



**Escuela universitaria  
de ingeniería técnica industrial  
de la universidad de Zaragoza**

---

**ESTUDIO TECNOLÓGICO  
SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
MECANISMOS DE EXTINCIÓN  
DE INCENDIOS.**

---

**Realizado por:**

**ALBERTO PÉREZ ÁCIN**

**Dirigido por:**

**MIGUEL ÁNGEL TORRES PORTERO**

**SEPTIEMBRE 2010**



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

<b>0. ANTECEDENTES DE HISTORIA DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS. ....</b>	<b>- 10 -</b>
<b>1. CONCEPTOS Y FUNDAMENTOS BÁSICOS.....</b>	<b>- 24 -</b>
<b>1.1 CALOR. ....</b>	<b>- 24 -</b>
1.1.1 Concepto.....	- 24 -
1.1.2 Caloría.....	- 24 -
1.1.3 Calor específico.....	- 25 -
1.1.4 Energía calorífica.....	- 25 -
<b>1.2 TEMPERATURA.....</b>	<b>- 29 -</b>
1.2.1 Concepto.....	- 29 -
1.2.2 Diferencia entre calor y temperatura.....	- 29 -
1.2.3 Escalas de temperatura.....	- 29 -
1.2.4 Aparatos de medición.....	- 31 -
<b>1.3 CAMBIOS DE ESTADO DE LA MATERIA. ....</b>	<b>- 35 -</b>
1.3.1 Causas.....	- 35 -
1.3.2 Estado de la materia.....	- 36 -
<b>1.4 CONCEPTO DE COMBUSTIÓN.....</b>	<b>- 39 -</b>
1.4.1 Inicio.....	- 40 -
1.4.2 Mantenimiento.....	- 42 -
1.4.3 Características de la combustión.....	- 43 -
1.4.3.1 Tipos de propagación.....	- 43 -
1.4.3.2 Tipos de combustión según la velocidad de propagación.....	- 46 -
1.4.3.3 Límites de inflamabilidad.....	- 50 -
1.4.3.4 Temperaturas características.....	- 52 -
1.4.4 Mecanismos de extinción.....	- 53 -
<b>1.5 PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN.....</b>	<b>- 55 -</b>
1.5.1 El humo.....	- 55 -
1.5.2 El CO (monóxido de carbono).....	- 56 -



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

1.5.3 El CO <sub>2</sub> (anhídrido carbónico).....	- 57 -
1.5.4 Otros.....	- 57 -
<b>1.6 CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS.....</b>	<b>- 60 -</b>
1.6.1 Sólidos inflamables.....	- 60 -
1.6.2 Líquidos inflamables.....	- 60 -
1.6.3 Gases inflamables.....	- 61 -
1.6.4 Metales característicos.....	- 61 -
1.6.5 Ingredientes para cocinar en aparatos de cocina.....	- 61 -
1.6.6 Influencia de la electricidad en los distintos tipos de fuego.....	- 61 -
<b>1.7 INTRODUCCIÓN A LOS FLUIDOS.....</b>	<b>- 61 -</b>
1.7.1 Fluido-estática.....	- 62 -
1.7.1.1 Principio de Pascal.....	- 62 -
1.7.1.2 Hidrostática.....	- 63 -
1.7.1.3 Presión atmosférica.....	- 65 -
1.7.2 Fluido-dinámica.....	- 67 -
1.7.2.1 Hidrodinámica.....	- 67 -
1.7.2.2 Teoría de la continuidad.....	- 67 -
1.7.2.3 Teorema de Bernoulli.....	- 68 -
<b>1.8 COMPORTAMIENTO DE LOS FLUIDOS EN UNA INSTALACIÓN.....</b>	<b>- 69 -</b>
1.8.1 Regímenes.....	- 69 -
1.8.1.1 Ideal.....	- 69 -
1.8.1.2 Laminar.....	- 70 -
1.8.1.3 Turbulento.....	- 70 -
1.8.2 Pérdidas de presión.....	- 71 -
1.8.3 Cavitación.....	- 73 -
1.8.4 Efecto Venturi.....	- 74 -
1.8.5 Golpe de ariete.....	- 75 -
<b>2. INCENDIOS.....</b>	<b>- 76 -</b>



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

<b>2.1 INCENDIO URBANO.....</b>	<b>- 76 -</b>
2.1.1 Descripción.....	- 76 -
2.1.2 Tipos. ....	- 76 -
2.1.3 Características.....	- 77 -
2.1.3.1 Desarrollo práctico de un incendio de interior. ....	- 77 -
2.1.3.2 Fases de un incendio.....	- 79 -
2.1.3.3 Factores de influencia.....	- 84 -
2.1.3.4 Fuentes de ignición.....	- 87 -
2.1.3.5 Tipos de flashover. ....	- 89 -
2.1.4 Sistemática de actuación .....	- 96 -
2.1.4.1 Fase de organización y preparación técnica. ....	- 97 -
2.1.4.2 Fase de intervención. ....	- 98 -
2.1.5 Tren de socorro.....	- 110 -
2.1.6 Legislación.....	- 110 -
<b>2.2 INCENDIO INDUSTRIAL .....</b>	<b>- 111 -</b>
2.2.1 Descripción.....	- 111 -
2.2.2 Clasificación de los recintos industriales.....	- 112 -
2.2.2.1 Según norma.....	- 113 -
2.2.2.2. Según el riesgo de incendio.....	- 115 -
2.2.2.3 Según la protección existente. ....	- 115 -
2.2.2.4 Según la producción o servicio.....	- 116 -
2.2.3 Comportamiento ante el fuego de los establecimientos industriales.....	- 117 -
2.2.3.1 En función del tipo estructural. ....	- 117 -
2.2.3.2 En función de su configuración.....	- 119 -
2.2.3.3 En función de los procesos o productos .....	- 119 -
2.2.4 Tipología de incendios industriales y sus riesgos. ....	- 120 -
2.2.4.1 Sector madera y afines.....	- 121 -



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

2.2.4.2 Industria del papel. ....	- 123 -
2.2.4.3 Fibras y productos textiles.....	- 125 -
2.2.4.4 Industria química.....	- 126 -
2.2.4.5 Líquidos inflamables. ....	- 128 -
2.2.4.6 Fabricación de plásticos y/o gomas.....	- 130 -
2.2.4.7 Metal.....	- 132 -
2.2.4.8 Congelados y similares.....	- 134 -
2.2.4.9 Alimentación. ....	- 136 -
2.2.4.10 Otros. ....	- 137 -
2.2.5 <i>Los incendios industriales y el medio ambiente.</i> .....	- 138 -
2.2.6 <i>Sistemas de abastecimiento y apoyo en establecimientos industriales.</i> .....	- 139 -
2.2.7 <i>Equipos para la extinción.</i> .....	- 141 -
2.2.7.1 Los equipos y herramientas tradicionales.....	- 141 -
2.2.7.2 Nuevas tecnologías.....	- 141 -
2.2.8 <i>Sistemática de actuación.</i> .....	- 142 -
2.2.8.1 Alarma.....	- 143 -
2.2.8.2 Salida.....	- 146 -
2.2.8.3 Aproximación y transporte.....	- 146 -
2.2.8.4 Llegada y estacionamiento.....	- 146 -
2.2.8.5 Inspección.....	- 147 -
2.2.8.6 Preparación y petición de ayudas.....	- 147 -
2.2.8.7 Proceso de las operaciones.....	- 147 -
2.2.8.8 Información al CECOM.....	- 149 -
2.2.8.9 Precauciones sobre las consecuencias del siniestro y operaciones complementarias.....	- 149 -
2.2.9 <i>Tren de socorro.</i> .....	- 151 -
2.2.10 <i>Materias peligrosas.</i> .....	- 151 -



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

2.2.10.1 Clasificación de las mercancías peligrosas.....	- 153 -
2.2.10.2 Panel Naranja.....	- 178 -
2.2.10.3 Número de identificación de la materia. Número ONU.....	- 179 -
2.2.10.4 Número de identificación del peligro.....	- 179 -
2.2.10.5 Emergencias.....	- 180 -
2.2.10.6 Legislación internacional sobre transporte de mercancías peligrosas.....	- 183 -
2.2.10.7 Legislación para transporte de mercancías peligrosas por carretera.....	- 184 -
2.2.11 Legislación.....	- 186 -
<b>2.3 INCENDIO FORESTAL.....</b>	<b>- 188 -</b>
2.3.1 Definición y clasificación.....	- 188 -
2.3.2 Formas y partes de un incendio.....	- 192 -
2.3.3 Factores influyentes.....	- 194 -
2.3.4 Variables de comportamiento.....	- 199 -
2.3.5 Causas.....	- 200 -
2.3.6 Extinción de incendios forestales.....	- 202 -
2.3.6.1 Sistemas de extinción.....	- 202 -
2.3.6.2 Operaciones tácticas de extinción.....	- 205 -
2.3.6.3 Tipos de ataque.....	- 205 -
2.3.6.4 Línea de defensa.....	- 207 -
2.3.6.5 Contrafuegos.....	- 208 -
2.3.6.6 Instalaciones de ataque.....	- 209 -
2.3.6.7 Situaciones peligrosas.....	- 210 -
2.3.6.8 Normas de seguridad para el personal.....	- 211 -
2.3.6.9 Sistemática de actuación.....	- 211 -
2.3.7 Legislación.....	- 214 -
<b>3. TECNOLOGÍA Y MEDIOS DE EXTINCIÓN.....</b>	<b>- 215 -</b>
<b>3.1 AGENTES EXTINTORES.....</b>	<b>- 215 -</b>
3.1.1. Agua.....	- 215 -



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1.2 Espuma.....	- 218 -
3.1.3. Polvo extintor.....	- 223 -
3.1.4 Anhídrido carbónico (CO <sub>2</sub> ). .....	- 225 -
3.1.5 Halones.....	- 226 -
3.1.6 Gases halogenados. ....	- 229 -
3.1.7 Gases inertes.....	- 230 -
<b>3.2 INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS. ....</b>	<b>- 231 -</b>
3.2.1 Bocas de incendio equipadas (BIEs). ....	- 231 -
3.2.2. Sistemas de detección y alarma de incendio. ....	- 233 -
3.2.3 Sistemas de extinción automática. ....	- 236 -
3.2.4 Columnas secas. ....	- 238 -
3.2.5 Hidrantes. ....	- 239 -
<b>3.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>- 240 -</b>
3.3.1 Traje de intervención.....	- 240 -
3.3.2 Elementos complementarios.....	- 244 -
3.3.3 Casco de intervención.....	- 245 -
3.3.4 Guantes de intervención. ....	- 248 -
3.3.5 Botas de intervención. ....	- 251 -
<b>3.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA.....</b>	<b>- 254 -</b>
3.4.1 Equipos de respiración autónoma. ....	- 254 -
3.4.2 Equipo de respiración autónoma (E.R.A).....	- 255 -
3.4.3 Otros equipos de protección respiratoria.....	- 259 -
3.4.3.1 Equipos de respiración autónoma de larga duración. ....	- 259 -
3.4.3.2 Filtros.....	- 260 -
3.4.3.3 Equipos semiautónomos.....	- 261 -
3.4.3.4 Equipos de escape.....	- 261 -
<b>3.5 EQUIPOS DE RESCATE Y SALVAMENTO.....</b>	<b>- 262 -</b>
3.5.1 Aparatos de fuerza.....	- 262 -



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

3.5.1.1 Tractel.....	- 262 -
3.5.1.2 Cabrestante. ....	- 263 -
3.5.1.3 Sistemas de poleas. Polipastos. ....	- 263 -
3.5.1.4 Cojines neumáticos.....	- 265 -
3.5.1.5 Equipos de corte. ....	- 267 -
3.5.2 Herramientas de corte, separación y elevación. ....	- 269 -
3.5.3 Otros equipos.....	- 270 -
3.5.3.1 Escaleras manuales.....	- 270 -
3.5.3.2 Cámaras de imagen térmica.....	- 272 -
3.5.3.3 Detectores de gases.....	- 273 -
<b>3.6 VEHÍCULOS. ....</b>	<b>- 275 -</b>
3.6.1 Autobombas. ....	- 275 -
3.6.1.1 Autobombas urbanas. ....	- 275 -
3.6.1.2 Autobombas rurales.....	- 277 -
3.6.1.3 Autobombas forestales. ....	- 278 -
3.6.1.4 Autobombas nodrizas. ....	- 279 -
3.6.2 Vehículos de altura. ....	- 280 -
3.6.2.1 Autoescaleras.....	- 280 -
3.6.2.2 Autobrazos.....	- 282 -
3.6.3 Otros vehículos usuales. ....	- 283 -
3.6.3.1 Unidades de jefatura. ....	- 283 -
3.6.3.2 Unidades de transporte. ....	- 284 -
3.6.3.3 Unidades para fines específicos. Salvamento, NBQ, rescates especializados. ....	- 285 -
3.6.4 Vehículos de aeropuertos. ....	- 286 -
<b>3.7 BOMBAS, EQUIPOS DE EXTINCIÓN Y ACHIQUE.....</b>	<b>- 287 -</b>
3.7.1 Mangueras y mangotes. ....	- 287 -
3.7.2 Equipos de impulsión y achique. ....	- 290 -
3.7.2.1 Bomba centrífuga contra incendios.....	- 290 -



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

3.7.2.2 Motobombas.....	- 292 -
3.7.2.3 Electrobombas.....	- 292 -
3.7.2.4 Turbobombas.....	- 293 -
3.7.3 Lanzas y monitores.....	- 294 -
3.7.3.1 Lanza reguladora de caudal y automática.....	- 294 -
3.7.3.2 Monitores.....	- 297 -
3.7.3.3 Lanza formadora de cortina.....	- 298 -
3.7.4 Dosificadores y generadores de espuma.....	- 298 -
<b>4. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN.....</b>	<b>- 301 -</b>
<b>4.1 DEFINICIÓN.....</b>	<b>- 301 -</b>
4.1.1 Prevención.....	- 302 -
4.1.2 Protección.....	- 302 -
<b>4.2 LEGISLACIÓN.....</b>	<b>- 303 -</b>
<b>4.3 PLANES DE AUTOPROTECCIÓN Y EMERGENCIA.....</b>	<b>- 303 -</b>
4.3.1 Planes de emergencia.....	- 303 -
4.3.1.1 Definición de plan de emergencia.....	- 303 -
4.3.1.2 Factores que justifican la implantación de un plan de emergencia.....	- 304 -
4.3.1.3 Manual de autoprotección.....	- 304 -
4.3.1.4 Definición de manual de autoprotección.....	- 306 -
4.3.1.5 Estructura del manual de autoprotección.....	- 306 -
4.3.2 Emergencias.....	- 307 -
4.3.2.1 Clasificación de las emergencias.....	- 307 -
4.3.2.2 Acciones.....	- 307 -
4.3.2.3 Equipos de emergencia: denominación, composición y misiones.....	- 308 -
4.3.2.4 Equipos de alarma y evacuación.....	- 309 -
4.3.2.5 Equipos de primeros auxilios.....	- 309 -
4.3.2.6 Equipos de primera intervención (E.P.I.).....	- 309 -
4.3.2.7 Equipos de segunda intervención (E.S.I.).....	- 310 -



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

4.3.2.8 Jefe de intervención (JI) .....	- 310 -
4.3.2.9 Jefe de emergencia (JE).....	- 311 -
4.3.3 <i>Implantación</i> .....	- 312 -
4.3.3.1 Responsabilidad.....	- 312 -
4.3.3.2 Organización. ....	- 314 -
4.3.3.3 Medios técnicos.....	- 314 -
4.3.3.4 Medios humanos.....	- 314 -
4.3.3.5 Simulacros. ....	- 315 -
<b>5. NORMATIVA.....</b>	<b>- 316 -</b>
<b>6. CONCLUSIONES. ....</b>	<b>- 341 -</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>- 342 -</b>



## 0. ANTECEDENTES DE HISTORIA DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS.

El fuego es una fuerza, desde la formación y evolución de la tierra, útil, por su desprendimiento de luz y calor, o bien una fuerza destructora, por su capacidad de hacer combustionar todo cuanto encuentre a su paso en medios materiales, naturales o artificiales y animales.

El hombre conoció el fuego a través de sus manifestaciones naturales, erupciones de volcanes, incendio de los bosques debido a los rayos, los fuegos fatuos (fenómeno consistente en la inflamación de ciertas materias, fósforo principalmente, que se elevan de las sustancias animales o vegetales en putrefacción, y forman pequeñas llamas que se ven andar por el aire a poca distancia de la superficie), etc. Lo obtuvo de las fuentes naturales y lo utilizó, inicialmente, para calentarse, iluminarse y protegerse de los animales. Más tarde empezó a crearlo por sí mismo. El fuego fue el origen de la erradicación de su vida nómada.

El fuego también tiene otra faz, la de la fuerza destructora, modificando y destruyendo a su paso bienes y vidas sin avisar.

En esa doble cara del fuego, esa dicotomía de ser al mismo tiempo: amigo y enemigo, es lo que ha hecho que el hombre haya luchado contra sus manifestaciones destructivas y trabajado para obtener los máximos beneficios de sus propiedades.



**Fig.1. Evolución hombre-fuego.**



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Ya desde el año 300 a.C. en Roma se asignaron esclavos a la lucha contra incendios y durante el reinado de Cesar Augusto se crearon los *corps of vigiies*, lo que puede decirse fue el primer cuerpo de bomberos municipal. Algunos de sus miembros, los Aquarii, eran los encargados del transporte de agua en jarros hasta el lugar del incendio.

Marco Polo relata en Hangchow, la Ciudad Celestial, existían grupos de vigilantes y bomberos con responsabilidades en materia de prevención y extinción de incendios.

Como vemos, el fuego, en sus dos vertientes de amigo y enemigo, apareció sobre la tierra antes que el hombre y le sirvió para dejar su vida nómada, pero a la vez para acompañar su trayectoria con las huellas de grandes destrucciones. Desde remotos tiempos el hombre se organiza y prepara para combatir el fuego como enemigo en diferentes formas y con diferentes medios, pero no es hasta el año 1189, y como siempre, desgraciadamente, tras un devastador incendio, que el primer alcalde de Londres implantó una ordenanza donde se establecía que las edificaciones nuevas tendrían paredes de piedra y tejados de pizarra o teja, en sustitución de los cubiertos por paja.

En 1566, una ordenanza del ayuntamiento de Manchester (USA), trata la seguridad en el almacenamiento de combustible lo que fue el primer decreto en materia de prevención referido directamente a edificaciones industriales.

En 1583 el parlamento inglés prohibió a los fabricantes de velas fundir la grasa en el interior de las viviendas, lo que constituye la primera actuación estatal europea en cuanto la regulación y reglamentación de la protección contra incendios.

En 1647, se obliga a tratar las chimeneas de madera con revestimientos interiores en base a aglomerados resistentes al fuego. Después del gran incendio de Londres de 1666, se adoptó un código completo de regulaciones sobre edificios cuyas señas nos llegan hasta hoy.

En 1824 la Brigada Contra Incendios de Edimburgo, comenzó a desarrollar regulaciones y normas de actuación más modernas.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

En 1830, James Braidwood, el jefe de la brigada de Edimburgo, escribió el primer manual integral que incluía 396 normas y describía la clase de servicio que debía desarrollar un buen departamento.

En 1835, en Norteamérica apareció la primera compañía aseguradora de fabricantes que solo aseguraba aquellas fábricas que cumplían los códigos idóneos de prevención y protección contra incendios.

### **Directivas, Reglamentaciones y normas.**

Las directivas, reglamentaciones, normativas o regulaciones, en general, establecidas hasta principios del presente siglo se ocupaban, principalmente de la capacidad destructora del fuego y de los métodos para combatirlo o mitigarlo.

Las regulaciones características en cuanto a prevención y protección exigían el empleo de paredes de piedra o ladrillo y tejados de materiales no combustibles en los edificios, en especial en aquellos de las zonas comerciales o zonas céntricas de las ciudades.

Hasta la década de 1830-1840, no se instalaron los primeros hidrantes sobre conducciones públicas. Hasta la fecha algunas ciudades dependían de redes de tuberías de madera o piedra, de las cuales obtenían agua para la extinción. Debido a la inseguridad de los primeros hidrantes la principal fuente de agua para las bombas contra incendios eran los grandes depósitos.

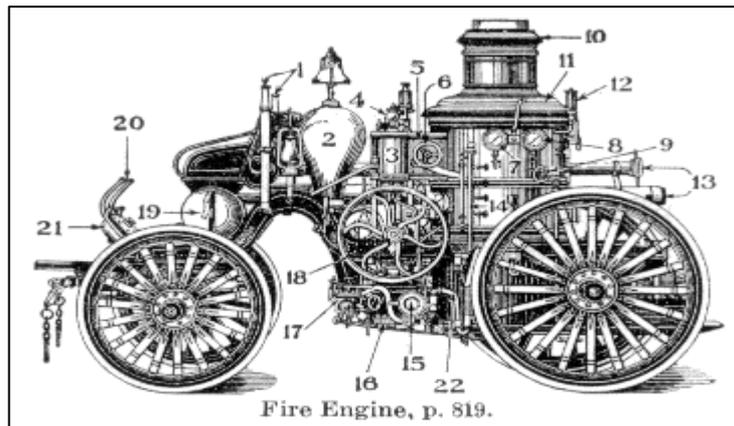
El uso de mangueras tuvo un desarrollo lento. En Inglaterra en 1799 se empleaban algunos tramos cortos de mangueras construidos en cuero. Este hecho hizo posible poder acercarse al incendio, ya que durante más de un siglo las boquillas se montaban directamente en las bombas. En pocos años las mangueras y sus devanadoras se convirtieron en parte importante.

En 1871, se pusieron en servicio las mangueras forradas que remplazaron a las de cuero. En 1872, aumentó el interés por regular las mangueras roscadas. En cualquier caso, no hubo ningún progreso significativo hasta que se adjudicó a NFPA (asociación nacional de protección contra el fuego) la normalización de roscas para mangueras en 1904.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

Hacia 1870 se pusieron en servicio los primeros equipos de autoimpulsión a vapor. Hacia 1882 se utilizaron monitores que aportaban agua a las partes altas de las edificaciones. En 1905 se introdujeron las escaleras aéreas manuales y a mediados de 1930 las escaleras aéreas motorizadas.



**Fig.2. Antiguo camión de bomberos.**

En 1910 se puso en marcha la introducción de vehículos contra incendios que gradualmente fueron eliminando a los carros de material, ya que cada uno de ellos podía transportar su propio equipo. La primera norma NFPA sobre vehículos contra incendios se adoptó en 1914.

Los datos utilizados en trabajos hidráulicos de protección contra incendios, fueron desarrollados por Jhon R. Freeman(1889) y William Jackson, en 1893. Después de realizar medidas de caudales en boquillas y pérdidas de carga en mangueras, Freeman sugirió el valor de 250 g.p.m (galones por minuto) como caudal contra incendios. Sus recomendaciones llevaron a adoptar, por parte de la mayoría de los departamentos contra incendios, las mangueras de 3 pulgadas.

El primer sistema de alarma de incendios municipal de los EE.UU fue instalado en Boston en 1851, utilizando un telégrafo. El uso de este tipo de sistemas de alarma se prolongó, en prácticamente todas las principales ciudades, hasta la llegada del teléfono en 1877.

Los mayores incendios del presente siglo se han limitado a aquellos lugares en los que se daban alguna de estas circunstancias:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- 1.- Tejados de trozos de madera (no tratados con retardantes).
  
- 2.- Construcciones de materiales combustibles muy poco distanciada  
(características en algunas zonas de las ciudades antiguas).
  
- 3.- Grandes extensiones silvestres en terrenos urbanos, donde los incendios forestales provocaban importantes desastres.

Son estas las condicionantes las causantes de las grandes catástrofes producidas por el fuego en las grandes ciudades de Europa y América.

Los medios activos y pasivos de protección contra incendios, aparecidos primeramente en las edificaciones industriales-empresariales, en las industrias textiles del siglo XIX con técnicas primarias de tratamientos de enlucidos de arcilla-yeso que servía de aislamiento térmico y de protección de la estructura de madera en caso de incendio y a la vez, para reducir los riesgos de propagación del incendio y limitar sus efectos, se empleaban para los pisos, un método constructivo relativamente nuevo, llamado de combustión lenta y que se basaba en la eliminación de piezas combustibles en la medida de lo posible y en el empleo de gruesas vigas. Los pisos mucho más gruesos, formados por dos capas de entablado machihembradas o con lengüetas de unión que incrementaba su rigidez y resistencia, permitiendo prescindir de los ristreles, que ardían muy fácilmente, e impidiendo el paso del aire a través del entablado que aviva el fuego.

La calefacción de las industrias de entonces se obtenía como en las casas por estufas de hierro colado, causante sin duda de la rápida desaparición de las construcciones de madera y aparición de las construcciones de piedra y ladrillos. La primera solución en este sentido, evitando la propagación del fuego de un piso a otro en caso de incendio, fue el diseño de las escaleras por el exterior en una gran torre de piedra adosada a la fachada del edificio. Esta torre servía además de plataforma de carga para cada piso.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA



**Fig.3. Incendio antigua fábrica.**

Como sistema de protección activo (fijos) se instalaban en los techos o paredes sistemas manuales de aspersión de agua, en base a baldes (cubos) inicialmente y de tuberías perforadas posteriormente, para el caso de incendios.

La primera patente de un sistema de rociadores fue expedida en 1723 a un químico llamado Ambrose Godfrey. El sistema de Godfrey consistía en un recipiente que contenía un líquido extintor, normalmente agua, con una pequeña cámara de pólvora. Esta cámara estaba conectada a un sistema de fusibles que entraban en ignición debido a las llamas de un incendio. La ignición hacía explotar la pólvora y expulsar el líquido extintor. Hacia la mitad del siglo XIX, se desarrollaron en Inglaterra características adicionales para los sistemas de rociadores automáticos.

En 1878, Henry S. Parmelee de New Haven, Connecticut (USA), realizó continuas mejoras en el diseño de su invento: la primera cabeza rociadora automática tanto en el diseño como en la instalación del sistema de rociadores de Parmelee, se utilizaron algunos de los principios básicos que todavía se emplean en la actualidad.

Los incendios, desgraciadamente, han causado grandes pérdidas humanas, pero a la vez han favorecido a cambios importantes en las leyes, normas y regulaciones de la práctica de la prevención y protección contra incendios.

A principios del siglo XIX, cuatro incendios en edificios de los EE.UU, la Rhoades Opera House en Boyertown, Pennsylvania (1903), el Iroquois Theatre en Chicago (1903), el Lakeview Grammar School en Collinwood, Ohio (1908) y la



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Triangle Shirtwaist Factory en la ciudad de Nueva York (1911), fueron los motivos principales para la creación del comité para protección de vidas, de NFPA, en 1913.



**Fig.4. Incendio Rhoades Opera House**

Estos incendios provocaron los mayores cambios en el código sobre salidas de edificios (como se denominaba entonces el código de seguridad de vidas), durante un período de casi dos décadas.

La norma 102 de la NFPA, “*standard for assembly seating. Tents and membrane structures*”, se elaboró a consecuencia de otras muertes múltiples producidas por los incendios en los años cuarenta.



**Fig.5. Incendio Mercy Hospital**

Los incendios de tres hospitales, St. Anthony’s en E fflingham, Illinois en 1949 (74 muertos), Mercy Hospital en Danvenport, Iowa en 19508 (41 muertos), y Hartford Hospital, en Connecticut en 1961 (16 muertos), incitaron a los administradores de hospitales y funcionarios de prevención contra incendios de la nación a inspeccionar la



calidad de construcción y sistemas de protección contra incendios de los centros sanitarios.

El incendio de la escuela Ntra. Sra. de los Ángeles de Chicago, el 1 de diciembre de 1958, provocó la actuación más rápida de todos los incendios desde II Guerra Mundial. Poco después del incendio, funcionarios estatales y locales de toda la nación realizaron inspecciones en diversas escuelas, y en un año se hicieron mejoras importantes para la seguridad contra incendios en unas 16500 escuelas del país. En casi todas ellas se mejoró la calidad y frecuencia de los simulacros de evacuación, el almacenamiento de combustibles y la disposición de residuos.

Los resultados de los incendios más recientes, tales como el incendio del Hotel Corona de Aragón que conmocionó a Zaragoza y a toda España, propició y facilitó inversiones en medios y técnicas para los cuerpos de bomberos y aceleró la modernización de las normativas existentes hasta la fecha.



**Fig.6. Incendio Hotel Corona de Aragón.**

## **INCENDIOS FORESTALES**

En lo que a incendios forestales se refiere el ser humano ha utilizado el fuego en el campo de forma controlada como herramienta agrícola necesaria para preparar el terreno para nuevas siembras o renovar los pastos, o de forma incontrolada, como incendio que transforma o destruye, el fuego ha tenido o tiene relación con la mayor parte de zonas de vegetación de la tierra. En los países menos industrializados, el uso



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

del fuego como instrumento para potenciar o reducir la vegetación sigue siendo una práctica necesaria por su bajo coste.

De ahí que, en nuestro planeta, la superficie de vegetación quemada anualmente de forma controlada o incontrolada sea importante. Hoy se estima que, cada año, queman en el mundo:

- De 10 a 15 millones de hectáreas de bosques boreales y de zonas templadas.
- De 20 a 40 millones de hectáreas de bosques tropicales, para destinar el suelo a nuevos usos o por desplazamiento incontrolado de fuegos agrícolas.
- De 500 a 1000 millones de hectáreas de sabanas y bosques claros, tanto tropicales como subtropicales.

Algunas de estas superficies quemadas están aparentemente adaptadas al paso frecuente del fuego, otras no. En estas últimas, el fuego causa problemas ambientales, como la destrucción de la fauna o la degradación de la vegetación, que puede facilitar el inicio de la erosión del suelo; y problemas socio-económicos, como la pérdida de vidas humanas y bosques comerciales o la destrucción de viviendas, infraestructuras y equipamientos.

Los fuegos incontrolados, es decir, los incendios, pueden afectar, como vemos, muchos tipos de vegetación; sin embargo por su intensidad y dimensiones destacan los incendios forestales, hasta tal punto que cualquier incendio de vegetación o biomasa se acostumbra a denominar con este nombre. Los problemas asociados a los incendios forestales, citados anteriormente, emergen con fuerza en EE.UU en plena era industrial, a finales del siglo XIX y principios del XX, a consecuencia de varias catástrofes trágicas. Hasta este momento, las dimensiones del problema habían generado en Europa numerosas normativas y reglamentos, pero no habían exigido una estructura para la prevención y extinción.



**Fig.7. Incendio forestal en EE.UU**

A principios del siglo XX se constituyen en EE.UU, Canadá y Australia las primeras brigadas contra incendios forestales, se instalan las primeras torres de vigilancia y se inventan nuevos equipos para la extinción. Paralelamente se inician las políticas de prevención.

Desde el principio se pone de manifiesto que la extinción de los incendios forestales exige recursos humanos y materiales que actúen directamente sobre el terreno, pero también, desde este inicio, se observa que la dimensión y la complejidad del fenómeno requiere un soporte decidido de la ciencia y la tecnología.

Los países de América del Norte, y más tarde Australia, empiezan en el primer cuarto de siglo XX programas de investigación científica y tecnológica sobre los incendios forestales.

En esta primera etapa, los programas se centran en la evaluación del riesgo de incendio y en el diseño de materiales y estrategias de extinción. En los años 20, por ejemplo, se utiliza por primera vez material aéreo y en los años 30 se ensayan los primeros retardantes químicos.

A finales de los años 50 los conocimientos acumulados en las décadas anteriores, sobre la combustión de los vegetales y los factores ambientales que la condicionan, permiten iniciar el estudio de métodos para el análisis del comportamiento



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

de los incendios forestales. El trabajo de Richard C. Rothmel, sobre un método para realizar predicciones sobre la propagación y la intensidad de los incendios forestales, que se inicia en el año 1961 en el Forest Fire Laboratory de Missoula (EE.UU) y finaliza en 1983, caracteriza la segunda etapa de la investigación científica.

En el campo tecnológico surgen novedades importantes en muchos países incluidos los europeos. Se pueden citar como ejemplo, la utilización de bombas de alta presión y mangueras de 25mm Ø, para controlar las reservas de agua de los vehículos cisterna desarrollado por el Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento de la Diputación de Barcelona.

En los últimos 20 años se ha desarrollado una tercera etapa caracterizada por el incremento espectacular de la investigación en todos los campos y por la aplicación de las tecnologías más avanzadas. Se crean, en todo el mundo, centros y laboratorios especializados, redes de investigadores; se editan revistas y trabajos; y nacen, también nuevas unidades de prevención y extinción.

El elevado número de programas y proyectos que se desarrollan actualmente pueden agruparse en los siguientes apartados:

- **Características y dinámica de los incendios forestales.** Incluye desde el estudio de la química del fuego hasta la modelización de su comportamiento. Comprende, por tanto, el análisis de los combustibles, los factores ambientales, modelos de comportamiento de los incendios y los modelos atmosféricos a mesoescala.

- **Efectos de los incendios forestales sobre las personas y los bienes.** Agrupa los estudios sobre el efecto del calor sobre las personas y materiales y los trabajos para definir medidas de seguridad.

- **Efectos ambientales de los incendios forestales.** Reúne los estudios sobre los efectos de los incendios sobre los ecosistemas y los estudios sobre su regeneración después del paso del fuego.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- **Equipos, técnicas y estrategias de extinción de los incendios forestales.**

Abraza los estudios sobre equipos de extinción terrestres y aéreos, sobre productos retardantes y los estudios que definen las técnicas y estrategias de extinción.

- **Técnicas y métodos de planificación de la prevención de los incendios forestales.** Comprende los análisis sobre criterios de prevención, la definición de infraestructuras preventivas y la aplicación de sistemas de información geográfica al planamiento.

### **Principales centros y redes de investigación e información**

- Rocky Mountain Research Station. USDA Forest Service (EE.UU)
- Riverside Fire Laboratory. USDA Forest Service, California (EE.UU)
- NCAR National Center for Atmospheric Research. Wildfire Science Group. Colorado (EE.UU).
- Fire Research Network. Canadian Forest Service (Canadá).
- CSIRO Bushfire Research Group (Australia).
- Nucleo de Investigação Científica de Incendios Florestais, Coimbra (Portugal).
- INRA Recherches Forestières méditerranéennes. Avignon (Francia).
- INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (España).
- CEREN Centre d'Essais et de la Recherche de la l'Entente Interdepartamental. Domainede Valabre (Francia).
- ADAI Association for the development of industrial aerodynamics (Portugal).
- Centro de Investigación sobre los incendios forestales (DG XII y CCR).



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- EARSEL European Association of Remote Sensing Laboratories. FF-SIG Forest Fire Special Interest Group. Universidad de Alcalá de Henares (Madrid, España).

Todos estos grupos se interrelacionan de una u otra forma en algún momento. Ahora bien, en todos los casos hay un punto de partida común: las características y la dinámica de los incendios forestales.

### **EN ESPAÑA:**

Un reciente estudio de CC.OO sobre los incendios forestales en España, recoge que Madrid, la Comunidad Valenciana y las islas Baleares son las comunidades españolas que más dinero gastan en la lucha contra los incendios forestales en función de su superficie forestal. Por el contrario, las que menos invierten son Aragón, Extremadura y Asturias.

El informe destaca así mismo que la media de inversión autonómica en este campo es de 34,57 euros por hectárea forestal y que la suma del conjunto de las inversiones para combatir el fuego en 2009 asciende a 951 millones de euros.

En este sentido, hay que destacar que las tecnologías utilizadas en la vigilancia, prevención y extinción de los incendios forestales han experimentado una gran evolución durante los últimos años. Algunas en fase experimental y otras plenamente consolidadas, lo cierto es que el abanico de sistemas e instrumentos disponibles es cada vez más amplio. Barreras ignífugas de aluminio que sirven como cortafuegos, cámaras que recogen datos de la composición de la atmósfera en 15 kilómetros, la analizan con un espectrómetro y alertan si detectan humo, otras que radiografían el terreno y envían imágenes en tiempo real a las oficinas centrales, sensores que miden la temperatura y la radiación ultravioleta e infrarroja, aviones con cámaras de infrarrojos que detectan los puntos calientes del suelo y la vegetación, sensores que funcionan a través de la electricidad generada por los propios árboles, estaciones meteorológicas remotas



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

automatizadas, mapas elaborados a partir de imágenes captadas por satélite, como los que proporciona el servicio europeo Saber (acrónimo en inglés de Services and Applications for Emergency Response) de respuesta a emergencias y desastres naturales, creado en enero del 2009, sistemas que integran cámaras térmicas, un sistema de geo-referenciación, equipos de comunicaciones e informáticos y un software específico que permite hacer una detección temprana de focos de incendio y su posterior seguimiento, sistemas con tecnología wi-fi que permiten abarcar zonas más grandes y localizar el incendio mucho antes, redes inalámbricas de sensores capaces de monitorizar con mayor resolución los parámetros relevantes en el origen del fuego: humedad del ambiente, velocidad del viento, y temperatura, vehículos terrestres equipados con un cañón que lanza proyectiles de capsulas de agua con agentes retardantes de largo plazo basados en polifosfatos amónicos, robots autónomos recubiertos de material cerámico ignífugo capaces de soportar temperaturas de hasta 1300 °C y de recorrer el bosque a 20km/h en busca de vestigios de fuego y apagarlos con una lanzadera externa, árboles que funcionan como estaciones meteorológicas ocultas, aviones no tripulados dotados de con sensores de infrarrojos altamente avanzados, vehículos que obtienen imágenes visuales o térmicas para facilitar la toma de decisiones.

