferencia entre este tipo y el de línea reside en que el puntual contiene todo el aire en un solo contenedor y no en un tubo que se prolonga desde el detector hasta la zona protegida.

### 2.2.1.3 Detectores Combinados

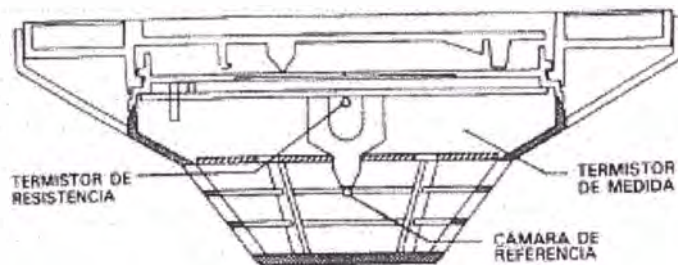
Contienen más de un elemento para responder al fuego. Pueden diseñarse para actuar por medio de cualquier elemento o mediante una combinación parcial o total de ambos elementos. Un ejemplo es un detector térmico que funciona según los principios de temperatura fija y de velocidad de aumento. La ventaja consiste en que el elemento termovelocimétrico actúa con prontitud a un fuego de rápido desarrollo y termostático responde a otro de lento desarrollo. El tipo más común emplea una cámara de aire hemisférica con venteo y un diagrama flexible, para la función de velocidad de subida, y un lámina bimetálica o una ballestilla sujeta por un metal eutéctico, para la función de temperatura fija (véase la figura 2.5). Cuando el elemento termostático alcanza el punto de contacto o bien se funde el metal eutéctico, liberando el resorte que cierra los contactos.



#### 2.2.1.4 Detectores de efecto Termoeléctrico

Un detector de efecto termoeléctrico es un dispositivo que utiliza un elemento sensor consistente en uno o más termistores que producen un cambio de resistencia eléctrica como respuesta a un aumento de temperatura (véase la figura 2.7). Este cambio de resistencia es detectado por un circuito electrónico asociado y el detector responde cuando la resistencia varía a una velocidad anormal (detector termovelocimétrico) o cuando la resistencia llega a un valor preestablecido (detector termostático).

Los detectores termovelocimétricos de este tipo utilizan dos termistores, uno de ellos expuesto a cambios de temperatura ambiente. Cuando la temperatura cambia rápidamente porque se ha producido un fuego, la del termistor expuesto aumenta más rápidamente que la del interior de referencia, lo que genera un cambio en la resistencia que hace que el detector dispare la alarma. La mayoría de los detectores termovelocimétricos está diseñada con otra función de temperatura fija, de modo que aunque la temperatura subiera más lentamente que 15°F (8°C) por minuto, el detector funcionaría cuando el termistor externo alcanzara una temperatura dada.



**Fig. 2.7** Detector de efecto termoeléctrico

### **2.2.2 Detectores de Humo**

Un detector de humo actúa con mucha más rapidez que uno térmico en la mayoría de los incendios. Este apartado describe los diversos principios de funcionamiento de los detectores de humo y comenta sus aplicaciones.

Se identifican según su principio de funcionamiento. Dos de ellos son la ionización y la fotoelectricidad. Los que funcionan según el principio fotoeléctrico responden con más rapidez al humo generado por fuegos de baja energía (rescaldos), ya que generalmente se producen partículas de mayor tamaño. Los que actúan según el principio de ionización poseen una respuesta algo más rápida a fuegos de alta energía (con llama), donde se producen elevadas cantidades de partículas de menor tamaño. Sin embargo ambos tipos de detectores de humo están sujetas a los mismos ensayos de incendios en los laboratorios de prueba, con el fin de poder quedar aprobados.

#### **2.2.2.1 Detectores de Ionización**

Generalmente son del tipo puntual. Contienen una pequeña cantidad de material radiactivo que ioniza el aire en la cámara detectora, convirtiéndolo en conductor y permitiendo que pase una corriente entre dos electrodos cargados. Esto proporciona a la cámara una conductancia eléctrica bastante efectiva. Cuando las partículas de humo penetran en la zona de ionización, disminuyen la conductancia del aire, adhiriéndose a los iones, causando una reducción en su movilidad. El detector de la figura 2.8 responde cuando la conductancia baja de un nivel prefijado.

#### **2.2.2.2 Detectores Fotoeléctricos**

La presencia de partículas de humo en suspensión generadas durante el proceso de combustión, afecta a la propagación de un haz luminoso a través del aire. Esto puede emplearse para detectar la presencia de un fuego de dos formas: (1) oscurecimiento de la intensidad luminosa a medida que pasa el haz y (2) dispersión del haz luminoso.

**Principio de Oscurecimiento:** Los detectores de humo que operan según este principio incorporan una fuente luminosa, un sistema de colimación del haz de luz y un dispositivo fotosensible. Cuando las partículas de humo penetran en el haz, la luz que alcanza el dispositivo fotosensible se reduce y al alarma se activa (véase figura 2.9). La fuente es generalmente un diodo emisor de luz (LED). Este constituye una fuente fiable y duradera que funciona con baja intensidad de corriente. Los diodos pulsadores pueden generar

suficiente corriente para su uso en equipos detectores, funcionando a niveles de energía aún más bajos. El dispositivo fotosensible puede ser del tipo fotovoltaico, fotorresistivo, fotodiódico o fototransistorizado. Las células fotovoltaicas son generalmente de selenio y silicio y generan un voltaje al ser expuestas a la luz. No requieren polarización negativa, pero en la mayoría de los casos la señal de salida exige un circuito de ampliación. Cuando las partículas de humo penetran en el haz, la luz que alcanza el dispositivo fotosensible se reduce y la alarma se activa.

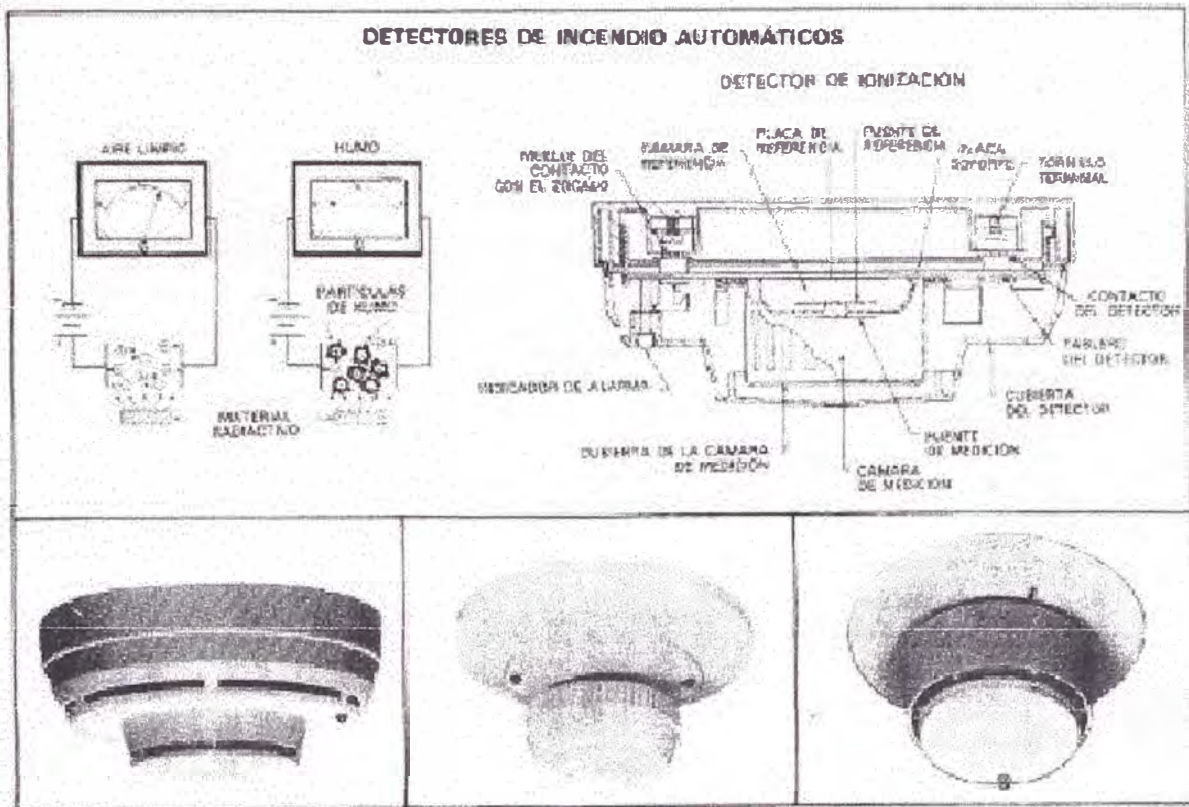
Las células fotorresistivas cambian de resistencia al variar la intensidad luminosa que incide sobre ellas. En los detectores de humo, dichas células, generalmente de sulfato de cadmio, se emplean con frecuencia como un ramal del puente de Wheatstone. Se inicia la alarma cuando un cambio de voltaje en el puente, provocado por un cambio de resistencia de la célula fotorresistiva, alcanza un nivel predeterminado.

En la práctica, la mayoría de los detectores de oscurecimiento de luz son del tipo de haz luminoso y se emplean para protección de grandes espacios abiertos. Se instalan con la fuente luminosa en un extremo de la zona que hay que proteger y el receptor (fotocélula y relé) en el otro extremo. En algunas aplicaciones, se emplean espejos para determinar la zona de cobertura, dirigiendo el haz según la trayectoria deseada. Por cada espejo empleado, la longitud nominal del haz debe reducirse progresivamente en un tercio. Los detectores de haz proyectado se instalan generalmente cerca del techo.

