


[mapa del web](#) [contactar](#)

 buscador del ministerio

[Inicio](#)
[Novedades y actualidad](#)
[Formación](#)
[Presentación INSHT](#)
[Estadísticas](#)
[Documentación](#)
[Estudios e investigación](#)
[Normativa](#)
[Homologación y Control de Calidad](#)
[Organizaciones](#)
[Enlaces de interés](#)
[Inicio](#) → [Documentación](#) → [Bases de datos](#) → [Notas Técnicas de Prevención](#) → [NTP-e](#)

Sustitutos y alternativas para los halones de extinción

Agents remplaçants et alternatives aux halons d'extinction
 Options for halón extinguishing agents replacement

Redactora:

Susana Torrado del Rey
 Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Desde la entrada en vigor del **Reglamento (CE) 2037/ 2000**, que fija que los sistemas de protección contra incendios y los extintores de incendios que contengan halones deberán haber sido retirados del servicio como muy tarde el 31 de diciembre de 2003, las empresas están buscando la mejor solución a cada instalación. El objetivo de esta NTP es presentar las distintas alternativas disponibles y de las que tenemos conocimiento a fecha 30 de abril de 2004.

Antecedentes

Los halones son hidrocarburos halogenados (bromofluorocarbonados) que tienen la capacidad de extinguir el fuego mediante la captura de los radicales libres que se generan en la combustión. Hasta que se determinó que producían daños a la capa de ozono, fueron los productos extintores más eficaces para combatir el fuego, ya que, sumado a su alto poder de extinción, fácil proyección y pequeño volumen de almacenamiento, presentan una toxicidad muy baja, buena visibilidad y no provocan daños sobre los equipos electrónicos y eléctricos sobre los cuales se descargan, al no dejar residuo.

Los más utilizados como agentes extintores fueron el halón 1301 para instalaciones fijas y el halón 1211 para extintores portátiles, cuya composición se muestra en la **tabla 1**.

TABLA 1
Halones utilizados como agentes extintores

Denominación	Fórmula	Nombre
Halón 1301	BrCF ₃	Trifluorbromometano
Halón 1211	BrCClF ₂	Difluorbromoclorometano

Destrucción de la capa de ozono

El ozono es un gas natural que cubre la atmósfera de la tierra con una capa fina. Dicha

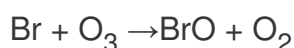
capa es de gran importancia para la defensa de la vida ya que actúa como filtro de los rayos solares. A partir de 1984 se detectó, principalmente sobre la Antártida, una importante reducción de la concentración de ozono y la consecuente pérdida de espesor de la capa de ozono. Posteriormente se ha observado el aumento de la magnitud de su destrucción y una situación similar, aunque menos pronunciada, sobre el Ártico.

Este fenómeno se produce, principalmente, por el efecto destructivo que tienen los CFC (compuestos clorofluorocarbonados) y los halones sobre las moléculas de ozono a nivel estratosférico. Son complejas y múltiples las reacciones químicas que describen este fenómeno; todas ellas configuran el llamado "ciclo de destrucción catalítica del ozono". Se sabe que un punto fundamental

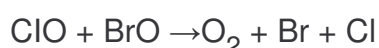
está representado por la liberación de átomos de cloro (Cl) o de bromo (Br) de los CFC y de los halones respectivamente por acción de la radiación ultravioleta.



Estos átomos de cloro y/o bromo reaccionan repetida y eficazmente con las moléculas de ozono destruyéndolas.



Los átomos de cloro y bromo oxidados se reciclan y vuelven a reaccionar con ozono.



Los halones, con una estructura semejante a la de los CFC, pero que contienen átomos de bromo en vez de cloro, son aún más dañinos, como se desprende de los valores de potencial de agotamiento del ozono (ODP): el halón 1211 tiene un ODP de 3 y el 1301 un ODP de 10, frente a un ODP de 1 de los CFC.

El Protocolo de Montreal y legislación europea

El descubrimiento del deterioro de la capa de ozono atmosférica condujo a la aprobación del Protocolo de Montreal en 1987, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, y al Convenio de Viena de 1995, para la protección de la capa de ozono, de los que la Unión Europea forma parte. En la enmienda del Protocolo realizada en Copenhague en 1992 se estableció la prohibición de la producción de los halones 1301, 1211 y 2402 a partir de 1994.