Pero lo último en tecnología contra incendios no es la inteligencia artificial, la vigilancia por satélite ni las pantallas ignífugas. Ni tampoco los avances en los sistemas de información geográficos(GIS), o los nuevos progresos en modelización. Lo más nuevo, lo más rabiosamente moderno, son las ovejas, las cabras y las vacas. Ellas y sus pastores son los protagonistas desde hace dos años en Andalucía y desde este ejercicio en la comunidad Valenciana de sendos proyectos para prevenir el fuego. Aunque este método tiene detrás años de experiencia y mucho trabajo de investigación, su fundamento es muy sencillo: abrir el monte al pastoreo controlado con ganado para reducir la vegetación y con ello impedir la propagación del incendio.

Según sus promotores esta “tecnología” tiene muchas ventajas y ningún inconveniente. Así, la vegetación que una vez seca se convertiría en potencial combustible, es eliminada cuando aun tiene forma de pequeños y sabrosos brotes. Además, los rebaños, a través de sus heces, distribuyen las semillas por el campo



favoreciendo la biodiversidad y, sobre todo, contribuye a mantener un oficio en extinción y convierte a los pastores en aliados, y no en enemigos, de la protección del medio ambiente.

## **1. CONCEPTOS Y FUNDAMENTOS BÁSICOS.**

### 1.1 CALOR.

#### **1.1.1 Concepto.**

El calor se define como el contenido energético de un sistema, suma de toda la energía proveniente de los movimientos de los átomos que lo componen. El calor solamente se pone de manifiesto cuando se transfiere del sistema a los alrededores o viceversa.

Cuando dos cuerpos A y B que inicialmente poseen diferentes temperaturas se ponen en contacto térmico, después de un cierto tiempo, alcanzan la condición de equilibrio en la que ambos cuerpos están a la misma temperatura.

El calor no es por lo tanto una nueva forma de energía, sino el nombre que recibe una transferencia de energía en el que intervienen un gran número de partículas.

Podemos entender el calor como la energía intercambiada entre un sistema y el medio que le rodea, debido a los choques entre las moléculas del sistema y el exterior al mismo y siempre que no pueda ser expresado macroscópicamente como el producto de una fuerza por desplazamiento.

#### **1.1.2 Caloría.**

Es la unidad principal del calor, se define como el calor necesario para calentar un gramo de agua a 1°C. Para una mayor exactitud se toma el agua a la temperatura del intervalo entre 14,5°C y 15,5°C. También es la cantidad de calor equivalente a 4,186 Julios (relación de energía térmica y mecánica, trabajo realizado para enfriarse). Como dicha unidad es muy pequeña se utilizan otras como la Kilocaloría (1.000 calorías) o la Megacaloría (1.000.000 calorías o 1.000 Kilocalorías).



### 1.1.3 Calor específico.

Deberemos también distinguir entre los conceptos de calor y energía interna de una sustancia. El flujo de calor no es más que una transferencia de energía entre dos cuerpos, debido a la diferencia de sus temperaturas. Sin embargo la energía interna es la energía que posee una sustancia debido a su temperatura, que a escala microscópica es esencialmente la energía cinética de las moléculas.

Cuando una sustancia incrementa su temperatura desde una  $T_1$  a otra  $T_2$ , el calor absorbido se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$Q = C_e \times m (T_2 - T_1)$$

$m$  = masa

$C_e$  = calor específico

El calor específico es la cantidad de calor que hay que suministrar a un gramo de una sustancia para que eleve en un grado centígrado su temperatura.

Joule demostró la equivalencia entre calor y trabajo  $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$ . Por razones históricas la unidad de calor no es la misma que la de trabajo, el calor se suele expresar en calorías.

### 1.1.4 Energía calorífica.

Es una manifestación de energía, es decir, es un tipo de energía como puede ser la electricidad, la luz, etc., que es consecuencia de los movimientos de las moléculas, las cuales, en el seno de la materia, se entorchocan constantemente. Cuanto mayor es la energía cinética de las moléculas, mayor es la violencia de los choques entre ellas y el calor desprendido.

Todo es debido a que los cuerpos tienden a adoptar la forma de menor energía, cediendo el exceso que pueda tener o generar al ambiente que le rodea. Podemos medir el calor, pues los cambios de estado calorífico de los cuerpos se ponen de manifiesto por cambios en su temperatura o bien en su estado físico (como por ejemplo la dilatación de los cuerpos, cambios de estado, etc.).



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

**Capacidad calorífica:** de un cuerpo es el cociente entre la cantidad de energía calorífica transferida a un cuerpo o sistema en un proceso cualquiera y el cambio de temperatura que experimenta.

**Variable:** es toda magnitud de un sistema termodinámico. Ej: volumen, temperatura, presión, masa, densidad etc.

**Proceso:** toda variación o modificación de algunas de las variables del sistema. A cualquier transformación en un sistema, desde un estado de equilibrio a otro, se le conoce como proceso. Dicho en otras palabras, es el cambio de estado de una sustancia o un sistema, desde unas condiciones iniciales (estado inicial) hasta unas condiciones finales (estado final).

- **Proceso reversible:** es un proceso real que no ocurre en la naturaleza. No implica gasto de energía. Un proceso es termodinámicamente reversible cuando en cualquiera de los puntos de su evolución puede ser invertido el sentido del mismo, pudiendo pasar de una manera infinita del estado inicial a final y viceversa, sin pérdidas de energía.

Llamamos proceso reversible al que se puede invertir y dejar a nuestro sistema en las mismas condiciones iniciales.

- **Proceso irreversible:** en los sistemas reales, la evolución está siempre asociada a procesos irreversibles, es decir, a procesos en los que parte de la energía se disipa irremediablemente aumentando la entropía del sistema. El fuego es un proceso irreversible.

Una transformación de un sistema pasando de un estado inicial a un estado final es irreversible si el paso del estado final al inicial es imposible sin efectuar ningún cambio a los cuerpos del entorno (precisa de un gasto de energía extra); esto es, el retorno precisa compensación.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Principio cero de termodinámica.

Establece que si un sistema A está en equilibrio térmico con un sistema B, y este sistema B está en equilibrio térmico con otro sistema C, entonces los sistemas A y C están en equilibrio térmico; en pocas palabras, la energía de dos cuerpos se intercambia hasta que su temperatura sea igual a la ambiental.

- Primer principio de termodinámica o principio de la conservación de la energía.

La ley de la conservación de la energía constituye el primer principio de la termodinámica y afirma que la cantidad total de energía en cualquier sistema aislado (sin interacción con ningún otro sistema) permanece invariable con el tiempo, aunque dicha energía puede transformarse en otra forma de energía.

En resumen, la ley de la conservación de la energía afirma que la energía no puede crearse ni destruirse, sólo se puede cambiar de una forma a otra, por ejemplo, cuando la energía eléctrica se transforma en energía calorífica en un calefactor.

Dentro de los sistemas termodinámicos, una consecuencia de la ley de conservación de la energía es la llamada primera ley de la termodinámica, la cual establece que, al suministrar una determinada cantidad de energía térmica ( $Q$ ) a un sistema, esta cantidad de energía será igual a la diferencia del incremento de la energía interna del sistema ( $\Delta U$ ) menos el trabajo ( $W$ ) efectuado por el sistema sobre sus alrededores:

$$\Delta U = Q - W$$

- Segundo principio de la termodinámica.

**Entropía:** magnitud que mide la parte de la energía que no puede utilizarse para producir un trabajo; es el grado de desorden que poseen las moléculas que integran un



cuerpo, o también el grado de irreversibilidad alcanzada después de un proceso que implique transformación de energía.

La **segunda ley de la termodinámica** o **segundo principio de la termodinámica** expresa, en una forma concisa, que "La cantidad de entropía de cualquier sistema aislado termodinámicamente tiende a incrementarse con el tiempo". Más sencillamente, cuando una parte de un sistema cerrado interacciona con otra parte, la energía tiende a dividirse por igual, hasta que el sistema alcanza un equilibrio térmico.

En un sentido general, el segundo principio de la termodinámica es la ley de la física que afirma que las diferencias entre un sistema y sus alrededores tienden a igualarse. En un sentido clásico, esto se interpreta como la ley de la física de la que se deriva que las diferencias de presión, densidad y, particularmente, las diferencias de temperatura tienden a igualarse.

Enunciados clásicos:

• *Es imposible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de energía en forma de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura.* Enunciado de Clausius.

• *Es imposible todo proceso cíclico cuyo único resultado sea la absorción de energía en forma de calor procedente de un foco térmico (o reservorio o depósito térmico), y la conversión de toda ésta energía en forma de calor en energía en forma de trabajo.* Enunciado de Kelvin-Planck.

• Tercer principio de la termodinámica.

El tercer principio de la termodinámica afirma que el cero absoluto no puede alcanzarse por ningún procedimiento que conste de un número finito de pasos. Es posible acercarse indefinidamente al cero absoluto, pero nunca se puede llegar a él.



## 1.2 TEMPERATURA.

### **1.2.1 Concepto.**

**La temperatura** es una propiedad física del estado de los cuerpos, es decir el mayor o menor grado térmico (de calor) de los cuerpos. El calor siempre fluye de mayor a menor temperatura, de la misma forma que cuanto más caliente está un cuerpo, más elevada es su temperatura. Al poder determinarse como una sensación térmica, palpable por el sentido del tacto, podemos apreciar la manifestación de cuándo un cuerpo está más caliente que otro. Para poder medirla se utilizan los termómetros y existen diferentes escalas (centígrada, Reamur, Fahrenheit, Kelvin).

### **1.2.2 Diferencia entre calor y temperatura.**

Podemos decir que el calor es una forma de transferir energía, debido a la interacción de las moléculas de la materia, mientras que la temperatura es una manifestación del grado de calor que alcanzan los cuerpos (estado térmico de los cuerpos), magnitud discreta. Cuando se aplica calor a un material, el principal efecto que se observa en él es un cambio de temperatura. La temperatura es una variable termodinámica de estado condicionada al nivel calorífico que posee el cuerpo. La temperatura será su calentamiento, no la cantidad de calor en él.

### **1.2.3 Escalas de temperatura.**

Una escala termométrica se define estableciendo una relación entre la magnitud variable elegida y la temperatura, convencionalmente se eligen dos puntos fijos como base de la escala. Estos dos puntos coinciden con fenómenos fijos que se materializan siempre a la misma temperatura y condiciones normales (fusión y ebullición del agua a presión atmosférica normal). El intervalo de separación de estas dos temperaturas  $T_1$  y  $T_2$  se llama intervalo fundamental.

Debido a que una escala termométrica puede fijarse por diferentes criterios, en principio, nacieron diversas escalas de medición. Por ello en 1948, el Comité Internacional de Pesos y Medidas, acordó que toda la escala termométrica de medición de la temperatura debería corregirse para ser adaptada al grado escogido como legal. Hoy en día existen tres escalas más o menos utilizadas (centígrado o Celsius, Réamur-



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

en desuso- y Fahrenheit), más otra utilizada en entornos científicos (Kelvin). Dichas escalas comparten en principio los mismos puntos de referencia, fusión y ebullición del agua, pero lo que las distingue entre sí, son los diferentes criterios de aplicación para la división de la escala en partes iguales, con referencia al intervalo fundamental. Se denominan con el símbolo del grado seguido de la inicial de cada uno de los nombres de la escala, correspondiendo:

<b>Escala</b>	<b>Punto fusión hielo</b>		<b>Punto ebullición agua</b>	
Centígrada o Celsius (°C)	0 °C		100 °C	
Réaumur (°R)	0 °R		80 °R	
Fahrenheit (°F)	32 °F		212 °F	
Kelvin (escala absoluta) (°K)	273,15 °K		372,15 °K	
<b>Equivalencias</b>	<b>°F</b>	<b>°C</b>	<b>°R</b>	<b>°K</b>
Punto ebullición agua	212	100	80	373,15
Punto fusión agua	32	0	0	273,15
Cero absoluto	-459,7	-273,15	-218,52	0

La realización que une las escalas entre sí, para una misma temperatura, de forma que se pueden realizar los cálculos de paso de una escala a otra, indistintamente, es la siguiente:

$$^{\circ}\text{C}/100 = ^{\circ}\text{R}/80 = (^{\circ}\text{F}-32)/180 = (^{\circ}\text{K}-273,15)/100$$

### Escala Celsius

También llamada centígrada o centesimal, es la de uso más general, su intervalo fundamental hace coincidir el valor 0, al estado térmico del hielo fundente, y el valor 100, con el vapor de agua en ebullición. Se basa en que dichos fenómenos se producen siempre a la misma temperatura, con condiciones de presión y otras normales. La escala se divide en 100 partes iguales (grados), las temperaturas por debajo de 0°C se consideran negativas (bajo cero). Todo ello se refiere al termómetro patrón (termómetro de gas perfecto de volumen constante, ecuación gases perfectos):



$$P \times V = n \times R \times T$$

R → cte. gases perfectos. Debido al valor térmico depende de la sustancia.

V → volumen.

T → temperatura.

P → presión.

n → cantidad de moles.

#### Escala absoluta

Estudiando el termómetro de gas perfecto (patrón), las variaciones de presión del gas, cuando la temperatura media disminuye, la presión se reduce  $1/273$  de su valor, por cada grado Celsius que la temperatura disminuye. Al alcanzar las  $-273$  °C de índice, la presión no disminuye más, quedando nula, con lo cual  $-273$ °C es el punto por debajo del cual, no puede descender la temperatura, por ello se denomina cero absoluto y da origen a la escala Kelvin. Como la escala Kelvin está dividida en cien partes al igual que la Celsius, la relación de conversión será la siguiente:

$$T^{\circ\text{K}} = T^{\circ\text{C}} + 273,15^{\circ\text{C}}$$

### **1.2.4 Aparatos de medición.**

#### **• Termómetros.**

La temperatura se define o mide por números relativos, dependiendo del inicio y final del rango que delimita el intervalo fundamental y la subdivisión adoptada para dicho intervalo.

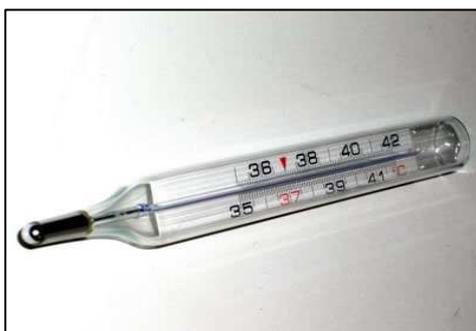
La medición precisa de la magnitud temperatura se realiza por medio de los termómetros. Para la graduación térmica se utilizan aparatos de poca masa para hacer más asequible las comparaciones. Su principio se basa en el hecho que muchas de las



propiedades de los cuerpos se modifican al variar la temperatura. Una de ellas, fácilmente observable, es el volumen de ahí que la mayoría de los termómetros estén basados en la observación del volumen de un líquido o gas.

- ***Termómetros de dilatación de líquidos.***

Es el instrumento más sencillo y corriente, consiste en un pequeño tubo de vidrio cerrado y graduado. Sirve de indicador la longitud de una columna de mercurio o alcohol contenido en el mismo. Al ser sustancias sensibles a las variaciones térmicas, como por ejemplo el mercurio al estar encerrado en un tubo, aumenta de nivel cuando se dilata por efecto del calor, ello permite medir la temperatura: asciende cuando se calienta y desciende cuando se enfría.



**Fig.8. Termómetro dilatación de líquidos.**

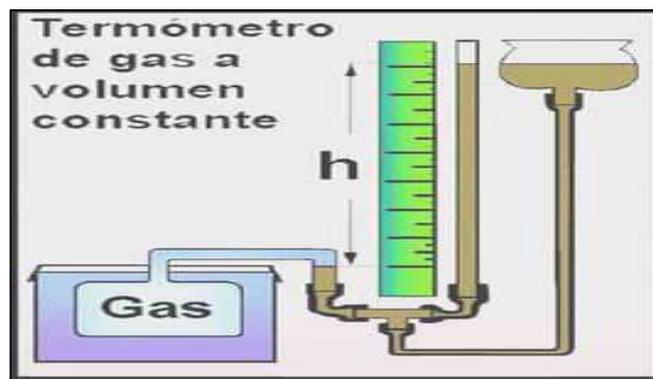
La solidificación del mercurio se produce a  $-39^{\circ}\text{C}$  y la ebullición a  $357^{\circ}\text{C}$ . Por ello normalmente para efectuar una nueva temperatura en los termómetros clínicos se sacuden, para que el mercurio vuelva a su posición original. Existen otras sustancias con temperaturas muy bajas, como el alcohol de tolueno y el pentano.

- ***Termómetro de gas.***

Determinan la temperatura a volumen constante y a presión constante, siendo más sensible el primero, por ello se utiliza más el de volumen constante. La propiedad que lo rige es la siguiente: el volumen de un gas es constante, paralelo a la temperatura. Si ésta aumenta lo hará a su vez la presión de forma proporcional.



El intervalo de estos termómetros es de  $-250$  a  $1000^{\circ}\text{C}$ , siendo de mayor sensibilidad que los de mercurio, al tener un coeficiente de dilatación de los gases mayor. No tiene aplicaciones industriales y son empleados en el campo científico. Los gases principales utilizados son hasta  $200^{\circ}\text{C}$  el Helio, entre  $200$  y  $300^{\circ}\text{C}$  el Hidrógeno y superiores a  $300^{\circ}\text{C}$  el Nitrógeno. Normalmente suele encerrarse en vidrio, al igual que el mercurio, pero para temperaturas mayores de  $500^{\circ}\text{C}$  se sustituye por platino.



**Fig.9. Termómetro de gas a volumen cte.**

- ***Termómetros de resistencia.***

Los termómetros de resistencia o termómetros a resistencia son transductores de temperatura, los cuales se basan en la dependencia de la resistencia eléctrica de un material con la temperatura, es decir, son capaces de transformar una variación de temperatura en una variación de resistencia eléctrica.

- ***Termopares.***

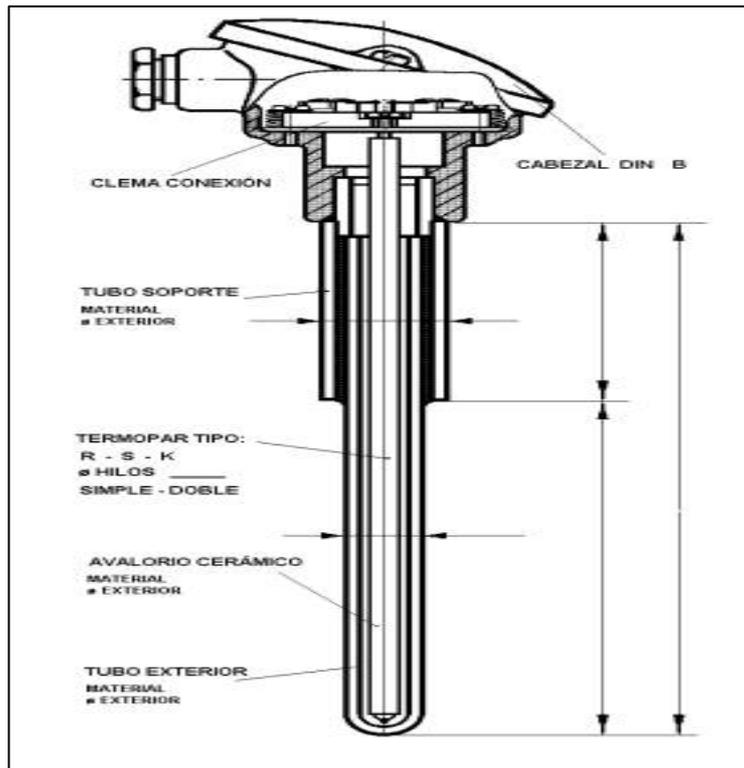
Un termopar es un dispositivo formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje (efecto Seebeck), que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado "punto caliente" o unión caliente o de medida y el otro denominado "punto frío" o unión fría o de referencia.

En instrumentación industrial, los termopares son ampliamente usados como sensores de temperatura. Son económicos, intercambiables, tienen conectores estándar y son capaces de medir un amplio rango de temperaturas. Su principal limitación es la



exactitud ya que los errores del sistema inferiores a un grado Celsius son difíciles de obtener.

El grupo de termopares conectados en serie recibe el nombre de termopila. Tanto los termopares como las termopilas son muy usados en aplicaciones de calefacción a gas.



**Fig.10. Termopar.**

• ***Pirómetro óptico.***

Un pirómetro óptico es un instrumento utilizado para medir la temperatura de un cuerpo. Funciona comparando el brillo de la luz emitida por la fuente de calor con la de una fuente.

El pirómetro consta de dos partes: un telescopio y una caja de control. El telescopio contiene un filtro para color rojo y una lámpara con un filamento calibrado, sobre el cual la lente del objetivo enfoca una imagen del cuerpo cuya temperatura se va a medir. También contiene un interruptor para cerrar el circuito eléctrico de la lámpara y una pantalla de absorción para cambiar el intervalo del pirómetro.



Este tipo de pirómetro óptico mide una temperatura que alcanza los 2.400 °F, pero existen otros más complejos que pueden alcanzar los 10.000 °F (5.538 °C) o más.

También existe otro tipo de pirómetro, llamado termoelectrico, que funciona de forma satisfactoria hasta los 3.000 °F (1.649 °C).



**Fig.11. Pirómetro óptico.**

• ***Termistor.***

Se detecta la temperatura con base a un termistor que varía el valor de su resistencia eléctrica en función de la temperatura. Un ejemplo son los termómetros que hacen uso de integrados como el LM35 (el cual contiene un termistor). Las pequeñas variaciones de tensión entregadas por el integrado son acopladas para su posterior procesamiento por algún conversor analógico-digital para convertir el valor de la tensión a un número binario. Posteriormente se despliega la temperatura en un visualizador.

## 1.3 CAMBIOS DE ESTADO DE LA MATERIA.

### **1.3.1 Causas.**

Se entiende por materia a todo aquello que ocupa espacio y está sujeto a la acción de la gravedad, es decir tiene masa, con lo cual se caracteriza por presentar un peso y una forma concreta en un determinado momento.



Las causas o factores que dependen, que una sustancia se encuentre en un estado físico determinado son:

- a) Del tipo de sustancia que estemos considerando.
- b) De la temperatura: calentando se puede transformar en vapor todo el agua de un puchero y, enfriando, esa misma agua se puede transformar en hielo.
- c) De la presión: si se somete una sustancia a grandes presiones, se puede conseguir que cambie de estado, aunque no se modifique la temperatura. El gas butano se encuentra en estado líquido dentro de la bombona que lo contiene, y se transforma en gas al salir de ella. Esto es debido a que la presión atmosférica es mucho menor que la presión a la que está envasado el butano.

### 1.3.2 Estado de la materia.

Aunque hoy en día se conocen seis estados de la materia (sólido, líquido, gaseoso, plasma, condensado de Bose-Einstein y el gas fermiónico), los más importantes son:

- ***Estado sólido.***

En este estado la materia tiene forma y volumen propio y constante, mantienen posiciones fijas y la distancia interatómica permanece constante formando redes cristalinas, esto es debido a que las fuerzas de atracción entre los átomos son mucho mayores a las de repulsión.



**Fig.12. Estado sólido de la materia.**

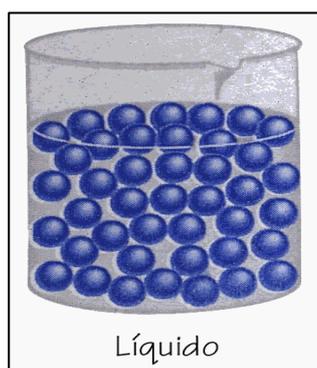


• *Estado líquido.*

El estado molecular de un líquido es más compacto que los gases, no obstante las moléculas de un líquido se encuentran en constante movimiento, dependiendo esta movilidad de su temperatura interior, y constantemente fluyen moléculas del seno del líquido al espacio, este hecho se traduce en que parte de estas moléculas permanecen en el aire mientras otras chocan y vuelven al seno del líquido.

Si el líquido se encuentra al aire libre estas moléculas que escapan reciben el nombre de vapor. Si el líquido se encuentra en un recipiente cerrado llegará un momento en el cual las moléculas que escapan del líquido serán igual al número de ellas que retornan y a este estado de equilibrio se le denomina presión de vapor y es aquella que lógicamente ejerce el vapor emanado sobre el recipiente que lo contiene y se mide en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ .

Si aumentamos la temperatura del líquido (al aire libre), su presión de vapor irá aumentando hasta que se iguale a la atmosférica ( $1\text{Kg}/\text{cm}^2=1\text{At}$ ), en este punto la presión atmosférica se opondrá a la evaporación y es cuando se produce la ebullición del líquido. A la temperatura a que se alcanza dicho equilibrio se la denomina temperatura de ebullición del líquido.



**Fig.13. Estado líquido de la materia.**

• *Estado gaseoso.*

El estado gaseoso es en la forma más dispersa que nos podemos encontrar a la materia, es decir, las moléculas estarán muy alejadas entre sí y es por ello que son fácilmente manejables (podemos variar su forma y volumen sin grandes dificultades).



**Fig.14. Estado gaseoso de la materia.**

**•Nomenclatura de los cambios de estado:**

Los cambios de estado que pueden darse son:

**-Progresivos:** son los que se producen en un cuerpo cuando éste absorbe calor.

Existen tres cambios de estado progresivos:

- a) Fusión: de sólido a líquido por aporte de calor.
  
- b) Vaporización: es el paso del estado líquido al estado gaseoso por aporte de calor, ya sea lento o rápido el proceso, llamándose evaporización o ebullición.
  
- c) Sublimación progresiva: es el paso directo de sólido a gas sin pasar por líquido, por aporte de calor.

**-Regresivos:** son los que se producen en un cuerpo cuando éste desprende calor. Existen cuatro cambios de estado regresivo:

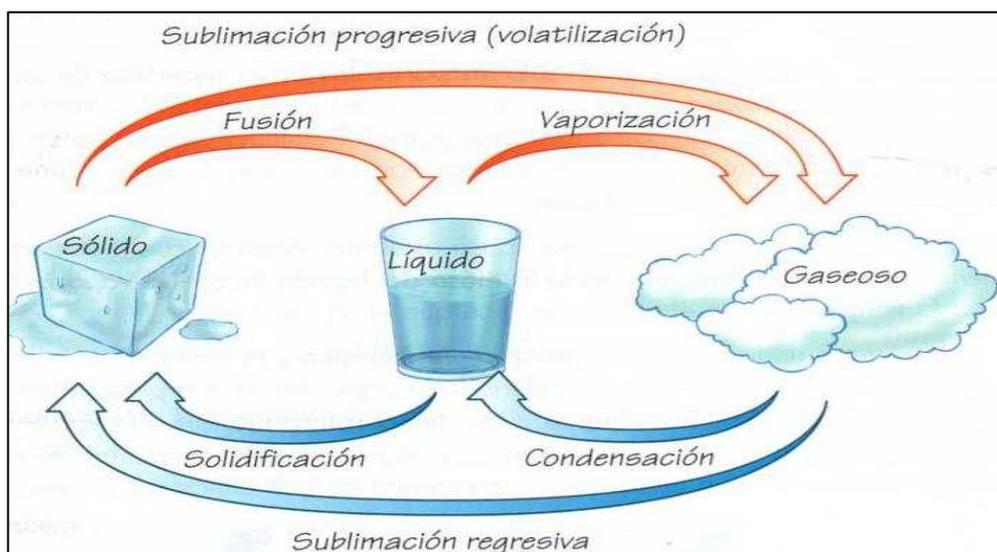
- a) Solidificación: es el paso de líquido a sólido por enfriamiento.



b) Condensación: es el paso de gas a líquido o sólido por enfriamiento.

c) Licuefacción o licuación: es el paso de gaseoso a líquido por enfriamiento.

d) Sublimación regresiva: es el paso directo de gas a sólido.



**Fig.15. Esquema cambios de estado.**

## 1.4 CONCEPTO DE COMBUSTIÓN.

La combustión es una reacción exotérmica de oxidación, en la cual concurren dos productos, uno combustible en fase condensada o gaseosa o ambas a la vez, y un oxidante del combustible.

Si la combustión transcurre en fase condensada produce incandescencia, mientras que si lo hace en la fase de vapor produce llama visible. Cuando el fenómeno



transcurre en un recinto cerrado, aumenta rápidamente la presión y puede originar explosiones. Por ejemplo, la vida animal es una combustión lenta y controlada (oxidación).

Se llama **combustión espontánea** a la que se produce naturalmente en diversas sustancias sin previa aplicación de un cuerpo inflamado, únicamente por elevación de la temperatura ambiental.

La **combustión incompleta** se manifiesta por cuerpos parcialmente quemados, generando partículas de carbón, gases y vapor. La combustión incompleta es un proceso de transformación de la energía de un sistema físico en otras formas no utilizables, por descomposición de los elementos que han ido participando en la combustión, generando gases y vapores.

Entre los factores que influyen en la combustión están la temperatura, la humedad del material (higroscopicidad) y ambiental, la disgregación del material, la superficie de contacto, la magnitud (extensión, superficie o volumen del material ardiendo), la forma física y tamaño del material, el tiempo de exposición del material a focos de ignición, la facilidad de autocombustión de algunas sustancias al contacto con el aire (piróforas), etc.

### 1.4.1 Inicio.

Aunque los procesos de combustión son muy complejos, se pueden representar mediante un triángulo en el que cada uno de sus lados representa a uno de los tres factores esenciales para producir un fuego: combustible, comburente y temperatura a nivel suficientemente alto, tal como se representa en la figura adjunta.



**Fig.16. Triangulo del fuego.**



- **Combustible.**

Todas aquellas sustancias que no han alcanzado su máximo grado de oxidación, van a constituir el grupo de los combustibles, desde un punto de vista práctico, todos aquellos materiales que contengan Carbono o Hidrógeno pueden ser oxidados (existiendo estos elementos en elevadas proporciones en los líquidos y gases de origen orgánico).

Por lo que podemos decir que este agente reductor se puede oxidar y perder los electrones.

- **Comburente.**

Se considera comburente toda aquella mezcla de gases en la cual el oxígeno está en proporción suficiente para que en su seno se inicie y desarrolle la combustión. El comburente más normal es el aire, que contiene aproximadamente un 21% en volumen de oxígeno.

Algunas sustancias químicas desprenden oxígeno bajo ciertas condiciones ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KClO}_3$ , etc.), son agentes oxidantes cuya presencia puede provocar la combustión en ausencia de comburente. Otros productos, como la nitrocelulosa arden sin ser necesaria la presencia del aire por contener el oxígeno en su propia estructura molecular. También el cloro y el flúor pueden actuar como oxidantes. Para que se desarrolle la combustión, en procesos normales, debe de existir una proporción mínima de oxígeno en el ambiente.

- **Energía de activación.**

Para que una combustión tenga lugar necesitamos lo que se denomina energía de activación, que será la que active las moléculas del combustible y así reaccionen con el comburente. Con lo cual es la mínima energía necesaria por los productos para que se inicie la reacción.

Dicha energía se aporta por los focos de ignición: físicos, químicos, mecánicos y eléctricos.



**Según la diferencia de aporte de energía a la mezcla podemos clasificar en:**

-Puntos calientes: energías de baja temperatura independiente de extensión e intensidad. No inflamarán el combustible si la temperatura de la superficie es inferior a la de inflamación del combustible.

-Llamas: energías de alta temperatura, extensión y larga duración. Dichos focos son los más peligrosos, pues seguramente iniciarán y desarrollarán el incendio si hay combustible preciso.

-Chispas: energías de muy alta temperatura, pequeña extensión y corta duración. Se puede superar en un punto la temperatura de autoignición y que la combustión se propague (gases, vapores y polvos aéreos) o no (madera).

#### **1.4.2 Mantenimiento.**

El triángulo del fuego se aceptó durante mucho tiempo. Sin embargo muchos fenómenos anómalos no podían explicarse completamente en base a este triángulo. Para poder explicar tales fenómenos, es necesario incluir un cuarto factor: la existencia de reacciones en cadena. Por ello se ha propuesto una nueva representación, que comprende las condiciones necesarias para que se produzca un fuego, en forma de tetraedro, representado en la figura adjunta. La razón para emplear un tetraedro y no un cuadrado es que cada uno de los cuatro elementos está directamente adyacente y en conexión con cada uno de los otros tres. Retirar uno o más de los cuatro elementos del tetraedro hará que éste quede incompleto y, por consiguiente, el resultado será la extinción.

Para este caso además de los factores antes explicados en el apartado anterior hay que sumar la reacción en cadena:



- **Reacción en cadena.**

Es el proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de la mezcla combustible-comburente. De la energía desprendida en la reacción, parte es disipada al ambiente provocando los efectos térmicos derivados del incendio y el resto clienta a más productos reaccionantes aportando la energía de activación precisa para que el proceso continúe. Si esta última energía no es suficiente, el proceso se detiene y si es superior a la necesaria el proceso se acelera.

A nivel molecular, la energía de activación permite que los productos reaccionantes distiendan sus enlaces formándose partículas de gran actividad que reciben el nombre de radicales libres que provocan la reordenación de átomos, grupos de átomos y partículas activas dando lugar a los productos de reacción.

La reacción en cadena está asegurada siempre y cuando el aporte energético sea suficiente y exista.



**Fig.17. Tetraedro del fuego.**

### **1.4.3 Características de la combustión.**

#### **1.4.3.1 Tipos de propagación.**

Múltiples ejemplos de la vida cotidiana nos enseñan que el calor pasa de unos cuerpos a otros, y siempre lo hace del cuerpo más caliente al más frío. El calor puede transferirse mediante los siguientes mecanismos: conducción, convección y radiación.

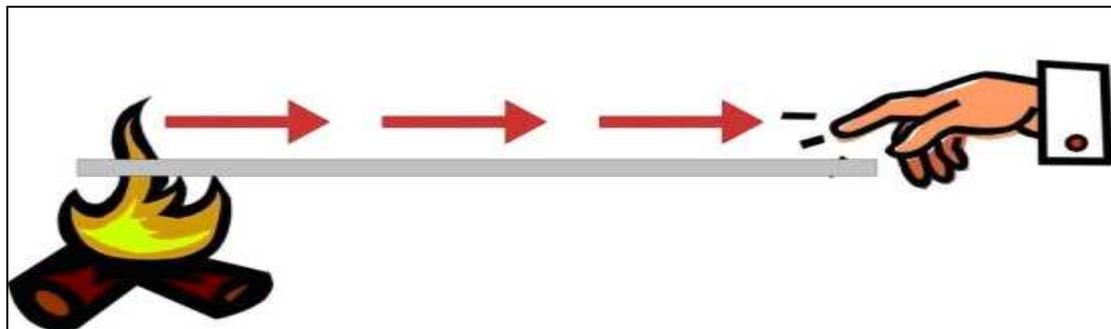
a) **Conducción:** Se llama conducción a la transferencia de calor por contacto. Consiste en una transferencia de calor realizada por intercambio de energía entre las partículas próximas, sin desplazamiento de las mismas.



Esta forma de transferencias del calor tiene lugar mediante el suministro de energía de una partícula a otra por contacto, lo que justifica que, por lo general, sea un proceso lento. Es la forma normal de propagación del calor en los cuerpos sólidos.

La rapidez de la conducción depende también del material utilizado y, para expresarlo en términos más precisos, de su conductividad térmica, que es la capacidad de una sustancia para conducir el calor.

Un ejemplo de esta forma de propagación queda demostrado al aplicar una llama al extremo de una varilla metálica; al cabo de cierto tiempo llegará calor hasta el otro extremo, donde la tenemos sujeta.

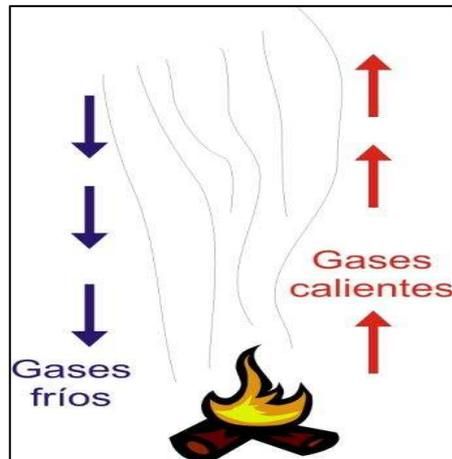


**Fig.18. Propagación del calor mediante conducción**

b) **Convección:** Este mecanismo consiste en la transmisión de calor por la mezcla de una parte de un fluido (líquido o gas) con otra que tiene menos temperatura para que se produzca esta mezcla tiene que haber movimiento del fluido, de ahí que no se pueda dar este mecanismo en los sólidos.

Un mismo fluido (líquido o gas), tiene menos densidad (pesa menos), cuanto mayor sea su temperatura.

