

## Los Equipos de Extinción Propulsados por Nitrógeno: Usos, Aplicaciones y Limitaciones

Algunos usuarios adquieren equipos de extinción autónomos propulsados por nitrógeno, como reemplazo a los sistemas de extinción de incendios, ya sea para reemplazar a los sistemas de rociadores automáticos, a los sistemas de agente limpios, u otros sistemas costosos. Antes de opinar al respecto de este concepto de reemplazo, pasaremos a explicar qué es un equipo de extinción autónomo propulsado por nitrógeno. El concepto de estos equipos es simplemente mantener en un cilindro presurizado, una cierta cantidad limitada de agente que es descargada cuando un rociador automático, del mismo tipo que se usa para descargar agua, es destruido como consecuencia del incremento de la temperatura ocasionada por el fuego (ver figura 1).



Figura 1

Figura 2

Model	Agent Capacity, lb or liters	Max Protection Area, ft <sup>2</sup>	Max Hazard Length, ft (any side)	Maximum Ceiling Height, ft	Rating	Date of Installation Manual (Date of Supplement)
CFP 80LP	1.5 lbs	16	4	5	A:B:C	Dec. 14, 2016
CFP 96	1.5 lbs	16	4	6	A:B:C	June 30, 2017
CFP 1100LP	15 lbs	100	10	13	A:B:C	Feb. 11, 2016
CFP 1300	10 lbs	100	10	13	A:B:C	Feb. 11, 2016
CFP 1700	15 lbs	132.25	11.5	13	A:B:C	Feb. 11, 2016
CFP 3375	30 lbs	225	15	15	A:B:C	Feb. 11, 2016
CFP 6750	50 lbs	225	15	30	A:B:C	Feb. 11, 2016

Asimismo la certificación UL es explícita en indicar que no se pueden sumar equipos para cubrir riesgos de mayor área, por lo que por la propia certificación, están limitados a cuartos de área máxima de 20.90 m<sup>2</sup>, siempre y cuando las dimensiones del cuarto, en ambos sentidos no superen 4.57 metros. En otras palabras, la máxima área de cobertura de estos equipos no podrá superar, ni en largo, ni en ancho, la medida de 4.57 metros. La figura 2 muestra el ejemplo de los límites de la certificación de un fabricante de estos equipos, como se podrá apreciar están limitados a áreas máximas de protección, largos máximos y alturas máximas. En tal sentido, proponer la sumatoria de muchos equipos para proteger grandes áreas o grandes volúmenes de riesgo, es una desorientación al cliente que no debería permitirse.

En la figura 3 se muestra una aplicación que no está permitida por el laboratorio certificador (en este caso por UL), este almacén se ha pre-tendido proteger usando equipos equidistantes aplicados a grandes volúmenes.



Figura 3

Por otro lado es necesario precisar que estos equipos, cuando están cargados con agentes limpios, no compiten de ninguna manera con los sistemas de agentes limpios. Si bien pueden descargar el contenido y apagar un incendio por descarga directa sobre el fuego, lo harán cuando los materiales hayan alcanzado una temperatura y potencia del fuego muy alta, razón por la cual no pueden ser usados como mecanismo de protección al daño del bien en sí, es decir no pueden ser usados para salvaguardar la integridad del material comprometido con el fuego.

Un rociador que se activa a los 68°C requiere de una inercia térmica en el tiempo, es decir un plazo de tiempo en el cual el calor del fuego se transfiere por convección y por radiación al vidrio del bulbo (principalmente por convección), luego el vidrio se calienta y por conducción transfiere el calor al líquido contenido en el bulbo, y bajo el mismo principio de conducción, el líquido se expande hasta que se destruye el vidrio y el agente extintor es finalmente descargado. Todo este proceso previo a la descarga del agente extintor puede tomar mucho tiempo, tiempo que es dependiente de la carga calórica y de la velocidad de crecimiento del fuego. Si por ejemplo la tasa o velocidad de crecimiento del fuego es lenta como usualmente sucede con los incendios en riesgos leves (centros de cómputo, museos, por ejemplo), la activación de la descarga del agente se dará cuando el material sensible esté completamente dañado.

Para cuantificar este tema, vamos a calcular a continuación el tiempo de respuesta de un equipo de éstos en una aplicación de un museo como se muestra en la figura 4. Suponemos que lo que se quiere proteger es el traje del torero cubierto en una urna de vidrio o policarbonato. Esta situación complicará mucho el proceso de extinción, ya que el vidrio actuará como bloqueador del calor convectivo, razón por la cual asumiremos que el vidrio no existe.