La aplicación y desarrollo en el ámbito de los países comunitarios de los compromisos adquiridos al firmar el Protocolo de Montreal se realizó a partir de las directrices establecidas en el **Reglamento (CE) 3093/1994**, mediante el cual se mantuvo la prohibición de la producción de los tres halones mencionados vigente en los países comunitarios desde el 31.12.93. Este reglamento fue sustituido por el **Reglamento (CE) 2037/2000** del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 sobre sustancias que agotan la capa de ozono, actualmente vigente.

El **Reglamento (CE) 2037/2000** mantiene la prohibición de la producción y, además, afecta al uso de los halones 1301 y 1211, de forma que los sistemas de protección contra incendios y los extintores de incendios que contengan halones deberán haber sido retirados del servicio antes del 31 de diciembre de 2003 salvo para unos usos críticos

expresamente enumerados en el Anexo VII. El citado Anexo ha sido sustituido por la decisión de la Comisión de 7 de marzo de 2003. Los halones se recuperarán por parte de empresas gestoras autorizadas de acuerdo con la Ley 10/1998 de Residuos para su reciclado, regeneración o eliminación de manera segura y ecológicamente aceptable.

Usos críticos en los que se admite el uso de halones

- Halón 1301:
 - En aviones, para proteger las cabinas de la tripulación, las góndolas de motor, las bodegas de carga, las bodegas de carga seca y la inertización de los depósitos de combustible.
 - Zonas ocupadas por el personal y compartimentos de motores de vehículos militares terrestres y buques de guerra.
 - Para inertizar zonas ocupadas donde puede haber fugas de líquidos y/o gases inflamables en el sector militar, el del petróleo, el del gas, el petroquímico y en buques de carga existentes.
 - Para inertizar puestos tripulados de control y de comunicación de las fuerzas armadas o de otro modo esenciales para la seguridad nacional existentes.
 - Para inertizar zonas con riesgo de dispersión de material radioactivo.
 - En el túnel del Canal y sus instalaciones y material circulante.
- Halón 1211:
 - Zonas ocupadas por el personal y compartimentos de motores de vehículos militares de tierra y buques de guerra.
 - En extintores portátiles y en aparatos extintores fijos para motores a bordo de aviones.
 - En aviones, para proteger las cabinas de la tripulación, las góndolas de motor, las bodegas de carga y las bodegas de carga seca.
 - En extintores básicos para la seguridad del personal, para la extinción inicial realizada por el cuerpo de bomberos.
 - En extintores militares y de fuerzas de policía para su uso sobre personas.

Gases sustitutos de los halones técnicas alternativas

En este campo, de permanente investigación, se persigue el objetivo de disponer de un conjunto de sustitutos químicos, mezclas de gases inertes o técnicas alternativas de los halones que eviten dañar o inutilizar los equipos, tengan iguales propiedades de extinción y sean inocuos para las personas si se tiene que usar en áreas ocupadas, pero también que no sean dañinos para el medioambiente. En la actualidad, y en líneas generales, podemos agrupar los diferentes sustitutos de los halones en:

- Agentes extintores gaseosos sustitutos de los halones. También se denominan

agentes limpios porque no dejan rastro después de utilizarlos y no son conductores de la electricidad. Podemos distinguir dos clases:

- Los agentes inertes: Suelen ser mezcla de gases constitutivos del aire tales como nitrógeno, argón y/o dióxido de carbono. Lo que se pretende conseguir con esta clase de gases, al utilizarlos como agentes extintores, es disminuir la concentración del oxígeno del aire del lugar donde se ha producido el fuego a una proporción inferior al 12%, con objeto de extinguir el mismo por sofocación.
- Los agentes halogenados: Este tipo de gases al entrar en contacto con el fuego se descomponen en radicales e iones, los cuales reaccionan con los procedentes del combustible. Esas reacciones químicas son endotérmicas, de forma que evitan que se produzca la reacción en cadena. Por consiguiente, extinguen el fuego por inhibición.
- Técnicas alternativas. Aparte de las alternativas gaseosas para los halones, nuevos sistemas tales como las tecnologías de nebulización de agua y aerosoles en polvo se desarrollan como alternativas de los equipos de lucha contra incendio que contienen halones.
- Sistemas tradicionales. Antes del advenimiento de los halones y conjuntamente con su empleo, se utilizaban polvos químicos, CO₂, rociadores (sprinklers) y espumas. Estos productos y sistemas siguen siendo válidos para la protección contra incendios y en la actualidad son un adecuado reemplazo.