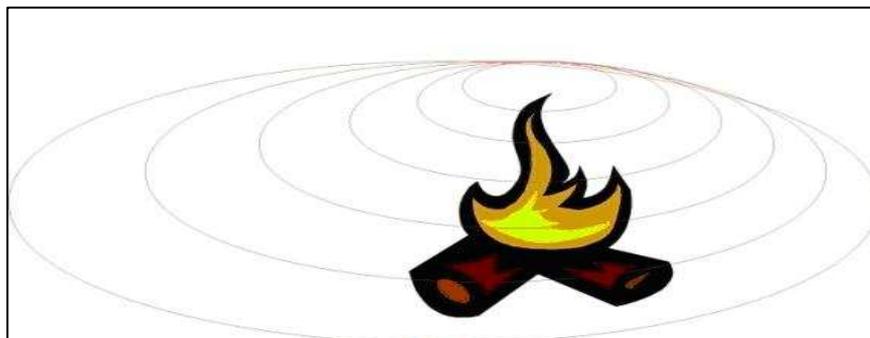
La convección tiene muchísima importancia en el desarrollo en vertical de los incendios, y suele ser la causante de la propagación del incendio en la mayoría de los casos.



**Fig.19. Propagación del calor mediante convección.**

c) **Radiación:** Es la transferencia de calor sin intervención de partículas materiales que transporten el calor, ya que tienen lugar mediante ondas electromagnéticas y, por tanto, puede realizarse incluso en el vacío. Estas ondas son emitidas por los cuerpos calientes en línea recta y en todas direcciones, se mueven a través del aire y no se ven afectadas por el viento, penetran superficies transparentes y translúcidas, incluyendo el cristal y el agua, transportan energía y ésta es tanto mayor cuanto más lo sea la temperatura de aquellos.

El calor irradiado puede ser reflejado en parte por ciertos objetos, tales como planchas metálicas o superficies pulidas, y es absorbido más rápidamente por las superficies oscuras que por las de colores claros.



**Fig.20. Propagación del calor mediante radiación.**



#### **1.4.3.2 Tipos de combustión según la velocidad de propagación.**

Se entiende como velocidad de propagación, a la velocidad de avance del frente de reacción, es decir la velocidad lineal de propagación del frente que separa la zona no destruida de los productos de la reacción. En base a dicho parámetro las reacciones se clasifican en:

##### **a) Oxidación lenta.**

La reacción transcurre de forma que la energía desprendida es disipada en el medio sin producir un aumento de temperatura (no existe reacción en cadena). Ejemplos: la oxidación del hierro o el amarilleado del papel.

##### **b) Combustión simple.**

La velocidad de reacción es apreciable visualmente pero se mantiene inferior a 1 m/seg. La energía desprendida es en parte disipada en el ambiente y el resto se invierte en activar la mezcla comburente-combustible manteniendo la reacción en cadena. Las reacciones que transcurren en los incendios normales son de este tipo. Ejemplos: las combustiones de papel, madera, etc.

##### **c) Explosión.**

El término explosión se aplica de manera genérica a aquellos fenómenos que conllevan la aparición de ondas de presión que causan fenómenos destructivos.

Los especialistas en el tema, en lo que se refiere a explosiones por reacción química, denominan explosiones a las combustiones que por su velocidad de propagación producen aumentos de presión, provoquen o no fenómenos destructivos. Las deflagraciones y detonaciones son por tanto explosiones. Las explosiones se pueden categorizar como deflagraciones si la velocidad de propagación es subsónica y detonaciones si son supersónicas.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Combustión deflagrante o deflagración: la velocidad de propagación es superior a 1m/seg e inferior a la velocidad del sonido (subsónica) en el medio. Aparecen los medios de presión con valores comprendidos entre 1 y 10 veces la presión inicial, las ondas de presión generadas se mantienen paralelas entre sí sin discontinuidades, generando efectos sonoros o flashes (Presión  $\rightarrow$  1 atmósfera =  $1 \text{Kg/cm}^2 = 1 \text{Bar}$ ).

La velocidad del sonido es la velocidad de propagación de las ondas.

La velocidad del sonido varía dependiendo del medio a través del cual viajen las ondas.

En general la velocidad del sonido es mayor en los sólidos que en los líquidos y en los líquidos es mayor que en los gases.

-La velocidad del sonido en el aire (a una temperatura de 20°C) es de 340m/s (1.224km/h).

-En el agua es de 1.600m/s.

-En la madera es de 3.900m/s.

-En el acero es de 5.100m/s.

Son ejemplos de deflagraciones de vapor de líquidos inflamables, las de mezclas aéreas de polvos combustibles, las mechas lentas, gasolinas en mecheros, pólvora, gas en cocinas, etc.

- Combustión detonante: la velocidad de propagación es superior a la velocidad del sonido (supersónica) en el medio. Las ondas de presión generadas sufren una discontinuidad que provoca la aparición de una onda de choque que, en ocasiones, puede alcanzar hasta 100 veces la presión inicial.

El frente de llamas, que en la deflagración sufre un corto retraso respecto al frente de presiones que le precede, acompaña en el caso de las detonaciones al frente de presión por ser la onda de choque la que aporta la energía de activación a la masa reaccionante. Los efectos sonoros son superiores. Ejemplos: los explosivos industriales



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

detonantes y la combustión de mezclas aéreas de gases y vapores en especiales circunstancias, dinamita, trilita, goma 2.

- Otros tipos de explosiones:

**BLEVE:** La palabra bleve atiende a las siglas inglesas *Boiling Liquid Expanding and Vapor Explosión*, es decir explosiones producidas por vapores en expansión de líquidos en ebullición. Este fenómeno se da generalmente en los recipientes que contienen gases licuados inflamables expuestos a la acción del fuego, sin embargo no solamente tienen lugar en combustibles inflamables sino que puede darse en calderas de agua, ollas a presión, etc. Es decir, los mecanismos de liberación de energía son puramente físicos, incluyendo los efectos de los proyectiles del recipiente y explosiones.

Si además el líquido es inflamable o combustible liberará gran energía térmica al ponerse en contacto con el medio ambiente, por ello la combustión de los materiales inflamables será una consecuencia secundaria de la bleve.



**Fig.21. Blevé.**

**BOIL OVER:** Se conoce como rebosamiento por ebullición (*boil over* en inglés) al exceso (rebotar) violento de un líquido combustible incendiado, el que generalmente puede ser petróleo crudo, cuya densidad y punto de ebullición son, respectivamente inferior y superior a los del agua, producido por la ebullición brusca de la capa de agua existente en el fondo del recipiente que lo contiene.



La destilación del líquido genera residuos viscosos, cuya densidad es superior a la del líquido y cuya temperatura es superior a la del punto de ebullición del agua. Los residuos forman una capa llamada "ola caliente", que desciende por el tanque lentamente, aunque a una velocidad superior a la de la bajada del nivel de la superficie del líquido debido a su combustión. Cuando la ola caliente alcanza la capa de agua, provoca una ebullición brusca. El vapor generado expulsa violentamente del recipiente al líquido incendiado.

Para una mejor comprensión de este fenómeno hay que señalar que cuando el frente calórico (onda caliente) que desciende cuando el tanque está incendiado y hace contacto con el agua contenido en el fondo, cada partícula de agua se expande 1600 veces su volumen, lo que ocasiona una presión tal, que empuja violentamente el crudo hacia arriba, ya que ésta es la salida más frágil, expulsando el crudo hacia todos los lados, a una distancia aproximadamente de 100 metros o más.

**FLASH OVER (o CSG COMBUSTIÓN SÚBITA GENERALIZADA):** Se define al "Flash-Over" como la transición a un estado de participación total de la superficie en un fuego de materiales combustibles dentro de un recinto.

Ese fenómeno, de "Flash-Over" corresponde a un nivel de incendio generalizado en la etapa de desarrollo del incendio. Es el punto crítico de la evolución de un incendio. Este fenómeno, que puede ser calificado de explosivo y devastador se produce al inflamarse los gases calientes acumulados dentro de un local, lo que provoca una deflagración y un brutal aumento de la temperatura hasta alcanzar valores que oscilan entre 500 y 1.000°C.



**Fig.22. Flashover.**



**BACKDRAFT:** Llamado también *explosión de gases de humo*, es una situación que puede ocurrir cuando un fuego necesita oxígeno; por lo cuál la combustión cesa pero siguen habiendo gases y humo combustible con temperatura alta.

Si el oxígeno se reintroduce al fuego, por ejemplo abriendo una puerta en un cuarto cerrado, la combustión puede recomenzar dando por resultado un efecto explosivo, mientras que los gases se calientan y aumentan su volumen súbitamente. Este efecto es la base para la explosión del humo.

Las señales características que le preceden incluyen el humo amarillo o marrón, el humo que emana de los agujeros pequeños de las salidas en los soplos - una clase de efecto de respiración - y que se encuentran a menudo alrededor de los bordes de puertas y ventanas que aparecen marrones o negras cuando se ven desde el exterior.

Estos colores más oscuros son causados por la combustión incompleta. Si el cuarto contiene muchos rastros de hollín, indica que carece de bastante oxígeno para permitir la combustión. Los bomberos miran a menudo si hay hollín en el interior de ventanas y en grietas alrededor del cuarto. La ventana pudo haberse agrietado debido al calor. Las ventanas de la estructura pueden también tener una vibración leve debido a los diferenciales de presión. El ambiente circundante estará extremadamente caliente.

En la siguiente imagen se muestran las condiciones dadas antes de producirse el backdraft.



**Fig.23. Condiciones pre-backdraft.**

### **1.4.3.3 Límites de inflamabilidad.**

Para que sea posible la ignición, debe existir una concentración de combustible suficiente en una atmósfera oxidante dada. Una vez que se inicia la combustión es



imprescindible un aporte continuo de combustible y de comburente para que se mantenga.

Pero no todas las mezclas combustible-comburente son susceptibles de entrar en combustión, sino que solamente reaccionarán algunas mezclas determinadas. Se definen los límites de inflamabilidad como los límites extremos de concentración de un combustible en mezcla con un comburente.

a) Límite superior de inflamabilidad (LSI).

Es la máxima concentración de vapores de combustible en el aire, por encima de la cual no se produce la combustión, es decir, la mezcla es demasiado pobre en comburente para arder.

b) Límite inferior de inflamabilidad (LII).

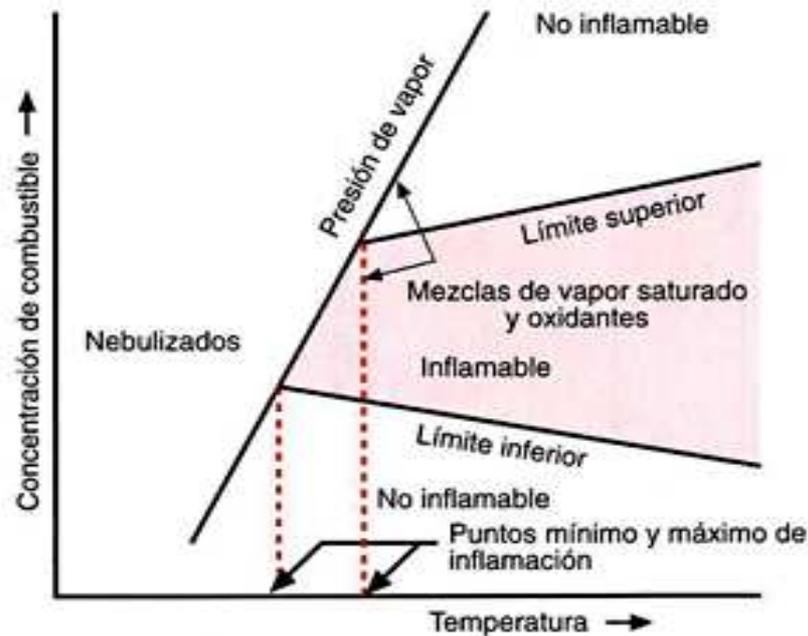
Es la mínima concentración de vapores de combustible, en mezcla con el aire, por debajo de la cual no se produce la combustión, es decir, la mezcla es demasiado pobre en combustible para arder.

Estas concentraciones se expresan en porcentaje (%), en volumen de vapores de combustible en mezcla con un comburente (normalmente aire).

c) Rango de inflamabilidad.

Las concentraciones intermedias entre LSI y LII están incluidas en el llamado rango de inflamabilidad, y son todas las mezclas capaces de entrar en combustión.

Los límites de inflamabilidad son variables con la temperatura. Así, al aumentar la temperatura de la mezcla se ensancha el rango de inflamabilidad al disminuir la temperatura, el margen se estrecha. Por lo tanto, al disminuir la temperatura, una mezcla inflamable puede dejar de serlo, al quedar situada por encima o por debajo de los límites de inflamabilidad, según las condiciones ambientales.



**Fig.24. Gráfico concentración de combustible-Tª**

Producto	Punto de inflamación en °C	Temperatura de autoignición en °C	Límites de inflamabilidad en % de volumen en aire	
			Inferior	Superior
Acetona	-9,4	540	3	13
Acetileno	Gas	335	2,5	90
Acido acético	42,8	426,7	5,4	16 a 100 °C
Acido etílico	14	422,8	4,3	19
Butano	Gas	430	1,5	9
Gasolina 100 octano	-37,8	456,1	1,4	7,4
Glicerina	160	392,8	---	---

**Fig.25. Tabla límites de inflamabilidad.**

#### 1.4.3.4 Temperaturas características.

a) Temperatura ebullición: es la temperatura en que la presión de vapor de un líquido iguala a la presión atmosférica existente en su superficie. Podemos decir que es la temperatura en la que un líquido empieza a emitir vapores con suficiente velocidad para decir que hierve.

El punto de ebullición está inversamente relacionado con la presión de vapor, de modo que, sustancias con una elevada presión de vapor presentan un bajo punto o temperatura de ebullición.

b) Temperatura de inflamación (Flash Point): es la mínima temperatura en grados centígrados a 760mm de Hg, a la que una sustancia combustible, en contacto con el aire, puede emitir suficiente vapor para que la mezcla aérea alcance el límite inferior de inflamabilidad,



siendo por tanto susceptible de inflamarse mediante el aporte de una energía de activación externa.

c) Temperatura de autoignición o autoinflamación (Autoignition Point): es la mínima temperatura en grados centígrados a 760 mm de Hg, a la que un combustible arde espontáneamente en el aire sin precisar de una energía de activación externa.

Combustible	T <sup>a</sup> . Inflamación	T <sup>a</sup> . Ebullición	T <sup>a</sup> . Autoinflamación
Gasolina	-40°C	60°C	450°C
Gasoil	60°C	300°C	330°C
Butano	-60°C	-0,5°C	287°C
Acetona	-18°C	56°C	465°C
Alcohol etílico	12,8°C	78°C	423°C
Propano	-49°C	-42°C	450°C
Tolueno	4,4°C	110°C	480°C
Glicerina	160°C	290°C	370°C
Metano	-182°C	-161°C	537°C

**Fig.26. Tabla T<sup>as</sup> características.**

#### **1.4.4 Mecanismos de extinción.**

Atendiendo a los cuatro parámetros que definen un fuego (tetraedro del fuego), podemos clasificar en cuatro los métodos de extinción:

1º) **Por enfriamiento:** Este método actúa contra el calor, tratando de bajar la temperatura a un nivel en que los materiales combustibles ya no puedan desprender gases y vapores inflamables. Uno de los mejores elementos para lograr esto es el agua.



**Fig.27. Eliminación del calor.**

2º) **Por sofocación:** En este caso, se trata de eliminar el oxígeno, con lo cual el fuego ya no puede mantenerse. El uso de mantas para cubrir el fuego es una aplicación de este sistema. Las espumas especiales que usan los Bomberos en fuegos de hidrocarburos (como petróleo o gasolina), también actúan de este modo.



**Fig.28. Eliminación oxígeno.**

3º) **Por dispersión o aislamiento del combustible:** En este caso, tratamos de evitar que el combustible se encienda, alejándolo del lugar, impidiendo que llegue hasta él o poniendo barreras para que el fuego no lo alcance.

El fuego no puede continuar, porque no tiene combustible que quemar. Las paredes "cortafuegos", el cierre de las llaves de paso de combustibles, o el corte de la vegetación antes de que llegue el fuego en un incendio forestal son formas de aplicar este método.



**Fig.29. Eliminación combustible.**



4º) **Por inhibición de la reacción en cadena:** Finalmente, al interrumpir la reacción en cadena mediante ciertas sustancias químicas, el fuego tampoco puede continuar y se extingue. Los extintores de polvo químico y de halón funcionan mediante este método.

**ROTURA DE LA REACCIÓN EN CADENA**



**REACCIÓN EN CADENA**

**Fig.30. Rotura reacción en cadena.**

## 1.5 PRODUCTOS DE LA COBUSTIÓN.

Los productos de combustión pueden dividirse en cuatro grupos: gases de combustión, llamas, calor y humo. Tienen múltiples efectos fisiológicos sobre los seres humanos, siendo los más importantes, las quemaduras y los efectos tóxicos que resultan de la inhalación del aire caliente y los gases.

### **1.5.1 El humo.**

El humo es una suspensión de partículas sólidas en un gas. Los gases productos de la combustión, contienen fundamentalmente monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua; estos gases mezclados con el aire ambiental, forman una mezcla en la cual están en suspensión partículas de hollín, alquitrán y minúsculas partículas de materia no quemada. La suspensión de aquellas partículas que entren en el campo visible y las finas gotas de agua producto de la evaporación forman lo que normalmente se denomina humo.

La formación de humo es favorecida:

-Por la combustión incompleta, que favorece que los productos se descompongan.



-La humedad de los materiales, que favorece a su vez la combustión incompleta.

-La naturaleza de los materiales en combustión.

Al igual que las llamas, las distintas coloraciones del humo nos pueden decir qué sustancias son las que arden. Por ejemplo:

- Humos blancos → resultan de la combustión de productos vegetales, forrajes, etc.
- Humos amarillos → provienen de sustancias químicas que contienen azufre.
- Humos grises → como resultado de la combustión de compuestos celulósicos, fibras artificiales.
- Humos negros → indican la presencia de productos derivados del petróleo como cauchos, hidrocarburos, etc.
- Humos con coloraciones anómalas como el rojo o violeta → presencia de gases altamente tóxicos.

### **1.5.2 El CO (monóxido de carbono).**

El monóxido de carbono (CO) es el gas más peligroso en la atmósfera de un incendio. A pesar de no ser el más tóxico de los gases que resultan de la combustión, su abundancia y el hecho de ser incoloro, inodoro e insípido, le convierten en el principal peligro.

En condiciones de combustión controladas, el carbono de la mayor parte de las materias orgánicas, puede oxidarse por completo y convertirse en anhídrido carbónico, si hay oxígeno suficiente. Pero como en las condiciones incontroladas de un incendio accidental, la disponibilidad de oxígeno no es siempre óptima, parte del carbono se oxida incompletamente y se convierte en monóxido de carbono.



La toxicidad del CO se debe, fundamentalmente al poder de combinación que tienen con la hemoglobina de la sangre, formando carboxihemoglobina (COHb), lo que produce una disminución del abastecimiento de oxígeno a los tejidos humanos.

La exposición de este gas venenoso a 1,3% puede causar la pérdida del conocimiento en solamente dos o tres inhalaciones y la muerte en pocos minutos.

### **1.5.3 El CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico).**

El dióxido de carbono se considera tóxico por sí mismo. En cualquier caso, se genera en grandes cantidades en los incendios y la elevación de sus niveles en aire implica, normalmente, que se alteren las concentraciones de otros gases presentes en el mismo, es decir, reduce la concentración de oxígeno ambiental y, en consecuencia, aumenta el ritmo de la respiración (concentraciones de un 2% de CO<sub>2</sub> en aire, puede aumentar el ritmo respiratorio en un 50% aproximadamente).

Puesto que una alta concentración de CO<sub>2</sub> aumenta el ritmo de la respiración, aumenta, simultáneamente, el ritmo de inhalación de otros gases que pudieran estar presentes, incrementando el peligro. Por lo que se puede decir que los efectos perjudiciales del dióxido de carbono sobre los seres humanos son más indirectos que directos.

### **1.5.4 Otros.**

- Llamas: podemos definir llama, como un fenómeno luminoso que acompaña generalmente a la combustión de una sustancia gaseosa, o de una finísima suspensión de partículas líquidas o sólidas, cuando arden mezcladas con el oxígeno del aire, de ahí que la llama se considere un producto distinto de la combustión.

Los gases combustibles son generalmente hidrocarburos o compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, por ello, el producto de su combustión consta principalmente de anhídrido carbónico y vapor de agua. En la mayoría de llamas se forma además, partículas de hollín, constituidas por átomos de carbono. Dichas partículas se ponen incandescentes por el calor de la llama y dan a ésta su luminosidad.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

El color de una llama depende del material que se quema, aunque la temperatura juega también un papel determinante. Una llama su color a medida que aumenta la generación de calor y la intensidad del fuego, pudiendo sufrir una transición de rojo tenue (llamas más frías), a naranja y amarillo y, finalmente a blanco, en el punto más caliente. Realmente esta transición es más de brillantez que de color: cuanto más fulgurantes y blancas sean las llamas, más temperatura e intensidad posee el fuego.

- Calor: el calor es el principal responsable en la propagación de un fuego, principalmente por los tres medios conocidos, conducción, convección y radiación.

Los riesgos fisiológicos por exposición al calor, comprenden desde lesiones leves hasta la muerte. Se puede tolerar el aire a temperatura elevada, hasta cierto límite determinado por la humedad del aire, la protección que preste la vestimenta y la actividad física que se esté realizando. Cuanto mayor sea la humedad del aire respirado, menor es el nivel de temperatura del aire que se puede soportar. En presencia de humedad, a temperaturas entre 60°C y 70°C, en unos minutos nos causaría la muerte.

- Gases: el principal efecto de los gases del incendio está en su toxicidad por inhalación, a veces, incluso en bajas concentraciones. La toxicidad se ve incrementada porque generalmente, los gases inhalados suelen tener una temperatura elevada y poco contenido en oxígeno. Aunque no existen estadísticas sobre las causas exactas de muertes debidas al fuego, se reconoce en general, que los incendios, los fallecimientos producidos por inhalación de gases o aire caliente, son mucho más numerosos que el total de muertes debidas a todos los demás agentes en conjunto.

La cantidad y tipos de gases de combustión durante y después de un incendio, varía fundamentalmente con la composición química del material en combustión, con la cantidad de oxígeno disponible y con la temperatura.

La causa principal de muerte en los incendios, viene determinada por la toxicidad de los siguientes gases:



-Acroleína (aldehído acrílico): es un irritante sensorial y pulmonar, particularmente potente, que se presenta en muchos incendios. Es emitida por los rescoldos de todos los materiales celulósicos y también en la pirólisis del polietileno. Resulta irritante en extremo, y en concentraciones muy bajas de unas cuantas p.p.m, produce irritación de ojos y a veces incapacidad psíquica.

-Fosgeno: es muy tóxico, pero no suele estar, o si lo está sólo en cantidades menores, en los productos de la combustión de los materiales ordinarios. Es uno de los productos de combustión de los materiales clorados.

-Ácido clorhídrico (ClH): se forma en la combustión de materiales con contenido en cloro, siendo el más destacado, el cloruro de polivinilo (PVC). Al igual que la acroleína, es un potente irritante sensorial y pulmonar.

-Óxidos de nitrógeno (NOx): la combustión de materiales en aire siempre genera óxidos de nitrógeno. Se producen por quema del combustible, y como resultado de la reacción a alta temperatura del oxígeno y el nitrógeno del aire. Aunque existen al menos ocho óxidos de nitrógeno, el óxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), son los que están presentes en mayores cantidades. El NO<sub>2</sub> es mucho más reactivo y extremadamente tóxico.

-Cianuro de hidrógeno: el cianuro de hidrógeno o ácido cianhídrico es un gas muy tóxico. Se pueden formar cantidades realmente importantes, con la combustión incompleta de ciertos materiales que contienen nitrógeno, tales como lana, seda, el poliuretano, poliamidas y acrílicos. Su naturaleza altamente tóxica, está determinada más por su rápida acción que por su mínima dosis letal. El HCN actúa rápidamente y es aproximadamente 20 veces más tóxico que el CO. No se combina con la hemoglobina, pero inhibe la asimilación de oxígeno por las células. En bajas concentraciones desprende olor a almendras amargas, mientras que en concentraciones elevadas tiene un olor difícil de soportar.



-Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ): los incendios sin producción de llama de muchos materiales sintéticos, producen a menudo amoníaco. El amoníaco es un gas tóxico de penetrante olor, que hace que la gente huya de atmósferas ricas en él, ya que produce efectos extremadamente irritantes en ojos, nariz, garganta y pulmones.

-Sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ): resulta de la combustión incompleta de materias, que contienen azufre, tales como pieles, cabello, carne, madera, goma, etc. Su presencia se detecta inmediatamente por su olor a huevos podridos. Si no se huye con velocidad, el sentido del olfato se paraliza rápidamente y se produce un envenenamiento intenso a concentraciones muy pequeñas.

-Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ): es el producto final de la oxidación de materiales que contienen azufre, como la lana, goma o algunas maderas. Es muy irritante para los ojos y los órganos respiratorios.

## 1.6 CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS.

A pesar de que los elementos que componen un fuego son siempre los mismos, éste adquiere características sustancialmente diferentes según el combustible que se quema. Según la norma UNE-EN 2, clasifica los fuegos en:

### **1.6.1 Sólidos inflamables.**

- *Fuegos de clase A*: son los fuegos de materia sólida, generalmente de tipo orgánica o aquéllos que tienen alto punto de fusión, cuya combustión suele tener lugar con formación de brasas: madera, papel, trapos, etc.

### **1.6.2 Líquidos inflamables.**

- *Fuegos de clase B*: son los fuegos de materias líquidas o que se licúan con el calor (sólidos de bajo punto de fusión o sólidos grasos), no se producen brasas: gasolinas, aceites grasas, pinturas.



### **1.6.3 Gases inflamables.**

- *Fuegos de clase C:* son fuegos de gases combustibles (inflamables): propano, butano, gas natural, etc.

### **1.6.4 Metales característicos.**

- *Fuegos de clase D:* son los fuegos de metales de características especiales: aluminio, magnesio, sodio, etc., y aquellos compuestos químicos reactivos ligeros. Tienen la particularidad que su extinción no se puede realizar con agentes y métodos normales.

### **1.6.5 Ingredientes para cocinar en aparatos de cocina.**

- *Fuegos de la clase F:* son fuegos derivados de la utilización de ingredientes para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales) en los aparatos de cocina.

### **1.6.6 Influencia de la electricidad en los distintos tipos de fuego.**

La norma UNE no incluye como clase a los fuegos eléctricos ya que la corriente eléctrica no arde, aunque sí puede ser la causa de un incendio. Deberá tenerse muy en cuenta el tratamiento a dar cuando cualquiera de estos fuegos se halle con elementos bajo tensión eléctrica, por el evidente riesgo de electrocución, ante el cual deben tomarse precauciones, tales como desconectar la corriente y utilizar agentes extintores adecuados.

## **1.7 INTRODUCCIÓN A LOS FLUIDOS.**

**Mecánica de fluidos:** la fluidodinámica o mecánica de fluidos es la parte de la física que estudia el comportamiento de los fluidos (líquidos y gases). Los fluidos son cuerpos que adoptan la forma del recipiente que los contiene. Los fluidos están constituidos por moléculas, las cuales están unidas entre sí por unas fuerzas de cohesión



relativamente pequeñas, por ello ofrecen poca resistencia a la deformación en sentido tangencial o cortante y con ello son propensos a los diferentes cambios de forma.

La diferencia entre líquidos y gases es que los primeros se caracterizan por el hecho de ser prácticamente incompresibles (cambian su forma pero mantienen su volumen constante a una determinada temperatura, sus fuerzas de atracción son levemente superiores a las de repulsión  $F_A > F_R$ ), mientras que los gases se pueden comprimir (cambian su forma y volumen, con tendencia a ocupar el volumen de que disponen si no hay presión sobre ellos, las fuerzas de atracción son inferiores a las de repulsión  $F_A < F_R$ ).

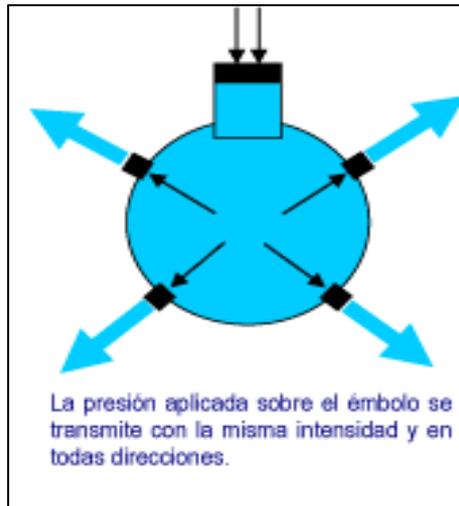
Cuando dicha ciencia se dedica al estudio de los líquidos se denomina hidráulica (por excelencia el líquido más importante es el agua), ésta la podemos dividir en dos partes: la hidrostática que se dedica al estudio de las propiedades de los líquidos en reposo o equilibrio (por tanto su superficie es plana) y la hidrodinámica que se dedica al estudio de los líquidos en movimiento y todas las fuerzas que puedan generarse con ellos.

### **1.7.1 Fluido-estática.**

#### **1.7.1.1 Principio de Pascal.**

El principio de Pascal dice que la presión que se ejerce sobre un punto cualquiera de la masa de un líquido, se transmite por igual a todas las direcciones, es decir, los líquidos son prácticamente incompresibles (al comprimirlos no varían su volumen, aunque sí su forma).

A ésta conclusión se puede llegar intuitivamente si llenamos de agua un recipiente de plástico (donde se han practicado múltiples agujeros) y por acción de un pistón se hace salir el agua por los diferentes agujeros del recipiente, entonces el agua sale en una dirección perpendicular a cada uno de los agujeros practicados y además que, aproximadamente por todos los agujeros sale a la misma velocidad.



**Fig.31. Principio Pascal.**

### 1.7.1.2 Hidrostática.

• **Presión:** es una magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie

En el Sistema Internacional de Unidades (SI) la presión se mide en una unidad derivada que se denomina pascal (Pa) que es equivalente a una fuerza total de un newton actuando uniformemente en un metro cuadrado

$$P = \frac{F}{A}$$

P → Presión.

F → Fuerza.

S → Superficie.

Podemos decir que la presión total de un líquido es la que efectúa la fuerza ejercida por la masa del líquido sobre las paredes del recipiente que lo contenga o del conducto por el que circule (dichas fuerzas son normales o perpendiculares a la superficie).

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}} = \frac{\text{Volumen} \times \text{Peso específico}}{\text{Superficie}} = \frac{\text{Superficie} \times \text{Altura} \times \text{Peso específico}}{\text{Superficie}}$$



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

Siendo el Peso específico = densidad  $\times$  gravedad.

El peso específico del agua =  $1000\text{Kp/m}^3 = 1000\text{Kp}/1000\text{dm}^3 = 1\text{Kp/dm}^3 = 1\text{Kp/litro}$ .

	Pascal	bar	N/mm <sup>2</sup>	kp/m <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	atm	Torr
<b>1 Pa (N/m<sup>2</sup>)=</b>	1	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	0,102	0,102 $\times$ 10 <sup>-4</sup>	0,987 $\times$ 10 <sup>-5</sup>	0,0075
<b>1 bar (daN/cm<sup>2</sup>) =</b>	100000	1	0,1	1020	1,02	0,987	750
<b>1 N/mm<sup>2</sup> =</b>	10 <sup>6</sup>	10	1	1,02 $\times$ 10 <sup>5</sup>	10,2	9,87	7500
<b>1 kp/m<sup>2</sup> =</b>	9,81	9,81 $\times$ 10 <sup>-5</sup>	9,81 $\times$ 10 <sup>-6</sup>	1	10 <sup>-4</sup>	0,968 $\times$ 10 <sup>-4</sup>	0,0736
<b>1 kp/cm<sup>2</sup> =</b>	98100	0,981	0,0981	10000	1	0,968	736
<b>1 atm (760 Torr) =</b>	101325	1,013	0,1013	10330	1,033	1	760
<b>1 Torr (mmHg) =</b>	133	0,00133	1,33 $\times$ 10 <sup>-4</sup>	13,6	0,00132	0,00132	1

• **Anexo sobre la densidad.**

**Densidad ( $\rho$ )** es una magnitud física referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen, y puede utilizarse en términos absolutos o relativos. En términos sencillos, un objeto pequeño y pesado, como una piedra o un trozo de plomo, es más denso que un objeto grande y liviano, como un corcho o un poco de espuma.

La **densidad relativa** de una sustancia es el cociente entre su densidad y la de otra sustancia diferente que se toma como referencia o patrón:

-Para sustancias líquidas y sólidas se suele tomar como sustancia patrón el agua cuya densidad a 4°C y 1 atm es igual a 1000 kg/m<sup>3</sup>.

-Para gases la sustancia de referencia la constituye con frecuencia el aire que a 0°C de temperatura y 1 atm de presión tiene una densidad de 1,293kg/m<sup>3</sup>.

**Densidad relativa = densidad absoluta/ densidad de la sustancia patrón**



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

La densidad absoluta, también llamada densidad real, expresa la masa por unidad de volumen. Cuando no se hace ninguna aclaración al respecto, el término densidad suele entenderse en el sentido de densidad absoluta.

**Densidad = Masa/Volumen**

Sustancia ó Material	densidad (gr/cm <sup>3</sup> )
Aire	0.0012
Etanol	0.81
Benceno	0.90
Hielo	0.92
Agua	1.0
Agua de mar	1.03
Sangre	1.06
Glicerina	1.26
Hormigón	2
Aluminio	2.7
Hierro, Acero	7.8
Latón	8.6
Cobre	8.9
Plata	10.5
Plomo	11.3
Mercurio	13.6
Oro	19.3
Platino	21.4

**Fig.32. Tabla densidades**

**1.7.1.3 Presión atmosférica.**

Se puede decir que la presión atmosférica (Atm.) es la fuerza en que actúa la atmósfera en virtud de su peso, sobre cada cm<sup>2</sup> de los cuerpos existentes en esta atmósfera. El peso del aire en los primeros 1000 metros es aproximadamente de 1,293 gramos por cada litro (densidad de aire).

Esta presión no es generalmente constante y varía según el lugar que nos encontremos, debido a las condiciones climatológicas (temperatura, humedad, etc.) y a la altitud. Dichas variaciones se miden con un instrumento llamado barómetro (mide presiones igual a la atmosférica). Para la medición de presiones cualesquiera se utilizan los manómetros, para el caso particular de que las presiones sean inferiores a la atmosférica se utilizan los vacuómetros.

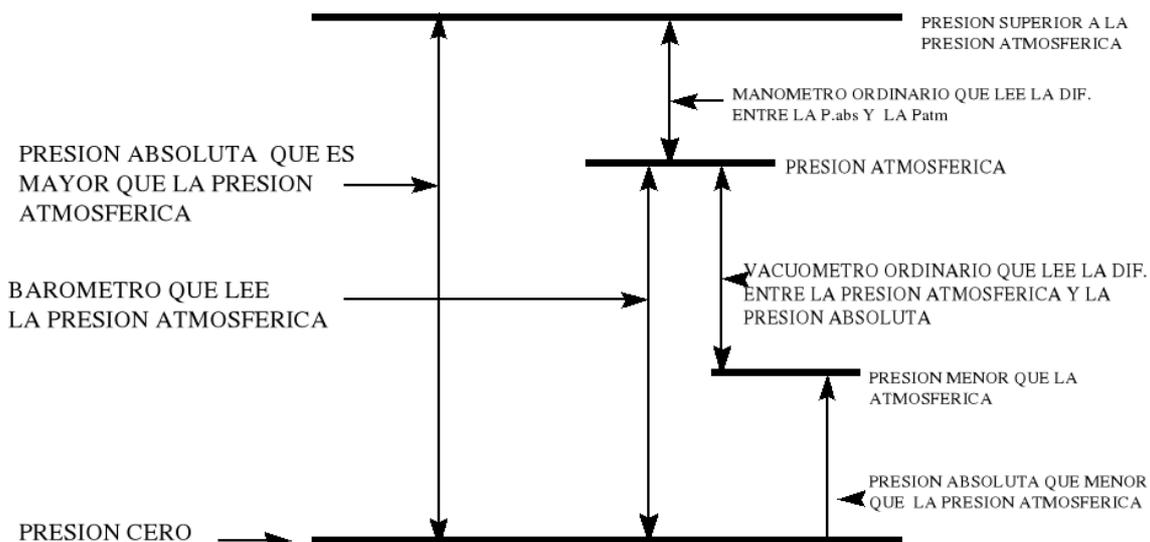


El valor de la presión atmosférica medida a nivel del mar es:

- 1 Atm = 1,033 Kg/cm<sup>2</sup> = 760 Tor. = 760 mmHg
- 1 Atm = 1,013 Bar = 1013 mbar = 101300 Pascal = 1013 hectopascal

Se define la presión absoluta como la presión total, es decir, la presión relativa más la presión atmosférica. Se define la presión relativa o manométrica a la presión que se expresa respecto a la presión atmosférica, es decir, la presión no relacionada con la presión atmosférica.

#### ILUSTRACION DE LAS MEDICIONES DE LA PRESION



**Fig.33. Esquema presiones.**



## 1.7.2 Fluido-dinámica.

### 1.7.2.1 Hidrodinámica.

La hidrodinámica es la parte de la física que estudia los fluidos en movimiento y el comportamiento del mismo cuando es sometido a esfuerzos o tensiones. Es una parte de complejo estudio, motivo por el cual simplificaremos los conceptos.