Imaginemos que tenemos un incendio producido en el traje sin urna, la zona cuenta con un equipo de extinción autónomo propulsado por nitrógeno equipado con un rociador de rociado estándar de temperatura de activación de 68°C y de respuesta estándar. Este equipo se encuentra ubicado justo encima del material a proteger a una altura de 3.50 m, en un ambiente con temperatura previa al inicio del incendio de 20°C. Asumamos que la velocidad de crecimiento del calor producido por el fuego es lenta, esto se conoce como la Tasa de Liberación de Calor. Una tasa de liberación de calor lenta es una situación típica de la mayoría de riesgos leves.

Para calcular el índice de tiempo de respuesta del rociador, usaremos la hoja técnica de uno de los fabricantes más reconocidos de bulbos de vidrio para rociadores (Marca JOB). Según esta hoja técnica un bulbo de vidrio de respuesta estándar (modelo G5) tiene un Índice de Tiempo de Respuesta (RTI) de  $90 (m/s)^{0.5}$ .



## Bulbos De Vidrio Especificaciones de la Sensibilidad Térmica de los Rociadores

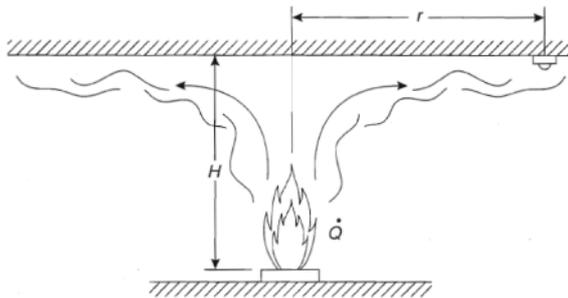
Response	Type	Length [mm]	RTI*		Strength		Temperature							Type comp. Listed**	
			Response Time Index [ms] <sup>1/2</sup>	[fts] <sup>1/2</sup>	Average Crush Load kN	Lower Tolerance Limit lbs	Additional temperatures available								
								57°C 135°F orange	68°C 155°F red	79°C 175°F yellow	93°C 200°F green	141°C 286°F blue	182°C 360°F mauve	260°C 500°F black	
Standard	G5	16 / 20	90	16	4.0	880	2.5	550							UL, LPCB, VdS
	G5-XS	16 / 20	90	16	5.5	1210	4.0	880							UL
Inter mediate	F5	16 / 20	68	123	4.0	880	2.5	550							TFRI
	F4	16 / 20	58	105	4.0	880	2.5	550							UL
Fast	F3-SP	20	32	58	4.1	900	2.3	500							UL, LPCB
	F3	16 / 20	32	58	3.5	770	2.0	440							UL, LPCB, TFRI
	F3-XS	16 / 20	32	58	4.5	890	3.0	660							UL
Super Fast	F3-F	16 / 20	24	43	4.1	900	2.3	500							UL
	F2.5	16 / 20	24	43	2.5	550	1.25	275							UL, TFRI
Ultra	F2.5-XS	16	24	43	4.0	880	2.1	460							UL
	F2	16	19	34	2.0	440	1.0	220							UL, TFRI

More details and other temperature ranges are available on request

\*Tested in a test fixture: c=0,5 (m/s)<sup>1/2</sup>

\*\*detailed information on listed temperature ranges on request

Para dimensionar el tiempo de apertura del rociador, usaremos las correlaciones de Alperth (Alperth Ceiling Correlations), que es un método que combina la física con datos experimentales con el fin de determinar algunos aspectos del comportamiento del fuego, como la temperatura en el centro de la pluma del fuego, la temperatura a la cual el elemento sensible del rociador llega a su temperatura de destrucción, la tasa de liberación de calor del fuego en función del tiempo y la velocidad del gas caliente. Estos valores se calculan en función de la distancia entre la base del fuego y el techo (H), la distancia radial desde el centro de la pluma del fuego hasta el deflector del rociador (r), el índice de tiempo de respuesta del elemento termo sensible (en este caso del bulbo del rociador) y el tamaño del crecimiento del fuego o tasa de liberación de calor en función del tiempo (Q), la cual puede ser de tipo Lenta, Mediana, Rápida o Ultra Rápida. Estas tasas se miden en función del tiempo que toma al fuego en alcanzar una tasa de liberación de calor de 1055 kW. Un fuego con tasa de crecimiento Lenta tarda 600 segundos, una de crecimiento Mediana 300 segundos, una de crecimiento Rápida 150 segundos y una de crecimiento Ultra Rápida 75 segundos. Las correlaciones quedan entonces definidas en dos opciones, como se muestra en las siguientes formulas, dependiendo de la relación que exista entre la distancia radial (r) y la distancia vertical (H).