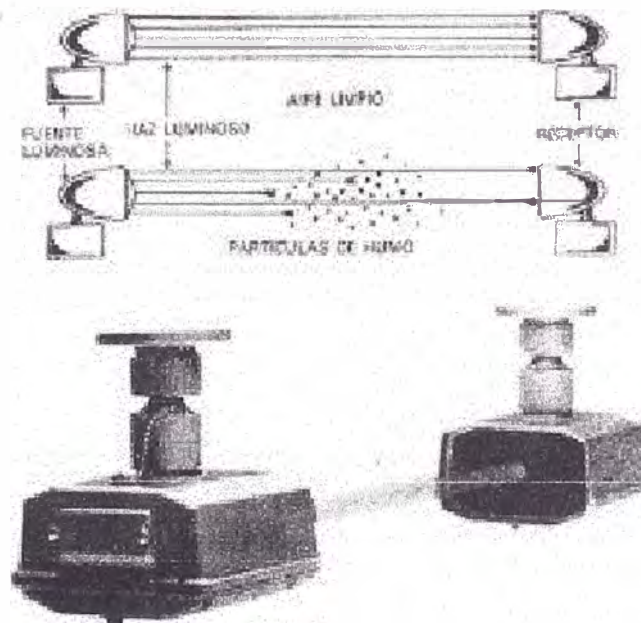
**Principio de Dispersión:** Cuando las partículas de humo penetran en el haz, se produce dispersión de la luz. Los detectores que emplean este principio son generalmente puntuales. Contienen una fuente luminosa y un dispositivo fotosensible, dispuestos de tal forma que los rayos luminosos no inciden, normalmente, en el segundo. Cuando las partículas entran en la luz, ésta se dispersa sobre el dispositivo fotosensible, provocando la respuesta del detector (véase figura 2.10). El dispositivo fotosensible puede ser fotovoltaico, fotorresistivo, fotodiódico o fototransistorizado.

**Principio de la cámara de niebla:** Un detector según este principio es generalmente del tipo de muestreo. Una bomba de aire aspira una muestra de éste, de la(s) zona(s) protegida(s) hacia una cámara de alta humedad dentro del detector. Una vez elevada la humedad de la muestra aire a un elevado valor, la presión baja ligeramente. Si las partículas están presentes, la humedad se condensa sobre ellas formando niebla en la cámara. La densidad de dicha niebla se mide según un principio fotoeléctrico. Cuando dicha densidad es mayor que un valor prefijado, se produce la respuesta del detector.

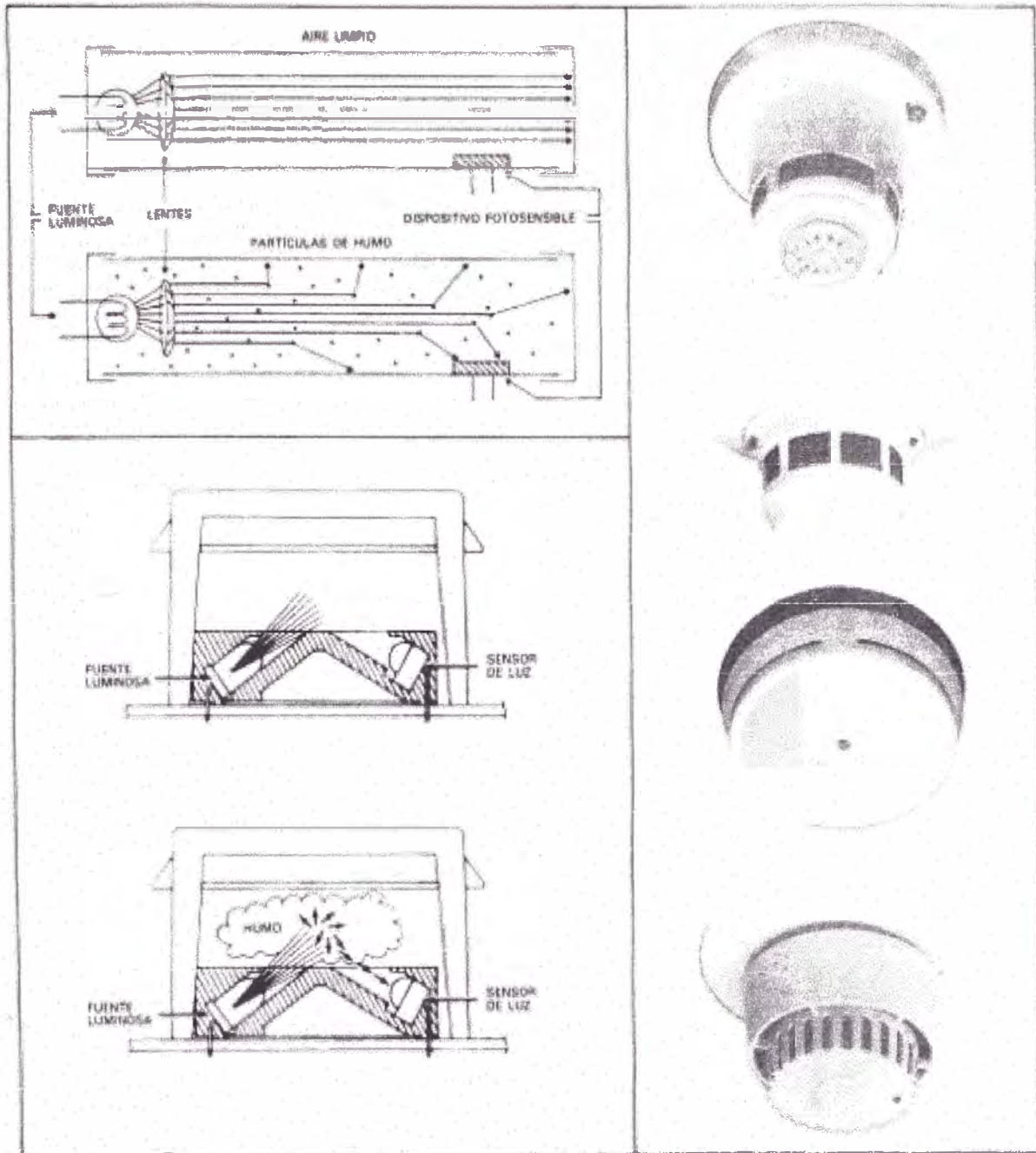




**Fig. 2.8 Arriba (izquierda) Principio de funcionamiento de un detector de humo por ionización; arriba (derecha) sección de un detector de ionización; (abajo izquierda) detector de humo de ionización**



**Fig. 2.9 Arriba Principio de funcionamiento de un detector fotoeléctrico de humo por oscurecimiento**



**Fig. 2.10 Arriba (izquierda) Principio de funcionamiento de un detector de humo por dispersión ( abajo izquierda) Sección de un detector de este tipo (derecha) Detectores de Humo Fotoeléctricos.**

### **2.2.3 Detectores de Gas**

Se producen muchos cambios en el contenido gaseoso ambiente durante un incendio. Se ha observado en ensayos de incendios a gran escala que los niveles detectables de gas se alcanzan después que los de humo y antes que los de calor. Se emplean dos principios de funcionamiento en los detectores de gas.

Uno de los dos principios de funcionamiento, semiconductor y elemento catalítico, puede utilizarse en un detector contra incendios sensible al gas.

#### **Principio del Semiconductor**

Responde a la oxidación o reducción de los gases que generan sus cambios eléctricos en un semiconductor. El cambio de conductividad provoca la activación.

#### **Principio del elemento Catalítico**

Estos detectores contienen un material que permanece sin cambio, pero acelera la oxidación de los gases combustibles. La consiguiente subida en la temperatura del elemento inicia la alarma.

### **2.2.4 Detectores de Llama**

Los detectores de llama reaccionan ante la aparición de energía radiante visible para el ojo humano (aproximadamente entre 4000 y 7700 angstroms) o a la energía radiante que está fuera del campo de la visión humana. Estos detectores son sensibles a las brasas incandescentes y a las llamas que radian energía de suficiente intensidad y naturaleza espectral para motivar la reacción del detector.

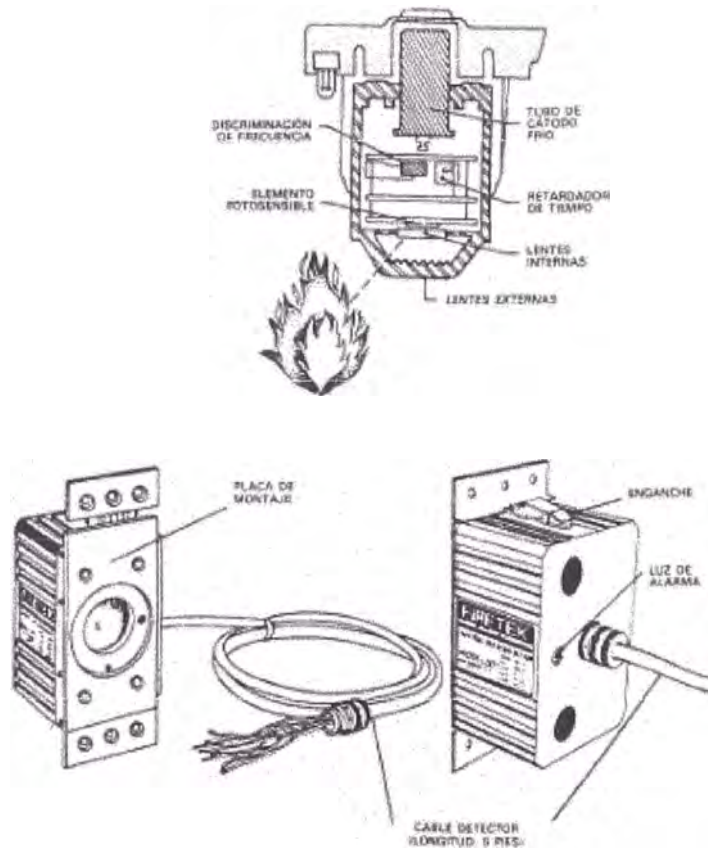
Debido a su rápida respuesta detectora, suelen emplearse generalmente en zonas altamente peligrosas, tales como plataformas de carga de combustibles, áreas de procesos industriales, cámaras hiperbáricas, áreas con techos altos, y atmósferas propensas a explosiones o fuegos rápidos. Debido a que deben ser capaces de “ver” el fuego, pueden ser bloqueados por objetos situados frente a ellos, aunque el detector de infrarrojos posee cierta capacidad para detectar la radiación reflejada de las paredes.

#### **2.2.4.1 Detector de infrarrojos (IR)**

Consta básicamente de un sistema de filtro y lentes que se emplea para apantallar longitudes de onda indeseable y focalizar la energía incidente en una fotovoltáica

fotorresistiva sensible a la energía infrarroja (véase la figura 2.11). Reaccionan al componente total de infrarrojos de la llama, sola o en combinación con el parpadeo de la llama en la banda de frecuencia de 5 a 30 Hz.