• **Caudal (Q):** es la cantidad de líquido que pasa por la sección transversal de un conducto en la unidad de tiempo.

$$Q = \text{Volumen/tiempo}$$

Unidades usuales	Equivalencias
(l/min), litro por minuto	1 l/min = 0,001 m <sup>3</sup> /min = 0,06 m <sup>3</sup> /h
(m <sup>3</sup> /min), metro cúbico por minuto	1 m <sup>3</sup> /min = 60 m <sup>3</sup> /h = 1000 l/min
(m <sup>3</sup> /h), metro cúbico por hora	1 m <sup>3</sup> /h = 0,016 m <sup>3</sup> /min = 16,66 l/min

Fig.34. Tabla unidades caudal

El caudal depende, por tanto, de la velocidad de circulación del líquido y de la sección del orificio o conducto, según la expresión:

$$\text{Caudal}(Q) = \text{Sección}(S) \times \text{Velocidad}(V)$$

### 1.7.2.2 Teoría de la continuidad.

El caudal que circula por una tubería sin derivaciones (sin ramificaciones) es el mismo en toda su longitud.

$$Q(\text{caudal}) = S_1 \times V_1 = S_2 \times V_2 = S_3 \times V_3 = \text{Constante}$$

Siendo S las diferentes secciones y V las diferentes velocidades.



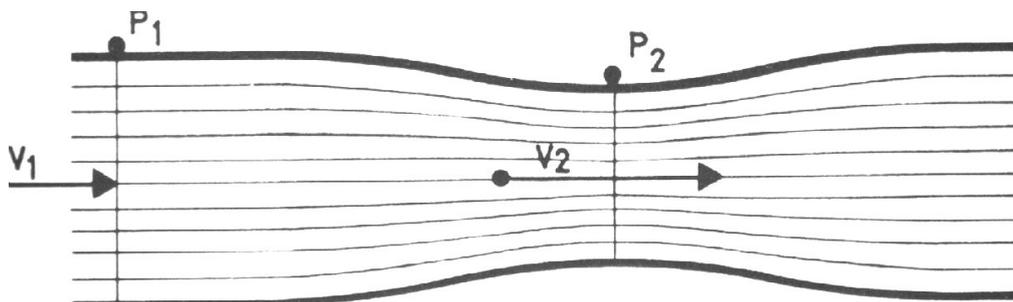
De donde se deduce que en una tubería en la que existen estrechamientos, la velocidad de circulación del líquido es mayor en los puntos en los que es más pequeña la sección.

Así a la mitad de sección (superficie no diámetro) le corresponde el doble de velocidad.

En el caso de la figura siguiente también se debe cumplir esto; pues vemos que tiene diferentes diámetros la tubería y por tanto secciones diferentes.

Para que se cumpla el principio de conservación de la masa, las velocidades no serán las mismas en cada uno de los puntos longitudinales considerados de la conducción, esto es debido a que dicha velocidad debe ajustarse para que la relación constante se siga cumpliendo.

Se debe cumplir pues:  $V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2 = \text{CONSTANTE}$



**Fig.35. Tubería secciones diferentes.**

### 1.7.2.3 Teorema de Bernoulli.

El teorema de Bernoulli afirma que la energía mecánica total de un flujo incompresible (de densidad constante) y no viscoso (sin rozamiento) es constante a lo largo de una línea de corriente. Las líneas de corriente son líneas de flujo imaginarias que siempre son paralelas a la dirección del flujo en cada punto, conservándose la forma rectilínea de la trayectoria según pasa el tiempo (cada partícula del fluido sigue una línea de corriente).

El teorema de Bernoulli implica una relación entre los efectos de la presión, la velocidad y la gravedad, e indica que la velocidad aumenta cuando la presión disminuye. La ecuación de Bernoulli nos relaciona tres tipos de presión de un fluido:



- Presión propia de un fluido (energía del flujo).
- Presión por altura (energía potencial).
- Presión debida a la velocidad (energía cinética).

La suma de estos tres tipos de presiones ha de permanecer constante en cualquier punto de la conducción.

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{constante}$$

P → presión.

v → velocidad del líquido.

h → altura.

g → aceleración de la gravedad.

ρ → densidad.

## 1.8 COMPORTAMIENTO DE LOS FLUIDOS EN UNA INSTALACIÓN.

### **1.8.1 Regímenes.**

Todos los fluidos se van a catalogar en tres tipos diferentes de regímenes o flujos.

#### **1.8.1.1 Ideal.**

Está caracterizado por ser:

- Estacionario, es decir, su velocidad permanece constante.
- Incompresible, es decir, su densidad permanece constante.
- No viscoso, es decir, no hay rozamiento entre las moléculas del fluido ni tampoco lo hay entre el fluido y el conducto por el que circula.



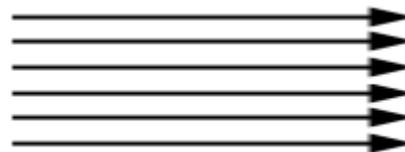
Se caracteriza por poseer un flujo laminar, es decir, cuando las líneas de corriente (imaginarias), no se cruzan, sino que van paralelamente.

### **1.8.1.2 Laminar.**

Se caracteriza por ser:

- Estacionario, es decir, su velocidad permanece constante.
- Incompresible, es decir, su densidad permanece constante
- Viscoso, es decir, existen fuerzas de rozamiento entre el líquido y las paredes del conducto.

A diferencia del ideal, en éste sí que existe rozamiento, pero la velocidad del fluido es tan baja que el rozamiento es muy bajo.



Flujo laminar  
**Fig.36. Flujo laminar**

### **1.8.1.3 Turbulento.**

Se caracteriza por ser:

- No estacionario, es decir, su velocidad no permanece constante.
- Incompresible, es decir, su densidad permanece constante.
- Viscoso, es decir, existen fuerzas de rozamiento entre el líquido y las paredes del conducto.
- Las líneas de corriente son cruzadas (no paralelas).
- La velocidad del fluido es tan rápida que el rozamiento tiene una gran importancia causando grandes variaciones en su velocidad.



De acuerdo a experimentos realizados, la diferencia entre el régimen laminar y el turbulento se obtiene por el número de Reynolds (R). Siendo para  $R < 2000$ , el régimen laminar y para  $R > 4000$ , el turbulento. A la zona entre el número de Reynolds entre 2000 y 4000 se le denomina régimen de transición, donde el flujo es inestable y puede pasar de laminar a turbulento o viceversa.

El número adimensional (sin unidades) de Reynolds se define como:

$$R = \frac{\rho D v}{\eta}$$

Donde:  $\eta \rightarrow$  viscosidad ( $\text{Kg/m}\cdot\text{s}$ )

$D \rightarrow$  diámetro del conducto (m)

$v \rightarrow$  velocidad media (m/s)

$\rho \rightarrow$  densidad ( $\text{Kg/m}^3$ )



Flujo turbulento

**Fig.37. Flujo turbulento.**

### 1.8.2 Pérdidas de presión.

La pérdida de presión o también llamada pérdida de carga ( $P_c$ ) es debido a la resistencia que oponen las instalaciones a la circulación del agua por las mismas y a la naturaleza del líquido (viscosidad), es decir debido al choque interno de las moléculas del líquido y al rozamiento producido en las conducciones, lo cual se traduce en pérdida de energía de presión por calor (estas pérdidas se expresan normalmente en  $\text{Atm}/100\text{m}$ , aunque hoy en día los fabricantes de mangueras suelen darlas en función de diferentes longitudes, diámetros y caudales).

Estas pérdidas de carga ( $P_c$ ) dependen de:

**La viscosidad del fluido:** a mayor viscosidad, mayores pérdidas, siendo las pérdidas directamente proporcionales.



**Tipos de conducción (rugosidad, etc):** cuanto mayor es la rugosidad mayor el rozamiento, con lo cual mayores pérdidas. Siendo las mismas directamente proporcionales.

**La cantidad y calidad de los codos, válvulas, racores, reducciones y otros elementos que perturben la circulación del fluido (piezas intermedias):** cuanto mayor número de estas piezas, mayores pérdidas.

**Diámetro de la conducción:** cuanto menor es éste, mayores son las pérdidas.

**Longitud de la conducción:** con igual diámetro a mayor longitud, mayores son las pérdidas. Siendo éstas directamente proporcionales a la longitud de la instalación.

**El caudal:** cuanto mayor sea éste, mayores pérdidas. Son directamente proporcionales al cuadrado del caudal.

**La velocidad:** a mayor flujo mayores pérdidas, siendo éstas directamente proporcionales al cuadrado de la velocidad.

**Son independientes de la presión:** esto se entiende en general para cualquier tipo de instalación, aunque las mangueras al ser flexibles disminuyan las pérdidas ligeramente. Nosotros las consideramos independientes.

Las pérdidas de carga en una instalación pueden ser calculadas mediante la aplicación de las siguientes relaciones o fórmulas:

$$h = f \cdot (L / D) \cdot (v^2 / 2g)$$

Y en función del caudal:

$$h = 0,0826 \cdot f \cdot (Q^2/D^5) \cdot L$$



En donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- f: coeficiente de fricción (adimensional)
- L: longitud de la tubería (m)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- v: velocidad media (m/s)
- g: aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)
- Q: caudal (m<sup>3</sup>/s)

El coeficiente de fricción f es función del número de Reynolds (Re) y del coeficiente de rugosidad o rugosidad relativa de las paredes de la tubería ( $\epsilon_r$ ):

$$f = f(\text{Re}, \epsilon_r); \quad \text{Re} = D \cdot v \cdot \rho / \mu; \quad \epsilon_r = \epsilon / D$$

Otra forma de calcular las pérdidas de carga es por medio de tablas, gráficas, etc., los cuales vienen tabulados para cálculos teóricos aproximados o nos los proporcionan los fabricantes según el tipo de conducciones suministradas.

**TABLA DE CAUDALES Y PERDIDAS DE CARGA EN TRAMOS DE MANGUERAS ARMTX DE 30 METROS de largo**

caudal l/min	100	200	300	400	500	700	1000	1500	2000	3000	4000
<b>Diámetro</b>	<b>PERDIDAS DE CARGA EN BARS</b>										
25 m/m	2.5	9	20	36	55	*	*	*	*	*	*
45 m/m	0.15	0.37	0.85	1.7	2.5	5	10	*	*	*	*
70 m/m	*	*	0.15	0.20	0.35	0.60	1.2	2.6	4	8.5	15

**Fig.38. Tabla pérdidas de carga en tramos de manguera.**

### 1.8.3 Cavitación.

La **cavitación** o aspiración en vacío es un efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido en estado líquido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli (Principio de Bernoulli). Puede ocurrir que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian inmediatamente a estado de vapor, formándose burbujas o, más correctamente, cavidades. Las burbujas formadas viajan a zonas de mayor presión e implotan (el vapor



regresa al estado líquido de manera súbita, «aplastándose» bruscamente las burbujas) produciendo una estela de gas y un arranque de metal de la superficie en la que origina este fenómeno.

El fenómeno generalmente va acompañado de ruido y vibraciones, dando la impresión de que se tratara de grava que golpea en las diferentes partes de la máquina.

Se puede presentar también cavitación en otros procesos como, por ejemplo, en hélices de barcos y aviones, bombas y tejidos vascularizados de algunas plantas.



**Fig.39. Daño por cavitación de una turbina Francis.**

#### **1.8.4 Efecto Venturi.**

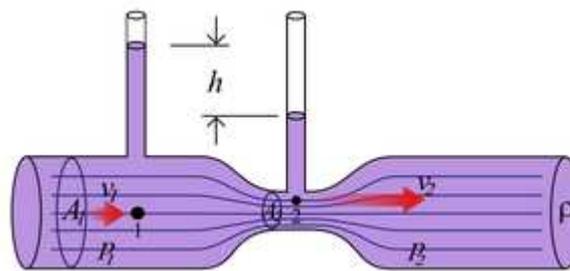
El **efecto Venturi** (también conocido tubo de Venturi) consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto, demostrado en 1797, recibe su nombre del físico italiano Giovanni Battista Venturi (1746-1822).

El efecto Venturi se explica por el Principio de Bernoulli y el principio de continuidad de masa. Si el caudal de un fluido es constante pero la sección disminuye, necesariamente la velocidad aumenta. Por el teorema de de la energía si la energía



cinética aumenta, la energía determinada por el valor de la presión disminuye forzosamente.

Un tubo de Venturi es un dispositivo inicialmente diseñado para medir la velocidad de un fluido aprovechando el efecto Venturi. Sin embargo, algunos se utilizan para acelerar la velocidad de un fluido obligándole a atravesar un tubo estrecho en forma de cono. Estos modelos se utilizan en numerosos dispositivos en los que la velocidad de un fluido es importante y constituyen la base de aparatos como el carburador.



**Fig.40. Esquema del efecto Venturi.**

### **1.8.5 Golpe de ariete.**

El **golpe de ariete** o **pulso de Joukowski**, llamado así por el ingeniero ruso Nikolay Egorovich Zhukovskiy, es junto a la cavitación, el principal causante de averías en tuberías e instalaciones hidráulicas.

El golpe de ariete se origina debido a que el fluido es ligeramente elástico (aunque en diversas situaciones se puede considerar como un fluido no compresible). En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto origina una sobrepresión que se desplaza por la tubería a una velocidad que puede superar la velocidad del sonido en el fluido. Esta sobrepresión tiene dos efectos: comprime ligeramente el fluido, reduciendo su volumen, y dilata ligeramente la tubería. Cuando todo el fluido que circulaba en la tubería se ha detenido, cesa el impulso que la comprimía y, por tanto, ésta tiende a expandirse. Por otro lado, la tubería que se había ensanchado ligeramente tiende a retomar su dimensión normal. Conjuntamente, estos efectos provocan otra onda de presión en el sentido contrario. El fluido se desplaza en dirección contraria pero, al estar la válvula cerrada, se produce una



depresión con respecto a la presión normal de la tubería. Al reducirse la presión, el fluido puede pasar a estado gaseoso formando una burbuja mientras que la tubería se contrae. Al alcanzar el otro extremo de la tubería, si la onda no se ve disipada, por ejemplo, en un depósito a presión atmosférica, se reflejará siendo mitigada progresivamente por la propia resistencia a la compresión del fluido y a la dilatación de la tubería.



**Fig.41. Material destruido por un golpe de ariete.**

## **2. INCENDIOS.**

### **2.1 INCENDIO URBANO.**

#### **2.1.1 Descripción.**

El incendio urbano es el que se produce dentro de un núcleo habitado, tanto como consecuencia de una actividad industrial, como del entorno social, dando lugar a una serie de intervenciones características especiales, a las cuales se le denomina incendios urbanos.

Desde siempre el incendio urbano ha tenido mucha importancia por las repercusiones sociales que tiene.

#### **2.1.2 Tipos.**

- Edificios de diferentes usos:

- Viviendas.



- Hospitales.
- Centros docentes.
- Locales de pública concurrencia.
- Etc.

### **2.1.3 Características.**

- Acostumbrar a producirse por causas fortuitas, descuidos o negligencias.
- Mayor pérdida de vidas humanas.
- Gran número de intervenciones en este tipo de siniestros, al ser directamente proporcional al número de habitantes, crecimiento demográfico y número de edificaciones existentes.
- Diferentes tipos de evacuación.
- Planes de emergencia.
- El movimiento del humo en los edificios causa del mayor número de vidas humanas.

#### **2.1.3.1 Desarrollo práctico de un incendio de interior.**

Vamos a tomar como referencia la habitación de un recinto en la que se origina un fuego en una pieza del mobiliario. Cuando se inicia el fuego la llamas calientan el material circundante (cortinas, muebles, etc.). Al principio la llama será pequeña y la combustión gozará de libre aportación de  $O_2$ .

Este calor hace que los materiales se descompongan y empiecen a desprender vapores inflamables: es lo que familiarmente se conoce como la **pirolización**. Progresivamente el fuego va creciendo, pero con una propagación muy lenta, debido a que más del 70% de la energía generada en la combustión irá hacia arriba como consecuencia de las corrientes de convección. Sólo un 30% calentará el mobiliario del entorno en forma de radiación. En la medida en que el diámetro del fuego sea mayor, la



radiación irá perdiendo importancia a favor de la convección y el acceso del aire a la zona central del fuego será más difícil, originando una combustión menos completa en esa zona y, por consiguiente, mayor altura de las llamas. Las llamas crecen calentando más material e inflamando las mezclas que alcancen la proporción idónea. Ese calor de fuego libre asciende junto a los gases calientes quemados y no quemados en una columna denominada penacho hacia el techo. Esa corriente, debida principalmente a la variación de temperaturas,, crea fuertes corrientes de convección que atraen aire frío a la base del fuego y dentro del penacho, creando dicho proceso fuertes turbulencias.

Estos vapores inflamables desprendidos se queman, y a su vez esta combustión produce calor. Cuanto más calor genera la combustión, más vapores inflamables se desprenden de los materiales circundantes, es decir, esto es un proceso cíclico que dura mientras haya combustible. Por tanto, tenemos que tener presente que no arden las cortinas, ni las sillas: en realidad lo que arde son los vapores que desprenden de ellos por el proceso de pirolización.

De esta reacción química se producen dos productos visibles, que son:

- El humo.
- Las llamas.

Obviamente, arderán las mezclas que estén dentro del rango de inflamabilidad.

¿Qué ocurre si no hay un techo sobre el fuego que frene los gases calientes y el humo del penacho? Éstos continuarán ascendiendo verticalmente hasta que se equilibre la temperatura y la densidad.

¿Qué ocurre si se encuentran un techo? Junto a él se irá formando una capa de gases y residuos carbonosos formados principalmente por CO<sub>2</sub>, CO y vapor de agua arrastraos por esas turbulencias. Posteriormente irá propagándose por dicho techo hasta que sean detenidos por una pared y bajando hacia el suelo: es el llamado **efecto Hongo**.

Inicialmente el techo absorberá una parte importante de la energía de los gases, pero a medida que sus temperaturas se vayan aproximando entre sí, esta pérdida de energía irá disminuyendo. Esto hará que la temperatura y el espesor de la capa de gases acumulados en el techo vayan aumentando, aproximándose a la parte inferior al suelo.



El espesor de esta capa estará condicionado por la distancia al techo de los huecos de ventilación (dintel de la puerta) y por el volumen de gases generados en la combustión (el humo producido por el incendio será igual, aproximadamente al volumen de aire arrastrado).

La temperatura de estos gases calientes contribuye a elevar la elevación de la temperatura de la habitación, que junto a la radiación de las llamas calentará el combustible no prendido. Según asciende la temperatura de estos combustibles, se producen más gases de pirolisis, acercando su temperatura a la de ignición. ¿Consecuencia? Los gases junto al techo se prenderán, ocasionando grandes turbulencias y generando un frente de llamas que se extenderá rápidamente en oleadas junto al techo, produciendo un fenómeno conocido como Rollover (las oleadas se producirán en los puntos donde las mezclas sean óptimas).

La aparición de llamas en el techo de la habitación incrementará bruscamente la radiación térmica, elevando la temperatura hasta casi los 600°C, acelerando la pirolización en todos los combustibles hasta alcanzar rápidamente la temperatura de autoinflamación y ardiendo, produciéndose una aceleración brusca del crecimiento del fuego. Resultado: el flashover.

### **2.1.3.2 Fases de un incendio.**

Recientemente, los investigadores han tratado de describir los incendios de interior en términos de etapas o fases que se suceden en la medida en que el incendio se desarrolla.

Estas fases son las siguientes:

- Ignición.
- Crecimiento.
- Flashover
- Incendio totalmente desarrollado.
- Decrecimiento.



La ignición y desarrollo de un incendio de interior es un proceso muy complejo y en él influyen muchas variables. Consecuentemente, no todos los incendios pueden desarrollarse a través de cada una de las etapas descritas. Lo que el gráfico intenta describir es la representación de un incendio como suceso dinámico cuyo crecimiento y desarrollo depende de múltiples factores.

- **Ignición.**

La ignición describe el periodo donde todos los elementos capaces de hincar el incendio comienzan a interactuar. El acto físico de la ignición puede ser provocado (causado por una chispa o llama) o no provocado (causado cuando un material alcanza su temperatura de ignición como resultado del autocalentamiento<sup>9</sup> tal como sucede en una combustión espontánea. En este punto, el incendio es pequeño y generalmente se restringe al material (combustible) que primero se incendia. Todos los incendios – en espacios abiertos o en recintos cerrados – ocurren como resultado de algún tipo de ignición.

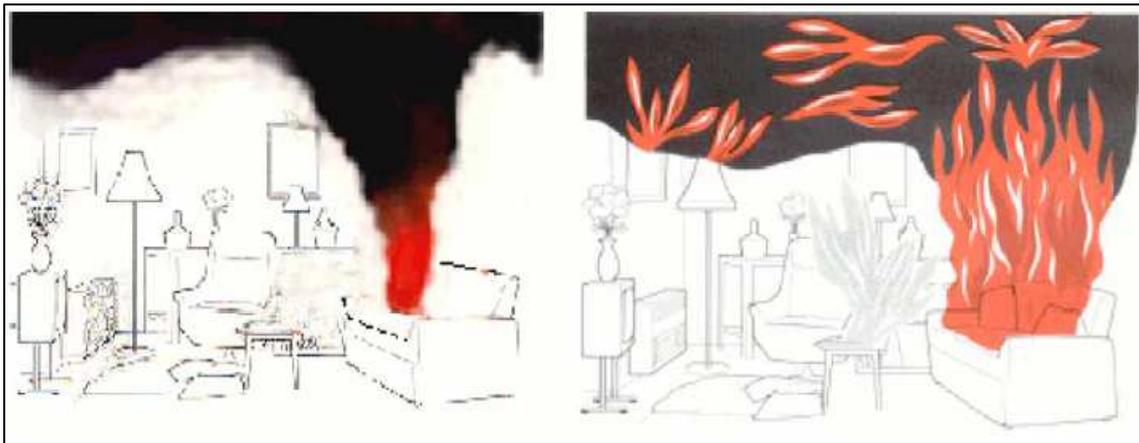
- **Crecimiento.**

Poco después de la ignición, comienza a formarse una pluma de incendio sobre el combustible incendiado. En la medida en que la pluma se desarrolla, comienza la succión o entrada de aire desde los espacios circundantes hacia el interior de la columna. El crecimiento inicial es similar al de un incendio que transcurre en el exterior, en un espacio no confinado, y su crecimiento está en función del combustible que ha comenzado arder en primer lugar. No obstante, a diferencia de un incendio no confinado, la pluma en un recinto cerrado se ve rápidamente afectada por la distancia al techo y las paredes del recinto. El primer factor de influencia es la cantidad de aire que entra en la pluma. Debido a que el aire está más frío que los gases calientes procedentes del incendio, el aire ejerce un efecto refrigerante en las temperaturas del interior de la pluma. La ubicación de la fuente de combustible en relación con las paredes del recinto determina la cantidad de aire que se introduce y en consecuencia el grado de enfriamiento que tiene lugar. Fuentes de combustible cercanas a las paredes implican un menor aporte de aire y por consiguiente unas mayores temperaturas en las plumas. Fuentes de combustible en las esquinas todavía limitan más la entrada de aire en la columna de humo y es donde se consiguen mayores temperaturas de las plumas. Este



factor afecta significativamente las temperaturas en el desarrollo de las capas calientes de gases que se encuentran sobre el incendio. Como los gases calientes aumentan, estos comienzan a propagarse hacia el exterior cuando alcanzan el nivel del techo. Los gases continúan dispersándose hasta que alcanzan las paredes del recinto. La profundidad de la capa de gases comienza entonces a aumentar.

La temperatura en el recinto durante este periodo depende de la cantidad del calor por conducción en el techo y paredes del recinto así como del flujo calórico procedente de los gases que se sitúan en la parte superior, la ubicación de la fuente de fuego inicial y de la cantidad de aire que entra. Las investigaciones muestran que la temperatura de los gases disminuye conforme aumenta la distancia a la línea central de la pluma. La figura siguiente muestra la pluma generada en un incendio de interior tipo y los factores que afectan el desarrollo de la temperatura de la capa de gases calientes.



**Fig.42. Pluma generada en un incendio interior.**

La etapa de crecimiento continúa si se dispone de suficiente combustible y oxígeno. Los incendios en interiores en la etapa de crecimiento están generalmente controlados por el combustible. En la medida que el incendio crece, aumenta la temperatura en todo el recinto, al igual que lo hace la temperatura de la capa de gas a nivel del techo.

Si la cantidad de aire aportado al incendio no es la suficiente (incendio controlado por ventilación) los gases calientes (pero por debajo de la temperatura de autoinflamación) saldrán al exterior provocando, según las condiciones, una elevación del plano neutro, y la entrada de aire limpio a través de la zona de presión positiva,



cunado este aire alcance el foco o los focos de ignición el efecto se traduce en un nuevo aumento de la cantidad de gases de pirólisis y de la presión en el recinto, un descenso nuevamente de la cantidad de oxígeno y la liberación de gases enriquecido de incendio al exterior a través de la vía de entrada de aire.

Una vez alcanzado este punto, el proceso descrito no cesará, al contrario tenderá a reiterarse de forma que el ciclo establecido se irá repitiendo de forma sucesiva generando lo que conocemos como pulsaciones (o respiración) del incendio, estas acrecentarán su intensidad en la medida en que los valores de temperatura dentro del recinto aumenten como consecuencia de la aportaciones energéticas procedentes de las combustiones que se generan, lo que provoca a su vez que la cantidad de aire que entra cada vez sea mayor.

- **Flashover.**

El flashover es la transición entre las etapas de crecimiento y de incendio totalmente desarrollado y no constituye un evento específico tal como la ignición. Durante la etapa de flashover, las condiciones en el recinto cambian muy rápidamente, siendo esta la consecuencia que más claramente marca esta etapa. Estos cambios se producen en la medida en que el incendio pasa de estar controlado por la combustión de los materiales que han comenzado a arder en primer lugar hasta que este se extiende a todas las superficies de material combustible dentro del recinto. La capa de gases calientes que se desarrolla a nivel del techo durante la etapa de crecimiento provoca calor radiante sobre materiales combustibles lejanos al origen del incendio (figura siguiente).



**Fig.43. Capa de gases calientes a nivel del techo.**



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Por lo general, la energía radiante (flujo calorífico) desde la capa de gases caliente excede los  $20\text{Kw/m}^2$  cuando ocurre el flashover. Este calor radiante genera la pirólisis en los materiales combustibles que se encuentran en el interior del recinto.

A pesar de que los científicos definen el flashover de diferentes formas, la mayoría basan su definición (momento en el cual comienza a producirse) basados en la temperatura del recinto, y como consecuencia de la cual resulta la ignición simultánea de todos los combustibles contenidos en el mismo. Aunque no se asocia una temperatura exacta con este fenómeno, este suele darse en un rango comprendido entre los  $483^\circ\text{C}$  y  $649^\circ\text{C}$ . Este rango se corresponde con la temperatura de autoinflamación ( $609^\circ\text{C}$ ) del monóxido de carbono (CO), uno de los gases más comunes obtenidos como resultado de la pirólisis. Justo antes del flashover, se suceden diferentes fenómenos dentro del recinto incendiado: las temperaturas aumentan rápidamente, fuentes de combustibles adicionales se ven involucradas en el proceso, y todas las fuentes de combustible en el recinto emanan gases combustibles como resultado de la pirólisis. Cuando el flashover ocurre, los materiales combustibles en el recinto y los gases generados por la pirólisis se incendian. El resultado es un incendio totalmente desarrollado en el recinto. El calor liberado por una habitación totalmente incendiada en la fase de flashover puede ser del orden de más de  $10000\text{ Kw}$ .

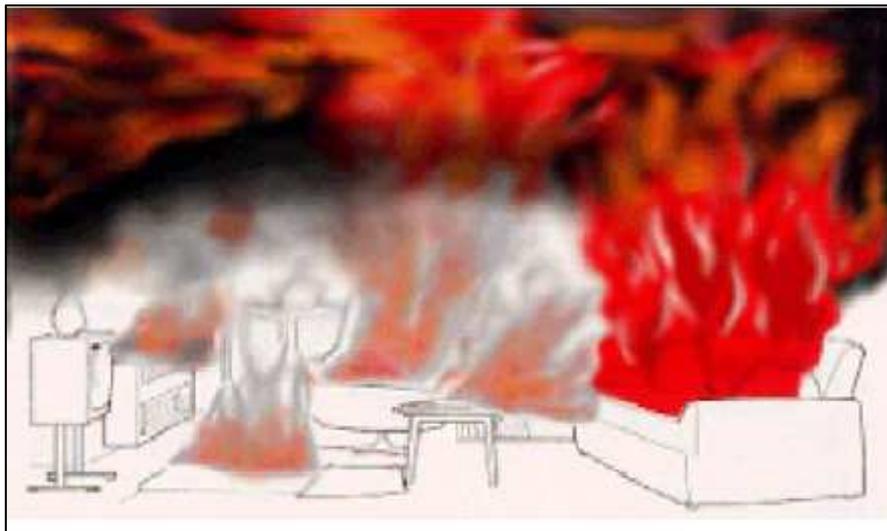
Los ocupantes que no hayan escapado de un recinto antes de que un flashover ocurra probablemente no sobrevivirán. Los bomberos que se encuentren en un recinto cerrado cuando se produce un flashover se encuentran en una situación de extremo peligro aunque se encuentren equipados con equipos de protección personal.

- **Incendio totalmente desarrollado.**

La etapa de incendio totalmente desarrollado ocurre cuando todos los materiales combustibles en el recinto se encuentran incendiados. Durante este periodo de tiempo, los combustibles incendiados en el recinto están liberando la máxima cantidad de calor posible por las fuentes de ignición disponibles y produciendo grandes cantidades de gases de incendio. El calor liberado y el volumen de gases de incendio producidos dependen del número y tamaño de las aberturas de ventilación en el compartimento. El incendio frecuentemente se convierte en controlado por ventilación, y de esta manera se



producen grandes cantidades de gases no quemados. Durante esta etapa, los gases de incendio no quemados es probable que comiencen a fluir desde el recinto donde se está desarrollando el incendio hacia espacios adyacentes u otros recintos. Estos gases se inflaman si entran en espacios donde el aire es más abundante y si se encuentran a temperaturas dentro del rango de inflamación o autoinflamación.



**Fig.44. Fase de incendio totalmente desarrollado.**

- **Decrecimiento.**

En la medida en que el fuego consume el combustible disponible, la cantidad de calor liberado comienza a disminuir. Una vez el incendio se convierte en controlado por el combustible, la cantidad de fuego disminuye, y la temperatura dentro del recinto comienza a descender. La cantidad de restos ardiendo (rescaldos) Pueden, sin embargo, generar temperaturas moderadamente altas en el recinto durante algún tiempo.

### **2.1.3.3 Factores de influencia.**

Para que un incendio se desarrolle desde la etapa de ignición hasta la de decrecimiento, son varios los factores que afectan a su comportamiento y desarrollo en el interior del recinto:

-Tamaño, número y distribución de los huecos (aberturas) de ventilación.



- Volumen del recinto.
- Propiedades térmicas de los cerramientos del recinto.
- Altura del techo del recinto.
- Tamaño composición y localización de las fuentes de combustible que se incendian en primer lugar.
- Disponibilidad y ubicación de fuentes de combustible adicionales (combustibles objetivos del incendio).

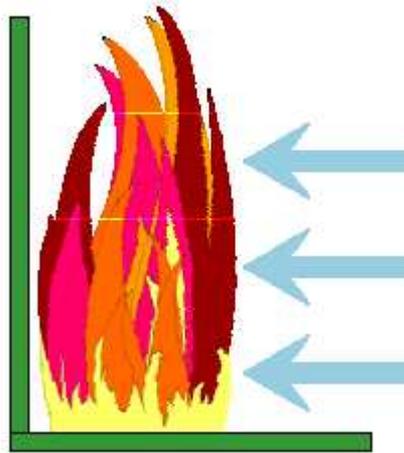
Para que un incendio se desarrolle, debe existir suficiente aporte de aire para mantener la combustión en la etapa de ignición. El tamaño y número de los huecos de ventilación en un compartimento determinan si el incendio se desarrolla o no en el interior de un recinto. El tamaño del recinto su forma y la altura del techo determinan si se formará una capa de gases calientes significativa. La ubicación de la fuente de combustible inicial es también muy importante en el desarrollo de la capa de gases calientes. Las plumas generadas por fuentes de combustible en el centro de un recinto toman más cantidad de aire y se enfrían más que aquellas que se encuentran contra las paredes o esquinas del recinto.

**-En el centro del compartimento:**



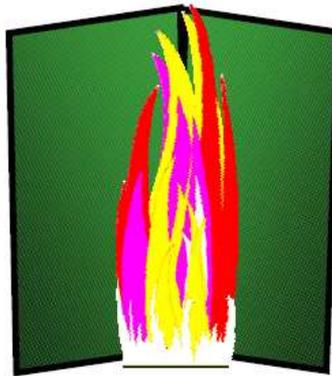
**Fig.45. El aire entra en todas las direcciones del compartimento.**

**-Pegado a una pared del compartimento:**



**Fig.46. Solo entra aire desde un 50% del compartimento.**

**-En una esquina del compartimento:**



**Fig.47. Solo entra aire desde un 25% del compartimento.**

La temperatura que se desarrolla en un incendio de un recinto cerrado es el resultado directo de la energía liberada cuando el combustible arde. Dado que la materia y la energía se conservan, cualquier pérdida de masa causada por el incendio es convertida en energía. En un incendio, la energía resultante lo es en forma de luz y calor. La cantidad de energía calorífica liberada en función del tiempo durante un incendio se denomina cantidad de calor liberado (CCL). La CCL mide kilovatios (Kw). La cantidad de calor liberado está directamente relacionada con la cantidad de combustible que se ha consumido por unidad de tiempo (efecto térmico) y el calor de combustión (la cantidad de calor que una masa específica de una sustancia emite cuando arde) del combustible que está quemándose.



Los bomberos deben ser capaces de reconocer las fuentes de incendio potenciales en un edificio o recinto y utilizar esta información para calcular el potencial crecimiento del incendio. Los materiales que liberan grandes cantidades de calor tales como muebles rellenos de espumas de poliuretano, colchones de espuma de poliuretano, o pilas de palets de madera, por ejemplo, puede esperarse que ardan rápidamente una vez comenzado el incendio. Incendios de materiales que liberan una baja cantidad de calor podremos suponer que tomarán más tiempo en desarrollarse. En general, los materiales de baja densidad (tales como la espuma de poliuretano) arden mucho más rápido (tienen una mayor CCL) que los materiales con una alta densidad (bloques de algodón) de similares características.

Otra relación final entre el calor generado en un incendio y las fuentes combustibles es la ignición adicional de las fuentes combustibles alejadas del foco de incendio inicial. El calor generado en un recinto incendiado se transmite en el espacio desde la fuente combustible inicial a los otros combustibles mediante las tres formas de transmisión de calor. El incremento de calor en la pluma de incendio inicial es aportado por convección. A medida que los gases viajan sobre las superficies de otros combustibles en el recinto, el calor se transfiere a ellos por conducción. La radiación juega un papel importante en la transición de las etapas de crecimiento del incendio a incendio totalmente desarrollado. A medida que los gases calientes forman una capa en el techo, las partículas calientes que componen el humo comienzan a radiar energía a las otras fuentes combustibles en el recinto. Estas fuentes combustibles alejadas son denominadas en ocasiones como objetivos de incendio. A medida que la energía radiante aumenta, los objetivos de incendio comienzan el proceso de pirólisis y comienzan a generar gases inflamables. Cuando la temperatura en el recinto alcanza la temperatura de ignición de estos gases, el recinto al completo se ve envuelto en el incendio (se incendia), esto es lo que se define como flashover.

#### **2.1.3.4 Fuentes de ignición.**

Para que se inicie un incendio es necesario que una fuente de ignición inflame la mezcla gaseosa dentro de su rango de inflamabilidad. El tipo de fuente puede



determinar el carácter del flashover. Los tres tipos de ignición que pueden desencadenar el desarrollo de un (flashover) en una atmósfera con presencia de gases de fuego son:

A) Ignición abierta.

La mezcla de gases y fuente de ignición están en contacto directo, no hay nada entre ellos.

Un ejemplo lo tenemos en un fuego en una habitación, un escape de gas con presencia de una llama cercana.

B) Ignición cerrada.

La mezcla de gases y la fuente de ignición no tienen un contacto directo: un caso significativo lo podemos apreciar en unas brasas cubiertas en un recinto.

Una fuente de este tipo provocará un retraso de la ignición con respecto al momento en que la mezcla entra dentro del rango de inflamación, y su combustión retardada provocará un flashover más violento que en caso anterior, pudiendo producirse una explosión.

C) Ignición intermitente.

La característica de ésta es precisamente la intermitencia de la fuente de ignición como puede ser la producida por una chispa de un interruptor, la conexión de un frigorífico, etc. Esta energía de activación puede aparecer en cualquier concentración de la mezcla inflamable fuera del rango de inflamabilidad no se producirá la ignición, y dentro de él, la violencia de la combustión dependerá de la proximidad a la mezcla ideal.