Es tarea del experto y en cada caso particular, encontrar el sistema más adecuado a través del estudio de los materiales a proteger, el volumen del recinto, la disponibilidad de lugar de almacenamiento del producto extintor, las características del edificio, etc.

Para la evaluación de los gases extintores propuestos como sustitutos de los halones se han desarrollado numerosos programas en los que se estudia tanto su poder de extinción como su efecto sobre las personas, las cosas y el medioambiente. La agencia de estado americana para la protección ambiental (EPA) ha desarrollado el programa SNAP (Significant New Alternatives Policy) para evaluar los agentes extintores que los diferentes productores han propuesto en sustitución de las sustancias contempladas en el Protocolo de Montreal y establecer cuáles se pueden considerar aceptables. El programa SNAP se ha concentrado en los aspectos relativos a la toxicidad, la eficacia extintora, las propiedades químico-físicas, la vida atmosférica y el potencial incremento del efecto invernadero.

En las **tablas 2 y 3** se muestran los agentes extintores aceptados como sustitutos de los halones bajo el programa SNAP de la EPA para sistemas de inundación total y extintores portátiles respectivamente y clasificados en ambos casos según las categorías mencionadas anteriormente.

La Norma 2001 de la NFPA (National Fire Protection Association) trata los agentes sustitutos para los sistemas de inundación total que son aceptados según los parámetros utilizados por la EPA. En particular, define los criterios de proyección, uso y mantenimiento de las instalaciones que utilizan los nuevos agentes extintores limpios.

Además, a nivel internacional, existe la norma ISO 14520:1998 sobre "Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos". Consta de 15 partes, cada una de ellas dedicada a las propiedades físicas y sistemas de diseño de un agente extintor,

excepto la primera que trata los requisitos generales. Los agentes extintores que contempla son: FC 31, FC-2-1-8, FC-3-1-10, FC-5-1-14, HCFC mezcla A, HCFC 124, HFC 125, HFC 227ea, HFC 23, HFC 236fa, IG-01, IG-100, IG-55 e IG 541. En España se han adoptado 8 partes de esta norma en la UNE 23570:2000.

TABLA 2
Agentes extintores para sistemas de inundación total aceptados bajo el programa SNAP de la EPA

	AGENTE	FÓRMULA	NOMBRE	NOMBRES COMERCIALES	
GASES INERTES	IG-01	Ar	Argón	Argotec, Argonfire	
	IG-55	50% N ₂	Nitrógeno	Argonite	
		50% Ar	Argón		
	IG-100	N ₂	Nitrógeno	NN100	
	IG-541	52% N ₂	Nitrógeno	Inergen	
		40% Ar	Argón		
		8% CO ₂	Dióxido de carbono		
GASES HALOGENADOS	HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	Heptafluoropropano	FM-200, FE-227	
	HFC-125	CHF ₂ CF ₃	Pentafluoroetano	FE-25	
	HFC-23	CHF ₃	Trifluorometano	FE-13	
	HCFC-124	CHCIFCF ₃	Clorotetrafluoroetano	FE-241	
	HCFC-mezcla A	4,75% HCFC-123			NAF S-III
		82% HCFC-22			
		9,5% HCFC-124			
		3,75% Isopropenyl-1-metilci-clohexano			
	HFC-134a	CHF ₂ CHF ₂	Tetrafluoretano		
	HCFC-22	CHCIF ₂	Clorodifluorometano		
	HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	Hexafluoropropano	FE-36	
	FC-2-1-8	C ₃ F ₈	Perfluoropropano	CEA-308	
	FC-3-1-10	C ₄ F ₁₀	Perfluorobutano	CEA-410	
	FIC-1311	CF ₃ I	Trifluoroiodometano	Triodide	
	FS 49 C2	HFC-134a + 2 comp.	Dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona	Halotron II	
C6-fluorocetona	CF ₃ CF ₂ C(O)CF(CF ₃) ₂		Novec 1230		
H FC227-BC	HFC-227ea				
	NaHCO ₃				
	Envirogel con				

TÉCNICAS ALTERNATIVAS	polifosfato de amonio como aditivo			
	Envirogel con algún aditivo diferente a polifosfato de amonio			
	Agua nebulizada	H ₂ O		
	Mezcla de aerosol en polvo y gas			FS 0140
	Aerosol en polvo A			SFE
	Aerosol en polvo C			PyroGen, Soyuz
	Dióxido de carbono	CO ₂		