El mayor problema en el empleo de este detector que recibe la radiación total del IR es la posibilidad de interferencia de la radiación solar en la región del IR. Si se sitúan en zonas de sombra solar, no es necesario filtrar o apantallar los rayos solares.

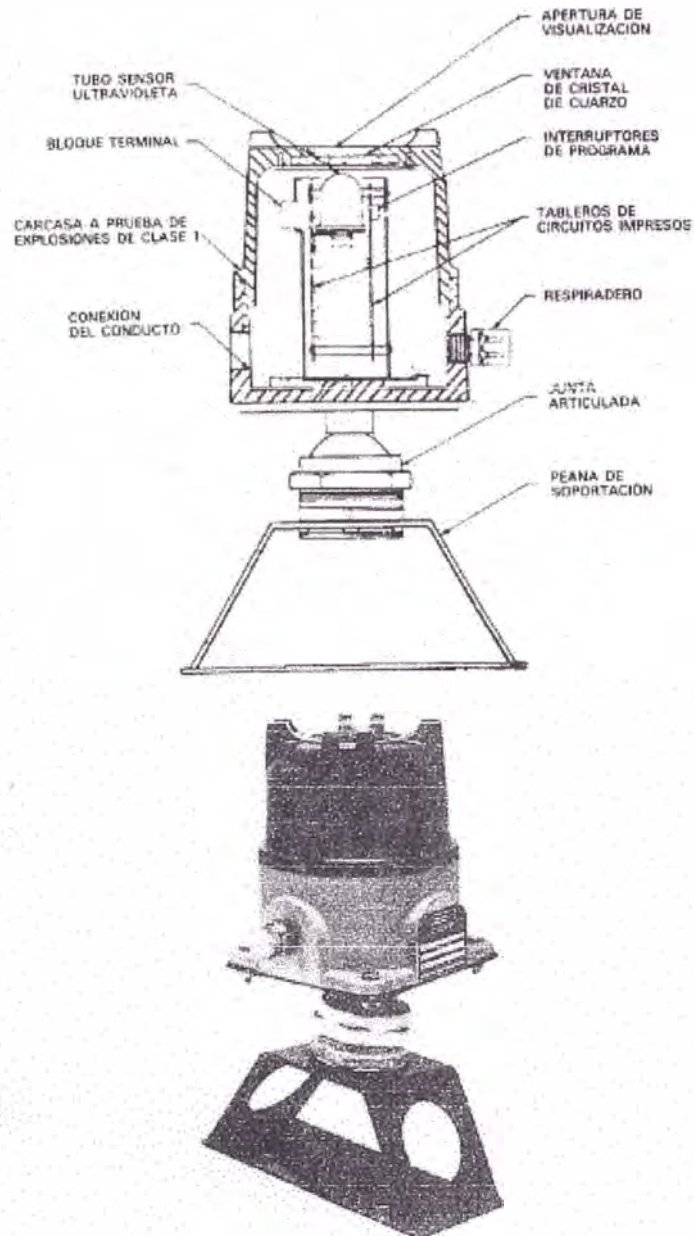


**Fig. 2.11 Arriba Sección de un detector de llama de infrarrojos. (Abajo) Detector de llamas por. Infrarrojos**



### 2.2.4.2 Detector de ultravioletas (UV)

Emplean generalmente como elemento sensible un dispositivo de estado sólido, carburo de silicio o nitruro de aluminio, o un tubo lleno de gas (véase la figura 2.12). Es insensible a la luz solar y artificial.



**Fig. 2.12 Arriba Sección de un detector de llama ultravioleta. (Abajo) Detector de dicho tipo**

### **2.3 Condiciones Ambientales que afectan a la Respuesta de los Detectores**

Para la selección, localización y capacidad de respuesta de los detectores es necesario tener en cuenta las condiciones ambientales. La elección o emplazamiento inapropiados de un tipo de detector puede crear problemas, que van desde la ausencia de alarma. Hasta excesivas falsas alarmas.

#### **2.3.1 Ambiente Circundante**

Cuando se elige un detector para un lugar específico, debe considerarse el ambiente al que va a estar expuesto en condiciones normales. Por ejemplo, un detector IR o UV que se emplee en lugares donde se lleven a cabo operaciones de soldadura con arco o autógena, pueda generar falsas alarmas debido a la presencia de energía radiante. Además, los detectores que responden a partículas de humo son especialmente propensos a falsas alarmas, de fuentes tales como humos de cocina, cigarrillos o escapes de automóviles.

#### **2.3.2 Calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)**

En habitaciones, edificios, etc., donde exista ventilación forzada, no deben situarse detectores en lugares donde el aire de los difusores pueda diluir el humo antes de alcanzar al detector. Deben colocarse de forma que favorezcan el flujo de aire hacia las aberturas de retorno. Esto puede que exija detectores adicionales, puesto que si sólo se sitúan cerca de las aberturas de retorno, el equilibrio de la zona puede quedar inadecuadamente protegido cuando se detenga el sistema de aire forzado.

### **2.4 Elección del Detector**

Al planificar un sistema de detección de incendios, los detectores deben elegirse según el tipo de fuegos potenciales que puedan producirse. También deben considerarse el tipo y cantidad de combustible presente, las posibles fuentes de ignición, las condiciones ambientales y el valor de la propiedad a proteger.

En general, los detectores térmicos poseen el más bajo costo y tasa de falsas alarmas, pero son los más lentos de respuesta. Debido a que el calor generado por pequeños fuegos tiende a disiparse rápidamente, los detectores térmicos tienen su mejor aplicación en la protección de espacios confinados o directamente en áreas donde se esperen fuegos con llamas. Generalmente se instalan en disposición de rejilla, separados a las distancias recomendadas o con separaciones inferiores para obtener una respuesta más rápida. La

temperatura de funcionamiento de un detector térmico debe ser al menos 25 °F (14 °C) superior a la máxima temperatura ambiente esperada en la zona protegida.

Los detectores de humo son más costosos que los térmicos, pero responden más rápidamente a los incendios. Son más adecuados para la protección de grandes espacios abiertos porque el humo no se disipa con tanta rapidez como el calor en un espacio de las mismas dimensiones. Se instalan según una disposición en rejilla, o según las condiciones que prevalezcan en función de las corrientes de aire.

Los detectores de humo de ionización son útiles cuando se producen incendios con llamas. Los detectores de humo fotoeléctricos tienen una mejor utilización en lugares que tengan posibilidad de ser afectados por incendios de rescoldos o incendios que afecten al aislante de cables de pirólisis a baja temperatura (PVC).

Los detectores, de llama ofrecen una respuesta extremadamente rápida, pero se activa con cualquier fuente de radiación dentro de su campo de sensibilidad. Si se aplican inadecuadamente, las tasas de falsas alarmas pueden ser elevadas. Debido a que son dispositivos que necesitan ser elevadas. Debido a que son dispositivos que necesitan “ver” el fuego, debe cuidarse que no sean bloqueados accidentalmente por equipos o materiales almacenados. Su sensibilidad va en función del tamaño de la llama y distancia de ésta al detector. Aunque son relativamente caros, son idóneos para proteger áreas con presencia de polvos o vapores explosivos o inflamables, debido a que normalmente están dotados de carcasas a prueba de explosiones.

## **2.5 Instalación de Detectores**

Una vez elegido el detector más adecuado, el siguiente paso consiste en instalarlo en la zona que hay que proteger. Los del tipo puntual se emplazan generalmente no más cerca de 4 pulgadas (10cm) el techo o paredes.

Cuando se instalan detectores térmicos a las distancias certificadas, los tiempos de detección son aproximadamente equivalentes al tiempo de funcionamiento de los rociadores normalizados de 165 °F (165 °F) del tipo de palanca y varilla. Si se desea obtener una respuesta más rápida, se debe reducir la separación del detector. También cuando los techos sean altos, o cuando su construcción no sea lisa, la separación debe reducirse adecuadamente. Se puede encontrar información específica en las normas de la NFPA 72E, Norma para los detectores automáticos contra incendios.

### 2.5.1 Separación de detectores Térmicos en Techos Altos

Debido a que el aire caliente al ascender durante el incendio es diluido por el aire frío, se ha creído siempre que los detectores térmicos deberían ser instalados muy juntos en techos altos para conseguir el mismo tiempo de respuesta que el que proporcionan en un techo de 8 a 10 pies (2.5 a 3m) de altura. Para determinar su aproximación se desarrollaron diversos ensayos creando incendios de varios tamaños, considerando la altura del techo, la temperatura ambiente, y el desarrollo del incendio. Los datos demuestran claramente que los detectores térmicos, deberán estar más juntos, cuando se instalen en un techo alto, para alcanzar el mismo tiempo de respuesta que si estuvieran en un techo de 10 pies (3m).

Un gráfico típico de la NFPA (véase figura 2.13), muestra un detector térmico con separación de 30 pies (9m) en respuesta a un incendio de desarrollo lento. El ejemplo utilizado demuestra que para detectar un incendio, con una clasificación de desprendimiento de calor de 500 Btu por segundo (527 kW), en un techo de 10 pies (3m), el detector con listado de 30 pies (9m) debería colocarse 17 pies (5.1m). Si el techo fuera de 20 pies (6m) de alto, para conseguir el mismo tiempo de respuesta que en un techo de 10 pies (3m), el mismo detector debería colocarse a 8 pies (2.4m) de separación.