La fuente de ignición más común en un flashover es el fuego inicial. Si éste está localizado cerca de la entrada de aire, la mezcla se inflamará desde su inicio y la combustión será solamente un poco más violenta que en el caso de los gases sobrecalentados. Por el contrario, si las llamas se encuentran al fondo de la habitación, el aire se mezclará libremente con los gases antes de que la mezcla inflamable alcance la fuente de ignición. En este caso, la mezcla de gases inflamada será mayor que en los casos anteriores, y el aumento de temperatura y la fuerza de expansión de los gases será también mucho mayor.



Cuando los gases del fuego llegan a su temperatura de autoinflamación, no es necesaria ninguna fuente de ignición, al contacto con el aire se autoinflaman.

### **2.1.3.5 Tipos de flashover.**

#### **Flashover pobre:**

El incendio se origina generalmente en la parte inferior de la habitación, como consecuencia de los gases de pirolización de los materiales adyacentes y de una combustión incompleta debida al progresivo empobrecimiento del oxígeno del recinto, se genera bajo el techo una masa de gases calientes inflamables.

Esta masa gaseosa se va haciendo más inflamable a medida que la aumenta la temperatura y la concentración de gases que no se quemaron en la combustión; pronto alcanza el límite inferior de explosividad (LII) y este colchón de gases calientes se inflama.

Esta combustión suele ser breve (5-10 segundos) y poco violenta (1 kPa de sobrepresión) y generalmente sucede antes de la llegada de las dotaciones de bomberos. A partir de este momento volvemos a tener una mezcla pobre, pero que ha consumido el oxígeno del recinto, el calor generado y el crecimiento del fuego de origen generan un rápido incremento de la temperatura de la habitación que aumenta la producción de gases de pirólisis procedentes de los diferentes materiales del recinto (mobiliario, pinturas, otros etc.) y que deriva en la intensidad del incendio. Las llamas consumen rápidamente el oxígeno que queda y la mezcla de gases comienza de nuevo a enriquecerse; si la ventilación es pobre las llamas irán reduciendo sus dimensiones hasta acabar en pocos minutos en estado de latencia (arder sin llama).

#### **Flashover rico:**

Si el aire entrante encuentra una masa de gases ricos de combustión se puede desencadenar un flashover, esta entrada de aire puede ser causada por un grupo de bomberos entrando en el recinto o por la rotura de una ventana.

Es difícil predecir si un flashover rico será tenue o explosivo.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Hay 2 tipos de flashover ricos, el caliente y el retrasado:

En el caso del flashover rico caliente, si la temperatura de los gases está por encima de su temperatura de ignición, los gases se inflamarán instantáneamente al contacto con el aire sin necesidad de una fuente externa de ignición; esta combustión suele ser espectacular (2 kPa de sobrepresión) y grandes llamas aflorarán por las aberturas, sin embargo desaparecerá si volvemos a cerrar los huecos de ventilación

Este tipo de Flashover es fácil de manejar, bien cerrando la ventilación, o mediante un ataque con agua pulverizada, en un primer momento las llamas solo aparecerán en las inmediaciones del hueco donde se produce la mezcla exterior, pero gradualmente irán penetrando en el recinto hasta ocupar todo su volumen.

El flashover rico retrasado se origina cuando no hay una fuente de ignición desde un principio, y los gases tienen tiempo para mezclarse con el aire y hacer que la mezcla entre dentro de su rango de inflamabilidad, las consecuencias pueden ser de mayor gravedad.

La fuente de ignición del flashover más común es el fuego inicial, si este está ubicado cerca de la entrada de aire la mezcla se inflamará desde el comienzo y tendrá poca violencia, pero por el contrario cuando el fuego se encuentra en el fondo de la habitación, el aire se mezclará libremente con los gases antes de que la mezcla inflamable alcance la fuente de ignición, en este caso la mezcla de gases inflamada será mayor que en los casos anteriores y el aumento de temperatura y la fuerza de expansión de los gases será mucho mayor (hasta 10 kPa.).



**Fig.48. Flashover**

**BACKDRAFT (explosión de humos):**

Es una explosión de violencia variable causada por la entrada repentina de aire en un compartimiento que contiene o ha contenido fuego, y donde se ha producido la suficiente cantidad de humo (gases supercalentados de combustión) a consecuencia de la combustión incompleta del incendio en su etapa de arder sin llama por deficiencia de oxígeno.

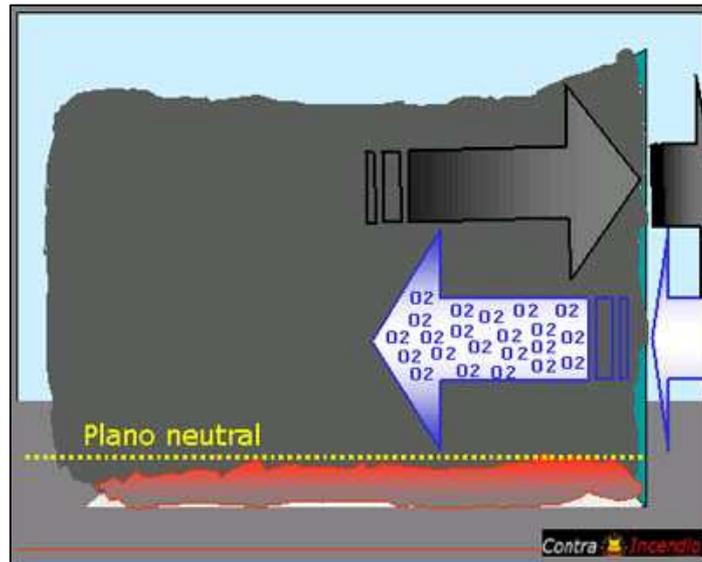
En consecuencia al acudir los bomberos a un incendio que se encuentre a los finales de la etapa de combustión libre y comienzo de la etapa de arder sin llama o en su desarrollo corren serios riesgos de enfrentar estas explosiones de humo o backdraft.

En la etapa de arder sin llama en el ambiente como se explica, encontraremos debido a la combustión incompleta, el intenso calor de la etapa de combustión libre y las partículas libres no quemadas de carbono mas los gases inflamables como el CO (monóxido de carbono) y el SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) están preparados para estallar en una intensa e instantánea combustión cuando el ambiente sea ventilado y se incorpore



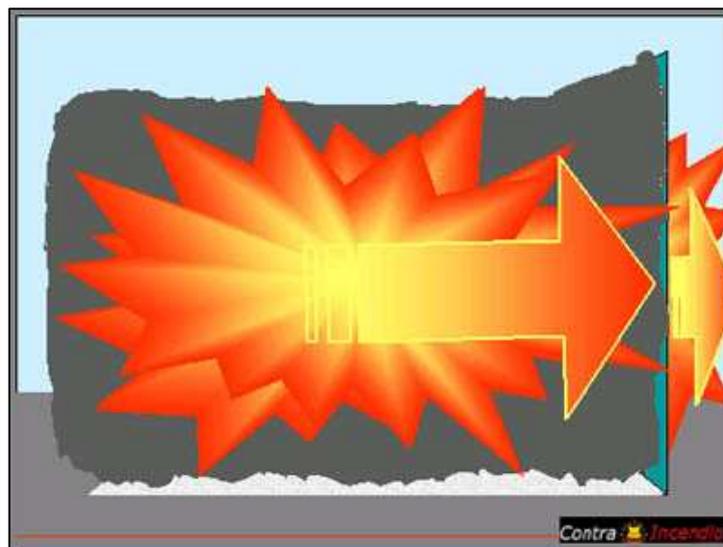
oxígeno.

Por parte de los bomberos una ventilación inadecuada puede desatar este fenómeno calificado como explosión por su velocidad y destrucción.



**Fig.49. Desarrollo backdraft**

En la etapa de arder sin llama contamos con suficiente temperatura por encima del punto de ignición de los gases de combustión producto de la combustión incompleta por falta oxígeno. El plano neutral baja a centímetros del piso esta señal la podremos observar en la quemazón de la puerta del recinto. Si a esta condición se le agrega aire fresco producto de una rotura, o ventilación incorrecta.



**Fig.50. Explosión backdraft.**



Encontraremos los cuatro elementos necesarios para tener fuego, no obstante en este caso con una reacción súbita, instantánea y violenta como lo es la explosión de humo o backdraft, aliviando toda su intensidad por donde se origino la apertura, existen pocas posibilidades de supervivencia, en el backdraft retrasado en el interior de un cuarto, la explosión de humo puede dar lugar al Rollover, el frente de llama corre por el pasillo quemando todo a su paso pocos efectos de sobrepresión.

Existen indicativos que el bombero debe evaluar para prevenir estos fenómenos:

**Signos y síntomas externos:**

- \* Humo bajo presión
- \* Humo negro convirtiéndose de un color grisáceo amarillento.
- \* Aislamiento del incendio y calor excesivo.
- \* Poca o nada de llama visible.
- \* Humo que sale del compartimiento en bocanadas o pulsaciones.
- \* Vidrios manchados por el humo, con rasgos violáceos, ennegrecidos, con apariencia como engrasados.
- \* Ruidos sordos.
- \* Una aspiración rápida de aire hacia adentro si se hace una apertura.

**Signos y síntomas internos:**

- \* Puede que este ocurriendo en un recinto interior y no lo sepamos.



- \* El plano neutral está a casi 20/25 cm del piso.
- \* Al abrir alguna ventilación se oirá como el fuego aspira el aire.
- \* Puede producirse un Rollover.

Para evitar esta situación en caso de utilizar sistemas de ventilación siempre se debe hacer por las partes más altas, a los efectos de sacar los gases supercalentados de las zonas altas de presión positiva.



**Fig.51. Síntomas externos**



Distintos eventos con Flashover y Backdraft:

Dos secuencias de un flashover y la evacuación de los bomberos



**Fig.52. Secuencias flashover.**

Tres secuencias de un backdraft la evacuación de un bombero y el rescate por parte de sus compañeros



**Fig.53. Secuencia backdraft.**

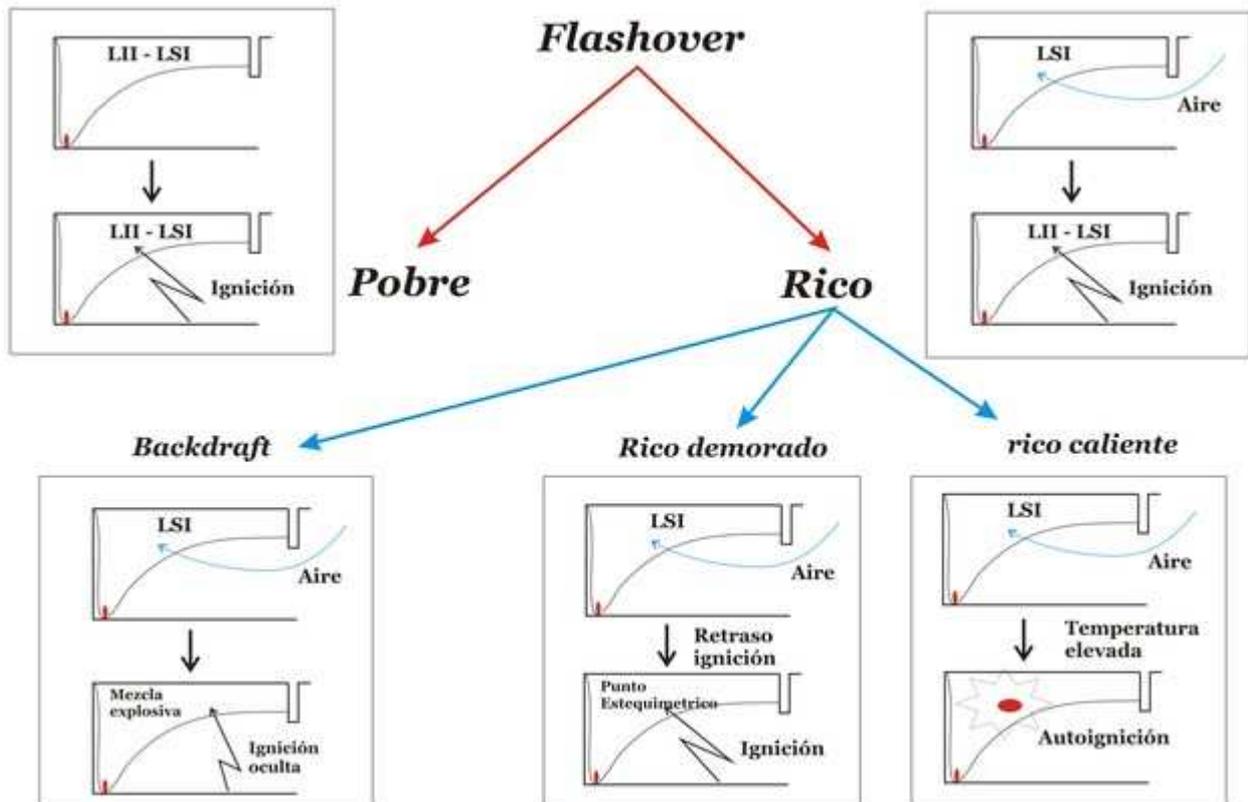
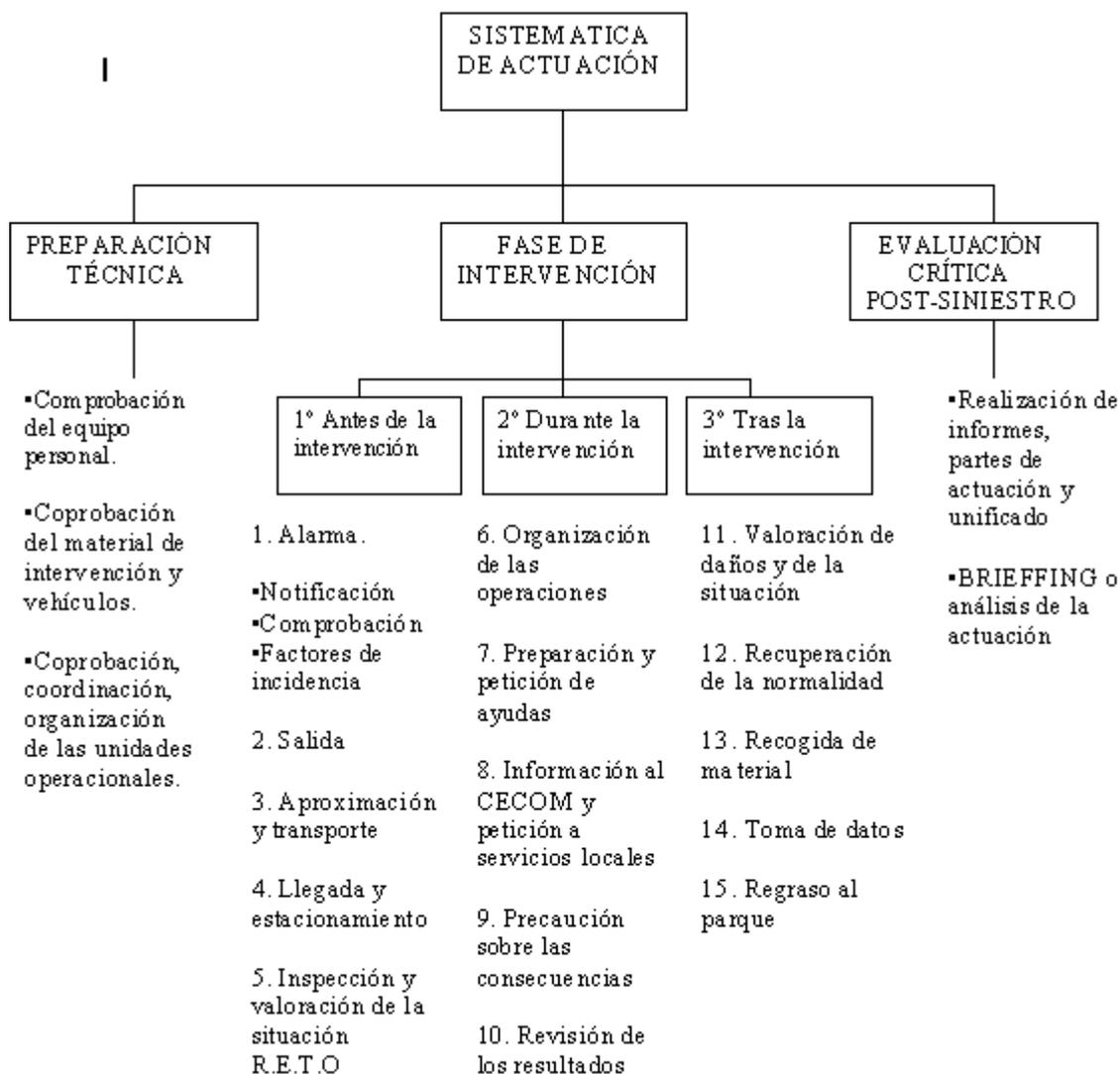


Fig.54. Esquema tipos de flashover.

#### 2.1.4 Sistemática de actuación.

La finalidad principal de todo servicio de bomberos es la de salvar la vida de las personas en peligro. Secundariamente, su trabajo se dirige a la neutralización y a la prevención de todo siniestro o situación de riesgo, utilizando los medios y recursos disponibles con la mayor eficacia posible. Para conseguir estos objetivos, su actuación debe seguir una sistemática general basada en las fases sucesivas y/o simultáneas, a lo que se añadirán las normas específicas de actuación que deben seguirse según el tipo de siniestro o de riesgo al que deban enfrentarse. A continuación vamos a ver una sistemática de actuación que si bien es generalizada, matizando algunos detalles particulares la podríamos utilizar en los diferentes servicios de incendios tanto urbanos como industriales. En el esquema siguiente podemos ver de forma resumida los distintos puntos de una sistemática de actuación general.



**Fig.55. Esquema sistemática de actuación.**

#### **2.1.4.1 Fase de organización y preparación técnica.**

En esta fase, además de la formación propia del bombero se realizan actividades de comprobación, verificación y coordinación. Son de vital importancia pues se asegura la posibilidad de los medios y recursos a disponer en la fase de intervención. Estas actividades mínimas para ofrecer una buena respuesta son:

A) Comprobación del equipo personal: debe ser revisado de forma metódica exhaustiva por cada individuo a la entrada de la guardia.



B) Comprobación del material de intervención y vehículos: serán revisados y verificados todos aquellos vehículos, equipos, aparatos y materiales asignados, para su puesta a punto y utilización inmediata.

C) Comprobación, coordinación y organización de las unidades operacionales: la composición de las distintas unidades operacionales estará en función de las disponibilidades de medios y recursos, así como su ubicación: personal por parques, equipos, materiales y vehículos.

De acuerdo a dichas disponibilidades y según el tipo, gravedad y nivel del siniestro serán asignadas las dotaciones tipo, así como los protocolos de actuación.

Una primera aproximación a estos protocolos de actuación, son los protocolos de movilización, de recursos, basados en las dotaciones básicas de personal de primera intervención (dotación normal y dotación reducida) y dotaciones básicas de vehículos de primera intervención.

#### **2.1.4.2 Fase de intervención.**

Las etapas generales que deben desarrollarse sucesivamente en cualquier tipo de intervención, de las diferentes clases de siniestros son tres: los cuales contienen una serie de pasos a contemplar en orden cronológico:

##### *A) Primera etapa: antes de la intervención del siniestro.*

El desarrollo de esta etapa suele ser muy común en la mayoría de los siniestros y consta de los siguientes pasos:

- **Alarma o toma de datos**

Es el elemento que desencadena todo el proceso de intervención y a través del cual se tiene un primer conocimiento del hecho siniestral. Las formas de recibir el aviso, suele ser:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

-A través del 112 (centro de coordinación de emergencias autonómico), el cual, en función de los datos aportados tipifica el incidente y alerta a los servicios operativos que sean competentes en la resolución del incidente.

-Vía teléfono directo.

-O bien por otros medios (radio, aviso personal, etc.).

Independientemente de la forma de recibir el aviso éste se transmite y gestiona en el CECOM (centro de comunicaciones). Esta alarma consta de:

a) Notificación: en la actualidad, generalmente, todo este apartado de datos se recoge a través del monitor asociado a una plataforma tecnológica común a todos los servicios públicos que trabajan activamente ante cualquier tipo de emergencia recibida en el centro de coordinación de emergencias autonómico, no obstante si el aviso es recibido directamente en el centro de comunicaciones de bomberos, se deberá tratar de recabar la mayor información posible en el menor tiempo, por ello se concretará lo más exactamente posible y se obtendrán los siguientes datos mínimos.

- Personas afectadas y/o peligro.
- Lugar, clase y tipo de siniestro.
- Persona o entidad que efectúa el aviso.
- Entorno y características especiales, etc. (altura, medios existentes, riesgos próximos, etc.).

b) Comprobación: durante la comprobación de la llamada (estos se llevará a cabo dependiendo de la forma de recibir el aviso) deberá darse la orden de salida, así como verificar los datos recabados y obtener otros factores de incidencia. En caso de necesidad recurrir a las fuerzas de seguridad para la aportación de información complementaria o cooperación.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

c) Factores de incidencia: en esta fase, se deben obtener datos que no hayan sido recabados durante la notificación. Como pueden ser: fase en que se encuentra, nivel y condicionantes de peligro, medios disponibles del inmueble, etc.

• **Salida.**

Todas las salidas de los parques estarán bajo la supervisión del jefe de salida o mando superior. Atendiendo a los protocolos de actuación previstos y de acuerdo a los datos recabados, factores, disponibilidad del personal y vehículos, etc.

La salida debe organizarse de forma inmediata y dentro del primer minuto de recibida la alarma. Es importante no olvidar el material complementario que pueda ser necesario en la intervención.

El tren de salida estará compuesto generalmente por el parque cuyo ámbito le corresponda según zonificación o rutas isócronas.

Junto con la salida se procederá a alertar a otros servicios con responsabilidad en el nuestro (compañías de agua, electricidad, gas, etc.), organismos y autoridades locales si fuera necesario.

• **Aproximación y transporte: itinerarios**

El trayecto al lugar del siniestro debe ser lo más adecuado, previsto y corto posible, debiéndose utilizar señales acústico-ópticos, evitando calles de mala accesibilidad y teniendo presente las retenciones que se puedan generar por el propio siniestro. Posible utilización de rutas alternativas.

Las diferentes unidades que formen el tren de salida deberán ir en conjunto, no circularán en paralelo ni cometerán infracciones. Deberán tener especial atención en las intersecciones, guardando distancias de seguridad con los vehículos que circulen por delante.

El jefe de salida aprovechará el trayecto para:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

-Completar la información (normalmente vía radio) y si se aprecia nuevas características o factores relevantes se comunicarán al CECOM.

-Valorar los factores previstos del siniestro.

-Preparar el plan de actuación, y una vez decidido le asignará a cada componente de la salida tareas concretas (equipo, ataque, alimentación, recate, etc.).

• **Llegada y estacionamiento.**

A la llegada al siniestro es fundamental que todo el personal deberá estar correctamente equipado y uniformado, incluido ERA (equipo respiración autónomo) para una rápida intervención en el salvamento de personas afectadas (sobre todo en incendios y accidentes de M.M.P.P).

Se comunicará al CECOM la llegada al siniestro.

Un punto básico a considerar siempre en cualquier siniestro es el estacionamiento de los vehículos, de manera que deberán posicionarse de forma correcta, gozando de la máxima operatividad, a salvo de los riesgos de la emergencia y disponiendo de una vía libre de evacuación sin entorpecer el acceso de otros vehículos.

Un ejemplo podría ser:

- Vehículos rescate.
- Vehículos extinción.
- Vehículos apoyo.
- Vehículos sanitarios.

• **Inspección y valoración de la situación.**

Al llegar al lugar del siniestro el jefe de salida efectuará un inspección rápida y completa del lugar, siempre en compañía, ordenando simultáneamente las operaciones de intervención de emergencia, modificar las tácticas, pedir ayudas e informar al CECOM.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

De acuerdo con la situación y su evolución, así como el nivel de gravedad (conato o bajo, medio, alto, muy alto y catástrofe) el jefe de salida definirá e informará al CECOM el estado del siniestro de acuerdo a:

**-Siniestro definido:** cuando se conozcan todas y cada una de sus características.

**-Siniestro controlado:** cuando se hayan podido organizar todos los frentes necesarios para impedir su avance y desarrollo, es decir no va a traspasar los límites a los que está circunscrito, aunque dentro se encuentre aún en actividad.

**-Siniestro dominado:** cuando se haya conseguido extinguir el incendio en dos de sus frentes (la intensidad decrece) o sean necesarios trabajos de apuntalamiento o especiales propios del siniestro.

**-Siniestro terminado:** cuando se hayan eliminado todas las causas y los efectos del siniestro y se puedan empezar los trabajos de recuperación de la actividad normal en el lugar del siniestro.

*B) Segunda etapa: durante la actuación del siniestro.*

Esta etapa se desarrollará dependiendo de la clase y tipo de siniestro, así como de sus características particulares, debiendo de constar de las siguientes fases.

• **Organización de las operaciones.**

Todas las operaciones tienen como objetivos fundamentales:

- Salvar vidas y bienes.
- Desconexión de instalaciones.
- Control y extinción del incendio.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Intentar recuperar las condiciones normales lo antes posible.

Establecimiento por parte del mando una estrategia y táctica para conseguir los objetivos anteriores, que en grandes rasgos serán:

a) Salvamento y rescate: (objetivo primordial).

Se debe distinguir entre salvamento y rescate, entendiéndose como salvamento la puesta en seguro de las personas que ya estuvieran directamente afectadas por las consecuencias del siniestro (humo, llamas, etc.) y por rescate, la evacuación a lugar seguro de las personas y bienes que podrían ser afectadas por el siniestro si permanecen en el lugar (plantas colindantes, pisos superiores e inferiores, etc.) también debemos considerar al margen de lo anterior, que:

- Víctimas por localizar → se establece una búsqueda y se rescatan.
- Víctimas localizadas → se rescatan.

Para el salvamento no existen tácticas concretas por la diversidad de las situaciones que se puedan dar; no obstante éstas se realizarán como determine el jefe de salida y los condicionantes, bien por la escalera prioritariamente y en sentido descendente (si las circunstancias obligan a realizarlo en sentido ascendente habrá que valorar una serie de factores) o utilizando los distintos vehículos de altura: para ello deberá utilizar medios de autoprotección adecuados y no afrontando en ningún momento riesgos indebidos.

Se tendrá la precaución de no comenzar a extinguir sin antes haber garantizado la seguridad de los rescatados, pudiendo utilizar una pequeña cantidad de agua pulverizada para abrirse paso hacia las personas atrapadas, sólo en el caso de que esto fuera absolutamente necesario. Algo importante a tener en cuenta es no prestar primeros auxilios en el área de peligro, evacuando a las víctimas lo más rápido posible.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

b) Frentes de ataque.

Cada frente de ataque será dirigido por el jefe de salida, teniendo comunicación en todo momento (emisoras) con el puesto de mando para informar del desarrollo de los trabajos, solicitar ayudas, etc.

Las principales operaciones de todo frente de ataque son:

- **Penetración:** es de vital importancia conocer, aproximadamente, la materia combustible, carga térmica, tipos de estructuras, etc. También se tendrá presente la utilización de tablas de control del personal de intervención (control del personal que se encuentre dentro del siniestro) y ayudarse de elementos técnicos (cámara de visión térmica, linternas, cuerdas guías, etc.), si se debe realizar rescates con la técnicas de buceo en humos, debido a la gran densidad y cantidad de humo que se pueda generar. Generalmente estamos hablando de uno de los momentos más críticos de la intervención, ya que nos vamos a enfrentar al desconocimiento del recinto y demás condicionantes del siniestro (calor, desconfianza de las estructuras, etc), de ahí la importancia del reconocimiento del entorno y/o tener información de la distribución de la vivienda.

- **Ataque o instalaciones de agua:** en función de la antigüedad de la edificación u otros condicionantes del siniestro, podrán ser:

- A través de la columna seca.

- Mediante la instalación de diferentes tramos de mangueras por los peldaños u ojo de la escalera.

- Realizando la instalación apoyándonos en cesta y/o tramos del vehículo de altura.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Una vez localizado el foco y observado el entorno se realizarán tres operaciones básicas: limitarlo o controlarlo, dominarlo y extinguirlo, para ello se usarán métodos y técnicas como:

- Cálculo de caudal y presión necesarios.
- Técnicas de avance y extinción con mangueras.
- Ataque directo, indirecto o combinado.
- Agentes extintores a utilizar (polvo, espumas, agua, etc.)
- Control del equilibrio térmico, posible colapso de estructuras, generación de gases tóxicos, prevenir la aparición del flashover, etc.
- Remover materiales para localizar focos ocultos, etc.

• **Ventilación:** consisten en la evacuación y eliminación de los humos, calor y gases en espacios confinados, reemplazándolos por aire fresco, mejorando así las condiciones de visibilidad tanto de posibles víctimas, como de localización de focos, consiguiendo al mismo tiempo un ligero descenso de la temperatura del recinto. Esta debe producirse de forma planificada y controlada para no alimentar focos no detectados. Los equipos de bomberos utilizan la denominada ventilación táctica y esta puede realizarse utilizando uno o varios métodos, como pueden ser:

- Ventilación natural: aprovechando las corrientes de convección normal.
- Ventilación forzada: cuando la ventilación natural no es la adecuada o simplemente es insuficiente, se pondrá en práctica utilizando:
  - a) Ventiladores de presión negativa (mediante impulsión de aire).
  - b) Ventiladores de presión positiva (mediante extracción).

Este tipo de ventilación, denominada forzada, a su vez lo podemos clasificar en función de los medios utilizados en:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- a) Ventilación mediante sistemas fijos.
- b) Ventilación mediante sistemas portátiles.

c) Equipos de alimentación de agua y apoyo técnico.

Sus cometidos dependerán del tipo de siniestro. Son fundamentalmente como operaciones complementarias, al éxito de lucha contra el siniestro. En general serán actividades:

→ Encargar a un equipo de organizar el abastecimiento de agua, este equipo estará formado por al menos dos personas, una de ellas conductor. Para ello deberán:

- Buscar puntos de agua del sector u otros agentes extintores con la colaboración del CECOM.
- Organizar el sistema de transporte y/o trasvase de agua concadenas de vehículos, motobombas, depósitos de agua, hidrantes, etc.

→ En salvamentos y otros servicios se organizarán equipos de apoyo técnico para el suministro de medios especiales (iluminación, reposición de equipos autónomos, etc.), así como localizaciones de técnicos (esta última misión suele tomarla el mando de siniestro).

→ En siniestros que comportan muchas horas de duración deberán organizarse equipos de apoyo para realizar tareas de relevo de personal, repostar combustible, suministro de bebidas y alimentos, etc.



- **Preparación y petición de ayudas**

Una vez efectuada la inspección y valoración de la situación y organizadas e iniciadas las primeras operaciones, se preparan y solicitan las ayudas necesarias y adicionales con la colaboración del CECOM (si no se ha efectuado con anterioridad), que es quien conoce los medios y recursos disponibles en los distintos parques. Para ello tendrá en cuenta el potencial de disponibilidad, su ubicación y tiempo necesario de traslado al lugar del siniestro. El CECOM dará la orden de salida a las distintas ayudas solicitadas indicándoles el lugar exacto y puesto de mando donde deben dirigirse para ayudar y ponerse bajo sus órdenes. En el lugar siniestrado se preverá la llegada y ubicación.

- **Información al CECOM y petición a servicios locales.**

La información al CECOM se dará únicamente por el mando del siniestro, que recibirá a su vez información complementaria. Dicha información debe ser fluida y constante para posibles correcciones en la toma de decisiones. Asimismo a través del CECOM, y por solicitud del puesto de mando, se localizarán ayudas de agente de la autoridad o servicios locales (agua, gas, etc.), si fuese necesario.

- **Precauciones sobre las consecuencias.**

Estamos ante uno de los pasos más importantes de la actuación en siniestros, además suele darse simultáneamente con los otros pasos.

Como la toma de decisiones del mando del siniestro debe ser dinámica, debe de disponer de forma continua de una evaluación de los resultados, comprobando si la situación del siniestro evoluciona: disminuye, se estabiliza, aumenta o cambia a otra clase de siniestro con su correspondiente nivel de gravedad. En todo momento y de acuerdo a esta constante revisión de los resultados, se irán ajustando los medios a la magnitud puntual del siniestro, retirando elementos que no sean necesarios y solicitando aquellos necesarios. También se tomarán precauciones sobre consecuencias del siniestro, como por ejemplo peligros originados por el calor, humo, etc., para los pisos superiores, o el agua para el piso siniestrado, inferiores o estructura.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

En este paso se producen decisiones trascendentales: es de crucial importancia, junto a la toma de decisiones en la salida del tren de auxilio y la evaluación, inspección y valoración de la situación.

- **Revisión de los resultados.**

La revisión ha de ser constante para ir ajustando los medios según la evolución del siniestro.

C) Tercera etapa: después de la actuación del siniestro.

- **Valoración de daños y de la situación.**

Terminado prácticamente el siniestro podrá efectuarse una primera valoración de daños y pérdidas, tanto de vidas como de bienes. Por ello debe procederse a un recuento del personal y realizar una serie de tareas adicionales:

*-Inspección:* consistirá en observar el entorno, estructuras, etc., del lugar afectado.

*-Habitabilidad del lugar o edificio:* se permitirá la ocupación del lugar o edificio, si no existen daños estructurales o peligro para el desarrollo de la actividad normal. En caso contrario debe notificarse a la autoridad competente para que no permita su ocupación o acceso.

*-Suministros:* si no reviste peligros, se avisará a las compañías distribuidoras (gas, agua, electricidad, etc.) para que, previa revisión de las instalaciones, restablezca el servicio. El S.E.I.S nunca restablecerá las llaves de servicio.

Una vez valorada la situación se definirá el estado y se comunicará al CECOM.

- **Recuperación de la normalidad.**

Los bomberos, cuando así se requiera y de acuerdo a los límites que permita la disponibilidad de personal y sus condiciones físicas y psíquicas podrán colaborar en tareas muy específicas con los medios especiales que se disponen entre ellas:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Limpieza con agua a alta presión.
- Apilado de materiales.
- Protección de equipos ante goteras o inundaciones parciales.
- Achiques y limpieza de cascotes de construcción.
- Apuntalamientos.
- Descontaminación del entorno.
- Otros trabajos que considere convenientes el jefe de salida.

- **Recogida de material.**

Finalizadas todas las operaciones, cuando las diferentes salidas reciban la orden de finalización del siniestro y regreso, se procederá a recuento y recogida de todo el material utilizado en el siniestro, así como su correcta ubicación en las armariadas y vehículos correspondientes.

En el caso de que los retenes de vigilancia puedan necesitar algún tipo de material, se procurará que éste sea entregado al responsable del retén para su control y conservación. Además el jefe de salida será el responsable del control de dicho material, haciéndolo constar en el parte diario de incidencias. Si es necesario repostar la cisterna de agua, se realizará en el hidrante más próximo al lugar del siniestro.

- **Toma de datos e información al CECOM.**

Durante la recuperación de la normalidad y recogida de material el mando del siniestro recopilará los datos necesarios sobre el siniestro (lugar exacto, responsables del local, quién queda al cargo de la situación o lugar, servicios colaboradores, víctimas y posibles afectados, vehículos, factores relevantes del siniestro, etc.) para la confección de partes de actuación y unificado.

Junto con la toma de datos se comunicará al CECOM de la operatividad del vehículo.

	ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
	MEMORIA DESCRIPTIVA

- **Regreso al parque.**

Una vez recogidos los datos necesarios, el material y ordenado en los vehículos, se regresará al parque por el itinerario más corto o conveniente, utilizando las señales ópticas y acústicas.

Nada más llegar al parque se procederá a la reposición de combustible, espumógeno, etc., así como la limpieza más exhaustiva de todo el material, reparaciones necesarias o cambios, dejando el vehículo y dotación en perfectas condiciones de operatividad.

### **2.1.5 Tren de socorro.**

Podemos definir como tren de socorro, al conjunto de unidades que componen una salida de un servicio contra-incendios.

Según el tipo de parque y el tipo de siniestro, cada servicio organizará los trenes de socorro o trenes de salida. Sobre esto tampoco se pueden dar reglas fijas, porque fundamentalmente su composición estará en función del personal disponible y, por supuesto, del tipo de siniestro a cubrir.

Dentro del protocolo de actuación en un incendio urbano, el tren de socorro mínimo estará compuesto de los siguientes vehículos.

- BUP (auto-bomba urbana pesada).
- Vehículo de altura.
- Ambulancia (AMB).

### **2.1.6 Legislación.**

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.



- Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se prueba la Norma Básica de la Edificación "NBECPI/96: condiciones de protección contra incendios en los edificios.

- Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo.

- Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

## 2.2 Incendios industriales.

### **2.2.1 Descripción.**

De todos son conocidas, las cuantiosas pérdidas en bienes económicos (trabajo, productos, servicios, etc.), medioambientales, y sobre todo de vidas humanas, que el desarrollo de incendios en los entornos industriales, generan todos los años. Si bien es cierto decir que en los últimos 15 años se ha podido ver un descenso notable en lo que a intervenciones en este tipo de incendios refiere, la realidad es que cuando ocurre un gran incendio de estas características, las consecuencias son desastrosas tanto a nivel económico, medioambiental, como en ocasiones en vidas humanas. La posibilidad de que se produzcan pérdidas de vidas humanas en un edificio industrial, esta directamente relacionada con el riesgo de incendio que posean las operaciones o procesos industriales que se desarrollen en dichos edificios, así como de la peligrosidad de las materias primas empleadas.