TABLA 3**Agentes extintores para extintores portátiles aceptados bajo el programa SNAP de la EPA**

	AGENTE	FÓRMULA	NOMBRE	NOMBRES COMERCIALES	
GASES HALOGENADOS	HCFC-mezcla B	HCFC-123		Halotron I	
		+ 2 comp.			
	HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	Diclorotrifluoretano	FE-232	
	FC-5-1-14	C ₆ F ₁₄	Perfluorhexano	CEA-614	
	HCFC-mezcla C	55% HCFC-123			NAF P-III
		31% HFC-124			
		10% HFC-134a			
		4% D-limoneno			
	HCFC-mezcla D	HCFC-123			Blitz III
		+ 1 aditivo			
	HCFC-mezcla E	90% HCFC-123			NAF P-IV
		8% HFC-125			
		2% D-limoneno			
HCFC-124	CHClFCF ₃	Clorotetrafluoroetano	FE-241		
FIC-1311	CF ₃ I	Trifluoriodometano	Triodide		
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	Heptafluoropropano	FM-200, FE-227		
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	Hexafluoropropano	FE-36		
C6-fluorocetona	CF ₃ CF ₂ C(O)CF (CF ₃) ₂	Dodecafluoro-2- metilpentan-3-ona	Novec 1230		
TÉCNICAS ALTERNATIVAS	H Galden HFPEs	Hidrofluoropoliéteres			
	Halocarbono en gel/suspensión química en seco			Envirogel	
	Agua nebulizada	H ₂ O		Hi-Fog, Fire-Scope2000	

	Surfactante mezcla A			Cold Fire
	Dióxido de carbono	CO ₂		

A continuación se tratan de forma más detallada algunos agentes extintores de cada grupo, centrándonos en los siguientes puntos:

- Propiedades de extinción: concentraciones de extinción, tiempo de descarga, volumen de almacenamiento.
- Seguridad para las personas: la concentración de diseño tiene que estar por debajo del NOAEL (No Observed Adverse Effect Level), que es la concentración hasta la cual no se observa ningún efecto adverso. En agentes inertes, otro factor limitante es que la concentración de oxígeno sea suficiente para respirar.
- Limpieza de equipos: para lo cual el agente extintor debe ser volátil, no dejar residuos, no conductor en caso de equipos eléctricos.
- Impacto ambiental: los parámetros que se consideran son el ODP (Ozone Depleting Potential), que es el potencial de agotamiento de ozono; el GWP (Global Warming Potential), que es el potencial de calentamiento global (o efecto invernadero) y el ALT (Atmosphere Life Time), que es el tiempo de vida en la atmósfera. Todos tienen que ser lo más bajo posible.
- Aplicaciones.

Gases inertes

Constituyen una alternativa importante y son productos que no afectan el medio. Están formados por gases o mezclas de gases que no intervienen en la reacción de combustión y que se descargan en un tiempo mayor que los halones, desplazando el O₂ si bien a niveles respirables, no suficientes para sostener la combustión. La EPA y la NFPA han puesto como límite que en áreas ocupadas la concentración de diseño debe asegurar que la concentración de oxígeno sea al menos de un 10%. El NOAEL de los gases inertes es del 43%. Además son no conductores de la electricidad. Su efecto invernadero es nulo y su poder destructor de ozono es cero.

IG-01

Es argón, gas inerte que se encuentra de forma natural en la atmósfera. Es químicamente neutro, no conductor, no causa daño a los productos más delicados, incoloro, inodoro e insípido. El argón no es corrosivo y puede ser utilizado a temperaturas normales con materiales tales como níquel, acero, acero inoxidable, cobre, latón, bronce y plásticos elastómeros.

Los sistemas de extinción con argón se basan en el principio de reducción de oxígeno en el incendio: el oxígeno es desplazado por el argón hasta un punto tal en que el incendio no puede continuar por falta de comburente. Cada sistema se diseña para reducir el oxígeno hasta un nivel específico, para lo cual la concentración de diseño debe ser alrededor del 40%. La mayoría de los incendios necesitan una concentración de oxígeno de 14-16% para mantener la combustión. El argón reduce esta concentración hasta el 12% lo cual es suficiente para extinguir la mayoría de los incendios, no obstante algunos requieren

concentraciones más altas.