$$T_{\max} - T_{\infty} = \frac{16.9\dot{Q}^{2/3}}{H^{5/3}}$$

$$r/H < 0.18$$

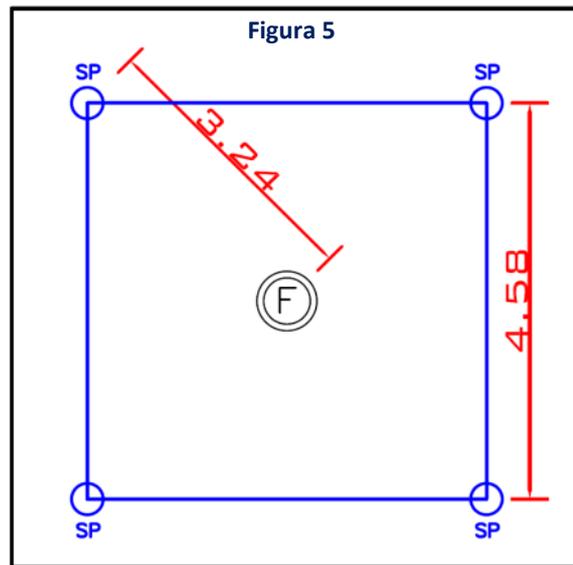
$$T_{\max} - T_{\infty} = \frac{5.38(\dot{Q}/r)^{2/3}}{H}$$

$$r/H > 0.18$$

Donde:

- T<sub>max</sub> = Temperatura Máxima en el Techo (°C)
- T<sub>∞</sub> = Temperatura ambiente previa al inicio del incendio (°C)
- Q = Tasa de Liberación de Calor (kW)
- H = Altura Libre desde la base del fuego hasta el Techo (m)
- r = Distancia Radial desde el centro del fuego hasta el deflector del rociador (m)

Aplicando los datos considerados para nuestro caso particular, ahora calcularemos el tiempo de apertura bajo la hipótesis que el rociador se encuentra encima del fuego a una altura de 3.50 metros de la base del fuego. También ensayaremos el caso que el rociador se encuentre a la mayor distancia radial permitida por el listado, que en este caso sería 15 pies, lo que provocaría que la distancia radial del fuego más alejado al rociador sea 3.24 metros (ver figura 5).



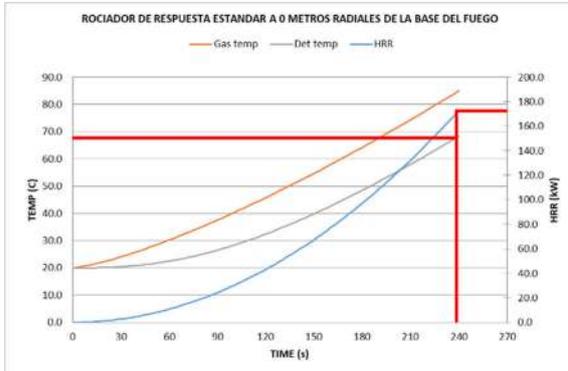
Los resultados se muestran a continuación, y corroboran que un equipo de extinción autónomo propulsado por nitrógeno ubicado justo encima del material a proteger a una altura de 3.50 metros sobre la base del fuego, se abre 4 minutos después del inicio de la pirolisis y el mismo rociador ubicado a una distancia radial de 3.24 metros (o 15 pies de separación entre equipos) se abre 9 minutos después. Las potencias del incendio al momento de la activación del rociador son de 173 y 856 kW respectivamente.