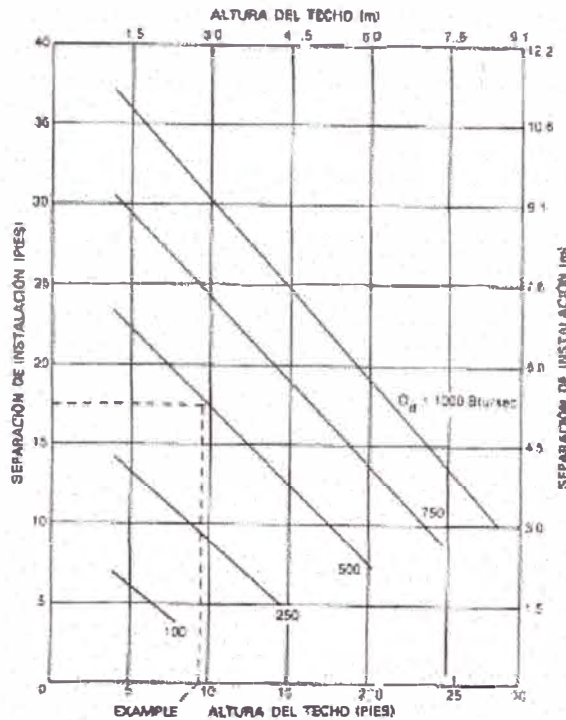
Podemos preguntarnos por qué un detector con listado de 30 pies (9m) no se separa a centros de 30 pies (9m), cuando se monta en un techo de 10 pies (3m). La respuesta es que el ejemplo anterior consideraba detectar un incendio más pequeño. Los incendios de ensayo utilizados en las pruebas de laboratorio se aproximaron más a los 1000Btu/seg (1055 kW) de línea de incendio del gráfico. Para detectar un incendio de desarrollo lento de 1000 Btu/seg (1055 kW), el gráfico muestra que con un techo de 10 pies (3m), la separación recomendada sería de 19 pies (5.7m). La Norma NFPA 72E, exige la reducción de la separación cuando los detectores de calor están montados en techos de más de 10 pies (3m) de alto.

Al pesar de que la Norma NFPA 72E también contiene gráficos para detectores de humo, éstos son solamente teóricos y no se refieren a incendios de rescoldos.

Cuando se instale cualquier tipo de detector térmico, deben tenerse en cuenta las fuentes de calor en el espacio protegido que podrían causar falsas alarmas. Por ejemplo, los detectores térmicos deberían situarse apartados de unidades calefactores y hornos, de donde se espera salgan oleadas de aire caliente. La instalación adecuada para los detectores de humo es más importante que la de los detectores de térmicos, debido a que en un incendio de rescoldos, el transporte de humo está fuertemente influenciado por la corriente de aire convectiva en



la zona protegida. A pesar de que se pueda instalar una parrilla, como punto de arranque, debe tenerse cuidado en colocar adecuadamente los registros de suministro de calor y los de retorno del aire. Los detectores de humo deberían colocarse parte de las turbulencias producidas por las salidas de aire caliente. Su colocación debería favorecer el aire de retorno, debido a que el aire de retorno dirigirá al humo hacia el detector, y que la velocidad del aire de regreso, tiende a ser menor.



**Fig. 2.13 Ejemplo de una curva de diseño para un detector térmico de temperatura fija con una separación relacionada de 30 pies (9.1 m) para incendios lentos**

### 2.5.2 Aplicaciones Especiales

Los detectores de humo de conductor de aire se instalan en conductos de retorno de los sistemas HVAC en grandes edificios, para impedir la recirculación del humo, a través del sistema HVAC, procedente de un fuego en el edificio. Detectando el incendio, el sistema de control asociado detiene los sopladores de circulación, o los invierte a situación de escape de humos.

Se emplean también dispositivos activados por humo para cerrar automáticamente puertas contra incendios en edificios, a fin de limitar la propagación del humo en caso de incendio. Esto puede conseguirse con detectores montados en el techo de los corredores, conectados a dispositivos de apertura situados en las puertas y activados eléctricamente, o mediante detectores de humo integrados en las propias puertas.

Cuando se instalen detectores de humo, debe considerarse también la estratificación del humo. El humo puede estratificarse debajo del techo, debido a gradientes de temperatura, o a corrientes de aire a lo largo del techo.

La instalación de detectores de gas es similar a la de los de humos puesto que los gases del incendio tienden a circular con el humo y se ven afectados de forma similar por las corrientes de convección en el espacio protegido. Deben emplazarse también lejos de fuentes de gases o vapores oxidables, tales como por ejemplo, disolventes hidrocarbonatos o rociadores de aerosol, que podrían causar falsas alarmas.

Los requerimientos de los detectores de llama son distintos a los de calor o humo, ya que las distancias de separación no son importantes para los dispositivos de línea de visualización. Deben emplearse de forma que puedan “ver” la radiación luminosa que emane de cualquier punto del espacio protegido. Debido a que el “cono de visión” varía según el diseño del detector, deben seguirse las recomendaciones del fabricante para la cobertura de la zona. Necesitan apantallarse o situarse de forma que no “vean” fuentes de energía radiante que no procedan de fuegos y puedan provocar falsas alarmas.

## **2.6 Pruebas y Mantenimiento de los Detectores**

Un programa de mantenimiento y comprobación es esencial para mantener la operatividad del detector. La prueba periódica de cada detector de humo es de vital importancia, debido a que la comprobación es la mejor manera de poder determinar que el detector no ha fallado.

## **2.7 Dispositivos de Anunciación Audible, Módulos de control y monitoreo**

En la actualidad un sistema contra incendio está conformado también por diversos dispositivos de anunciación audible y de ejecución manual para alertar un probable incendio. A continuación describiremos las características y funcionamiento de dichos dispositivos y sus respectivos accesorios de funcionamiento.

### **2.7.1 Estación Manual Direccionales**

Las estaciones manuales son direccionales con su módulo de monitoreo internamente. El dispositivo se activa usando un sistema mecánico de doble acción (Push and Pull – Presionar y Jalar). Al ser activada envía una señal de alarma en forma rápida al panel de alarma, de aproximadamente un segundo. El panel lo reconoce y lo muestra en el display

como “Estación Manual” accionado. Después de verificada la zona el estación manual se puede reiniciar utilizando la llave proporcionada. (Véase figura 2.14)

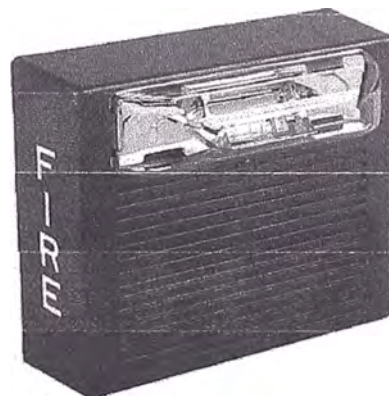


**Fig. 2.14 Estación manual de Doble Acción**

### 2.7.2 Sirena con luz estroboscópica

Las Sirenas con luz estroboscopia, existen en dos formas para montaje en techo y para montaje en pared. Estos dispositivos son utilizados para notificar a los ocupantes de un edificio o planta textil cuando ocurra un amago de incendio y puesto en una forma para indicar las rutas de evacuación. Las sirenas cuentan con dos tipos de tono (cuerno de continuos o pauta temporal) y cada tono tiene 3 posiciones. Estos se adecuan los niveles sonoros en dB de acuerdo a los requerimientos de los ambientes de la planta.

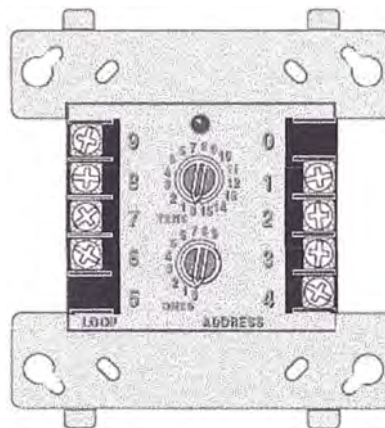
La luz estroboscopia cuenta con una salida luminosa programable de 15cd, 30cd 75cd o 110cd. Por estándar 2 o más luces estroboscopicas dentro de un mismo ambiente deberán estar sincronizadas (véase figura 2.15)



**Fig. 2.15 Sirena con luz estroboscópica**

### 2.7.3 Módulo de Control Direccional

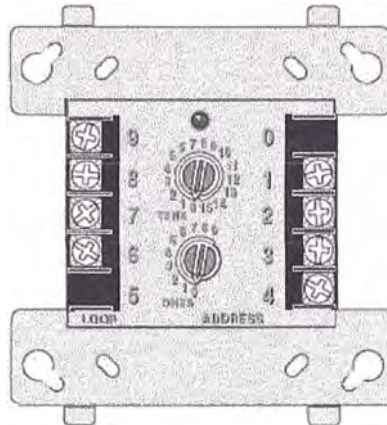
Dispositivo de salida de notificación, encargado de activar: la Sirena Con Luz Estroboscópica, Campana de Incendio, los solenoides del Sistema de Extinción con Gas y las válvulas del Sistema de Diluvio, cuando exista una alarma del Sistema Contra Incendio, El sensor posee un led indicador de color verde, el panel determina si el módulo está en alarma o esta en funcionando correctamente, si el led parpadea el módulo está operando en forma normal y comunicándose con el Panel, si permanece fijo indica que existe un alarma; Cada módulo posee una dirección lo cual permite una rápida y fácil identificación en el Panel de Incendio.( véase figura 2.16)



**Fig. 2.16 Módulo de Control Direccional**

### 2.7.4 Módulo de Relay Direccional

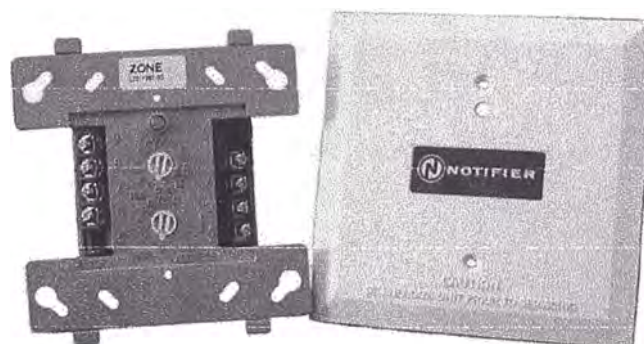
Dispositivo del Sistema Contra Incendio, cuenta con 02 Relay internos Normalmente Abierto (NO), Normalmente cerrado (NC), este módulo se encarga de activar los leds indicadores de Sistema Normal y Sistema Activado de las estaciones de aborto y disparo, el panel determina si el módulo está en alarma o esta en funcionando correctamente, si el led de color verde parpadea el módulo está operando en forma normal y comunicándose con el Panel, si permanece fijo indica que existe un alarma; Cada módulo posee una dirección lo cual permite una rápida y fácil identificación en el. (Véase figura 2.17)