Aunque el método de extinción de los sistemas argón sea el mismo que el de los sistemas de CO₂, el argón es seguro para su uso en áreas ocupadas. Durante la descarga se mantiene una buena visibilidad y la mayoría de los incendios con este agente se extinguen en menos de 45 segundos.

Este agente es aplicable para proteger salas de ordenadores, archivos de cintas informáticas, equipos de centrales telefónicas, instalaciones eléctricas, electrónicas y para la protección de archivos, museos, bibliotecas y cualquier otro riesgo que contenga bienes únicos o de alto valor. Está especialmente indicado para grandes volúmenes.

IG-55

Es una mezcla equitativa de nitrógeno y argón. No deja residuo, es no conductor, no corrosivo, no tóxico y no produce productos de combustión secundarios. Cuando se inicia un fuego se inyecta rápidamente reduciendo la concentración de oxígeno del 21 % normal a un nivel entre 11% y 13%, para lo que se emplea una concentración extintora del 36%.

Algunas aplicaciones son: salas de control y de informática, archivos, armarios eléctricos y alrededor de equipos de telecomunicaciones.

IG-541

Está compuesto por un 52% de nitrógeno, un 40% de argón y un 8% de CO₂. Este agente apaga el fuego desplazando el oxígeno en el aire. Utiliza una concentración extintora entre el 40 al 80%. Se diseña con una concentración del 80% del NOAEL. El tiempo de descarga es de 60 a 90 segundos.

Es un gas respirable que incrementa el ritmo respiratorio en períodos cortos de tiempo. Para movernos dentro de la seguridad, el aire ambiental del lugar de extinción contendrá al menos un 14% de O₂ y un 4% como máximo de CO₂. Si la concentración de O₂ es menor del 12% se deberá evacuar el local en un tiempo igual o inferior a 30 segundos. Durante la descarga se mantiene una buena visibilidad.

Durante la descarga no se aumenta la conductividad ni la corrosividad y no deja residuo, por lo que no provoca daños materiales.

Algunas de sus aplicaciones son: riesgos eléctricos o electrónicos, salas de mezcla de líquidos inflamables, bibliotecas, archivos y museos, etc.

Gases halogenados

Estos productos extintores son compuestos químicos orgánicos que en su composición contienen átomos de Cl, F o I, solos o en combinación. Su denominación es la siguiente:

- Sistemas NAF: hidroclorofluorocarbonos (HCFC)
- Sistemas FE y FM: hidrofliuorocarbonos (HFC)
- Sistemas CEA: perfluorocarbonos (FC)

Si bien son menos efectivos que los halones, por lo que las concentraciones de agente extintor son mayores, su forma de actuar es similar y son en general gases licuados o líquidos compresibles que se sobrepresurizan con nitrógeno para aumentar la velocidad de descarga. El tiempo de descarga para las aplicaciones de inundación total es inferior a 10 segundos. Como inconveniente cabe mencionar que algunos de ellos también deberán reemplazarse en el futuro por afectar a la capa de ozono, aunque lo hacen en menor medida que los halones.

HFC-227ea

Este agente es apto para la protección de la mayoría de los riesgos donde anteriormente se tenía que aplicar el Halón 1301. Una vez descargado, el HFC-227ea extingue rápidamente el fuego minimizando los daños a la propiedad y a los equipos de alto valor, asegurando asimismo la total seguridad a las personas.

Se utiliza una concentración extintora entre el 5 y 7,1%. El HFC-227ea usa un mecanismo diferente para la extinción que el Halón 1301; éste extinguía el fuego por reacción química eliminando radicales libres, mientras que el HFC-227ea actúa físicamente por absorción de calor. Las características físicas del HFC-227ea permiten su uso en ambientes con temperaturas entre 0 °C y 50 °C.

Es seguro para las personas porque no sólo extingue el fuego sin reducir la cantidad de oxígeno, sino que no resulta tóxico en las concentraciones específicas de utilización. Por estos motivos, HFC-227ea es idóneo para la protección de ambientes ocupados normalmente por personas. Su tiempo máximo de exposición segura es de 5 minutos a la concentración de 10,5%. El NOAEL es del 9%.