ROCIADOR DE RESPUESTA ESTANDAR A 0.00 METROS RADIALES DE LA BASE DEL FUEGO

INPUT PARAMETERS		CALC. PARAMETERS	
Ceiling height (H)	3.50 m	R/H	0.000
Radial distance (R)	0.00 m	dT(cj)/dT(pl)	1.000
Ambient temperature (To)	20.00 C	u(cj)/u(pl)	1.000
Actuation temperature (Td)	68.00 C	Rep. t2 coeff.	k
Response time index (RTI)	90.00 (m-s) <sup>1/2</sup>	Slow	0.003
Fire growth power (n)	2.00 -	Medium	0.012
Fire growth coefficient (k)	0.003 kW/s <sup>n</sup>	Fast	0.047
Time step (dt)	2.00 s	Ultrafast	0.400
Activation Time	240 s		
HRR at Activation Time	172.8 kW		

ROCIADOR DE RESPUESTA ESTANDAR A 3.24 METROS RADIALES DE LA BASE DEL FUEGO

INPUT PARAMETERS		CALC. PARAMETERS	
Ceiling height (H)	3.50 m	R/H	0.924
Radial distance (R)	3.24 m	dT(cj)/dT(pl)	0.316
Ambient temperature (To)	20.00 C	u(cj)/u(pl)	0.214
Actuation temperature (Td)	68.00 C	Rep. t2 coeff.	k
Response time index (RTI)	90.00 (m-s) <sup>1/2</sup>	Slow	0.003
Fire growth power (n)	2.00 -	Medium	0.012
Fire growth coefficient (k)	0.003 kW/s <sup>n</sup>	Fast	0.047
Time step (dt)	2.00 s	Ultrafast	0.400
Activation Time	534 s		
HRR at Activation Time	855.468 kW		



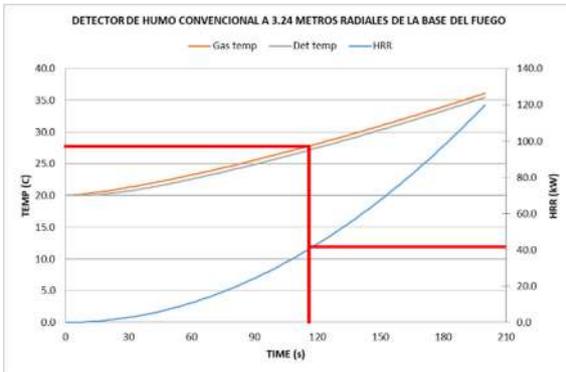
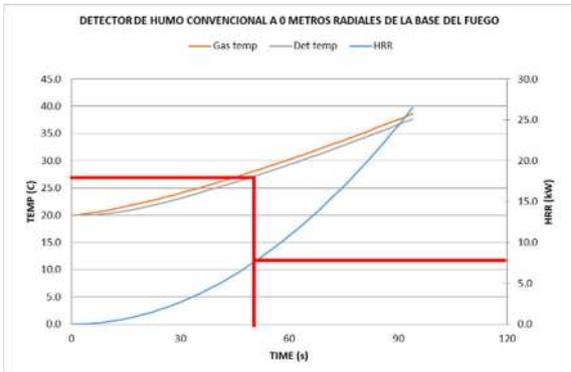
Veamos qué pasa si en vez de estos equipos se implementa un sistema de descarga de agente limpio conectado a un sistema de detección convencional, los resultados para los mismos escenarios son los siguientes:

DETECTOR DE HUMO CONVENCIONAL A 0 METROS RADIALES DE LA BASE DEL FUEGO

INPUT PARAMETERS		CALC. PARAMETERS	
Ceiling height (H)	3.50 m	R/H	0.000
Radial distance (R)	0.00 m	$dT(c)/dT(pl)$	1.000
Ambient temperature (To)	20.00 C	$u(c)/u(pl)$	1.000
Actuation temperature (Td)	27.20 C	Rep. t2 coeff.	k
Response time index (RTI)	5.00 (m-s) <sup>1/2</sup>	Slow	0.003
Fire growth power (n)	2.00 -	Medium	0.012
Fire growth coefficient (k)	0.003 kW/s <sup>n</sup>	Fast	0.047
Time step (dt)	2.00 s	Ultrafast	0.400
Activation Time	52 s		
HRR at Activation Time	8.112 kW		

DETECTOR DE HUMO CONVENCIONAL A 3.24 METROS RADIALES DE LA BASE DEL FUEGO

INPUT PARAMETERS		CALC. PARAMETERS	
Ceiling height (H)	3.50 m	R/H	0.924
Radial distance (R)	3.24 m	$dT(c)/dT(pl)$	0.316
Ambient temperature (To)	20.00 C	$u(c)/u(pl)$	0.214
Actuation temperature (Td)	27.20 C	Rep. t2 coeff.	k
Response time index (RTI)	5.00 (m-s) <sup>1/2</sup>	Slow	0.003
Fire growth power (n)	2.00 -	Medium	0.012
Fire growth coefficient (k)	0.003 kW/s <sup>n</sup>	Fast	0.047
Time step (dt)	2.00 s	Ultrafast	0.400
Activation Time	118 s		
HRR at Activation Time	41.772 kW		