El descenso de intervenciones ocurrido en los últimos años, viene aparejado al surgimiento de una serie de normativas, que conllevan la instalación en las empresas de unos sistemas de prevención y de protección, acordes al riesgo de cada una de ellas. Cabe destacar aquí, la masiva implantación de Planes de emergencia y Autoprotección,



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

que en los últimos años se están elaborando, lo cual ha derivado en el diseño de organizaciones humanas formadas y preparadas, para intervenir de forma rápida ante el inicio de un incendio, con los medios propios de las instalaciones, así como el establecimiento de unos protocolos de evacuación, vías seguras de salida y puntos de encuentro, a fin de facilitar una rápida, segura, y eficaz evacuación de las instalaciones industriales en caso de emergencia.

No obstante a lo anterior, decir que si bien la frecuencia de intervención de los servicios de Emergencia en este tipo de incendios ha descendido notablemente en los últimos años, esto no quiere decir que no se den conatos de incendio en las industrias todos los días, la diferencia entre los sucesos y nuestras intervenciones, esta en la mitigación por parte de la organización interna con los medios propios, de estos conatos cuando se originan.

Con este panorama como podemos comprobar, no solo ha variado en descenso el número de intervenciones en incendios industriales, sino que también ha cambiado el concepto y el modo de trabajo. Hoy podemos llegar a un recinto industrial en el cual hay un incendio, y encontrarnos a la entrada a todas las personas que componen la plantilla de la empresa agrupadas, una persona que se nos acerca, y nos dice que la planta ha sido evacuada, que se han cortado los suministros energéticos de gas y luz a los sectores afectados, que el incendio comenzó en....., que el material combustible es....., que los accesos adecuados al lugar son por....., que los abastecimientos de agua los encontramos en.....etc., etc., etc., así pues, la incertidumbre y el estrés, fruto del desconocimiento y la descoordinación, dan paso a la eficacia, seguridad y rapidez de la intervención fruto de la información, teniendo esto unas consecuencias positivas en el descenso de víctimas y en la intervención de los servicios de emergencia. Para finalizar, debemos ser activos y complementar lo anterior con visitas a empresas del entorno, que nos permitan conocer y tomar datos de interés de cara a una posible intervención en estas. No esperar que la información nos llegue, sino ir en su búsqueda.

### **2.2.2 Clasificación de los recintos industriales.**

El abanico de posibilidades, a la hora de establecer una clasificación de los tipos de recintos industriales es muy amplio y heterogéneo, no obstante, y atendiendo a los



objetivos planteados en este curso, estableceremos cuatro categorías clasificatorias que pueden resultar de interés de cara a tener una información relevante en los planteamientos de intervención ante un incendio:

- Según norma.
- Según el riesgo de incendio
- Según la protección existente.
- Según la producción o servicio.

#### **2.2.2.1 Según norma.**

Las muy diversas configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales, se consideran reducidas según el RD 667/2004 a:

→ ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES UBICADOS EN UN EDIFICIO.

- TIPO A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.

- TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos. Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deberán tener cubierta independiente, se admitirá el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes.

- TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.



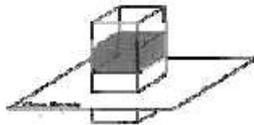
→ ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES QUE DESARROLLAN SU ACTIVIDAD EN ESPACIOS ABIERTOS QUE NO CONSTITUYEN UN EDIFICIO.

- TIPO D: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

- TIPO E: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

**TIPO A:** estructura portante común con otros establecimientos

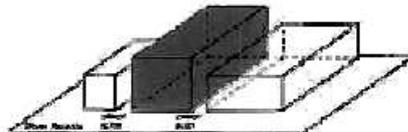
En vertical



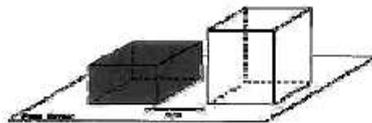
En horizontal



**TIPO B**

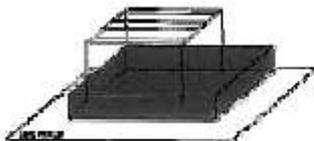


**TIPO C**

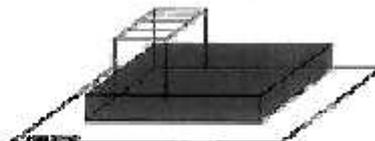


**TIPOS D y E**

**Tipo D**



**Tipo E**



Ubicación de la actividad industrial

**Fig.56. Tipos de ubicaciones industriales.**



#### **2.2.2.2. Según el riesgo de incendio.**

Según el riesgo de incendio, podemos definir los establecimientos industriales como:

- 1- Nivel de riesgo bajo.
- 2- Nivel de riesgo medio.
- 3- Nivel de riesgo alto.

El cálculo de estos niveles viene determinado por unas fórmulas matemáticas que tienen en cuenta factores como:

- Materiales combustibles (tipos y masas).
- Peligrosidad de estos.
- Actividad industrial desarrollada.
- Superficies construidas y ocupadas.

#### **2.2.2.3 Según la protección existente.**

Según las medidas de protección contra el fuego que existan en el edificio industrial, podemos diferenciar estos en:

- Edificios industriales construidos antes de las normas en vigor y con un bajo nivel de protección.
- Edificios actuales y con unos adecuados sistemas de protección, capaces de controlar el incendio en sus inicios o evitar su propagación.

De los primeros decir que nos encontramos ante recintos industriales que pueden carecer de sistemas de abastecimientos, medios de protección, planes de autoprotección, vías adecuadas de escape, etc.



Los segundos son recintos industriales modernos o bien antiguos (pero que por sus riesgos implícitos o por presiones de las aseguradoras) que cuentan con unos sistemas de protección adecuados y de utilidad para los servicios de emergencia en caso de intervención.

Anualmente las pérdidas materiales producidas por incendios industriales, representa un alto porcentaje de las pérdidas provocadas por los incendios en general. Afortunadamente, la proporción no es la misma en lo que a vidas humanas refiere. Una variedad de características de funcionamiento, favorables y comunes a las instalaciones industriales, los medios de protección y de lucha contra el fuego existentes hoy en las modernas instalaciones, la organización humana preparada para actuar en caso de incendio, así como la atención continuada a las vías de escape y su configuración y la atención continuada a los programas de seguridad de los trabajadores, están contribuyendo sin ningún género de dudas, a este alentador panorama.

#### **2.2.2.4 Según la producción o servicio.**

Este es quizás el apartado más amplio y heterogéneo de clasificación de recintos industriales, si bien haciendo un esfuerzo y agrupándolos por familias (con similitudes en cuanto a materias empleadas, riesgos en la producción, etc.), podríamos clasificar a estos como sigue (genéricamente y con la posibilidad de dejar alguno en el camino):

- Madera y sus derivados.
- Papel.
- Fibras y productos textiles.
- Líquidos inflamables y combustibles.
- Gases.
- Productos químicos.
- Plásticos y gomas.
- Alimentación.
- Congelados.
- Electrodomésticos.
- Otros tipos.



## **2.2.3 Comportamiento ante el fuego de los establecimientos industriales.**

### **2.2.3.1 En función del tipo estructural.**

El fuego constituye una actividad que está considerada como una de las que más daños ocasiona en todo tipo de construcciones y edificios a los que afecta.

Todo elemento constructivo pierde su capacidad resistente o funcional bajo la acción del fuego, llegando al estado límite de agotamiento y perdiendo su capacidad resistente, teniendo como consecuencias más directas el colapso estructural, ya sea de una de las partes, de varias, o del total.

El mecanismo de transferencia térmica que más directamente influye en el comportamiento de la estructura es la conducción. Es de dominio público, que las estructuras de acero son muy sensibles a la acción del fuego, tirando la parte donde incide el fuego del resto, y colapsándola en breve espacio de tiempo si no están adecuadamente protegidas. Estas estructuras, en más de una ocasión ceden por extremos alejados al lugar de origen del incendio, y si bien la resistencia es menor que otros tipos de construcción, el colapso suele ser paulatino y no repentino, causando en contra de lo que se cree un bajo número de víctimas atrapadas.

Las estructuras de hormigón o fábrica, son sin duda las que mayor resistencia ofrecen, si bien cuando la magnitud del siniestro sobrepasa la capacidad de estas, el colapso estructural tiene lugar de forma súbita, quedando pocos huecos entre sus escombros. Cuando un hormigón de alta resistencia queda expuesto al ataque de un fuego de cierta entidad, puede ocurrir que fragmentos de las capas superficiales del mismo se proyecten violentamente (spalling del hormigón).



**Fig.57. Estructura Hormigón.**

En cuanto a las estructuras de madera (las menos habituales en instalaciones industriales, y utilizadas en cubiertas o similares), decir que tiene una baja conductividad térmica, una despreciable dilatación, y una carbonización progresiva de las capas superficiales, todo lo cual le da un buen comportamiento de cara a la estabilidad estructural, ya que a medida que esta va perdiendo humedad aumenta su resistencia, compensándose de esta forma la pérdida de sección.



**Fig.58. Estructura con cubierta de madera.**

Concluir aludiendo al hecho, de que la gran mayoría de edificios industriales construidos hoy en día (esto va por modas según las épocas), se proyectan con un



parámetro vertical de unos dos metros de altura construido en hormigón (en muchos de los casos prefabricados), el cual perimetra la instalación, siguiendo el arranque vertical hasta la cubierta con protección de panel tipo sándwich. Las cubiertas se estructuran básicamente a dos aguas con estructura metálica a base de cercas y correas, sobre las cuales se dispone habitualmente panel tipo sándwich con lucernarios y evacuadores de humo en algunos casos.

Todo lo anterior se sustenta sobre estructuras a base de pilares metálicos u hormigón.

### **2.2.3.2 En función de su configuración.**

Los mecanismos de transferencia térmica, son consecuencia de que en un recinto se transmite el calor por los mecanismos de conducción, convección y radiación.

La configuración dimensional y volumétrica de un recinto, influye directamente en el recorrido que los gases desprendidos de un incendio realizan, así como en las posibilidades de propagación del incendio fruto de la convección. Afortunadamente para los residentes (trabajadores), así como para los intervinientes en caso de incendio, la configuración de los recintos industriales discurre de forma muy horizontal en su gran mayoría. Además de lo anterior, por norma general hablamos de recintos a nivel de rasante, con techos altos y espacios diáfanos generosos, accesos adecuados para vehículos pesados, abastecimientos exteriores de agua, etc.. Al hacer tales descripciones, nos referimos por supuesto a recintos industriales de cierta importancia o relevancia, así como a la gran mayoría de recintos que podamos encontrar en un polígono industrial. Evidentemente nada tiene esto que ver con el antiguo recinto industrial enquistado todavía en un casco urbano, o el pequeño taller o negocio también dentro de un recinto urbano.

### **2.2.3.3 En función de los procesos o productos.**

Evidentemente este es sin duda el apartado más importante, de cara a valorar el comportamiento de las estructuras ante un incendio en su interior.



Un incendio puede iniciarse por múltiples causas, pero el factor fundamental que determina su propagación, así como la rapidez de esta y la afección de la temperatura generada sobre los parámetros estructurales, es sin duda alguna, el tipo y cantidad de material combustible que hay en el interior. Si bien la configuración del recinto y su tipo estructural son importantes, todos hemos podido apreciar en más de una ocasión, como un recinto industrial se viene abajo en cuestión de minutos, cuando hay una carga de fuego importante en su interior y el material combustible es importante, o bien cuando los materiales empleados en su aislamiento son combustibles y no se encuentran adecuadamente protegidos.

No es lo mismo un incendio en recinto industrial dedicado a construcción metálica, que un incendio industrial dedicado a la fabricación de muebles y elementos de madera.

Ni el riesgo de ignición, ni el de propagación, se asemejan en ambos casos, pero además de lo anterior, la propia materia prima así como la terminada, e incluso los procesos de producción (corte y generación de serrín y polvo), juegan un papel importante en el inicio y la evolución del incendio, así como en las posibilidades de controlarlo en un espacio de tiempo breve.

#### **2.2.4 Tipología de incendios industriales y sus riesgos.**

Como se ha podido apreciar en todo lo dicho hasta aquí, existe una gran variedad de edificios industriales, en lo que a tipo, materiales, seguridad, procesos, etc. refiere. Si deseamos establecer una tipología útil de cara a la intervención, será preciso el pensar en establecer una clasificación que tenga en cuenta los riesgos derivados de los almacenamientos (producto terminado y almacenado), materias primas (variedad y cantidad de productos utilizados para la producción) y procesos de producción (maquinas, combustibles, procedimientos a altas temperaturas, combinaciones o mezclas químicas, etc.).

Teniendo en cuenta los parámetros relatados, estableceremos 10 grupos que si bien no incluyen el total de sectores e industrias, puede ser de utilidad de cara a una posible intervención.



#### 2.2.4.1 Sector madera y afines.

Además de las empresas dedicadas a madera sólida o tablones (serrerías y otras), encontramos una gran cantidad y variedad de industrias que utilizan la madera como materia prima, así los derivados de esta como contrachapados y laminados, los cuales se obtienen pegando con adhesivo finas hojas de madera (chapas) sobre aglomerados de hebras, astillas, fibras o partículas, pegadas y prensadas con adhesivos (hebras orientadas THO, fibra de densidad media FDM, DM, etc..), son utilizados en la fabricación de mobiliario y otros enseres, de forma muy generalizada.

La cantidad de productos fabricados a partir de la madera y sus derivados es inmensa. A veces resulta difícil separar claramente los que se obtienen a partir de la madera, papel o celulosa.



**Fig.59. Industria conformado de madera.**

Los elementos principales de la madera son el Carbono, El Hidrógeno y Oxígeno, el Nitrógeno y otros (el 50% de la madera es celulosa). Si bien el riesgo principal de producirse un incendio lo comporta la propia materia prima como tal, no debemos olvidar otro tipo de compuestos que se utilizan en la fabricación como adhesivos, colas, barnices, etc.. La ignición de estos combustibles sólidos (madera), requiere por lo general un contacto prolongado con un foco de calor, no siendo fácil su ignición por chispas, roces u otros breves, en la mayor parte de incendios donde intervienen combustibles sólidos, existe un margen de tiempo entre la ignición y la combustión rápida. Otra cosa es la materia disgregada en estado polvoriento, que puede entrar en ignición al contacto con chispas y otros.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

La propagación del fuego sobre la mayor parte de los sólidos, es bastante lenta en comparación con los combustibles líquidos. Además, los gases producidos por pirolisis durante la combustión de los sólidos, deben mezclarse con la debida proporción de aire para que puedan inflamarse. Por lo tanto la propagación de las llamas, depende a menudo de la necesidad que tienen estos gases, de encontrar un abastecimiento adecuado de aire para consumirse progresivamente, suponiendo este aspecto, un elemento primordial del avance de incendios de madera en espacios cerrados. El serrín como tal, si no está compuesto por partículas muy pequeñas, no supone un riesgo tan potencialmente peligroso como el polvo de papel, si bien en suspensión ambos pueden ocasionar explosiones.

Ante un incendio en este tipo de instalaciones, la protección de zonas adyacentes a fin de evitar la propagación, es tarea fundamental sobre todo si existen construcciones adyacentes y si hay grandes cantidades de materia prima o terminada.

El control del incendio se realizará con agua, pulverizando sobre el incendio en un principio a fin de reducir temperatura, y aplicando seguidamente el ataque directo. Es posible que sea preciso movilizar material combustible parcialmente quemado a fin de poder extinguir el fuego en su totalidad, ya que se crean huecos de supervivencia del fuego, a los cuales solo accederemos moviendo el material y sofocando de forma simultánea.

Los almacenamientos de materia prima o terminada en grandes estanterías industriales (en algunos casos de altura considerable), dificulta la tarea de rociadores de agua y de mangueras, dificultando la llegada del agua a todos los puntos necesarios a fin de conseguir una extinción total.



**Fig.60. Incendio en un almacén de madera en País Vasco.**



#### **2.2.4.2 Industria del papel.**

El sector del papel al igual que otros, incluye una gran variedad de empresas como pueden ser la fabricación de materia prima, fabricación de papel tisú, fabricación de cartón ondulado, fabricación de embalajes de cartón, para gráficas, etc.. En este tipo de recintos industriales, además de los productos celulósicos podemos encontrar una gran variedad de productos empleados en su manufactura como:

- Aglutinantes (resinas resistentes y otros).
- Pigmentos (dióxido de titanio y otros tipos).
- Colorantes (tintes al agua, al disolvente, etc.).
- Colas (colofina, almidón, etc.).
- Ceras (parafina para dar brillo y otros tipos).
- Disolventes, etc..

El papel y los derivados del papel y la madera, contienen mucha menos humedad que la madera, siendo a su vez la relación superficie volumen (masa) mucho mayor para el papel o el cartón que para la madera, siendo así mayor el contacto del combustible con el aire y menor la masa que disipa el calor de la partícula.

Desde el punto de vista conceptual expuesto anteriormente, podríamos decir que a medida que bobinemos el papel en rollos, disminuiríamos la relación superficie volumen, pudiendo llegar a necesitar un aporte de calor igual al necesario para prender un tronco de madera de similar dimensionado.

Una característica común a este tipo de industrias, refiere a la gran cantidad de materia prima almacenada. La alta velocidad de trabajo de las actuales máquinas en este sector, así como la variedad de productos finales, hace preciso el almacenamiento de grandes volúmenes de materia prima, así como de producto terminado, con el considerable peligro de cara a la velocidad de combustión que puede alcanzarse en una instalación de este tipo.



Si bien el papel es difícil de inflamar cuando se presenta en forma compacta (libros, bobinas, pilas, etc.) debido a la carbonización y la escasez de aire, decir no obstante, que el almacenamiento en rollos en forma vertical (habitual en los almacenes y zonas de producción por comodidad de transporte y manejo), tiende a abrirse laminar mente (fruto del fuego) propiciando el contacto con el oxígeno de las diferentes laminas y acelerando su combustión.



**Fig.61. Industria papelera.**

En fabricas de tisú donde la materia prima (papel en bobinas para su corte y empaquetado) ha llegado a prender, ni siquiera los sistemas de extinción automática han sido capaces de limitar y extinguir el incendio, ya que al abrir las bobinas la aceleración de la combustión fue tan rápida, que en cuestión de minutos toda la industria se vio envuelta en llamas.

Ante este tipo de incendios, es preciso centrarse en las bobinas cercanas a las incendiadas, mojando estas con agua para evitar su ignición, a su vez que el agua impide la apertura laminar de estas en caso de llegarles llama directa.

Otro riesgo importante en este tipo de industria, lo compone el polvo de papel que podemos encontrar en el ambiente y almacenado en parámetros horizontales como máquinas, cerchas u otros, el cual puede pasar al ambiente en forma de nube y causar explosiones.



El ataque directo o indirecto con agua, la protección y humidificación de los productos no quemados y cercanos, así como las zonas con exceso de polvo de papel, son las tácticas adecuadas ante este tipo de incendios.

#### **2.2.4.3 Fibras y productos textiles.**

Las fibras constituyen el componente principal de los productos textiles. La inflamabilidad, velocidad de propagación de la llama, disipación del calor, contracción y facilidad de extinción de los productos textiles, son hechos que dependen del contenido en fibra, peso y confección. Los almacenamientos de textiles constituyen por su ignescencia y combustibilidad elevadas uno de los riesgos mayores de incendios en materiales sólidos.

Básicamente podemos hablar de dos tipos de fibras:

- Naturales: Celulositas (algodón, caña, yute, lino, etc.) y proteinitas (Lana, cachemir, pelo, etc.).
- Sintéticas: Acetal, acrílicos, nylon, poliéster, rayón, spantex o licra, otras.

Las fibras naturales se carbonizan pero no funden, la lana por ejemplo, mantiene la combustión con dificultad y resulta más difícil de inflamar que otras (a igualdad de condiciones), siendo a su vez también más fácil su extinción.

Las fibras totalmente sintéticas de mayor uso son las acrílicas (que se hinchan y carbonizan con el calor), y las termoplásticas (que generalmente no carbonizan y se contraen y funden con el calor). La propagación de la llama en sentido ascendente en este tipo de fibras no es muy rápida, pero los polímeros fundidos fluyen hacia abajo, desplazando las llamas lentamente y en sentido horizontal y descendente.

Lo anterior hace que un fuego de materia sólida, genere líquido incandescente capaz de propagar la combustión además en sentido descendente (imaginemos un almacenamiento en estanterías hasta nivel de techo, acercando en demasía el producto a las luminarias del techo que además son de gran potencia. Pudiendo producir por calor



la ignición en las capas altas y propagando rápidamente en sentido descendente el incendio hasta nivel de rasante.

A todo lo anterior es necesario añadir el hecho de que a la materia prima en este tipo de industria suelen acompañarle otro tipo de elementos como:

- Parafinas.
- Resinas sintéticas.
- Plastificantes.
- Estabilizadores.
- Colorantes.
- Etc.

Todos estos productos añadidos así como las propias fibras en sí, hacen que los humos derivados de este tipo de incendios, tengan ciertos componentes tóxicos que es preciso tener en consideración.

Para la extinción de este tipo de incendios si bien el agua es un agente extintor muy adecuado (para fibras naturales), es preciso tener en consideración la extinción con agentes extintores a base de espumas, espumas específicas para fuegos de clase A, ya que las fibras como las termoplásticas que se contraen y funden, pueden crear capas plásticas que impidan la entrada del agua al interior de los almacenamientos de ciertas fibras. Puede ser necesario remover el material combustible a fin de poder extinguir su totalidad y evitar su reignición.

#### **2.2.4.4 Industria química.**

Sin ningún tipo de duda, este tipo de instalaciones industriales son las que mayor riesgo para la población y los intervinientes comporta en caso de incendio.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

A la gran cantidad y por supuesto variedad de productos implicados, es preciso añadir aquí la naturaleza peligrosa (explosivos, inflamables, tóxicos, venenosos, corrosivos, radioactivos, etc.) de este tipo de productos, así como los riesgos derivados para la población y el medio ambiente.

Este es un sector muy heterogéneo, pudiendo encontrar empresas como las destinadas a fabricación de pinturas y barnices, fabricación de abonos, productos fitosanitarios, laboratorios farmacéuticos, fabricación de resinas, etc.



**Fig.62. Industria química**

A las tareas propias del control del incendio, ha de sumarse en estos casos las de control de humos resultantes, así como el confinamiento o control de las aguas residuales de la extinción, las cuales pueden estar altamente contaminadas.

En algunos tipos de empresas y almacenes de esos tipos, ya la propia normativa establece la necesidad de interponer sistemas de cierre en los colectores de aguas residuales y pluviales a fin de contener esta en el interior del recinto y evitar que pase a cauces fluviales u otros.

Tenemos que tener en cuenta cuando trabajamos en este tipo de recintos industriales, que estamos ante productos que tienen además de su naturaleza peligrosa, una serie de cualidades como pueden ser:

- Capacidad de oxidar a otros materiales.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Inestabilidad química ante determinados elementos (calor, agua, oxígeno, etc.).
- Actividad en presencia de otros.
- Reactividad.
- Etc.

Es un aspecto crucial antes de proceder a implantar ningún tipo de táctica o estrategia, recopilar información sobre el tipo y cantidad de productos que existen en el recinto, así como de su posible ubicación dentro de él.

Las tácticas a utilizar:

- Refrigerar cualquier recipiente que se vea afectado por el fuego o por altas temperaturas.
- Confinamiento del fuego evitando su extensión a otros departamentos o sectores.
- Extinción con espumas o si fuese preciso con agua pero evitando derrochar y contaminar esta en exceso.
- Control de humos del incendio a fin de alertar a poblaciones cercanas.
- Cerrar sistemas de alcantarillado o vías de aguas residuales y pluviales, a fin de no contaminar ríos ni cauces.

Pueden ser precisos equipos de protección especial (niveles II o III) en función de los gases desprendidos al ambiente, o productos derramados.

#### **2.2.4.5 Líquidos inflamables.**

En sentido estricto, los líquidos inflamables y combustibles no causan incendio, son meros vehículos que conducen a dichos incendios. Si bien hoy en día podemos



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

encontrar en casi la totalidad de los procesos productivos, el empleo en mayor o menor medida de algún tipo de compuesto de naturaleza combustible e inflamable, no obstante nos centraremos en este apartado, en los centros de almacenamiento y distribución, refinado, transformación y venta.

Un aspecto de crucial importancia con este tipo de compuestos, consiste en la valoración de sus densidades (como líquido y como gas), así como de su hidrosolubilidad (dilución en agua), pudiendo así diferenciar de cara a su extinción dos familias fundamentales de líquidos inflamables:

- Líquidos miscibles en agua (alcohol, acetonas, disolventes, lacas, barnices, etc.)
- Líquidos no miscibles (hidrocarburos, aceites, grasas, etc.)

Otro aspecto a considerar es el punto de inflamación de estos compuestos así como la densidad de sus vapores. Existen productos como la gasolina, que a temperatura ambiente emana vapores inflamables, vapores más pesados que el aire y que discurren de forma progresiva en sentido descendente, pudiendo introducirse en alcantarillados y otros huecos, entrando en ignición a distancia del derrame.

Este tipo de incendios requiere de agentes específicos para su extinción (espumas), así como para evitar la emanación de vapores peligrosos en caso de derrame del producto. El problema en este tipo de incendios donde se ven involucrados recipientes de gran tamaño y capacidad de almacenamiento, radica en la posibilidad de aproximación para poder descargar de forma eficaz el agente extintor con unas mínimas garantías de eficacia. Si bien hoy en día estos dispositivos de almacenamiento cuentan con sistemas de protección adecuada (techo flotante, sistemas de inyección sub. superficial de espuma, etc.), estos pueden fallar o no funcionar de forma eficaz en caso de incendio.

Otro riesgo añadido de este tipo de instalaciones, es el hecho de que las grandes temperaturas que alcanzan estos incendios pueden producir el fundido del recipiente, e incluso la ignición de recipientes cercanos por simpatía (radiación). Desde el punto de



vista de la seguridad de los intervinientes, han de refrigerarse rápidamente todos aquellos recipientes que se vean afectados directamente por el fuego, así como los que se muestren afectados indirectamente (por el calor y su cercanía). Es preciso tener en cuenta la duración en el tiempo de este tipo de incendios, considerando las reservas de agua y su correcta distribución, ya que la refrigeración de grandes tanques requiere de un consumo elevado de agua.

Es preciso tener en cuenta los fenómenos peligrosos que podemos encontrar en este tipo de situaciones como son:

- Blevé (explosión de vapor en expansión de un líquido en ebullición).
- Boilover (derrame del líquido combustible por ebullición de otro en el fondo).
- Slopover (derrame superficial).
- Flashover (derrame por espumación, un líquido no inflamado por evaporación de agua bajo el que hace saltar la espuma aceitosa en una superficie extensa).

#### **2.2.4.6 Fabricación de plásticos y/o gomas.**

La industria del plástico representa, hoy en día, una de las tecnologías de más rápido desarrollo. Los tipos, variantes y usos de los plásticos han proliferado a un ritmo vertiginoso, creando una familia de materiales extremadamente compleja y variada, y destacando que cada una de sus variedades puede ser considerada como combustible (ardiendo algunas de forma muy rápida).

Los productos denominados plásticos, incluyen los tipos comunes de polímeros termoendurecibles y los termoplásticos. La mayoría de los plásticos acabados contienen plastificantes, colorantes, rellenos, estabilizadores, agentes reforzantes, lubricantes y otros tipos de aditivos especiales.

La forma final del producto, ya sea en secciones sólidas, películas y hojas, espumas, productos moldeados, fibras sintéticas, píldoras o polvos, tiene una influencia importante en sus propiedades de combustión.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Los métodos de ensayo que hasta ahora habían servido para indicar el riesgo relativo de los materiales en sus condiciones reales de uso, no han sido capaces de predecir el comportamiento de algunos plásticos ante el fuego. Aunque algunos plásticos pueden tener puntos de inflamación más altas que la madera, otros por el contrario se inflaman fácilmente con una pequeña llama y arden rápidamente.

La mayoría de los plásticos generan al arder grandes cantidades de humo muy denso y negro, generando gases mortales como el monóxido de carbono y otros altamente tóxicos como el cianuro de hidrógeno, el cloruro de hidrógeno y el fosgeno.



**Fig.63. Productos Plásticos**

Los artículos termoplásticos tienden a fundirse y fluir cuando se les calienta, en caso de incendio, el material puede fundirse apartándose del frente de llama e impedir que continúe la combustión o producir gotas llameantes, parecidas al alquitrán, difíciles de extinguir y que pueden desencadenar incendios secundarios.

La preocupación sobre el comportamiento ante el fuego de este tipo de productos, es achacable a índices de combustión inusualmente elevados, producción anormal de humo pesado y mayor contenido de calor por unidad de peso.

Los productos plásticos con excepción del nitrato de celulosa, están clasificados como materias combustibles ordinarias. Consecuentemente, los métodos de extinción adecuados contra el fuego de tipo A, son los que deben emplearse contra fuegos de plástico, si bien aquí haremos un inciso y aludir a la eficacia extintora de los agentes espumógenos que permiten ser usados como humectantes a un porcentaje de dosificación (reduciendo la tensión superficial del agua), y como espumas a otro tipo de dosificación más elevado.



**Fig.64. Incendio industria plástica en Ribarroja del Turia**

Este tipo de agentes extintores, permite la extinción con un menor consumo de agua y por tanto reduciendo la contaminación ambiental, ya que el agua sobre estos productos quemados, queda muy contaminada.

Es aconsejable durante las tareas de extinción de estos compuestos, rociar los humos y gases desprendidos con agua pulverizada (si es posible), a fin de absorber los vapores venenosos del óxido de nitrógeno.

En empresas destinadas a calzado y molduras, además de las gomas y derivados de los plásticos, encontramos cantidad de recipientes con adhesivos y colas altamente inflamables, siendo las altas temperaturas una constante en los procesos de transformación.

#### **2.2.4.7 Metal.**

La práctica totalidad de los metales arden en el aire en determinadas condiciones. Algunos se oxidan rápidamente en presencia de aire o humedad, generando suficiente calor para alcanzar su temperatura de inflamación. Otros se oxidan tan lentamente que el calor producido durante la oxidación se disipa, antes de que alcancen el punto de inflamación.

Determinados metales como el calcio, hafnio, litio, magnesio, plutonio, potasio, sodio, titanio, torio, uranio, circonio, y zinc, se denominan metales combustibles por su facilidad de ignición cuando se presentan en forma de láminas delgadas, pequeñas partículas o fundidos. Sin embargo, dichos metales en estado sólido masivo son difíciles de incendiar.



**Fig.65. Almacén industria Metalúrgica.**

Algunos metales, como el aluminio, hierro y acero, que normalmente no se consideran combustibles, pueden entrar en ignición y arder en estado finamente dividido, como por ejemplo el estropajo fino y limpio.

El tipo de aleación y el tamaño, forma y cantidad de las partículas son factores que influyen poderosamente en la combustibilidad de los metales. Las nubes de polvo en suspensión en el aire de la mayoría de los metales, resultan explosivas. La combustibilidad de las aleaciones, puede ser muy distinta de los componentes que lo constituyen. Los metales en estado finamente dividido tienden a ser muy reactivos, y algunos incluso requieren su transporte y almacenamiento con un líquido o gas inerte.

Los metales calientes o en combustión, pueden reaccionar violentamente al entrar en contacto con otros materiales, tales como los agentes extintores, que se emplean en incendios de combustibles ordinarios, o líquidos inflamables.

Algunos metales (torio, uranio, plutonio) emiten radiaciones ionizantes que pueden complicar la lucha contra el fuego.

Las temperaturas de combustión de los metales son generalmente mucho más elevadas que las de los líquidos inflamables (pueden estar a más de 1300°C). Algunos metales calientes sostienen la combustión en atmósferas de nitrógeno, anhídrido carbónico o vapor de agua, en las que los combustibles ordinarios o los líquidos inflamables son incapaces de arder.

Las características de los fuegos de metales varían ampliamente. El titanio emite poco humo, mientras que el litio genera gran cantidad de humo denso. Algunos polvos metálicos humedecidos con agua, como el circonio, arden con violencia casi explosiva,



mientras que el mismo polvo humedecido en aceite arde lentamente. El sodio al arder se funde y fluye, mientras que el calcio no. Otros metales, como el uranio, aumentan su tendencia a arder, cuando se exponen de manera prolongada al aire húmedo, mientras que en aire seco es más difícil que entren en ignición.

Puesto que la extinción de fuegos de metales combustibles exige la aplicación de técnicas especiales, es preciso que mantengamos un control documental de aquellas empresas en nuestro ámbito de influencia, que pertenezcan a este tipo de industria metalurgia, a fin de poder hacer ensayos y tener un conocimiento de las instalaciones.

El conocimiento previo de los tipos de metales, formas de almacenamiento, manipulación, producción y productos terminados, así como condiciones ambientales y equipos para las tareas propias, constituye una tarea fundamental de nuestro departamento a fin de poder ejercitar tácticas, métodos y agentes extintores adecuados en caso de producirse un incendio. Que decir por supuesto que todo el personal ha de estar instruido sobre los riesgos y las medidas a tomar en caso de necesidad.

#### **2.2.4.8 Congelados y similares.**

Los almacenes y cámaras frigoríficas, presentan un riesgo de incendio similar al de los almacenes normales, si bien es cierto que cuando un incendio se desata existen una serie de circunstancias desfavorables que marcan las diferencias con otros tipos de establecimientos:

- Uso de materiales combustibles como aislamiento térmico.
- Reducido número de accesos.
- Producción de densos humos.
- Almacenamientos de productos tóxicos (amoníaco) utilizado para la generación de frío.

En la mayoría de los incendios, el fuego se asienta tanto en los aislantes térmicos combustibles, como, en numerosos casos, en los productos almacenados.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

La combustibilidad del corcho (elemento paneado para hacer las paredes aislantes de los elementos), se ve agravada por los materiales adhesivos y de impregnación bituminosos.

El poliestireno expandido es combustible. Funde a unos 250°C y el líquido formado tiene un punto de inflamación cercano a los 230°C. La propagación superficial de la combustión es rápida. El humo producido es negro y muy denso, con alto contenido en alquitrán.

La espuma de poliuretano es combustible. La espuma rígida se descompone aproximadamente a unos 230°C y entra en ignición en torno a los 350°C. La propagación superficial de la combustión es muy rápida y se produce un humo muy denso y gases tóxicos como el monóxido de carbono, ácido clorhídrico y fosfatos. La propagación de un incendio se puede ver favorecida por:

- Falta de adecuada compartimentación entre cámaras, salas refrigeración y almacenamientos.
- Existencia de espacios ocultos (techos falsos, cubiertas, conductos refrigeración, etc.).
- Disposición del almacenamiento.
- Gran altura u volumen de las cámaras modernas informatizadas.

A todo lo anterior es preciso añadir la gran cantidad de amoníaco almacenado y sus conducciones en el interior del recinto. Este compuesto es utilizado para la generación de frío (mediante el paso de una fase a otra), y en caso de incendio generalizado o que afectase a depósitos o canalizaciones, el control de estos sistemas es vital de cara al no agravamiento de la situación, como consecuencia de la entrada en escena de un gas altamente tóxico y en función de su concentración explosivo.

También el cloro juega un papel fundamental en este tipo de instalaciones. Si bien es cierto que la materia prima (verduras, frutas y otros) no es en sí un elemento de riesgo ni un aporte combustible en caso de incendio, Aquí el verdadero problema lo



compone la propia estructura del edificio o edificios, y las materias (amoníaco, cloro y otros) utilizadas en los procesos.

Así podemos concluir que los problemas aquí serán la gran cantidad de humo tóxico derivado de la combustión de los aislantes, la rápida combustión de estos aislantes, las posibles dificultades en la evacuación, así como los productos tóxicos utilizados en los procesos.

El agua será un buen agente extintor si penetra hasta la materia combustible (aislamiento de esta a ambas caras, interna y externa), y el control de humos una tarea primordial.

#### **2.2.4.9 Alimentación.**

En la industria alimentaria se emplean múltiples materias en diferentes estados y formas, y con distintos grados de inflamabilidad y combustibilidad. Esto da lugar a que los correspondientes almacenamientos tengan muy diversas conductas frente al fuego.

Procesos como secado en hornos, cocción, amasados, cocinado, Etc. son los habituales en este tipo de industrias, siendo los ingredientes o materias primas, productos como verduras, cereales, sal, harinas, azúcares, aceites, leche, mantequillas, alcohol, etc.

Además de todo lo anterior podemos encontrar en función de las instalaciones, distintos gases para fumigar, madurar y carbonatar, e incluso hoy en día existen instalaciones con elementos para la irradiación de alimentos para mejorar su conservación.

Frecuentemente, materias primas como aceites, harinas, sal, etc., se almacenan en grandes silos y son transportadas por sistemas neumáticos o tolvas. Los riesgos de incendio o explosión los tenemos en cocinas, hornos de cocción, calderas, silos de producto en fase pulverulenta, etc.