**Fig. 2.17 Modulo de Relay Direccional**

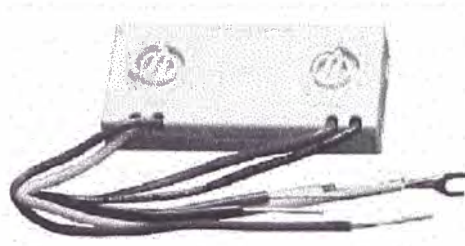
### 2.7.5 Módulo Monitor Dual Direccional

Dispositivo de Entrada, posee 02 circuitos independientes de inicialización con direcciones consecutivas, estos dispositivos se encargan de recibir la señal de alarma o algún problema proveniente de las Estaciones de Aborto y Disparo, señales de falla, alerta, prealarma y alarma de los equipos del Sistema de aspiración, cable térmico y supervisión de válvulas de diluvio; las señales son transmitidas al Panel de Alarmas contra Incendio para su procesamiento y acción; el panel determina si el módulo está en alarma o esta funcionando correctamente, si el led rojo parpadea, el módulo está operando en forma normal y comunicándose con el Panel, si permanece fijo indica que existe un alarma; Cada módulo posee una dirección lo cual permite una rápida y fácil identificación en el Panel de Incendio. (Véase la figura 2.18)



**Fig. 2.17 Modulo monitor dual Direccional**

Una variante de los módulos de monitoreo son los mini módulos debido a su tamaño reducido, poseen un solo circuito de inicialización, recibe la señales de alarmas de los detectores térmicos, señales de detectores de aspiración, cable térmico supervisan el estado de las válvulas (véase figura 2.18)



**Fig. 2.18 Modulo mini monitor Direccionable**

## CAPITULO III

### CABLEADO DE LOS DISPOSITIVOS ANALOGOS – DIRECCIONALES EN UN SISTEMA CONTRA INCENDIO

#### 3.1 Cableado del Lazo de Comunicaciones SLC

Las comunicaciones con los equipos de control, supervisión, iniciación direccionales tienen lugar a través del Lazo de Comunicaciones (SLC). Puede conectar un lazo SLC que cumpla los requisitos de los circuitos de Estilo 4, Estilo 6 y Estilo 7 según NFPA.

La siguiente tabla 3.1 muestra los tipos de equipos que puede utilizar en circuitos SCL.

**TABLA N° 3.1**

Tipo del Equipo	Función de los SLC
Módulos aisladores (ISO-X)	Permite que una zona de detectores y módulos esté aislada del resto del lazo, dejando que los componentes del lazo funcionen si un circuito falla. Para los circuitos de Estilo 7 según NFPA se requiere módulos ISO-X.
Módulos Monitores Direccionables (serie MMX)	Permite que la central supervise los circuitos de los equipos convencionales de iniciación de alarma, tales como equipos de supervisión, pulsadores manuales, sprinklers. El BGX-101 (módulo monitor) proporciona anunciaciones por puntos de pulsadores manuales.
Módulos de Control	Permite que la central active de forma selectiva los de aviso o los relés de salida de Forma -C.
Sensores analógicos	Permite a la central establecer comunicaciones con analógicos térmicos, fotoeléctricos y por ionización en el lazo.

#### 3.2 Funcionamiento del Lazo de Comunicaciones

El funcionamiento del lazo depende del tipo de circuito: Estilo 4, Estilo 6 o Estilo 7.

La tabla 3.2 sobre el funcionamiento del Lazo de Comunicaciones especifica las condiciones de fallo que se originan cuando tiene lugar un fallo en el lazo de comunicaciones. Las siguientes notas son aclaraciones sobre la tabla.



- Fallo. indica que una señal de fallo se generará en la central durante condiciones anormales.
- Alarma/Fallo. indica que una señal de alarma se puede transmitir a la central durante condiciones anormales.
- El funcionamiento del lazo cumpliendo con los requisitos de Estilo 7 aísla zonas físicas completas en el lazo de comunicaciones desde los fallos que tienen lugar dentro de otras áreas del lazo de comunicaciones.

**TABLA N° 3.2 Funcionamiento del Lazo de comunicaciones**

Avería en el lazo	Estilo 4	Estilo 6	Estilo 7
Abierto	Avería	Alarma/ Avería	Alarma/ Avería
Tierra	Alarma/Fallo	Alarma / Avería	Alarma/ Avería
Corto	Avería	Avería	Alarma/ Avería
Corto y Abierto	Avería	Avería	Avería
Corto y Tierra	Avería	Avería	Alarma/ Avería
Abierto y tierra	Avería	Alarma/ Avería	Alarma/ Avería
Pérdida Comunicaciones	Avería	Avería	Avería

### 3.2.1 Lazo de comunicaciones SLC de dos hilos

El siguiente diagrama (véase figura 3.1) muestra la conexión típica de un lazo de comunicaciones SCL de dos hilos de tensión limitada y supervisado que cumple los requisitos de Estilo 4 según NFPA 72-1993 (bucle abierto). La siguiente tabla 3.3 muestra las conexiones de lazo para este circuito.

**TABLA N° 3.3 Funcionamiento del Lazo de comunicaciones**

Conexión	Lazo 1	Lazo 2
Salida de Lazo	TB5-1 (+) TB5-3 (-)	TB6-1 (+) TB6-3 (-)
Retorno de Lazo	TB5-2 (+) TB5-4 (-)	TB6-2 (+) TB6-4 (-)



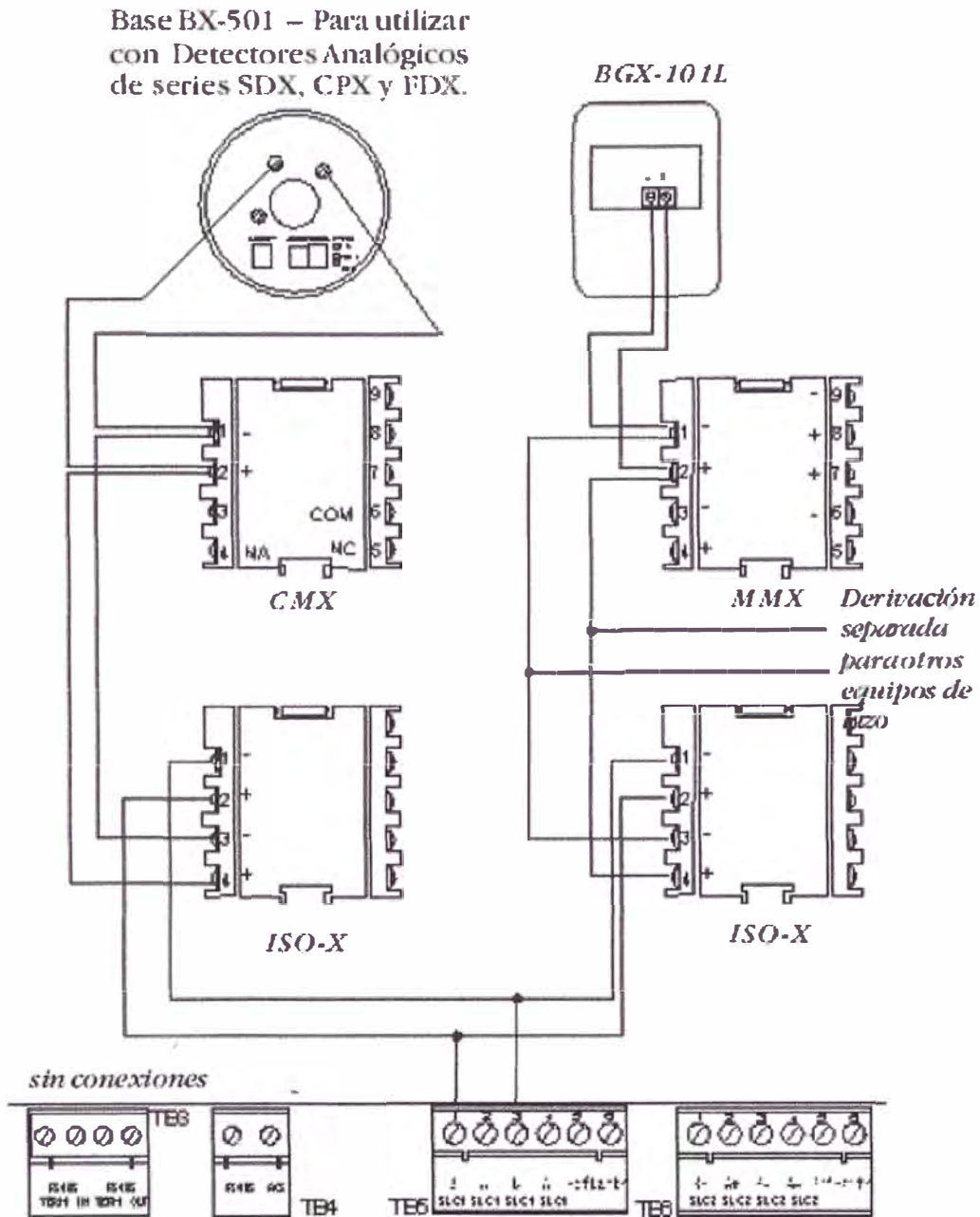


Fig. 3.1 Lazo de Comunicaciones del Analógico de dos hilos

### 3.2.2 Lazo de comunicaciones de cuatro hilos (Estilo 6, bucle cerrado)

El siguiente diagrama (véase figura 3.2) muestra la conexión típica de un lazo de comunicaciones de cuatro hilos de tensión limitada y supervisado que cumple los requisitos de Estilo 6 según NFPA 72-1993 (bucle abierto). La siguiente tabla 3.4 muestra las conexiones de lazo para este circuito.