Los resultados muestran que un sistema de agente limpio descargará sobre toda el área el agente de extinción entre 1 o 3 minutos después del inicio de la pirolisis, cuando la potencia del incendio se encuentre entre 9 y 42 kW respectivamente. A esto hay que sumarle que la descarga de un agente limpio provocará la inertización total del ambiente, por lo que no prosperará la combustión en ninguna parte, mientras que la descarga de un equipo de extinción autónomo propulsado por nitrógeno dura unos pocos segundos y se disipa con facilidad.

Para superar las deficiencias típicas de un sistema de descarga puntual, algunos fabricantes han desarrollado sistemas de descarga de agentes de extinción en cilindros conectados en serie a un sistema

de detección de incendios, a los cuales se les llama Sistemas de Tipo Pre-Ingeniería, los cuales pueden ser de aplicación local o de inundación total. Los sistemas de aplicación local se concentran en proteger puntualmente un riesgo, que usualmente puede ser una maquinaria o dispositivo en un ambiente de gran volumen, mientras que los sistemas de inundación total se concentran en proteger todo el ambiente contenido en un espacio que generalmente es de volumen reducido. Ambos tipos de sistemas pueden operar por medios automáticos a través de su interconexión con un sistema de detección de incendios (Humo, llama, calor, etc.) o por medios manuales mediante la operación de un dispositivo de disparo. Generalmente la concepción de estos sistemas es aplicable a riesgos especiales tales como aplicaciones industriales interiores, estaciones de servicio de combustibles, equipos móviles de gran tamaño como vehículos mineros, cuartos de pintado por pulverización o cabinas de pintura en aerosol, entre otras aplicaciones especiales.

Otros tipos de aplicaciones especiales dependerán mucho de la autoridad competente, tal cual especifica UL en sus recomendaciones del Listado. Por ejemplo una aplicación poco típica se muestra en la figura 6, la cual busca proteger un hangar de aviones a través de un sistema de cilindros cargados con Polvo Químico Seco y operado a través de un sistema de detección de incendios. Cuando el agente de extinción es Polvo Químico Seco y se proponen este tipo de soluciones, aparecen ciertas limitaciones y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta, entre ellas se mencionan las siguientes:



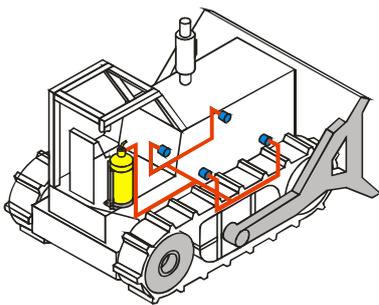
Figura 6

- El Polvo Químico Seco sólo se puede usar en materiales que arden libremente, es decir en fuegos donde entra más aire a la flama de la que se necesita para quemar los vapores producidos por la pirolisis.
- En algunos fuegos que necesitan mucho oxígeno para arder, como los plásticos, el Polvo Químico Seco tiene una capacidad limitada de extinción.
- El Polvo Químico Seco no se puede usar en fuegos profundos porque no puede penetrar en ellos, los fuegos en almacenes son un claro ejemplo en donde no se puede usar este agente.
- El Polvo Químico Seco tiene una extraordinaria capacidad para eliminar las llamas pero una pésima capacidad de extinción del fuego. Es decir actúa sobre las llamas del tetraedro del fuego, pero no extingue el fuego del triángulo, ya que los tres elementos restantes permanecen presentes. Por esa razón se dice que es un agente de extinción temporal, no permanente. Si no se complementa con agua no se termina de extinguir el fuego.
- Es precisamente por la anterior razón que se recomienda la combinación del Polvo Químico Seco con el agua para la mayoría de sólidos combustibles. El Polvo Químico Seco actúa rápidamente sobre las llamas y el agua luego penetra y enfría.
- Por la razón anterior la aplicación de Polvo Químico Seco en sólidos combustibles que pueden generar fuegos profundos es muy cuestionada.
- Estas limitaciones también pueden ser superadas cuando se combinan estos sistemas con los sistemas de rociadores como respaldo. El Polvo Químico Seco puede proporcionar la supresión de incendios con una cantidad de agente químico extintor finita fija, que se libera intentando

suprimir la llama del fuego en su etapa inicial, sin embargo una vez que los productos químicos se liberan completamente y el fuego no ha sido extinguido, la descarga de agua de los rociadores automáticos actúa como un sistema de respaldo y extinción final del fuego.