En cuanto a su efecto sobre los equipos, el HFC-227ea no daña los equipos más delicados y no deja residuos para su limpieza posterior, por lo que permite continuar de inmediato las actividades. No es conductor de la electricidad, por lo que es efectivo en la protección de riesgos eléctricos como salas de ordenadores.

HFC-227ea posee un potencial de reducción del ozono (ODP) nulo, un potencial de efecto invernadero (GWP) extremadamente bajo y una vida atmosférica (ALT) muy limitada (31 años).

Es apto tanto para fuegos de clase A (fuegos que comprenden materiales sólidos) como para fuegos de clase B (líquidos o sólidos licuados). Tiene un límite de altura de 3,5 metros. Los balones para su almacenamiento requieren un espacio limitado. Algunas aplicaciones concretas son: centros de elaboración o archivo de datos, centros de telecomunicación, medios de transporte, estaciones de radio/radar, torres de control, etc.

HFC-125

El HFC-125 posee una concentración extintora de alrededor de un 10%. Gracias a sus características físicas puede utilizarse también en riesgos con temperaturas muy bajas. Siendo su punto de ebullición -48 °C, el HFC125 se distribuye rápidamente también en ambientes fríos y con presencia de obstáculos.

El producto puede emplearse en áreas normalmente ocupadas. El tiempo máximo de exposición permitido es de 5 minutos a la concentración de 11,5%. El NOAEL es del 7,5%.

HFC-23

Se utiliza con una concentración extintora entre el 12 y el 16%. Debido a su presión de

vapor natural de 41 bar a 20 °C, el HFC-23 no requiere presurización con nitrógeno. El HFC-23 extingue los incendios principalmente por absorción de calor y también, en menor proporción, químicamente por eliminación de radicales libres de la zona del fuego.

El HFC-23 es totalmente seguro para las aplicaciones en áreas ocupadas. La mayoría de los sistemas de HFC-23 se diseñan con una concentración de 16%, siendo el NOAEL de este agente extintor del 30%. Un margen de seguridad tan amplio lo tienen muy pocos agentes extintores disponibles en el mercado.

El HFC-23 no deja residuos ni durante la extinción del incendio ni después de una descarga accidental. No es conductor de la electricidad.

HFC-23 posee un potencial de reducción del ozono (ODP) nulo y un potencial de efecto invernadero (GWP) de 13.

Es aplicable para la protección de salas de ordenadores, archivos y equipos eléctricos. Especialmente útil para áreas que requieren almacenamiento a temperaturas bajas (hasta -40°C) y locales con techos de hasta 7,5 m de altura o incluso más altos.

HCFC-mezcla A

Está compuesto por una mezcla de hidrocarburos halogenados (HCFC) y un aditivo detoxificante, en condiciones de reducir drásticamente la cantidad de productos de descomposición que se forman en presencia de la llama. Es un gas incoloro, no es conductor de la electricidad y tiene una densidad unas 6 veces mayor que la del aire.

Es un agente extintor «drop-in» ⁽¹⁾ respecto al Halón 1301: su empleo en los sistemas antiincendio existentes proyectados para el Halón 1301 no requiere modificaciones sustanciales. En las aplicaciones más comunes es necesaria una cantidad en peso de HCFC-mezcla A mayor del 10% con respecto al Halón 1301 y, por consiguiente, en la mayoría de los casos es posible instalarlo en los sistemas ya existentes sin modificar las tuberías diseñadas por el Halón 1301. Con un punto de ebullición de - 38,3 °C, el HCFC-mezcla A se distribuye fácilmente en el local protegido, también a temperaturas bajas. HCFCmezcla A extingue incendios principalmente físicamente mediante la absorción de calor en el riesgo pero también actúa químicamente, como el Halón 1301. La concentración de diseño necesaria para extinguir un incendio depende del tipo de riesgo a proteger. Los fuegos de Clase B necesitan una concentración de 12% y los de Clase A pueden ser extinguidos con una concentración de 10%. Los niveles de toxicidad permiten su uso en áreas normalmente ocupadas para las aplicaciones más comunes. El NOAEL es 12%.

El impacto medioambiental global es extremadamente bajo, pero el ODP no llega a ser cero, por lo que los HCFC están incluidos en el **Reglamento 2037/2000** y está prohibido el suministro para nuevas instalaciones dentro de la CE, estando permitida su utilización de forma controlada y estando prevista su eliminación en el futuro.