Los peligros de los polvos no son inusuales en la industria alimentaria. En determinadas condiciones, cualquier polvo orgánico puede explosionar. Entre los



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

muchos polvos potencialmente explosivos se encuentran la harina, azúcar, cereales, almidón y cacao.

Puesto que la explosividad depende de su granulometría, a medida que son más finos el potencial explosivo es más severo.

Así pues, los mayores riesgos en este tipo de instalaciones los encontraremos en primer lugar en la propia materia prima y su forma de almacenamiento y manipulación (elementos pulverulentos y otros), en segundo lugar en los procesos de fabricación (freidoras industriales con gran cantidad de aceite caliente, hornos a base de gas u otro tipo de material combustible, procesos de maduración que utilizan el óxido de etileno, alcoholes para disolver materiales secos y machacados, etc.), y por último en las zonas de envasado y almacenamiento donde pueden encontrarse elementos de cartón y plástico en gran cantidad.

Será preciso por tanto conocer que tipo de instalación es, materias primas y combustibles empleados en los procesos de fabricación, a fin de poder intervenir con unas garantías de seguridad y eficacia, en caso de producirse un incendio en las instalaciones.

#### **2.2.4.10 Otros.**

Todo lo dicho hasta aquí, si bien ha tratado de reflejar algunos sectores de interés ya sea por sus riesgos o por su implantación en nuestro país, ha supuesto una breve introducción que requiere por parte de los servicios de emergencia un adecuado estudio de las empresas de su ámbito de influencia a fin de poder profundizar más en los riesgos y particularidades singulares de cada una.

Decir también que hay muchas empresas, que aun no perteneciendo a un grupo de los especificados, puede tener muchos aspectos en común con alguno de ellos, como puede haber otras que integren varias de las peculiaridades de diferentes grupos de los aquí expuestos. No obstante la valoración primaria y genérica de los riesgos, productos y procesos, puede darnos una guía útil de lo que allí nos podemos encontrar, así como de las tácticas y estrategias a emplear.



### **2.2.5 Los incendios industriales y el medio ambiente.**

Los servicios de Bomberos tienen una nueva responsabilidad, que si bien es cierto que va a incrementar su trabajo tanto en cantidad como en calidad, no es menos cierto que también les dará un mayor prestigio, esta nueva responsabilidad se llama “defensa del medio ambiente”.

De todos es conocido que la intervención más ecológica es aquella que dentro de unos parámetros de seguridad, se define como más eficiente. Hablar de eficiencia en un servicio de extinción, significa aludir a aspectos como consumos de agentes extintores como el agua reducidos, menor tiempo de combustión de los materiales incendiados, etc., actividades todas ellas que redundan directamente en una reducción de contaminación al medio ambiente, a su vez que un menor riesgo para los intervinientes en su exposición.

En los incendios industriales, nos encontraremos con una gran variedad y cantidad de productos diferentes, unos más y otros menos contaminantes en su combustión, cuyos humos y por supuesto las aguas utilizadas en la extinción (que arrastran productos de la combustión y otros), suponen una amenaza para el medio ambiente, que es preciso reducir y controlar por un servicio que se jacte de profesional.

Incendios tales como los de neumáticos, industria química (fitosanitarios, abonos, pinturas, resinas, etc.), industria textil, etc., suponen ya de por sí, un riesgo importante para la salud de las personas y el medio ambiente.

La utilización de tácticas y estrategias que permitan una rápida intervención, y a su vez una rápida extinción con un consumo reducido de aguas de escorrentía, supone un primer paso fundamental en la lucha contra la contaminación medioambiental. La utilización de agentes espumógenos que permiten una reducción sustancial de las aguas de escorrentía, así como el control y cierre de arquetas de pluviales y otros, que impidan la llegada de aguas contaminadas a cauces fluviales, depuradoras, y otros, suponen hoy en día una de las acciones a ejecutar en la gran mayoría de incendios industriales.

Tradicionalmente al referirnos a las funciones principales de los cuerpos de bomberos se citaban como principales la defensa de vidas y la protección de bienes. Como consecuencia de la degeneración a que está sufriendo el entorno natural, en



algunos países se ha empezado a adjudicar a los servicios de bomberos la responsabilidad de colaborar en la protección y defensa del medio ambiente.

Los bomberos son generalmente los primeros en llegar al lugar del incidente, si su llegada se hace con una suficiencia de medios para iniciar acciones correctoras, la reducción del impacto ecológico del incidente puede ser una realidad, a su vez que un compromiso al que los servicios de emergencia no deben renunciar.

La defensa del medioambiente no debe de anteponerse nunca a la defensa de la vida de personas, pero en algunos casos si que puede entrar en contraposición con la defensa de ciertos bienes de valor económico. Es en este punto, donde el responsable de la intervención ha de hacer una valoración del incidente, sin olvidar que los daños ecológicos también tiene un elevado valor no solo desde el punto de vista medioambiental, sino también desde el aspecto económico (limpieza; reconstrucción, regeneración, etc.).

### **2.2.6 Sistemas de abastecimiento y apoyo en establecimientos industriales.**

A diferencia de otros tipos de incendios, los incendios industriales (instalaciones modernas) tienen en positivo la posibilidad de adecuados abastecimientos de agua en la zona próxima al incidente.

Los hidrantes de agua exteriores, ya sean de la propiedad o del propio polígono industrial, son sistemas que permiten suministrar agua tanto a vehículos auto bomba, como posibilitar las tareas de extinción directa desde estos, ya sea con mangueras y lanzas convencionales o monitores directamente acoplados a ellos.

Existen dos tipos de hidrantes que habitualmente encontraremos en los recintos industriales y sus inmediaciones, los hidrantes de columna (mojada o seca), y los hidrantes bajo nivel o rasante.

Cuando es necesaria la instalación de una red perimetral de hidrantes exteriores, estos se establecen con un caudal mínimo de 500 l/minuto y máximo de 3000 l/minuto,



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

siendo el tiempo de autonomía mayor en todos los casos de 30 minutos, y con presiones de salida de boca de unos 7 bares.

Habitualmente se establece un sistema de red en anillo, conectado a un grupo de bombeo (con sistema alternativo) que se abastece de un aljibe con una capacidad determinada en función de los riesgos y la carga combustible del recinto industrial.

Es conveniente resaltar, que la instalación de hidrantes para uso privado no se considera correcta, si no se dispone de tantos Equipos Auxiliares Complementarios como salidas de 70 mm se vayan a utilizar simultáneamente. De esto anterior deducimos, que la instalación de hidrantes en muchos de los casos estará acompañada de puestos de incendio equipados con al menos 1 manguera de 70, 2 mangueras de 45, una bifurcación 70/45, una reducción 70/45, dos lanzas o punteros y una llave de apertura para hidrantes, todo lo cual puede servirnos de apoyo tanto en las tareas de abastecimiento como de lucha contra el fuego.

La zona protegida por cada uno de estos hidrantes es la cubierta por un radio de 40m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.

Es importante por tanto que cuando nos apoyemos en estos sistemas para el desarrollo de las tareas de extinción y/o control de incendios, u otro tipo de tareas, algún efectivo controle la viabilidad y mantenimiento del sistema (agua acumulada, combustible para el grupo de bombeo, apertura de red anillada, etc.), ya que es preciso destacar que una vez que estos sistemas se ponen en funcionamiento, es necesario su paro de forma manual, no parándose el grupo de bombeo por el hecho de ceder en las demandas de agua.

Estos sistemas son de gran ayuda en los incendios industriales, su conocimiento, la información sobre su ubicación y un adecuado mantenimiento, constituyen una herramienta imprescindible en la lucha contra los incendios en recintos industriales, pues de ello depende que el desarrollo de la intervención sea más rápido, eficaz y seguro, tanto para los trabajadores como para los integrantes de los equipos de emergencias, la formación sobre su funcionamiento y uso, junto con las visitas a las instalaciones del ámbito de actuación, son dos aspectos clave de la preparación previa a la ocurrencia de incidentes, que debemos cultivar y potenciar sin ningún tipo de reticencias al respecto.



### **2.2.7 Equipos para la extinción.**

No es difícil adivinar con el panorama descrito hasta aquí, que el cambio experimentado en las últimas décadas en cuanto a la prevención y protección contra incendios refiere en el entorno industrial, ha redundado en beneficio de la seguridad de los trabajadores, el entorno y por supuesto de los profesionales que han de trabajar en las instalaciones en caso de producirse un incendio.

#### **2.2.7.1 Los equipos y herramientas tradicionales.**

La intervención en incendios industriales, tradicionalmente se remitía al uso masivo de agua lanzada con mangueras sobre la zona incendiada, en muchos de los casos sin tener una clara idea de donde caía esta, ni cual era realmente el material combustible afectado.

Esto era básicamente consecuencia de la rotura de cubiertas de Uralita, colapso total o parcial de cubiertas, o bien por la existencia de huecos (ventanales o lucernas) que permitían el paso del agua a su través, las mas de las veces las tácticas de extinción consistían en evitar la propagación a otras áreas o edificios y realizar un ataque aéreo sobre la zona incendiada.

Así las auto bombas pesadas, vehículos nodriza, auto escalas, gran cantidad de mangueras y personal, constituían las herramientas básicas para el control de incendios industriales, todo lo necesario estaba en el exterior y era incorporado a las tareas por los servicios de emergencias.

#### **2.2.7.2 Nuevas tecnologías.**

En los últimos años el panorama ha cambiado de forma progresiva, tanto por la aplicación de normas en el entorno industrial, como por la incorporación de nuevos equipos y herramientas por parte de los servicios de emergencias, así como por la formación impartida a estos colectivos.

Los sistemas de sectorización que limitan el paso del fuego de un sector a otro en caso de incendio han permitido la confinación del fuego durante un tiempo adecuado



para permitir las tareas de los servicios de emergencia de forma más rápida y sobre todo más focalizada a la zona afectada, evitando así una rápida propagación del incendio a toda la generalidad del recinto, y permitiendo accesos de salida y entrada más seguros hacia la zona incendiada por no verse afectados por el fuego.

Las posibilidades de abastecimiento de agua dentro de los recintos industriales, la posibilidad de entradas hacia la zona con un menor riesgo de colapso estructural, la localización de focos directamente aun en zonas de nula o escasa visión, mediante el uso de cámaras térmicas, la utilización de espumógenos para la extinción, de turboventiladores para la limpieza de humos y gases de zonas afectadas, la posibilidad de tener mapas de situación en la entrada de los recintos, el uso de alarmas de incendios que indican donde se ubica este, los sistemas de extinción automática, así como los sistemas neumáticos de apertura de evacuatorios de humos en el techo, entre otros, han supuesto un avance en las tácticas y estrategias a desplegar ante un incendio industrial, que dista mucho del panorama de épocas pasadas.

Además de lo anterior la posibilidad de trabajar con formadores de cortina y cañones o monitores oscilantes, facilita la limitación del avance del fuego sin riesgo de exposición del personal en situaciones con cierto riesgo.

### **2.2.8 Sistemática de actuación.**

La sistemática de actuación utilizada en la mayoría de los incendios de interior, como hemos visto en el incendio urbano y podremos ver a continuación, es muy similar en todos ellos, aunque a la hora de enfrentarse a la propia intervención, cada uno de ellos tiene sus condicionantes y características particulares que lo hacen diferente a otro.

Intentar definir un sistema estándar de actuación para incendios industriales, podría suponer un capítulo tan extenso y variado, como nuestra propia imaginación fuese capaz de elaborar, fundamentalmente debido a la gran variedad de actividad industrial existente en la actualidad y con los diferentes casos con que en todo momento nos vamos a encontrar.



Sin embargo, sí es posible la determinación de las partes y secuencias en las decisiones y acciones encaminadas al control y normalización de siniestros industriales, los cuales vamos a definir a continuación.

#### **2.2.8.1 Alarma.**

Este siniestro, al igual que los demás tipos, nos vendrá definido por la alarma, que no es otra cosa que un conjunto de datos que nos puede llegar por diferentes vías (teléfono, radio, etc.): esto nos hace conocer que en este momento, en algún punto, está ocurriendo algo y se requiere del cuerpo de bomberos y salvamento. Con el conjunto de particularidades del caso, nos quedará descrito el incendio o siniestro industrial. Así, la alarma constará de tres partes: notificación, comprobación y factores de incidencia (si es posible, con amplia información).

##### A) Notificación.

Se trata del conjunto de datos que se reciben cuando se produce el aviso o conocimiento del siniestro, entre esos datos el telefonista debe recabar:

• *Lugar:* debemos de informarnos de:

- Municipio.
- Polígono industrial.
- Sector.
- Calle.
- Número.
- Etcétera.

Esta información se entregará al jefe de salida, quedando la misma en poder del telefonista, para poder ser transmitida a los refuerzos que puedan trasladarse al siniestro.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- *Personas afectadas*: es muy importante para el desarrollo del siniestro si existen víctimas, quemados, heridos, personas atrapadas, etc.

- *Tipo*: debemos informarnos de:

- Cuál es la actividad industrial, y si ha habido explosiones, derrumbamientos, etc.

- Qué circunstancias especiales tiene, como pueden ser los productos tóxicos o corrosivos existentes, si hay fugas de gases o líquidos, o existen depósitos de combustibles cercanos al siniestro, etc.

- *Entorno*: debemos informarnos de:

- Ubicación del local, si está aislado o se encuentra junto a otras construcciones y sobre o bajo otras construcciones.

- Repercusiones especiales como puedan ser colegios, hospitales, etc., que se encuentren cercanos y puedan tener influencia.

### B) Comprobaciones.

Todos estos datos deben ser recabados entre la llamada o notificación y la comprobación de los mismos. No obstante, si alguno de ellos no es posible recabarlo, es interesante:

- Solicitarlo a la Policía Municipal, Guardia Civil, etc. (si sospechamos que el siniestro puede ser de envergadura).

- No retrasar la salida en espera de los mismos. Los datos que se obtengan con la comprobación de la llamada se pueden dar vía radio al jefe de salida.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

-Si pese a todo es imposible conseguir alguno de estos datos, el jefe de salida lo deberá obtener a su llegada al lugar del siniestro.

En estos puntos de notificación y comprobación se puede observar una figura importantísima como es el telefonista, que será nuestro primer soporte logístico, tanto en el camino hacia el siniestro como en él.

### C) Factores de incidencia.

Este apartado es el que nos termina de enmarcar el problema en cuestión, y así observaremos una serie de puntos:

-Fase en que se encuentra. En función del cual será la actuación. No es lo mismo un conato de fuego que un incendio desarrollado.

-Naturaleza y nivel del peligro. En general, vendrá definido este punto por la materia o situación peligrosa predominante. Así por ejemplo, en una caldera encendida, el nivel de peligro es la explosión de la misma.

-Tipos y condicionantes del incendio. Un condicionante puede ser la propia estructura de las instalaciones, por ejemplo, una estructura metálica aguantará mucho menos que una de hormigón. También el tipo de incendio nos condiciona totalmente. Así un incendio de líquidos inflamables, pinturas, barnices, etc., nos hará prever un posible escape, con la consecuente propagación, además de afectarnos a la hora de la extinción.

-Localización. En un incendio industrial, este punto va vinculado al entorno así para diferenciarlo, pondremos un ejemplo. Una caldera está ardiendo y a su alrededor hay depósitos de combustible, e incluso está dentro de un hospital; no será lo mismo si es independiente de las demás instalaciones o se encuentra dentro de ellas.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

-Día y hora. Un incendio de día o de noche, nos ha de hacer prever la utilización de faros con generador de corriente, por ejemplo.

-Pérdidas potenciales. En general: vidas, propiedades, etc.

-Recursos disponibles. Este punto puede hacernos agravar o menguar el problema, pues podemos contar o no con ayudas y éstas pueden ser inmediatas o no (Guardia Civil, Cruz Roja, el propio servicio, etc.)

#### **2.2.8.2 Salida.**

La salida habrá de hacerse, si es posible, con un BUP (vehículo bomba urbana pesada), un vehículo de altura, un vehículo bomba nodriza ligera y una ambulancia.

Se seguirá el recorrido más corto y más seguro, evitando posibles atascos, obras, mercados, etc.

Es importante que cada bombero vaya en el vehículo al que está asignado y no olvidar material previsible que necesitemos en este tipo de siniestros (como detectores de gas, linternas, etc.).

#### **2.2.8.3 Aproximación y transporte.**

A medida que se acerque la primera salida al siniestro, se informará al parque, si se puede observar por medio de la columna de humo y su color, la dimensión aparente del siniestro. Se pedirá información complementaria al parque, si la hubiera.

Próximos al siniestro cada componente de la dotación tendrá asignada la tarea de preparación de material y si es posible se asignará incluso el tipo de instalación y ataque a efectuar.

#### **2.2.8.4 Llegada y estacionamiento.**

En el momento de llegar al siniestro, habrá que posicionar los vehículos correctamente teniendo en cuenta la posibilidad de tener que maniobrar en un momento posterior, evitando la interceptación mutua. Ésta es la misión del conductor que recibirá las órdenes del mando.



También en caso de ser desconocidos, hay que averiguar los puntos posibles de abastecimiento de agua.

#### **2.2.8.5 Inspección.**

La inspección se deberá hacer, en general, obligatoriamente, incluso citando apagado la llegada, por el jefe de salida.

Se deberá desalojar inmediatamente si fuera necesario a las personas de las naves o viviendas anexas.

En dicha inspección o reconocimiento observará todos los detalles posibles, procurando el corte de suministro eléctrico, gas y otros elementos peligrosos en la extinción.

Se realizará una primera valoración del incendio analizando los factores de incidencia en el mismo.

#### **2.2.8.6 Preparación y petición de ayudas.**

Una vez efectuada la inspección, el jefe de salida asignará la táctica a seguir para la extinción, reajustando los medios. Por otra parte, informará a parque o CECOM sobre la magnitud real del incendio o solicitará o hará volver los refuerzos. Para esta petición de ayuda es de primordial importancia conocer todo el material disponible y sus posibilidades de empleo para una correcta aplicación en cada caso, prescindiendo de que sea o no de la dotación del parque de la zona afectada (generador de corriente, faros, etc.). es por tanto muy importante que todo el personal conozca todos los materiales, ya que en estos siniestros nos podemos encontrar con la necesidad de usar cualquier tipo de equipo o material.

#### **2.2.8.7 Proceso de las operaciones.**

Una vez conocido el problema, en general seguiremos estos puntos, sin olvidar que nuestros objetivos fundamentales son salvar vidas y bienes.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

**-Cortar el avance:** normalmente, las industrias están compartimentadas y sectorizadas interiormente, y aquí es donde podemos actuar. Si no está compartimentada, nuestra misión es ante todo proteger la que no está quemada.

**-Control:** podemos considerar que está controlado cuando no aumenta la intensidad del incendio (no hay nuevos elementos incendiándose). Para que este control del incendio sea efectivo, y no se descontrole, hemos de calibrar y prever si el agua de que disponemos sea suficiente mientras llega otra autobomba u otro vehículo de apoyo. En fundamental no consumir agua en exceso y, por ello, debemos de parar de lanzar agua si observamos que no produce efectos positivos.

**-Dominio:** consideraremos que un incendio está dominado cuando la intensidad del mismo va disminuyendo paulatinamente. A partir de este punto hemos de comenzar a prever que, por enfriamiento de algunas partes de la estructura, ésta hará contracciones, con lo cual comenzarán a caer trozos de la misma. En esta parte suele haber exceso de confianza por parte del bombero, y esto puede dar lugar a ciertos accidentes que pueden evitarse.

**-Extinción:** cuando no hay llamas. Aún así, en ocasiones hemos de **continuar** con la extinción, pues muchas veces existen cartonajes, balas de algodón, etc., que están encendidos. Entonces, habrá que ir removiendo las materias combustibles y restos de material para evitar reigniciones.

**-Inspeccionar el piso superior:** debemos mirar si hay exceso de carga, inflamabilidad fácil de mobiliario o material posiblemente almacenado.

**-Observaciones desde la nave o local afectado:** control permanente de las jácenas, soportes, posibles fisuras en pared de carga, etc.

**-Especial precaución en la actuación bajo elementos portantes (para seguridad de los bomberos).**

**-Control de los conductos de ventilación, salida de humos, falsos techos, etc.**



#### **2.2.8.8 Información al CECOM.**

Informaremos al CECOM del estado del siniestro, y asimismo, si no lo hemos hecho previamente, solicitaremos la ayuda de agentes de la autoridad o servicios locales (electricidad, gas), si fuese pertinente.

#### **2.2.8.9 Precauciones sobre las consecuencias del siniestro y operaciones complementarias.**

En este punto, además de tomar una serie de medidas para no añadir más daños a los causados por el incendio, vamos a ver de una manera resumida una serie de tareas adicionales. Entre otras son:

- En caso de haber maquinaria en una industria, si es posible, se protegerá, para evitar la acción del agua sobre la misma, si no está afectada por el incendio. Y en su caso, si es posible, se procurará que la saquen del recinto en el que está el incendio.

- En el caso de una industria con productos o elementos químicos, hemos de tener en cuenta como puede afectar al producto, y que pueda resultar corrosivo o tóxico al medio ambiente, para lo cual hemos de prever la forma de recoger o contener esta agua y no contaminar la zona, o destruir la red de alcantarillas.

- Inspección del lugar del siniestro. Consistirá en observar el entorno, estructuras, canalizaciones, instalaciones, para prever posibles apuntalamientos. Si fuese necesario, recurriremos al técnico de guardia.

- Valoración de daños: la valoración nos permite medir o calibrar realmente las consecuencias del incendio y los daños materiales.

- Suministro de gas, luz, etc.; Una vez tenidos en cuenta los pasos anteriores, se avisará a las compañías afectadas y, previa revisión de las instalaciones, se restablecerán los suministros de dichos servicios.

- Habitabilidad de los locales o viviendas: conjuntamente con un técnico municipal, en el caso de estar la estructura afectada, o si pensamos que puede estar, se avisará a las autoridades competentes (Policía Municipal, etc.) para que no se permita la



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

entrada a la industria o inmueble. Si no lo está se podrá permitir el acceso a las personas.

- Retenes: se prevendrán retenes o dotaciones permanentes de revisión en el lugar del siniestro, y éstos irán en función del parque y de las necesidades, hasta que el mando responsable ordene la retirada definitiva del personal.

- Retorno de ayudas: a petición del mando responsable del siniestro, paulatinamente se irán retirando las ayudas complementarias y ajenas al servicio, como Cruz Roja, Policía Local, etc. siempre que o hagan falta para un retén más prolongado, o con características especiales (pruebas periciales).

- Inspección general periódica: los materiales al enfriarse se contraen y pueden originarse algunos problemas, para lo cual es necesario efectuar inspecciones periódicamente. Asimismo puede producirse una reignición del incendio si no está perfectamente extinguido.

- Recogida del material: para evitar posteriores movimientos de vehículos, antes de salir del servicio, se procurará que cada vehículo lleve su dotación de material y no deje nada en el lugar del siniestro. Por ello, antes de regresar se reparará todo aquel material utilizado, poniéndolo según sus marcas de identificación en el vehículo correspondiente. Durante la recogida de material es interesante limpiar aquel material de primera necesidad en el mismo siniestro, más en el caso de ser reclamado para ir a otro incendio antes de llegar al parque, y no se encuentre sin material o sin estar en condiciones de ser utilizado.

- Vuelta al parque: se comunicará al centro de comunicaciones o al parque y se realizará con los datos necesarios del siniestro que se ha activado, no sólo para la redacción del parte o comunicado del servicio, sino para posibles informes adicionales. Es conveniente, además del parte de servicio realizado en el parque, ampliarlo con un croquis, a fin de archivarlo y estudiarlo una vez pasado el tiempo, donde se reflejen las instalaciones realizadas, situación de vehículos, etc., para utilizarlo como formación de los compañeros que no han asistido al siniestro, y como comentario de las actuaciones que hemos realizado para evitar errores (si los ha habido) en próximas actuaciones (briefing).



### 2.2.9 Tren de socorro.

Como sabemos el tren de socorro es el conjunto de unidades que componen una salida de un servicio contra-incendios.

Estos tipos de trenes de socorro irán en función del tipo de parque y tipo de siniestro, organizándolo en cada servicio, en función del personal, vehículos, etc., disponible.

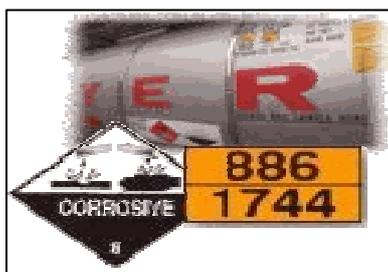
Dentro del protocolo de actuación, en un incendio industrial, el tren de socorro mínimo estará compuesto de los siguientes vehículos:

- Vehículo autobomba pesada urbana.
- Vehículo de altura.
- Vehículo autobomba nodriza ligera
- Ambulancia.

### 2.2.10 Materias peligrosas.

Como se ha comentado anteriormente en la tipología de incendios industriales y sus riesgos en la industria hoy en día se fabrican multitud de productos, químicos, tóxicos, corrosivos, explosivos etc., siendo necesaria una clasificación de todas estas materias para la rápida identificación de dichas materias. Esta clasificación es muy útil para los equipos de bomberos y salvamento puesto que les hace saber a que se están enfrentando y como deben actuar dependiendo del tipo de producto involucrado en el siniestro.

La utilización generalizada de sustancias o materias que podríamos denominar peligrosas, se ha desarrollado de una manera espectacular en esta última parte del siglo XX.



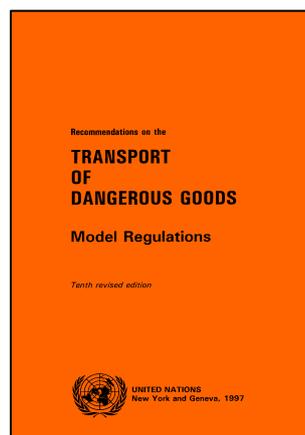
**Fig.66. Señalización.**



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Por materia peligrosa, entendemos toda sustancia o producto que durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso pueda generar o desprender vapores, humos, polvos, gases o fibras capaces de producir efectos infecciosos, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de cualquier otra naturaleza peligrosa, o que pueda generar radiaciones ionizantes, en cantidades o concentraciones que tengan alguna probabilidad de lesionar la salud de las personas que entren en contacto con ellas o que pueden causar daños materiales en instalaciones o al medio ambiente, según se recoge en el Real Decreto 387/1996 de 1 de marzo, por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.

El transporte de estas materias plantea ciertas exigencias tanto a las empresas especializadas, como a las autoridades que regulan y vigilan los aspectos que rodean a dicho transporte, en lo que se refiere a la seguridad del mismo. El problema a resolver radica en el riesgo que se genera al tener que trasladar unos determinados productos peligrosos en sí mismos y en el hecho de tener que garantizar una óptima seguridad durante dicho traslado o transporte, tanto para la propia mercancía y para las instalaciones de transporte, como y principalmente, para las personas que entren en contacto con ellas, los bienes materiales que se encuentren en sus proximidades y el medio ambiente por el que circulen.



**Fig.67.Reglamento.**

El número de mercancías peligrosas es muy elevado. El Comité de Expertos de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas mediante las



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

"Recomendaciones para el transporte de mercancías peligrosas", también conocido como Libro Naranja, cifra en unas 3.000 las más importantes desde el punto de vista de su peligrosidad e importancia socio-económica, de su producción y transporte.

La forma que utiliza esta recomendación para ordenar y clasificar las mercancías peligrosas consiste en asignar un número de identificación de cada materia, denominado número ONU a cada materia que se transporta. Se presentan dos listados ordenados por su orden alfabético y por su número ONU.

Los principales modos de transporte de las mercancías peligrosas que se utilizan son: carretera, ferrocarril, transporte marítimo y transporte aéreo. Cada uno de estos modos de transporte tiene un acuerdo internacional que regula los principales aspectos de su transporte. Por otra parte, España regula todo lo correspondiente al transporte de mercancías peligrosas mediante legislación específica. Nos fijaremos en los aspectos relacionados con el transporte por carretera y ferrocarril, pues son los más importantes y usuales.

#### **2.2.10.1 Clasificación de las mercancías peligrosas.**

El sistema empleado es el preparado por el Grupo de Expertos de la ONU que ha servido de base para la elaboración de la mayoría de las regulaciones internacionales y nacionales. Las materias o productos objeto de esta clasificación son los considerados en los reglamentos ADR y RID. El sistema empleado clasifica las mercancías peligrosas en clases de materias. Dicha clasificación es la siguiente:

Clase 1	Materias y objetos explosivos
Clase 2	Gases
Clase 3	Materias líquidas inflamables
Clase 4.1	Materias sólidas inflamables
Clase 4.2	Materias susceptibles de inflamación espontánea
Clase 4.3	Materias que, al contacto con el agua, desprenden gases inflamables
Clase 5.1	Materias comburentes
Clase 5.2	Peróxidos orgánicos
Clase 6.1	Materias tóxicas
Clase 6.2	Materias infecciosas
Clase 7	Materias radiactivas
Clase 8	Materias corrosivas
Clase 9	Materias y objetos peligrosos diversos
	Residuos tóxicos y peligrosos.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Por otra parte, estos reglamentos, establecen dos tipos de mercancías atendiendo a los requerimientos necesarios en su transporte: clases limitativas y no limitativas.

**a) Clases limitativas: Clases 1 y 7**

Son aquellas mercancías que para ser transportadas, deben estar específicamente nombradas y autorizadas en el ADR/RID. De ellas, algunas se admiten al transporte bajo determinadas condiciones fijadas por los reglamentos mencionados y las restantes no están admitidas al transporte.

**b) Clases no limitativas: Clases 2, 3, 4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 8 y 9**

En éstas, se autoriza el transporte por grupos generales. No es por tanto necesario que una mercancía esté explícitamente nombrada para que se autorice al transporte. Algunas de ellas están excluidas por notas insertadas en los marginales respectivos de los reglamentos y otras se admiten al transporte en las condiciones fijadas en sus marginales. Las no mencionadas no se consideran como mercancías peligrosas y son admitidas al transporte sin condiciones especiales.

A continuación se desarrolla más pormenorizadamente cada una de las clases y además se añaden las etiquetas de identificación cuya finalidad es hacer que las mercancías peligrosas sean fácilmente reconocibles a distancia por el aspecto general (símbolo, color y forma) de sus etiquetas y hacer que la naturaleza del riesgo sea fácilmente reconocible mediante unos símbolos conocidos por todo el mundo.

Junto con el denominado panel naranja de 40x30 cm, identifican tanto la mercancía que se transporta, el tipo de riesgo que conlleva y sus símbolos identificativos. Todas las etiquetas deben ir acompañadas de su correspondiente significado.

En el Reino Unido y los Estados Unidos de América, se utiliza un sistema similar al del ADR/RID para etiquetar bultos y vehículos. Es lo que se denomina Código HAZCHEM. Por otra parte, la NFPA, ha elaborado un sistema de clasificación y etiquetado de sustancias, muy utilizado en los Estados Unidos que también se utiliza en el transporte de mercancías peligrosas para identificar los riesgos de las sustancias transportadas. Es lo que se denomina el diamante de peligro. Fundamentalmente se



utiliza para identificar mediante etiquetas los riesgos de las sustancias peligrosas en sus almacenamientos.

### **Clase 1. Materias y objetos explosivos**

Dentro de esta clase figuran algunos de los productos más peligrosos. Incluyen no solo explosivos en sí, sino también sustancias, tales como algunas sales metálicas, que por sí mismas o en ciertas mezclas, o cuando están expuestas al calor, choque o fricción, pueden causar explosiones, generalmente seguidas de incendio. Algunas sustancias pueden convertirse en explosivas debido a cambios químicos en su estructura (auto-oxidación) sin causa alguna aparente. Su transporte, debido a sus características especiales tiene una regulación especial.

Estas mercancías, además de estar reguladas por los reglamentos de ADR y RID deben cumplir aspectos relativos al transporte recogidos en el Reglamento de Explosivos.

#### **Clasificación:**

Se entiende por materias y objetos explosivos de la clase 1 los siguientes:

a. Materias explosivas: materias sólidas o líquidas (o mezclas de materias) que, por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños en su entorno.

Materias pirotécnicas: materias o mezclas de materias destinadas a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro, gaseoso o fumígeno o una combinación de tales efectos, como consecuencia de reacciones químicas exotérmicas autosostenidas no detonantes.

b. Objetos explosivos: objetos que contengan una o varias materias explosivas y/o materias pirotécnicas.

c. Materias y objetos no mencionados en a) ni en b) fabricados con el fin de producir un efecto práctico por explosión o con fines pirotécnicos.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Las materias y objetos explosivos de la clase 1, deben incluirse en una división y en uno de los grupos de compatibilidad siguientes, y su código de clasificación está formado por el número de la división y la letra del grupo de incompatibilidad.

Las divisiones son las siguientes:

1.1 Materias y objetos que presentan un riesgo de explosión en masa. Afecta de manera casi instantánea a toda la carga.

1.2 Materias y objetos que presentan un riesgo de proyección sin riesgo de explosión en masa.

1.3 Materias y objetos que presentan un riesgo de incendio con ligero riesgo de efectos de llama o producción de onda expansiva o de proyección, o bien de ambas, pero sin riesgo de explosión en masa.

1.4 Materias y objetos que solo presentan un pequeño riesgo de explosión en caso de ignición o cebado durante el transporte. Los efectos se limitan esencialmente a los bultos y normalmente no dan lugar a la proyección de fragmentos de tamaño apreciable ni a grandes distancias. Un incendio exterior no debe implicar la explosión prácticamente instantánea de la casi totalidad del contenido de los bultos.

1.5 Materias muy poco sensibles que implican un riesgo de explosión en masa, con una sensibilidad tal que, en condiciones normales de transporte, hay muy poca probabilidad de detonación o de paso de la combustión a la detonación.

1.6 Objetos extremadamente poco sensibles que no supongan riesgo de explosión en masa. Dichos objetos no contendrán más que materias detonantes extremadamente poco sensibles y que presenten una probabilidad despreciable de encebamiento o de propagación accidental. El riesgo queda limitado a la explosión de un objeto único.

Los grupos de compatibilidad son los siguientes:

A Materia explosiva primaria.

B Objeto que contenga una materia explosiva primaria y que tenga menos de dos dispositivos de seguridad eficaces.



C Materia explosiva propulsora u otra materia explosiva secundaria deflagrante u objeto que contenga dicha materia explosiva.

D Materia explosiva secundaria detonante o pólvora negra, u objeto que contenga una materia explosiva secundaria detonante, en cualquier caso sin medios de detonación ni carga propulsora, u objeto que contenga una materia explosiva primaria y que tenga al menos dos dispositivos de seguridad eficaces.

E Objeto que contenga una materia explosiva secundaria detonante, sin medios de cebado, con carga propulsora.

F Objeto que contenga una materia explosiva secundaria detonante, con sus propios medios de cebado, con carga propulsora.

G Materia pirotécnica u objeto que contenga una composición pirotécnica, o bien objeto que contenga a la vez una materia explosiva y una composición luminosa, incendiaria, lacrimógena o fumígena.

H Objeto que contenga una materia explosiva y además fósforo blanco.

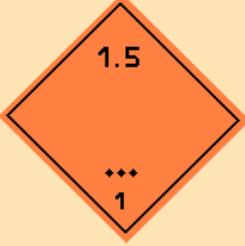
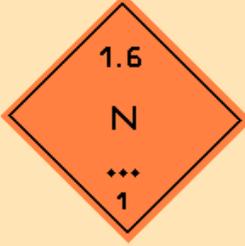
J Objeto que contenga una materia explosiva y además un líquido o gel inflamables.

K Objeto que contenga una materia explosiva y además un agente químico tóxico.

L Materia explosiva u objeto que contenga una carga explosiva y presente además un riesgo particular y que exija el aislamiento de cada tipo.

N Objetos que no contengan más que materias detonantes extremadamente poco sensibles.

S Materia u objeto embalado o concebido de forma que todo efecto peligroso debido a un funcionamiento accidental quede circunscrito al embalaje, a menos que éste haya quedado deteriorado por el fuego, en cuyo caso los efectos de la onda expansiva deben ser lo suficientemente reducidos para no entorpecer la lucha contra incendios ni otras medidas de emergencia en las inmediaciones del bulto.

Etiqueta	Significado	Etiqueta	Significado
 <b>Nº 1 EXPLOSIVO</b>	Nº 1: Riesgo de explosión, divisiones 1.1, 1.2 y 1.3	 <b>Nº 1.4 EXPLOSIVO</b>	Nº 1.4: Riesgo de explosión, división 1.4
 <b>Nº 1.5 EXPLOSIVO</b>	Nº 1.5: Riesgo de explosión, división 1.5	 <b>Nº 1.6 EXPLOSIVO</b>	Nº 1.6: Riesgo de explosión, división 1.6
 <b>Nº 01 PELIGRO DE EXPLOSIÓN</b>	Nº 01: Peligro de explosión		

**Fig.68. Etiqueta materias clase 1.**

### **Clase 2. Gases**

Se consideran materias de la clase 2, las materias que a 50 °C, tengan una tensión de vapor superior a 300 kPa (3 bar); o esté en estado gaseoso a 20 °C, a la presión normalizada de 101,3 kPa. Dentro de esta denominación entran muy variados tipos de productos que pueden presentar riesgos muy distintos. Los hay inflamables y no inflamables, tóxicos y no tóxicos. Además los hay inflamables y tóxicos (a la vez). Otra familia importante por lo peligrosa son los químicamente inestables que pueden ser además tóxicos y no tóxicos.