- La inclusión de sistemas de supresión de incendios por agua y el uso de polvos químicos resulta ser una mejor combinación de protección contra incendios, que el uso de estos sistemas químicos como único medio de protección.
- El Polvo Químico Seco está totalmente contraindicado para incendios en espacios normalmente ocupados. La descarga del Polvo Químico Seco en grandes cantidades puede crear peligros para el personal como restar la visibilidad y dificultar temporalmente la capacidad respiratoria. Es por esta razón que cuando se prevén sistemas de inundación total o incluso de aplicación local, y existe la posibilidad de que el personal pueda ser expuesto a una descarga del agente, se recomienda la evacuación antes de la descarga.
- Para lograr lo anterior, los sistemas de Polvo Químico Seco deben contar con mecanismos de pre alarma y pre descarga, de aborto o de retardo. Más aún si se piensa aplicar por inundación total en grandes espacios debe haber, no una, sino varias estaciones de aborto temporal, que puedan ser aplicadas incluso de manera permanente en caso no se pueda realizar la evacuación a tiempo.

Las limitaciones indicadas anteriormente han imposibilitado la aplicación de los sistemas de inundación total o aplicación local operados en serie en muchos riesgos, y la han limitado a ciertas aplicaciones en las que muchas de estas deficiencias pueden ser superadas. Típicamente los sistemas de Polvo Químico Seco han encontrado un importante sector de aplicación en la protección contra incendios de Vehículos Automotores Mineros, en los cuales el alto valor de los bienes a proteger, los niveles de exigencia con los cuales trabajan estas maquinarias, la propia naturaleza de confinamiento del riesgo y la ausencia de espacios ocupados, permiten su aplicación sin mayores problemas y con amplia aceptación. En estas aplicaciones cada fabricante puede ofrecer diversos tipos de soluciones, entre las cuales están las siguientes:

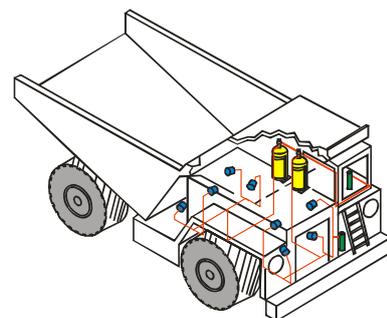


### SISTEMAS MANUALES MECANICOS

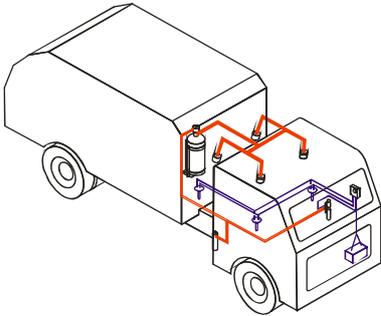
Son Sistemas que operan manualmente mediante la apertura de la válvula que contiene el agente extintor en un cilindro presurizado con nitrógeno.

### SISTEMAS MANUALES NEUMATICOS

Son sistemas que operan manualmente mediante la apertura de uno o varios actuadores neumáticos presurizados con nitrógeno que se encuentran distribuidos estratégicamente en todo el vehículo. La apertura de un actuador neumático provoca la descarga del nitrógeno, el cual viaja a través de una manguera de alta presión



hasta la válvula del cilindro que contiene el agente extintor, la cual se abre como producto de la fuerza generada por el gas, produciéndose la descarga del agente.

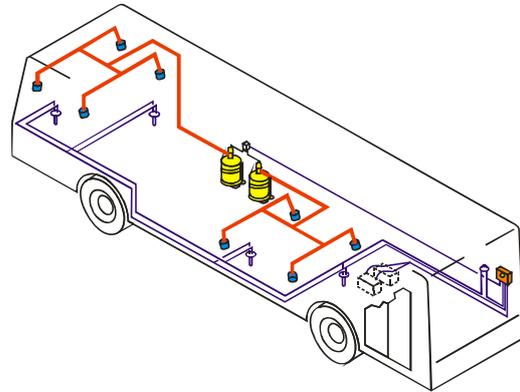


### SISTEMAS AUTOMATICOS NEUMATICOS

Son sistemas que contienen adicionalmente un actuador neumático/eléctrico, este actuador contiene un detonante pirotécnico que opera eléctricamente mediante la activación de un sistema de detección de calor. La operación del detonante reemplaza la apertura manual del actuador neumático, lo que permite la activación del sistema automáticamente.