TABLA N° 3.4 Funcionamiento del Lazo de comunicaciones

Conexión	Lazo 1	Lazo 2
Salida de Lazo	TB5-1 (+) TB5-3 (-)	TB6-1 (+) TB6-3 (-)
Retorno de Lazo	TB5-2 (+) TB5-4 (-)	TB6-2 (+) TB6-4 (-)

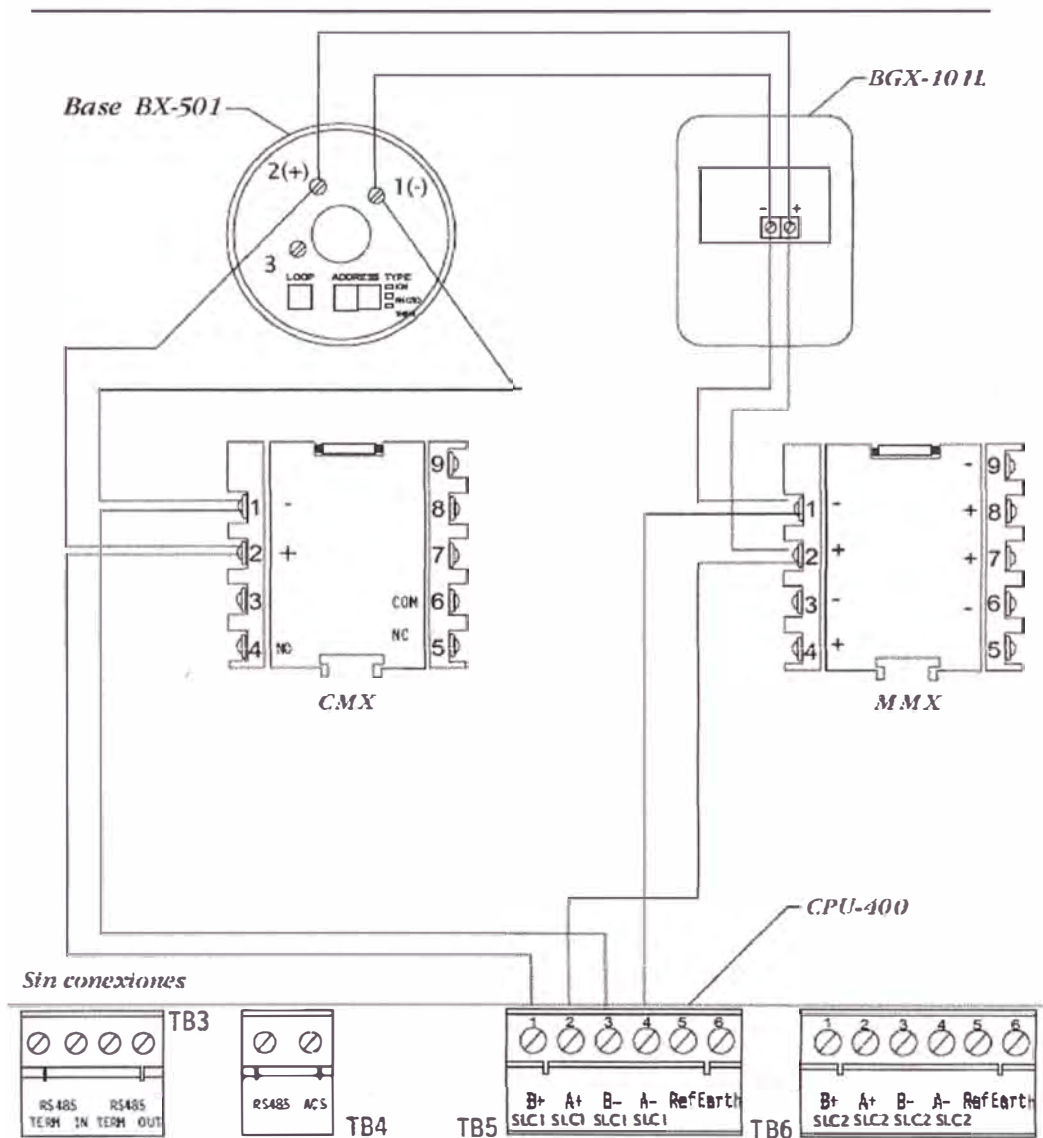


Fig. 3.2 Lazo de Comunicaciones del Analógico de cuatro hilos

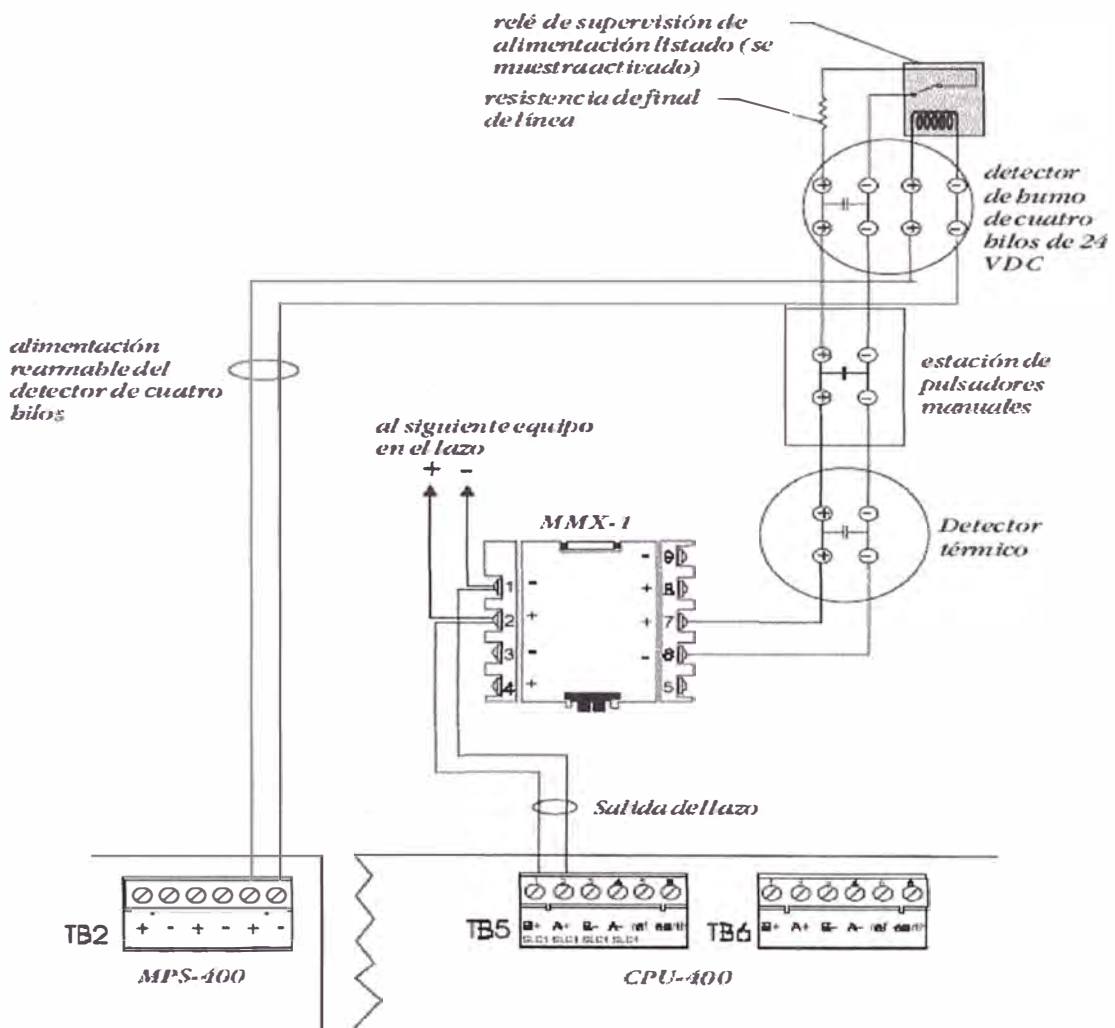
### 3.2.3 Cableado del Lazo con los módulos Monitores Clase B

Puede instalar los módulos en un lazo tal y como se muestra en el diagrama de cableado (véase figura 3.3). La resistencia máxima del circuito del equipo de iniciación es de 20 ohms. Las conexiones del cableado del lazo a la MPS-400 (fuente de alimentación) y a la CPU-400 (central unidad de procesamiento) son las siguientes:

**TABLA N° 3.4 Conexión del Lazo de comunicaciones**

Módulo	Conectar...
MPS-400	24V (+) a TB2-5 24V (-) a TB2-6
CPU-400	SLC (+) a TB5-1 SLC (-) a TB5-3

*Conexiones del lazo a la MPS-400 y a la CPU-400*



**Fig. 3.3 Cableado de Módulo de control estilo B (Clase B) NFPA.**

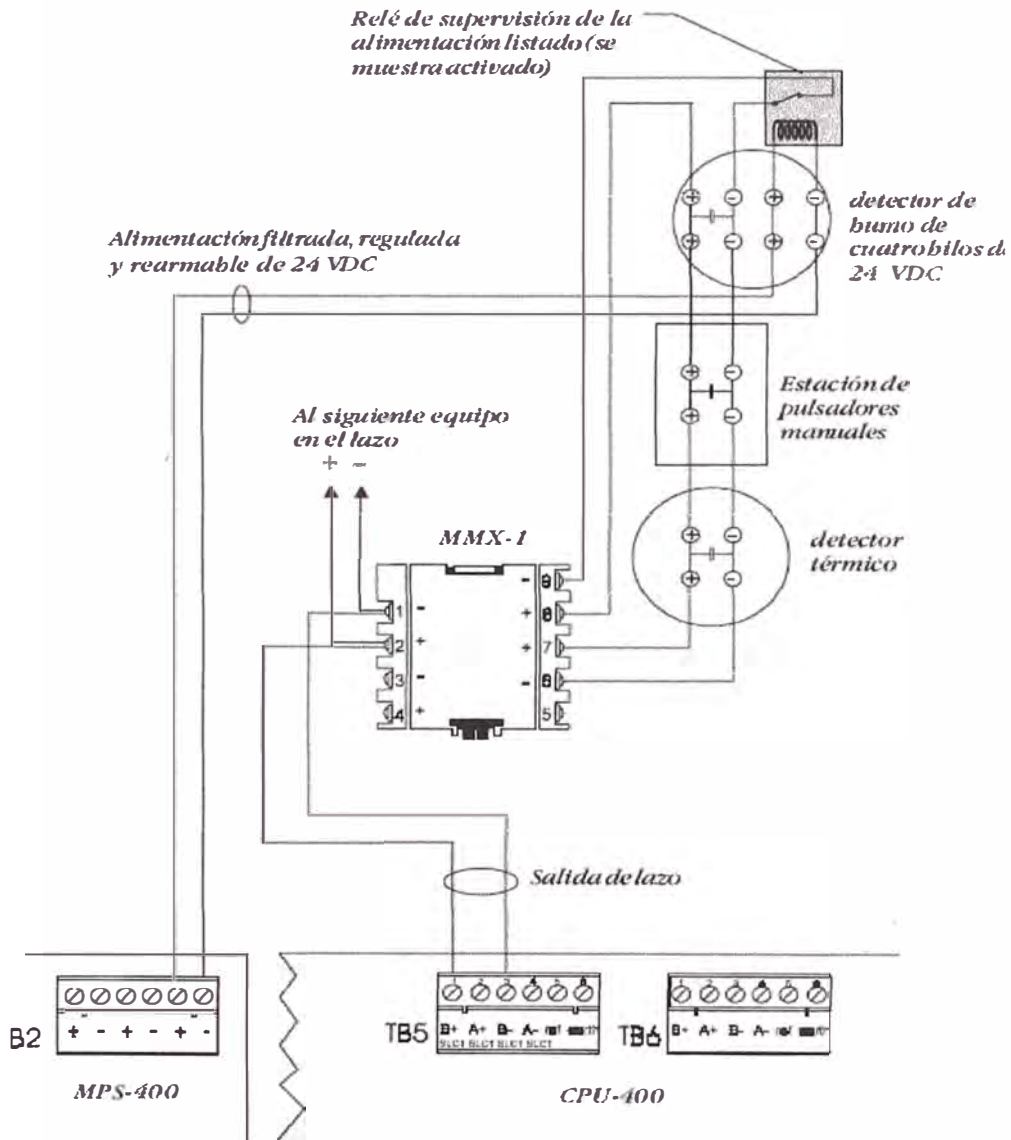
### 3.2.4 Cableado del Lazo con los módulos Monitores Clase A