HCFC-mezcla A es apto para fuegos de Clase A, Clase B y aplicaciones tales como salas de ordenadores, telecomunicaciones, etc.

FS 49 C2

FS 49 C2 se desarrolló para reemplazar el halón 1301, ofreciendo propiedades físicas y características de extinción parecidas aunque con un impacto ambiental mínimo. Es una

mezcla de gases basada principalmente en el HFC-134a.

Es un agente extintor «drop-in» respecto al Halón 1301: se requiere hacer unos mínimos ajustes técnicos en la instalación así como aumentar ligeramente la capacidad del lugar de almacenamiento del gas, ya que se requiere un 40% más de volumen de extinción.

Las concentraciones de trabajo no representan peligro para los humanos. El NOAEL del HFC-134a es 4%.

Es un agente limpio, que se descarga rápidamente por lo que limita los daños causados por el fuego y que no causa daños tras su descarga al contenido de los edificios. FS 49 C2 posee un potencial de reducción del ozono (ODP) nulo, un potencial de efecto invernadero (GWP) de 1,598 y una vida atmosférica (ALT) de 32,6 años. Las aplicaciones del FS 49 C2 son la protección de salas de sistemas informáticos, salas de control o salas de máquinas, entre otras.

HCFC-mezcla C

Es un agente extintor «drop-in» respecto al Halón 1211. Es un agente limpio aplicable a extintores portátiles y en las aplicaciones locales. Está compuesto por una mezcla de hidrocarburos halogenados y un aditivo detoxificante que reduce la cantidad de productos de descomposición que se forman en presencia de la llama.

El HCFC-mezcla C no supone un riesgo para las personas por si mismo, aunque los productos de descomposición pueden suponer un riesgo. Por ello se incorpora un aditivo detoxificante que al estar expuesto a las altas temperaturas de las llamas reduce los humos ácidos tóxicos e inertiza los compuestos halogenados más tóxicos. HCFC-mezcla C posee un potencial de reducción del ozono (ODP) de 0,017, un potencial de efecto invernadero (GWP) de 0,068 y una vida atmosférica (ALT) muy limitada (3,3 años).

Es efectivo para fuegos de clase A, B y C. Su alta capacidad de extinción y baja toxicidad, junto con su bajo impacto ambiental lo hace útil para las siguientes situaciones: salas de sistemas informáticos, salas de control, laboratorios químicos y científicos, vehículos militares, compartimentos de carga y pasajeros en aviones, áreas de manipulación o almacenamiento de líquidos inflamables, protección de obras de arte, museos, etc. HCFC-mezcla E

Puede ser empleado en los extintores portátiles y en las aplicaciones locales. Ha sido formulado específicamente optimizando sus características físicas y su eficacia para que fueran los más parecidas posible a las del Halón 1211.

La eficacia de un extintor portátil de 6 kg ha sido evaluada por Loss Prevention Council en el Reino Unido y se han certificado las clases de fuego 7013 y 5A según el estándar EN3.

Puede ser empleado para salas de computadoras, salas con equipos de telecomunicación y otras áreas donde es preciso tener un agente extintor que no deje residuos. Puede reemplazar eficazmente Halón 1211 y Halón 2402 en áreas donde hay equipos muy sensibles o no sustituibles que pueden ser dañados sin remedio por agua, espuma, polvos o dióxido de carbono.

Los componentes del HCFC-mezcla E se evaluaron por el PAFT Chronic Toxicity Testing Programme que ha confirmado su baja toxicidad.

Aerosoles de polvo

Éste ha sido un nuevo desarrollo realizado como consecuencia de la desaparición de los halones. Están constituidos por aerosoles y partículas extremadamente finas de polvos químicos y mezclas de halocarburos.

Sistemas de agua pulverizada

El agua sigue constituyendo un elemento adecuado para la extinción. El agua nebulizada (watermist) es un sistema poco extendido que, aún pareciendo contradictorio, es muy eficaz en instalaciones con equipos electrónicos, según afirman los fabricantes. No perjudica el medioambiente, no conduce la electricidad y es inocuo para los equipos y para las personas.