### SISTEMAS AUTOMATICOS ELECTRICOS

Son sistemas en los cuales se reemplaza el actuador neumático/eléctrico por un cabezal de descarga operado eléctricamente por un actuador que se encuentra gobernado por un panel de control de incendios.



Otras aplicaciones incluyen la incorporación de otros mecanismos de detección de incendios como parte del procedimiento de disparo del agente extintor. Estos mecanismos pueden ser cables de detección de calor, enlaces fusibles o detectores térmicos puntuales, los cuales envían una señal desde donde el fuego ha sido detectado a un módulo de detección y actuación de incendios. Luego de un tiempo predeterminado de retardo, el módulo de detección inicia la actuación del sistema mediante el envío de una señal al sistema de supresión de incendios el cual activa la descarga del agente. En algunos casos, este sistema puede ser combinado con Espuma donde ambas son descargadas simultáneamente. El Polvo Químico Seco descargado inunda el área, protegiendo los peligros específicos, mientras que la espuma enfría rápidamente los elementos involucrados, ayudando a prevenir la posibilidad de una reignición del fuego. La combinación de los agentes es rápida y efectiva, suprimiendo las llamas de un incendio y enfriando el área en la zona de riesgo.



Otro tipo de aplicación donde se favorece el uso de estos sistemas es en entornos industriales automotrices que contienen materiales peligrosos altamente inflamables. Estos entornos requieren de sistemas de supresión de incendios que sean a la vez flexibles en diseño y efectivos, un caso típico de estas aplicaciones son las cabinas de pintura automotriz. Dependiendo de las necesidades de protección contra incendios estos sistemas usan detectores térmicos o enlaces fusibles. Los enlaces fusibles son más comunes en aplicaciones de cabinas de pintura y están diseñados para separarse a una temperatura específica, liberando la tensión del cable e iniciando la actuación del sistema. Como respaldo o para una respuesta inmediata se pueden activar los sistemas mediante una estación de disparo manual ubicada cerca de la ruta de salida. Cuando se activa el sistema, la



falta de tensión del cable libera el mecanismo mediante el accionamiento de un resorte dentro del control mecánico, iniciando el sistema de extinción de incendios. Un micro interruptor es usado dentro del sistema de control de mando, con el fin de activar la alarma y al mismo tiempo activar el apagado de los ventiladores del ambiente o cualquier otro proceso eléctrico. El proceso de descarga del sistema se logra mediante la liberación de una palanca que perfora un pequeño cartucho de CO<sub>2</sub>, el cual envía dióxido de carbono a una cabina de retardo, la cabina de retardo retrasa la descarga del sistema por 10 a 20 segundos. Superado el tiempo de retardo, el dióxido de carbono pasa a través de un conducto que activa la apertura de la válvula de descarga que contiene el polvo químico seco dentro de los cilindros. El agente químico seco se descarga al riesgo desde las boquillas con patrones de descarga diseñados para una máxima cobertura.



Otra aplicación en donde se ha logrado cierto éxito es en la protección contra incendios de estaciones de servicio de combustible, ya que estos sistemas ofrecen soluciones para abordar los peligros únicos que se encuentran en las áreas de llenado de combustible. El sistema es especialmente adecuado para satisfacer las necesidades de instalaciones al aire libre con techos adosados, los cilindros de polvo químico seco se instalan debajo del techo adosado y por encima de los surtidores de gasolina o alternativamente se pueden instalar en la parte superior del techo adosado, escondiendo los cilindros de la vista. Las boquillas son montadas al ras de la parte inferior del techo y le dan al sistema, un aspecto limpio y acabado. Cada boquilla de descarga tiene una tapa protectora que evita la contaminación del conducto de la boquilla



asegurando que se tenga una ruta limpia para la descarga del polvo químico seco contenido en los cilindros.