Puede instalar módulos monitor en el lazo tal y como muestra el diagrama de cableado (véase figura 3.4). La resistencia máxima del circuito del equipo de iniciación es de 20 ohms. El diagrama de cableado muestra una conexión típica para un circuito de equipo de iniciación supervisado y de tensión limitada de Estilo D de NFPA (Clase A).

**TABLA N° 3.4 Conexión del Lazo de comunicaciones**

Módulo	Conectar...
MPS-400	24V (+) a TB2-5 24V (-) a TB2-6
CPU-400	SLC (+) a TB5-1 SLC (-) a TB5-3

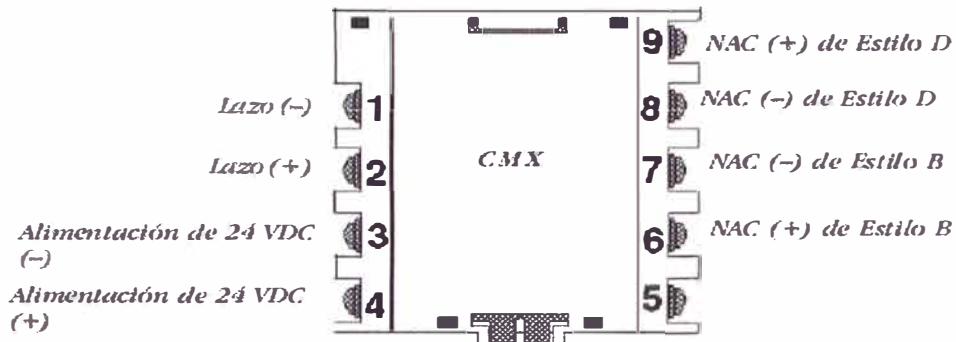
*Conexiones de lazo en la MPS-400 y en la CPU-400*



**Fig. 3.4 Cableado de Módulo de control Estilo D (Clase A) NFPA.**

### 3.2.5 Cableado del Lazo con los Módulos de Control

El Módulo de Control CMX es un módulo Direccional (véase figura 3.5) que supervisa y conmuta la alimentación hacia los circuitos de Aviso y Señalización (NAC). Los módulos de control CMX-1 y CMX-2 son idénticos, pero un CMX-2 tiene un valor de tensión superior (70.7) con el máximo de corriente. Puede conectar un módulo de Control como un Circuito de Aviso y Señalización de Estilo Y (Clase B) o de Estilo Z (Clase A) o utilizar un módulo de control como un relé de control de forma-C. (Véase tabla 3.5)



**Fig. 3.5 Módulo de Control Configurado para funcionar como circuito de aviso y señalización**

**TABLA Nº 3.5 Conexión del Módulo de Control CMX**

Para...	Conectar...
Conexiones del Lazo de Comunicaciones	El lazo de comunicaciones a los terminales 1 (-) y 2 (+). El CMX toma una dirección de módulo en el lazo. Fije los interruptores rotatorios a la dirección de lazo requerida.
Circuito de Aviso y Señalización de Estilo Y de NFPA	Circuitos de Aviso y Señaliz. conectados a un circuito de dos hilos. Conduzca el circuito sin realizar ramificaciones o desviarlo hasta el último equipo mediante una RFL de 47K 1/2 vatio (PN RFL-47K). Conecte el circuito de dos hilos a los terminales 6 (+) y 7 (-).
Circuito de Aviso y Señalización de Estilo Z de NFPA	Circuitos de Aviso y Señaliz. a un circuito de cuatro hilos. No realice ramificaciones o desvie un circuito de Estilo Z. No se necesita ninguna RFL para el cableado de Estilo Z. Conecte el circuito de cuatro hilos a los terminales 6 (+) y 9 (+) del CMX, y luego 7 (-) y 8 (-).
Alimentación del Circuito de Aviso y Señalización (NAC)	Alimentación del Circuito de Aviso y Señalizaciones al terminal 3 y terminal 4 (común) (+24 VDC) del CMX. La alimentación debe estar supervisada por un Relé de Supervisión de Alimentación listado compatible. Alternar alimentación - Alimentar el módulo (terminales 3 y 4) desde uno de los NACs en la MPS-400 y supervisar la corriente con una resistencia de 2.2K 1/2 W (PN RFL-2.2K). Programe el NAC para que se active en alarma general indicando la zona F0 en la Ecuación Control del NAC.

### 3.2.6 Cableado del lazo con los Pulsadores Manuales Direccionales

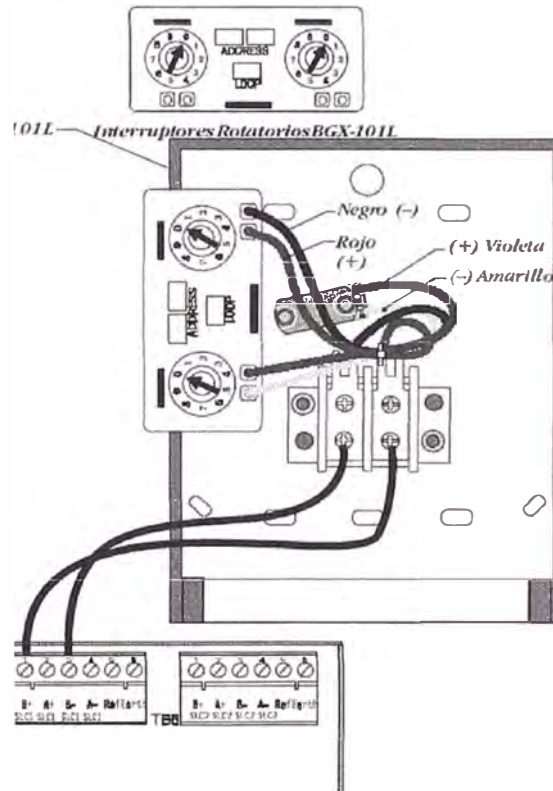
Los pulsadores manuales direccionales con un rearme con cierre de llave se conectan de la siguiente manera.

- 1) Se conecta el lazo de comunicaciones a los extremos (+) y (-) de los terminales.
- 2) Se conecta las estaciones manuales a la CPU-400 tal y como se especifica en la siguiente tabla 3.6

**TABLA N° 3.6 Conexionado de la Estación Manual**

Conexión	Lazo 1	Lazo 2
Salida de Lazo	TB5-1 (+) TB5-3 (-)	TB6-1 (+) TB6-3 (-)
Retorno de Lazo	TB5-2 (+) TB5-4 (-)	TB6-2 (+) TB6-4 (-)

- 3) Las estaciones manuales están prefijados de fábrica con dirección 00. Para fijar la dirección para los pulsadores manuales, se utiliza un destornillador para mover los interruptores de dirección rotatorios en la parte posterior de los pulsadores manuales y ajustar de manera apropiada (véase figura 3.6).



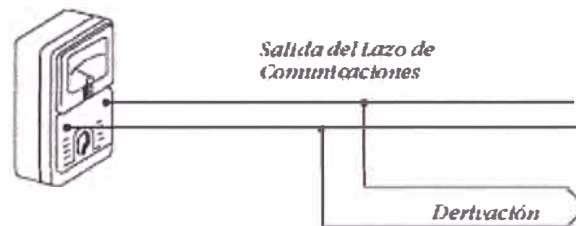
**Fig. 3.6 Conexionado de la Estación Manual Direccional**



### 3.3 Requisitos del Cableado Analógico de dos hilos

La resistencia del lazo total DC desde la central hasta el extremo de la derivación no puede superar los 40 ohms. Se mide la resistencia DC de la siguiente manera:

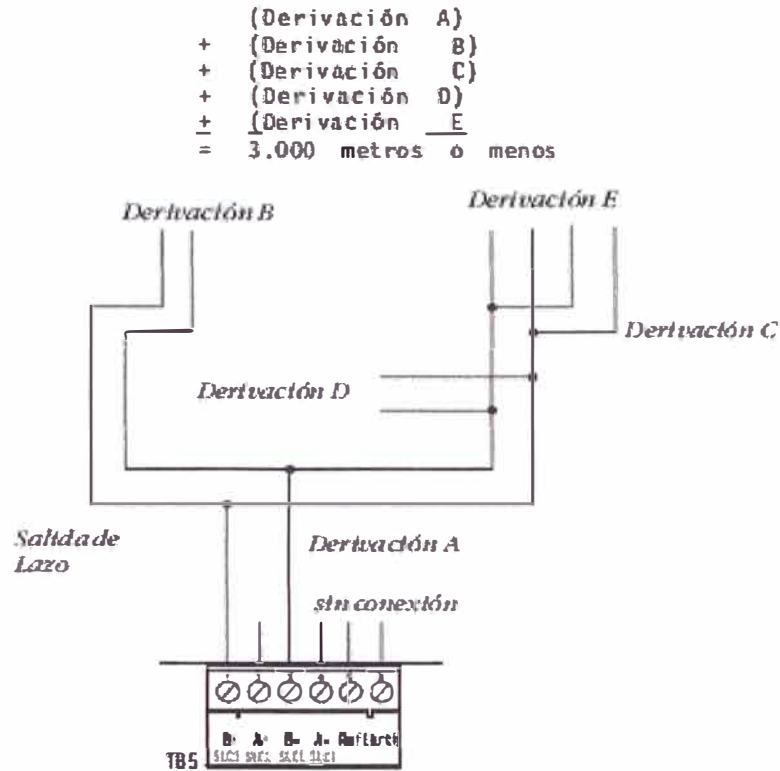
- 1) Se Cortocircuita el final de cada terminación individualmente y se mide la resistencia del bucle desde el principio del lazo hasta el final de aquella derivación en particular.
- 2) Se repite el mismo procedimiento en el resto de derivaciones (véase la figura 3.7)



**Fig. 3.7 Medición de la Resistencia del Lazo**

La longitud total del cable depende de la sección de éste. Con un cable de sección 3,31 (12AWG) en un lazo de dos hilos se puede llegar a una longitud máxima de 3000 m. Se calcula la longitud total del cable en el lazo sumando la longitud de los cables en cada lazo. El siguiente esquema (véase figura 3.8) muestra cómo calcular la longitud total en una conexión típica de lazo SLC.





**Fig. 3.8** Calculo para la longitud total del cable de un circuito SLC de dos hilos

### 3.4 Requisitos del Cableado de un Circuito SLC de Cuatro Hilos (Bucle Cerrado)

La resistencia total DC del par de lazo de comunicaciones no puede exceder los 40ohms.

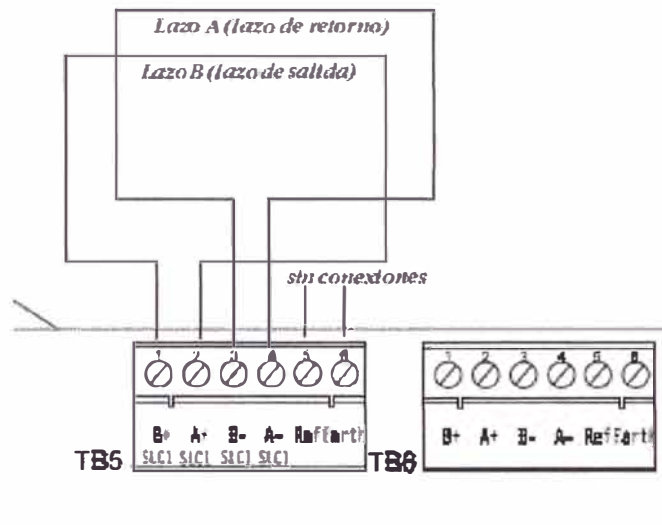
Se mide la resistencia DC de la siguiente manera:

- 1) Se desconecta la Salida de Lazo y el Retorno de Lazo en la central.
- 2) Se Cortocircuita los dos conductos de Retorno de Lazo de Comunicaciones.
- 3) Se mide la resistencia a través de los conductos de Salida del Lazo. (Véase la figura 3.9)



**Fig. 3.9** Mediciones de la Resistencia de bucle de un lazo SLC de 4 hilos

La longitud total del cable depende de la sección de éste. Con un cable de sección 3,31 (12AWG) en un lazo de dos hilos se puede llegar a una longitud máxima de 3000 m. Se calcula la longitud total del cable en el lazo sumando la longitud de los cables de cada lazo. El siguiente diagrama (véase figura 3.10) de cable muestra la salida y retorno de los lazos desde el terminal de SLC de la central contra incendios.



**Fig. 3.10** Lazo de Circuito de línea de señalizaciones de cuatro hilos.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Con este informe se pudieron determinar las estrategias de elección de los diferentes dispositivos de protección contra incendio en las distintas construcciones modernas de Se llegó a la conclusión de que los requerimientos de las normas de protección contra incendio son necesarias para que una edificación contenga las apropiadas medidas de seguridad; y además podemos concluir que en Perú, actualmente, las normativas de protección y prevención contra incendio para centros comerciales no son las más apropiadas.

La defensa contra incendios en Edificios es actualmente una de las actividades principales de los profesionales en sistema contra incendio Sin embargo su efectividad no alcanza niveles óptimos por la limitada atención de las Administraciones a las actividades preventivas y por la insuficiente profesionalización de los Servicios.

Los sistemas de formación sobre defensa contra incendios tanto a nivel universitario como en los centros de trabajo son insuficientes para la capacitación que requieren las responsabilidades que deben asumir los responsable

Se recomienda la profesionalización plena de las actividades de defensa contra incendios, integradas en planes, ejecutados mediante estructuras administrativas y empresas especializadas, tanto del sector público como del privado, con puestos de trabajo permanentes.

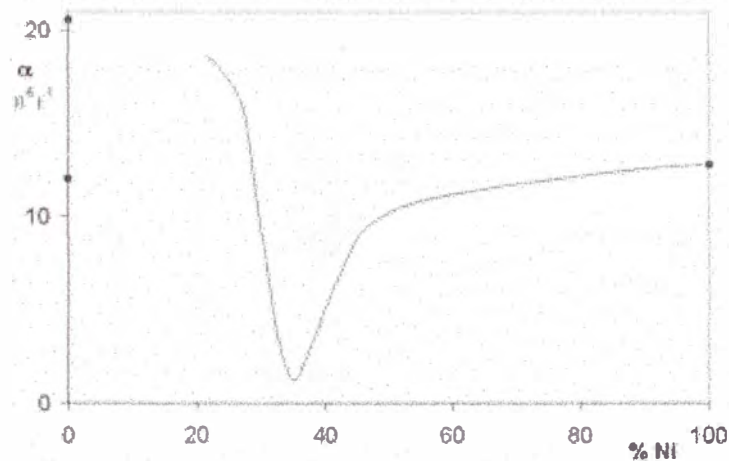
**ANEXO A**  
**GLOSARIO DE TERMINOS**

## A. GLOSARIO DE TERMINOS

**Capacidad Calorífica:** La capacidad calorífica de un cuerpo es razón de la cantidad de energía calorífica transferida a un cuerpo en un proceso cualquiera por su cambio de temperatura correspondiente. En una forma menos formal es la energía necesaria para aumentar 1 K su temperatura, (usando el SI) Indica la mayor o menor dificultad que presenta dicho cuerpo para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor. Puede interpretarse como una medida de inercia térmica. Es una propiedad extensiva, ya que su magnitud depende de la cantidad de material en el objeto, por ejemplo, la capacidad calorífica del agua de una piscina olímpica será mayor que la de una cucharadita. Al ser una propiedad extensiva, la capacidad calorífica es característica de un objeto en particular, y además depende de la temperatura y posiblemente de la presión.

**Eutéctico:** es una mezcla de dos componentes con punto de fusión (solidificación) o punto de vaporización (licuefacción) mínimo. En efecto, dados un disolvente(solvente) y un soluto existe para ellos una composición llamada mezcla eutéctica en la que, a presión constante, la adición de soluto ya no logra disminuir más el punto de fusión. Esto hace que la mezcla alcance el punto de congelación (en caso de líquidos, licuefacción) más baja posible y ambos se solidifiquen a esa temperatura (temperatura eutéctica).

**Invar.:** también llamado FeNi36, elinvar o nivarox, es una aleación de hierro (64%) y níquel (36%) con muy poco carbono y algo de cromo. Por su pequeño coeficiente de dilatación se emplea en la fabricación de piezas de precisión (relojería, aparatos de física, válvulas de motores, etc.) y, especialmente, en instrumentos para medir longitud, tales como los utilizados en topografía.



Variación del coeficiente de dilatación del invar. en función del contenido de níquel.

**Pirólisis** : es la descomposición química de materia orgánica causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno u otros reactivos, excepto posiblemente el vapor de agua. La pirólisis extrema, que sólo deja carbono como residuo, se llama carbonización. La pirólisis es un caso especial de termólisis. Un ejemplo de pirólisis es la destrucción de neumáticos usados. En este contexto, la pirólisis es la degradación del caucho de la rueda mediante el calor en ausencia de oxígeno

**Fotosensible:** se entiende por material fotosensible (en fotografía química) a aquel soporte que contiene una capa o un conjunto de capas sensible a la luz que reaccionan al contacto con la luz formando una imagen latente. En esta categoría se encuentran por un lado las películas que están formadas por un soporte plástico transparente recubierto por una de sus caras con la emulsión fotosensible y por otro lado están los papeles, en los que el soporte es una hoja de papel más o menos grueso.

**NFPA:** La NFPA (National Fire Protection Association) es reconocida alrededor del mundo como la fuente autoritativa principal de conocimientos técnicos, datos, y consejos para el consumidor sobre la problemática del fuego, la protección y prevención.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **PUBLICACIONES**

- 1.- Hampton J. A., “Exploring Tomorrow’s Communications Today” Fire Command, Octubre. 1990
- 2.- Miller, D . M., “Computerrized Planning System for Bureau Inspectors”, Fire Technology Agosto. 1976
- 3.- Arthur E. Cote, “Manual de Protección Contra Incendios”, Editorial Mapfre 1991
- 4.- Lee F. Richardson, “Nacional FIRE Alarm Code Hambook” Editorial NFPA. Quincy Massachusetts, 2002

### **REVISTAS**

1. NFPA Journal Latinoamérica, Publicación editada por NFPA Junio 2008

### **PAGINAS WEB**

- 1.- NOTIFIER Empresa Suministradora de Equipos de Detección Contra Incendios  
[www.notifier.com](http://www.notifier.com)
- 2.- FIRELITE Empresa Suministradora de Equipos de Detección Contra Incendios  
[www.firelite.com](http://www.firelite.com)