Este sistema se basa en la expulsión de agua atomizada (gotas de 60 a 200 micras) a mucha presión de manera que no se vaporizan por el calor del fuego. La extinción se produce por 3 acciones diferentes:

1. Enfriamiento.
2. Desplazamiento del oxígeno.
3. Atenuación de la transmisión del calor por radiación.

El uso de agua nebulizada permite, para una misma cantidad de agua, incrementar la superficie de vaporización respecto a otros sistemas basados en agua, mejorando la eficiencia. Esto se traduce en una reducción del agua necesaria para la extinción, disminuyendo el espacio de almacenamiento y los desperfectos ocasionados por el agua en el riesgo a proteger.

Este tipo de sistema no es tóxico y la habitabilidad en el recinto es posible durante la extinción sin problemas de asfixia, por lo que este sistema es apto para áreas ocupadas siempre que se utilice agua potable o agua de mar. Utilizan poca cantidad de agua por lo tanto los daños ocasionados por ésta son muy inferiores a los que ocasionarían los sistemas de agua pulverizada tradicionales. Tiene pocas limitaciones, una de ellas es la presencia de elementos que se combinen con el agua produciendo reacciones peligrosas (metales reactivos, haluros, sulfuros, etc.). En estos casos el sistema no es adecuado.

Dióxido de carbono

Los sistemas a base de CO₂ han sido por muchos decenios un estándar y aún en la actualidad son preferidos en muchas aplicaciones. Es un agente extintor con reglas claras de diseño para aplicación local y bajo coste de llenado.

No es apto para zonas ocupadas, porque la concentración de oxígeno disminuye hasta un nivel en el que la vida no es sostenible, razón por la que, al mismo tiempo, es un agente extintor muy efectivo.

El potencial de destrucción del ozono es cero pero tiene una pequeña contribución al calentamiento global.

Hay muchos campos en los que se prefiere utilizar el CO₂ en lugar de otros agentes, por ejemplo: en cisternas, en establecimientos industriales donde hay trasvase de carburante,

salas de bombas y motores. Los sistemas de aplicación local también son comunes en el sector marino, sobre todo en las salas de máquinas. Los sistemas con flujo total y baja presión prevalecen en la industria del acero, en las grandes tipografías y en otras aplicaciones donde es necesaria una gran cantidad de agente extintor.

Conclusión sobre la sustitución del halon 1301

La mayoría de los agentes propuestos no pueden reemplazar directamente al Halón 1301 en las instalaciones de inundación total; siempre se deberán hacer cambios en el sistema, además de tener conocimiento y evaluar:

- el estado de la instalación existente y de cada uno de sus elementos
- cañerías
- boquillas
- batería de tubos, etc.
- compatibilidad de los elementos con el nuevo producto
- si se piensa modificar el riesgo a proteger o ampliar la instalación
- disponibilidad de espacio para el almacenamiento del nuevo producto.

Bibliografía

1. **Reglamento (CE) nº 2037/2000** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de junio de 2000, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (DOCE L 244 de 29.9.2000).

Modificado por:

- Decisión de la Comisión de 7 de marzo de 2003 en lo que respecta al uso del halón 1301 y del halón 1211 (DOCE L 65 de 8.3.2003).
2. **Reglamento (CE) nº 3093/1994** del Consejo, de 15 de diciembre de 1994, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (DOCE L 333 de 22.12.1994).
 3. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
NFPA 2001. Standard for clean agent fire extinguishing systems
Quincy, Massachusetts, NFPA, 2000.
 4. LACOSTA BERNA, J. M.
Los halones ya son historia en la extinción de incendios
Prevención, 159, 20-35.(2002)
 5. ROVIRA, S.
El protocolo de Montreal pone fin a los halones de extinción
Win Empresa, 26, 25-27. (2001)
 6. FARQUHAR, R.L.

Fire extinguishing - After halons, where next?

Safety Health Practitioner, 13, 16-18. (1995)

7. LACOSTA BERNA, J. M.

Novedades en la detección y extinción de incendios. Sistemas más eficaces y respetuosos con el medio ambiente

Mapfre Seguridad, 20, 37-47(2000)

8. ROBIN, M.

Substitutes for halon 1211 in streaming applications**Referencias de páginas de internet de interés:**

- <http://www.ifpmag.com/Articles/Issue17/stream.htm> (Febrero 2004)
- <http://www.epa.gov/ozone/snap/lists/index.html>
- <http://www.aidisar.org/diat3.html>
- <http://www.worldhalon.com>

(1) El término anglosajón "drop-in" "se utiliza para referirse a que el empleo de este agente extintor no requiere cambios importantes en la instalación existente proyectada para usar con halón.