Hay muchos factores que podrían causar un incendio en el entorno de una estación de servicio pero se destaca uno entre ellos, la electricidad estática. Como este hecho ocurre naturalmente, puede causar un incidente en cualquier momento. Cuando se produce el incendio, el sistema de supresión de incendios es iniciado, ya sea mediante detectores térmicos ubicados debajo del techo o mediante el uso de una estación de disparo manual. Las estaciones de disparo manual permiten que un individuo pueda accionar el sistema manualmente desde una ubicación remota segura. Cualquiera de los dos métodos activa la alarma del panel advirtiendo de la situación de peligro, simultáneamente se activa el interruptor de apagado de la bomba de combustible con el fin de interrumpir el suministro al surtidor. Una vez que el sistema es activado, el panel envía una señal a un cabezal de control eléctrico conectado a un cilindro actuador neumático operado por una válvula solenoide que provoca la liberación de un percutor que perfora un pequeño cartucho de CO<sub>2</sub>. La presión del CO<sub>2</sub> abre la válvula del cilindro de actuación, liberando nitrógeno comprimido a lo largo de una red de actuadores neumáticos que opera las válvulas de apertura de los cilindros de almacenamiento de polvo químico seco. El nitrógeno comprimido activa las válvulas de control de los cilindros de almacenamiento, que a su vez permiten la descarga del agente químico seco al fuego a través del arreglo de boquillas diseñado para una cobertura máxima. Estos equipos están probados para alcanzar la fuente del fuego en un entorno al aire libre e inundan rápidamente el área protegida incluso en condiciones ventosas de hasta 16 Kms. por hora, requisito que está indicado como parte del procedimiento de aprobación de la norma UL 1254. El peligro de incendio es rápidamente suprimido, ayudando a prevenir daños adicionales



### Conclusiones

- Los equipos de extinción autónomos propulsados por nitrógeno no reemplazan de ninguna manera a los sistemas fijos de extinción de incendios.
- Proponer la sumatoria de muchos equipos autónomos propulsados por nitrógeno para proteger grandes áreas o grandes volúmenes de riesgo, es una desorientación al cliente que no debería permitirse. Estos equipos están limitados a ambientes pequeños, con equipos individuales que actúan de manera independiente.
- Los equipos de extinción autónomos propulsados por nitrógeno y cargados con agentes limpios, no compiten de ninguna manera con los sistemas de supresión de incendios con agentes limpios.
- Si bien estos equipos pueden descargar el contenido y apagar un incendio por descarga directa sobre el fuego, lo harán cuando los materiales hayan alcanzado una temperatura y potencia del fuego muy alta, razón por la cual no pueden ser usados como mecanismo de protección al daño

del bien en sí, es decir no pueden ser usados para salvaguardar la integridad del material comprometido con el fuego.

- Las cuantificaciones realizadas en el presente estudio demuestran que hay un importante retraso en la activación de estos equipos con respecto a los sistemas de detección temprana y supresión de incendios con agentes limpios.
- Los resultados muestran que un sistema de agente limpio descargará sobre toda el área el agente de extinción entre 1 o 3 minutos después del inicio de la pirolisis, cuando la potencia del incendio se encuentre entre 9 y 42 kW respectivamente, en contrapartida los equipos de extinción autónomos propulsados por nitrógeno descargan una capacidad limitada de agente en un lapso de 4 a 9 minutos desarrollando potencias de incendio ente 173 y 856 kW.
- A esto hay que sumarle que la descarga de un agente limpio provocará la inertización total del ambiente, por lo que no prosperará la combustión en ninguna parte, mientras que la descarga de un equipo de extinción autónomo propulsado por nitrógeno dura unos pocos segundos y se disipa con facilidad.
- Para superar las deficiencias típicas de un sistema de descarga puntual, algunos fabricantes han desarrollado sistemas de descarga de agentes de extinción en cilindros conectados en serie a un sistema de detección de incendios, a los cuales se les llama Sistemas de Tipo Pre-Ingeniería, los cuales pueden ser de aplicación local o de inundación total.
- Las aplicaciones típicas de estos sistemas se encuentran limitadas por las diversas consideraciones analizadas en el presente artículo, entre ellas se menciona la imposibilidad del Polvo Químico Seco de extinguir fuegos profundos, su pésima capacidad de extinción final del fuego, su incapacidad de extinguir permanente el fuego y el hecho de estar totalmente contraindicado para incendios en espacios normalmente ocupados, pues crea peligros para el personal al restar la visibilidad y dificultar temporalmente la capacidad respiratoria.
- Estas limitaciones han imposibilitado la aplicación de los sistemas de polvo químico seco de inundación total o aplicación local, a ciertas aplicaciones en las que muchas de estas deficiencias pueden ser superadas, tales como la protección contra incendios de Vehículos Automotores Mineros, aplicaciones industriales interiores, estaciones de servicio de combustibles, equipos móviles de gran tamaño como vehículos mineros, cuartos de pintado por pulverización o cabinas de pintura en aerosol, entre otras aplicaciones especiales.