#### **Clasificación:**

Las materias y objetos de la clase 2 se subdividen del modo siguiente:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Gases comprimidos: gases cuya temperatura crítica sea inferior a 20 °C. Aire comprimido, nitrógeno comprimido, oxígeno comprimido, etc.
2. Gases licuados: gases cuya temperatura crítica sea igual o superior a 20 °C. Cloro, amoníaco, propano, butano, etc.
3. Gases licuados refrigerados: gases que, cuando son transportados, se encuentran parcialmente en estado líquido a causa de su baja temperatura. Neon líquido refrigerado.
4. Gases disueltos a presión: gases que, cuando son transportados, se encuentran disueltos en un disolvente. Amoníaco en agua, acetileno en acetona, etc.
5. Generadores aerosoles y recipientes de reducida capacidad que contengan gases. Cartuchos de gas a presión.
6. Otros objetos que contengan un gas a presión.
7. Gases no comprimidos no sometidos a disposiciones especiales.
8. Recipientes vacíos y cisternas vacías.

→ Todos los gases quedan asignados a uno de los grupos siguientes en función de las propiedades peligrosas que presenten:

**A. asfixiante**: gas no comburente, no inflamable y no tóxico que diluya o reemplace el oxígeno normalmente presente en la atmósfera.

**O. comburente**: pueden causar o favorecer más que el aire, en general mediante la aportación de oxígeno, la combustión de otras materias.

**F. inflamable**: gas que a una temperatura de 20 °C y presión de 101,3 kPa, sea inflamable en mezclas de un 13% como máximo (volumen) con aire, o que tenga una banda de inflamabilidad con el aire de al menos 12 puntos de porcentaje, con independencia de su límite inferior de inflamabilidad

**T. tóxico**: gas cuya CL50 para la toxicidad aguda es inferior o igual a 5.000 mL/m<sup>3</sup> (ppm).

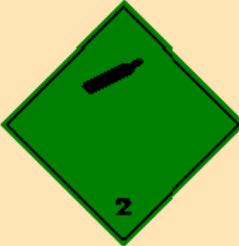
**TF. tóxico, inflamable**

**TC. tóxico, corrosivo**

**TO tóxico, comburente**

**TFC tóxico, inflamable, corrosivo**

**TOC tóxico, comburente, corrosivo**

Etiqueta	Significado	Etiqueta	Significado
 <b>Nº 2 GAS NO INFLAMABLE Y NO TÓXICO</b>	Nº 2: Gas no inflamable y no tóxico	 <b>Nº 2 GAS NO INFLAMABLE Y NO TÓXICO</b>	Nº 2: Gas no inflamable y no tóxico

**Fig.69. Etiqueta materias clase 2.**

### **Clase 3. Materias líquidas inflamables.**

Vulgarmente se les denomina inflamables, altamente inflamables espontáneamente inflamables en aire, etc. Para el caso de líquidos, su grado de peligrosidad es inversamente proporcional a su punto de inflamación (Flash Point), es decir, cuanto más bajo es el punto de inflamación, mayor es su peligrosidad.

Son generalmente líquidos que por efecto de una llama o por aumento de temperatura pueden arder. Gasolinas, gasóleos, aceites minerales, benceno, barnices, alcoholes, etc.

Esta definición se aplica a las materias y los objetos que contengan materias que:

1. Tengan un punto de fusión igual o inferior a 20 °C a una presión de 101,3 kPa.
2. Tengan, a 50 °C, una presión de vapor máxima de 300 kPa (3 bar) y no sean completamente gaseosos a 20 °C y a la presión normalizada de 101,3 kPa.
3. Tengan un punto de inflamación máximo de 61 °C.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

4. Materias sólidas en estado fundido cuyo punto de inflamación sea superior a 61 °C y que sean entregadas al transporte o transportadas en caliente a una temperatura igual o superior a su punto de inflamación.

→ Estas materias se subdividen del modo siguiente:

A Materias con un punto de inflamación inferior a 23 °C, no tóxicas, no corrosivas.

B Materias con un punto de inflamación inferior a 23 °C, tóxicas.

C Materias con un punto de inflamación inferior a 23 °C, corrosivas.

D Materias con un punto de inflamación inferior a 23 °C, tóxicas y corrosivas, así como los objetos que contengan tales materias.

E Materias con un punto de inflamación de 23 °C a 61 °C, valores límites comprendidos, que puedan presentar un grado menor de toxicidad o corrosividad.

F Materias y preparados que sirvan de plaguicidas con un punto de inflamación inferior a 23 °C.

G Materias con un punto de inflamación superior a 61 °C, transportadas o entregadas al transporte calientes a una temperatura igual o superior a su punto de inflamación.

H Envases vacíos.

**Clasificación, según su grado de peligrosidad:**

Se clasifican, según su grado de peligrosidad como sigue:

\* **Letra a) materias muy peligrosas:** materias líquidas inflamables con un punto de ebullición de 35 °C como máximo, y materias líquidas inflamables con un punto de inflamación inferior a 23 °C, que o bien son muy tóxicas o muy corrosivas según los criterios de los reglamentos

\* **Letra b) materias peligrosas:** materias líquidas inflamables que tengan un punto de inflamación inferior a los 23 °C y que no estén clasificadas en la letra a) con excepción de las materias del marginal 2301, 5° c) del ADR

\* **Letra c) materias que presentan un grado menor de peligrosidad:** materias líquidas inflamables que tengan un punto de inflamación de 23 °C a 61 °C, comprendidos los valores límites, así como las materias de los marginales 2301,5° c) del ADR.

Etiqueta	Significado	Etiqueta	Significado
 <b>Nº 3 MATERIA LÍQUIDA INFLAMABLE PELIGRO DE FUEGO</b>	Peligro de fuego: materia líquida inflamable	 <b>Nº 3 MATERIA LÍQUIDA INFLAMABLE PELIGRO DE FUEGO</b>	Peligro de fuego: materia líquida inflamable

**Fig.70. Etiqueta materias clase 3.**

#### **Clase 4.1. Materias sólidas inflamables.**

También son materias inflamables en estado sólido las que son capaces de arder por efecto del calor, llamas abiertas o chispas. Bajo la acción del calor pueden formar mezclas explosivas de vapor y aire y, algunas, gases tóxicos. Pueden ser: madera, serrín, celulosa de madera, azufre, celuloide, compuestos de fósforo, etc. Están incluidas en esta clase:

\* Las materias y objetos sólidos fácilmente inflamables y los que se inflaman bajo efecto de una proyección de chispas o que puedan causar un incendio por efecto de frotamiento.

\* Las materias de reacción espontánea que puedan sufrir (a temperaturas normales o elevadas) una descomposición fuertemente exotérmica causada por de transporte excesivamente elevadas o por contacto con impurezas.

\* Las materias relacionadas con materias de reacción espontánea que se distinguen de estas últimas por tener un punto de descomposición exotérmica superior a



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

75 °C, y que pueden experimentar una descomposición fuertemente exotérmica y pueden, en ciertos envases/embalajes, responder a los criterios relativos a las materias explosivas de la clase 1.

\* Las materias explosivas que son humedecidas con suficiente agua o alcohol o que contienen suficiente plastificante o flegmatizante para que sus propiedades explosivas queden neutralizadas.

→Estas materias se subdividen del modo siguiente:

A Materias y objetos orgánicos inflamables sólidos.

B Materias y objetos inorgánicos inflamables sólidos.

C Materias explosivas en estado no explosivo.

D Materias relacionadas con materias de reacción espontánea.

E Materias de reacción espontánea que no requieren regulación de temperatura.

F Materias de reacción espontánea que requieren regulación de temperatura.

G Envases/embalajes vacíos.

**Clasificación según su grado de peligrosidad:**

Se clasifican atendiendo a su grado de peligrosidad en:

1. Muy peligrosas.
2. Peligrosas.
3. Las que poseen un grado de peligrosidad menor.

Etiqueta	Significado
 <p data-bbox="485 1877 782 1933">Nº 4.1 MATERIA SÓLIDA INFLAMABLE</p>	<p data-bbox="820 1653 1114 1704">Peligro de fuego: materia sólida inflamable</p>

**Fig.71. Etiqueta materias clase 4.1.**



#### **Clase 4.2. Materias que pueden experimentar inflamación espontánea.**

En esta clase se incluyen:

\* **Las materias que pueden experimentar inflamación espontánea (pirofóricas):** son materias, mezclas y disoluciones (líquidas o sólidas) que en contacto con el aire, incluso en pequeñas cantidades, se inflaman en período de 5 minutos.

\* **Las materias que experimentan calentamiento espontáneo:** son materias, objetos, mezclas y disoluciones que al contacto con el aire, sin aportación de energía, son susceptibles de calentarse. Estas materias únicamente pueden inflamarse en apreciables cantidades (varios kilogramos) y después de un largo período de tiempo (varias horas o días).

→ Estas materias se subdividen del modo siguiente:

A Materias orgánicas espontáneamente inflamables

B Materias inorgánicas espontáneamente inflamables

C Combinaciones organometálicas espontáneamente inflamables

D Envases vacíos

#### **Clasificación según su grado de peligrosidad:**

Según su grado de peligrosidad en:

1. espontáneamente inflamables (pirofóricas)
2. que experimentan calentamiento espontáneo
3. que experimentan poco calentamiento espontáneo

Pueden ser sólidas pirofóricas orgánicas (nº ONU 2846), líquidas pirofóricas orgánicas (nº ONU 2845), combinaciones organometálicas y corrosivas, etc. Son: fósforo blanco, combinaciones de fósforo con ciertos metales (alcalinos o alcalinotérreos), tejidos grasientos o aceitosos, hidruros de litio, sodio y aluminio, etc.



Etiqueta	Significado
 <p data-bbox="520 640 758 730">Nº 4.2 MATERIA DE INFLAMACIÓN ESPONTÁNEA</p>	Materia susceptible de inflamación espontánea

Fig.72. Etiqueta materias clase 4.2

### **Clase 4.3. Materias que al contacto con agua desprenden gases inflamables.**

Son sustancias que, por reacción con el agua, desprenden gases inflamables que pueden formar mezclas explosivas con el aire, así como los objetos que contienen materias de esta clase.

Pueden ser orgánicas, combinaciones organometálicas, materias en disolventes orgánicos e inorgánicas.

Estas materias se subdividen del modo siguiente:

A. Materias orgánicas, combinaciones organometálicas y materias en disolventes que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.

B. Materias inorgánicas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.

C. Objetos que contengan materias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables

D. Envases vacíos

#### **Clasificación según su grado de peligrosidad:**

Atendiendo a su peligrosidad, son:

1. muy peligrosas.

2. peligrosas.

3. que presentan un grado menor de peligrosidad.

Clorosilanos, sodio, potasio, aleaciones de ellos, hidruros de metales, carburo de calcio, etc.

Etiqueta	Significado	Etiqueta	Significado
 <b>Nº 4.3 DESPRENDE GASES INFLAMABLES EN CONTACTO CON EL AGUA</b>	Peligro de emanación de gas inflamable al contacto con el agua	 <b>Nº 4.3 DESPRENDE GASES INFLAMABLES EN CONTACTO CON EL AGUA</b>	Peligro de emanación de gas inflamable al contacto con el agua

**Fig.73. Etiqueta materias clase 4.3.**

### **Clase 5.1. Materias comburentes.**

Las materias comburentes u oxidantes son las materias que, sin ser combustibles en sí mismas pueden, por lo general al desprender oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otras materias.

Estas materias se subdividen del modo siguiente:

- A. Materias comburentes líquidas y sus soluciones acuosas.
- B. Materias comburentes sólidas y sus soluciones acuosas.
- C. Envases vacíos.

#### **Clasificación según su grado de peligrosidad:**

Según su grado de peligrosidad son:

- 1. Materias muy comburentes.
- 2. Materias comburentes.
- 3. Materias poco comburentes.



Las materias más utilizadas son: peróxido de hidrógeno estabilizado o soluciones, ácido perclórico y sus sales, cloritos, hipocloritos, permanganatos, percarbonatos, etc.

Etiqueta	Significado	Etiqueta	Significado
 5.1 Nº 5.1 MATERIA COMBURENTE FAVORECE LA COMBUSTIÓN	Materia comburente	 5.2 Nº 5.2 PERÓXIDO ORGÁNICO PELIGRO DE INCENDIO	Peróxido orgánico: peligro de incendio
 Nº 05 PELIGRO DE ACTIVACIÓN DE UN INCENDIO	Peligro de activación de un incendio		

Fig.74. Etiqueta materias clase 5.1.

### Clase 5.2. Peróxidos orgánicos.

La clase 5.2 se refiere a las materias orgánicas que contienen la estructura bivalente -O-O- y pueden ser consideradas como derivados del Peróxido de hidrógeno, en el cual uno o dos de los átomos de hidrógeno son sustituidos por radicales orgánicos.

Son sustancias comburentes como las anteriores, pero que además, son combustibles y relativamente inestables, que pueden desprender oxígeno al descomponerse, lo que favorece considerablemente la combustión. De ahí su especial peligrosidad pues por un lado son comburentes y por otro combustibles.

Se clasifican en siete tipos (de tipo A a tipo G) según el grado de peligrosidad que presenten. Algunos peróxidos orgánicos solo pueden transportarse en condiciones de regulación de temperatura, calculada a partir de la temperatura de descomposición autoacelerada (TDAA) de cada tipo de peróxido.

**Clasificación:**

Se pueden clasificar en dos grandes grupos atendiendo a su necesidad de regulación de temperatura en el transporte:

• **Peróxidos orgánicos para los que no se requiere regulación de temperatura:** van desde los n° ONU 3101 hasta 3110 sólidos o líquidos.

• **Peróxidos orgánicos para los que se requiere regulación de temperatura:** van desde los n° ONU 3111 hasta 3120 sólidos o líquidos.

Etiqueta	Significado	Etiqueta	Significado
 <b>N° 5.1 MATERIA COMBURENTE FAVORECE LA COMBUSTIÓN</b>	Materia comburente	 <b>N° 5.2 PERÓXIDO ORGÁNICO PELIGRO DE INCENDIO</b>	Peróxido orgánico: peligro de incendio
 <b>N° 05 PELIGRO DE ACTIVACIÓN DE UN INCENDIO</b>	Peligro de activación de un incendio		

**Fig.75. Etiqueta materias clase 5.2.**

**Clase 6.1. Materias tóxicas.**

Son una enorme variedad de sustancias que, muchas veces, no tienen ni afinidades químicas ni características físicas comunes y que solo presentan en común el que son tóxicas para el ser humano, los animales y el medio ambiente. Son sustancias de las que por experiencia se sabe, o cabe admitir por ensayos sobre animales, y en cantidades relativamente pequeñas y por una acción única o de corta duración, que pueden dañar a la salud del ser humano o causar su muerte por inhalación, absorción cutánea o ingestión.

Además dentro de esta toxicidad, se distinguen por las vías de afección:

1. Tóxicos por inhalación.



2. Tóxicos por ingestión.
3. Tóxicos por absorción cutánea.

También pueden subdividirse en:

1. Polvos tóxicos.
2. Gases tóxicos.
3. Gases tóxicos sin olor.
4. Vapores y polvos nocivos.
5. Aquellos que desprenden gases tóxicos cuando están en contacto con agua, ácidos o bajo la influencia de otras sustancias.

Estas materias se subdividen del modo siguiente:

A Materias muy tóxicas por inhalación, con un punto de inflamación inferior a 23 °C.

B Materias orgánicas con un punto de inflamación igual o superior a 23 °C, o materias orgánicas no inflamables.

C Compuestos organometálicos y carbonilos.

D Materias inorgánicas que, al contacto con el agua (al igual que con la humedad ambiental), con soluciones acuosas o con ácidos, puedan desprender gases tóxicos y otras materias tóxicas que reaccionan con el agua.

E Las demás materias inorgánicas y las sales metálicas de las materias orgánicas.

F Materias y preparaciones que se usen como plaguicidas.

G Materias destinadas a laboratorios y a experimentación, así como a la fabricación de productos farmacéuticos, siempre y cuando no aparezcan enumeradas en otros apartados de esta clase.

H Envases vacíos.

**Clasificación según su grado de peligrosidad:**

Pueden ser atendiendo a su grado de peligrosidad:

1. Materias muy tóxicas.

2. Materias tóxicas.

3. Materias que presenten un grado menor de toxicidad.

Ejemplos: cianuro de hidrógeno estabilizado y disoluciones, carbonilos, hidrocarburos halogenados, mezclas antidetonantes para combustibles de motores, cianuros, nitruros, compuestos de arsénico compuestos de mercurio, etc.

Etiqueta	Significado	Etiqueta	Significado
 <b>N° 6.1 MATERIA TÓXICA</b>	Materia tóxica: tenerla aislada de productos alimenticios u otros objetos destinados al consumo en los vehículos, sobre los lugares de carga, descarga o transbordo	 <b>N° 6.2 MATERIA INFECCIOSA</b>	Materias infecciosas: se mantendrán aislados de productos alimenticios u otros objetos destinados al consumo en los vehículos, sobre los lugares de carga, descarga o transbordo

**Fig.76. Etiqueta materias clase 6.1.**

### **Clase 6.2. Materias infecciosas.**

Abarca las materias de las que se sabe o de las que hay razones para creer que contienen agentes patógenos. Estos agentes se definen como microorganismos (incluidas las bacterias, los virus, los "ricketts" los parásitos y los hongos) o como microorganismos recombinados (híbridos o mutantes), de los que se sabe o existen motivos para creer que provocan enfermedades infecciosas a los animales o a los seres humanos. Pueden ser piel, restos de animales, vísceras, preparaciones o cultivos de virus, bacterias, etc.

Estas materias se subdividen del modo siguiente:

- A. Materias infecciosas con un potencial de riesgo elevado.
- B. Otras materias infecciosas.
- C. Envases vacíos.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

Etiqueta	Significado	Etiqueta	Significado
 N° 6.1 MATERIA TÓXICA	Materia tóxica: tenerla aislada de productos alimenticios u otros objetos destinados al consumo en los vehículos, sobre los lugares de carga, descarga o transbordo	 N° 6.2 MATERIA INFECCIOSA	Materias infecciosas: se mantendrán aislados de productos alimenticios u otros objetos destinados al consumo en los vehículos, sobre los lugares de carga, descarga o transbordo

Fig.77. Etiqueta materias clase 6.1.

### Clase 7. Materias radiactivas.

Son sustancias que emiten partículas y radiaciones capaces de provocar daños en las células de tejidos. Incluyen los combustibles nucleares, isótopos radiactivos y todos los compuestos que contienen materiales radiactivos. Uranio, torio y en general todos los emisores de partículas alfa, beta y radiaciones nucleares g.

Todas están incluidas en la clase 7 pero según las intensidades de radiación que emiten (y por tanto según los grados de blindaje de sus contenedores), se clasifican en tres categorías:

- \* Categoría I, Blanca
- \* Categoría II, Amarilla
- \* Categoría III, Amarilla



Etiqueta	Significado	Etiqueta	Significado
 Nº 7A MATERIA RADIATIVA	Materia radiactiva en bultos de la categoría I-BLANCA; en caso de avería en los bultos, peligro para la salud en caso de ingestión, inhalación o contacto con la materia derramada	 Nº 7B MATERIA RADIATIVA	Materia radiactiva en bultos tipo II-AMARILLA, bultos que se mantendrán alejados de los que lleven una etiqueta con la inscripción "FOTO"; en caso de avería en el bulto, peligro para la salud por ingestión, inhalación o contacto con la materia derramada, así como riesgo de irradiación externa a distancia
 Nº 7C MATERIA RADIATIVA	Materia radiactiva en bultos tipo III-AMARILLA, bultos que se mantendrán alejados de los que lleven una etiqueta con la inscripción "FOTO"; en caso de avería en el bulto, peligro para la salud por ingestión, inhalación o contacto con la materia derramada, así como riesgo de irradiación externa a distancia	 Nº 7D MATERIA RADIATIVA	Materia radiactiva que presenta los mismos riesgos que se describen en 7A, 7B ó 7C

Fig.78. Etiquetas materias clase 7.

### Clase 8. Materias corrosivas.

Son materias que, por su acción química, dañan el tejido epitelial de la piel y las mucosas al entrar en contacto con ellas, o que, en caso de fuga, puedan originar daños a otras mercancías o a los medios de transporte o destruirlos, pudiendo dar lugar a otros peligros. También se aplica a materias que solo producen un líquido corrosivo al entrar en contacto con el agua o que, con la humedad natural del aire, produzcan vapores o neblinas corrosivos.

El término corrosivo no determina un tipo específico de productos que posean ciertas características estructurales comunes, químicas o reactivas. Los hay líquidos, gases y otros sólidos. Algunos son ácidos, otros bases y sales corrosivas. La mayoría tienen carácter inorgánico pero los hay también orgánicos.



**Clasificación según su grado de peligrosidad:**

Se clasifican atendiendo a su grado de corrosividad en:

1. Materias muy corrosivas.
2. Materias corrosivas.
3. Materias que presentan menor grado de corrosividad.

Atendiendo a su carácter ácido, básico, etc. se clasifican en:

\* **Materias corrosivas ácidas:** son las sustancias corrosivas más importantes por el volumen de su producción y transporte en España. Existe gran variedad, pues hay ácidos inorgánicos: Ácido sulfúrico, nítrico, clorhídrico, mezclas, sulfónicos, perclórico, fluorhídrico, etc. y ácidos orgánicos: acético, fórmico, haluros orgánicos, clorosilanos, etc.

\* **Materias corrosivas básicas:** son también muy transportadas. También las hay inorgánicas: Hidróxidos sódico y potásico, hipoclorito sódico, etc. Bases orgánicas: hidracinas, aminas alquílicas y arílicas, poliaminas, etc. Las bases son extraordinariamente corrosivas.

\* **Otras materias corrosivas:** los más importantes son disoluciones de Peróxido de Hidrógeno y soluciones de hipoclorito. Las disoluciones de peróxido de hidrógeno de menos del 60% son consideradas corrosivas y no de la clase 5.1. Las disoluciones de menos del 8% no se consideran materias peligrosas y no están afectadas por estas regulaciones. Las disoluciones de hipoclorito de menos del 16% de cloro activo pertenecen a esta clase. Las de menos del 5% de cloro activo no están afectadas por estas regulaciones.



Etiqueta	Significado
 <p>Nº 8 MATERIA CORROSIVA</p>	Materia corrosiva.

Fig.79. Etiqueta materias clase 8.

### Clase 9. Materias y objetos peligrosos diversos.

Son materias y objetos que, a lo largo del transporte, supongan un peligro diferente de los que contemplan las restantes clases.

Se subdividen en:

A. Materias que, inhaladas en forma de polvo fino, puedan poner en peligro la salud: son el amianto y sus mezclas, azul, marrón y blanco.

B. Materias y aparatos que, en casos de incendio, pueden formar dioxinas: son los denominados PCB y PCT, bifenilos y terfenilos policlorados y polihalogenados y sus mezclas (Las mezclas cuyo contenido de PCB o PCT no sobrepasen de 50 mg/kg, no están afectadas por estas regulaciones). Además los aparatos que contengan PCB o mezclas como transformadores, condensadores, aparatos hidráulicos que contengan ciertos tipos de aceites con piralenos o materias similares.

C. Materias que desprenden vapores inflamables: polímeros expansibles que contienen líquidos inflamables

D. Pilas de litio.

E. Aparatos de salvamento: aquellos que contengan señales fumígenas u otras materias para hacer señales.

F. Materias peligrosas para el medio ambiente: son materias líquidas y sólidas contaminantes del medio ambiente acuático y soluciones que no estén clasificadas en las demás clases. Parafinas cloradas, pesticidas, etc. También son los organismos y microorganismos modificados genéticamente.



G. Materias transportadas a temperatura elevada.

H. Otras materias que presenten un riesgo durante el transporte pero que no se correspondan con las definiciones de ninguna otra clase.

I. Envases y embalajes vacíos.

**Clasificación según su grado de peligrosidad:**

Según su grado de peligrosidad son:

Letra b) materias peligrosas.

Letra c) materias que comportan un peligro menor.

Etiqueta	Significado
 <p>Nº 9 MATERIA U OBJETO PELIGROSO DIVERSO</p>	<p>Materias y objetos diversos que en el curso del transporte supongan un riesgo distinto de los que señalan en otras clases</p>

**Fig.80. Etiqueta materias clase 9.**

**Residuos Tóxicos y Peligrosos.**

Aunque a efectos de su transporte, los residuos tóxicos y peligrosos (RTP) puedan englobarse en alguna de las clases definidas anteriormente, y, por tanto, estar regulados por los reglamentos ADR y RID, debido a su especial regulación se incluyen aquí para asimilarlos a las clases de las mercancías peligrosas.

Los recipientes o envases que contengan residuos tóxicos y peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua oficial del estado. En la etiqueta deberá figurar:

1. El código de identificación del residuo.
2. Nombre, dirección y teléfono del titular del residuo.
3. Fechas de envasado.



4. Naturaleza de los riesgos que presentan los residuos.

**Clasificación:**

Las clasificaciones de RTP atiende a varias características:

- Tipos genéricos de RTP: aparecen 41 tipos de sólidos, líquidos, lodos, y gases comprimidos o licuados.
- Constituyentes que en función de las cantidades y forma de presentación del residuo le pueden dar un carácter tóxico y peligroso: aparecen desde C1 hasta C54 (no correlativos) que designan el o los componentes principales del residuo o las familias químicas a las que pueden asignarse.
- Clasificación por sus características. Al ser la clasificación más comparable a la de las mm. pp. es la que se incluye.

Las características y la denominación de los RTP son las siguientes:

**H1 Explosivos:** sustancias y preparados que puedan explotar bajo el efecto de la llama o que son más sensibles a los choques o a las fricciones que el dinitrobenceno.

**H2 Comburentes:** sustancias y preparados que presenten reacciones altamente exotérmicas al entrar en contacto con otras sustancias, en particular sustancias inflamables.

**H3-A Fácilmente inflamables:** sustancias y preparados que tengan un punto de inflamación inferior a 21 °C.

**H3-B Inflamables:** sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación superior o igual a 21 °C e inferior o igual a 55 °C.

**H4 Irritantes:** sustancias y preparados no corrosivos que puedan causar reacción inflamatoria por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas.

**H5 Nocivos:** sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan entrañar riesgos de gravedad limitada para la salud.



**H6 Tóxicos:** sustancias y preparados (incluidos los preparados y sustancias muy tóxicos) que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos, incluso la muerte.

**H7 Carcinógenos:** sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.

**H8 Corrosivos:** sustancias y preparados que puedan destruir tejidos vivos al entrar en contacto con ellos.

**H9 Infecciosos:** materias que contienen microorganismos viables o sus toxinas, de los que se sabe o existen razones fundadas para creer que causan enfermedades en el ser humano o en otros organismos vivos.

**H10 Tóxicos para la reproducción:** sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan inducir malformaciones congénitas no hereditarias o aumentar su frecuencia.

**H11 Mutagénicos:** sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.

**H12 Sustancias o preparados que emiten gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con el aire, con el agua o con un ácido.**

**H13 Materias susceptibles después de su eliminación, de dar lugar a otra sustancia por un medio cualquiera, por ejemplo lixiviado, que posea alguna de las características enumeradas anteriormente.**

**H14 Peligrosos para el medio ambiente:** sustancias y preparados que presenten o puedan presentar riesgos inmediatos o diferidos para el medio ambiente.

El Reglamento de Residuos Tóxicos y Peligrosos establece una serie de requisitos en lo referente al traslado independientemente de lo dispuesto en la normativa de transporte de mercancías peligrosas, es decir, aumentan las condiciones requeridas para su traslado además de las contempladas en el ADR y RID.

### 2.2.10.2 Panel Naranja.

Colocados en la unidad de transporte, sirven para identificar la naturaleza de la materia que se transporta y el peligro que presenta, en caso de verse involucrada en un accidente. Deben ser de color naranja, reflectantes y con un reborde negro. Sus dimensiones habituales son de 30 x 40 cm.

Estos paneles naranja deberán ir provistos de números de identificación, de color negro, prescritos para cada materia, cuyo significado se describe a continuación.



**Fig.81. Panel de identificación de materias naranja.**

En los vehículos caja que porten bultos con mercancías peligrosas y en cisternas con capacidad inferior a 3.000 L, no es obligatorio la presencia de números en los paneles.

Normalmente van colocados en las partes delantera y trasera de los vehículos, pero en los vehículos cisterna, aquellos que transporten contenedores cisterna y los vehículos o contenedores que transporten mercancías peligrosas a granel, deberán igualmente llevar los paneles naranja en cada lado de la cisterna, los compartimentos de las cisternas o de los vehículos/contenedores para mercancías a granel.

En la parte superior del panel va colocado un código de peligro, que identifica el tipo de peligro de la materia que se transporta, es lo que se denomina número de identificación de peligro. Este código se compone de dos o tres números y a veces de la letra X que los precede.



En la parte inferior, aparece un número de cuatro cifras que hace referencia a la identificación de la materia que se transporta. Es lo que se denomina número de la ONU.

#### **2.2.10.3 Número de identificación de la materia. Número ONU.**

Consiste en un conjunto de cuatro cifras que representan la identificación de la materia de que se trate. Este número se adoptó por parte del Comité de Expertos de la ONU en sus Recomendaciones para el Transporte de Mercancías peligrosas, más conocido como Libro Naranja.

Se presenta un listado de materia, ordenadas por orden alfabético con inclusión de su número ONU, para su correcta identificación. Este número de 4 cifras asignado oficialmente a cada producto figura en todas las reglamentaciones nacionales e internacionales sobre transporte de mercancías peligrosas, ya sea por carretera, ferrocarril, vía aérea, transporte marítimo y vía navegable interior. Se encuentran en el cuadro I del Apéndice B.5 del ADR.

También se presenta otro listado ordenado por su número ONU con todas las mercancías peligrosas que están en el cuadro III del Apéndice B.5 del ADR.

#### **2.2.10.4 Número de identificación del peligro.**

Como se ha indicado antes, el número de identificación de peligro es un conjunto de dos o tres cifras, acompañado a veces de la letra X y representa el tipo de peligro intrínseco a la materia que se transporta. El primer número del conjunto indica, en general, los peligros siguientes:

0. Carece de significación.
2. Emanación de gas resultante de presión o de una reacción química.
3. Inflamabilidad de materias líquidas (vapores) y gases o materia líquida susceptible de autocalentamiento.
4. Inflamabilidad de materias sólidas o materias sólidas susceptibles de autocalentamiento.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

5. Comburente (favorece el incendio).
6. Toxicidad o peligro de infección.
7. Radiactividad.
8. Corrosividad.
9. Peligro de reacción violenta espontánea (\*)

\* Comprende la posibilidad, de acuerdo con la naturaleza de la materia, de un peligro de explosión, de descomposición o de una reacción de polimerización debida a un desprendimiento de calor considerable o de gases inflamables y/o tóxicos.

Por otra parte, hay que tener en cuenta las siguientes normas en cuanto a su significado:

1. Cuando la cifra figura dos veces es señal de intensificación del peligro que conlleva.
2. Cuando el peligro de una materia puede ser indicado suficientemente con una sola cifra, ésta se completará con un cero en segunda posición.
3. Las combinaciones de las siguientes cifras tienen sin embargo un significado especial: 22, 323, 333, 362, 382, 423, 44, 446, 482, 539, 606, 623, 642, 823, 842, y 99 (Ver en la lista, a continuación)
4. Cuando la letra X precede al número de identificación, indica que la sustancia reacciona de manera peligrosa con el agua. Para tales materias, no se podrá utilizar el agua más que con la autorización de los expertos.

#### **2.2.10.5 Emergencias.**

La finalidad que persigue el estudio del transporte de mercancías peligrosas, ya sea por carretera, ferrocarril, vía aérea o marítima es prevenir y, en su caso, mitigar las consecuencias que se pueden derivar de un posible accidente durante el transporte de este tipo de materias.



**Fig.82. Accidentes camión mercancías peligrosas.**

Cuando se produce una emergencia por accidente durante el transporte de mercancías peligrosas, deben ponerse en marcha una serie de procedimientos operativos basados en estudios técnicos adecuados que sean capaces de responder adecuadamente a cada tipo de emergencia. Es lo que se persigue con el Plan Especial de Protección Civil ante Emergencias por accidente en el transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril de Aragón aprobado por el Gobierno de Aragón y homologado por la Dirección General de Protección Civil del Ministerio del Interior.

Este Plan tiene por objeto establecer una organización y elaborar unos procedimientos de actuación de los recursos asignados, a fin de hacer frente a las emergencias que puedan derivarse de los accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril que ocurran dentro del ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Aragón. Se ha elaborado a partir del Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo (BOE nº 71 de 22 de marzo de 1996), por el que se aprobó la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.



Esta Directriz Básica establece los fundamentos comunes y los requisitos mínimos sobre organización, criterios operativos, medidas de intervención e instrumentos de coordinación que deben cumplir dichos planes especiales de transporte de mercancías peligrosas.



**Fig.83. Accidente mercancías peligrosas.**

Desde el punto de vista de la previsión de las actuaciones a poner en práctica para la protección de las personas, los bienes y el medio ambiente, en caso de accidente en el transporte de mercancías peligrosas, son bastante diferentes los problemas que se presentan cuando se trata de transportes por carretera o ferrocarril, de los que conllevan los realizados por vía aérea, marítima o mediante oleoductos o gasoductos.

Son precisamente los accidentes producidos en los transportes terrestres los que con mayor frecuencia ponen en peligro a la población y requieren la necesaria organización de las intervenciones de las organizaciones de protección civil. Por ello, se ha establecido la diferencia entre las diversas modalidades de transporte concediéndose prioridad a la regulación de la planificación de protección civil en lo que se refiere a los transportes terrestres de mercancías peligrosas.

Los principales aspectos que conlleva la planificación de emergencias en el transporte de mercancías peligrosas son los siguientes:

1. Conocimiento de los flujos de mercancías peligrosas que circulan por las principales vías de comunicación: mapas de flujos.
2. Delimitación de las áreas de especial exposición.



3. Definición de un sistema de clasificación y valoración de los accidentes.
4. Definición de las situaciones de emergencia que se puedan producir.
5. Descripción de una estructura, organización y funciones de todas las personas e instituciones que van a intervenir en la emergencia.
6. Definición de unos procedimientos operativos y su permanente actualización.
7. Enumeración de todos los medios disponibles.
8. Utilización por parte de los servicios de emergencia de fichas de intervención en situaciones de emergencia.

#### **2.2.10.6 Legislación internacional sobre transporte de mercancías peligrosas.**

El transporte de mercancías peligrosas se realiza bajo el amparo de cinco reglamentos o acuerdos internacionales, en función del medio de transporte utilizado.

- ADR** Acuerdo internacional para el transporte de mercancías peligrosas por carretera.
- ADN** Acuerdo internacional para el transporte de mercancías peligrosas por vía navegable.
- RID** Reglamento internacional para el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril.
- Código IMDG** Código marítimo internacional de mercancías peligrosas.
- Regulaciones de IATA/OACI** Instrucciones técnicas para el transporte sin riesgo de mercancías peligrosas por vía aérea.

Las cinco legislaciones son muy similares, incluso en la propia estructura de los textos. Actualmente se está tendiendo a una integración de todos los códigos, por el momento existe el reconocimiento mutuo de la documentación, de embalajes o etiquetas con el fin de permitir o facilitar los transportes multimodales.



#### **2.2.10.7 Legislación para transporte de mercancías peligrosas por carretera.**

- ADR 2009 BOE 27 de julio de 2009.
- Fe de errores ADR 2009
- Orden FOM/2924/2006, de 19 de septiembre, por la que se regula el contenido mínimo del informe anual para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable.
- Real Decreto 551/2006 de 5 de mayo por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
- Real Decreto 1566/1999, de 8 de Octubre, sobre los Consejeros de Seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable: BOE 20 de octubre de 1999.
- Orden FOM/605/2004 de 27 de febrero 2004 sobre la capacitación profesional de los consejeros de seguridad: BOE de 9 de marzo de 2004
- Restricciones al tráfico 2009.
- Real Decreto 230/1998 de 16 de febrero: BOE 12 de marzo de 1998. Por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos. Modificaciones.
- Orden FOM/238/2003 de 31 de enero: BOE 13 de febrero de 2003. Por la que se establecen normas de control en relación con los transportes públicos de mercancías por carretera.
- Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.
- Real Decreto 119/2005, de 4 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.
- Real Decreto 948 /2005, de 29 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz Básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas. (B.O.E nº 242, de 9 de octubre de 2003).

- Decisión de la Comisión de 2 de diciembre de 2008 por la que se establece, conforme a lo dispuesto en la Directiva 96/82/CE del Consejo relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, el formulario de declaración de accidente grave.

- Ley 38/95 de 12 de diciembre, sobre el derecho de acceso a la información en materia de medioambiente. BOE 13 diciembre 1995, núm. 297.

- Resolución de 20 de octubre de 1999, de la Subsecretaria por la que se dispone la publicación del acuerdo del Consejo de Ministros de 1 de Octubre de 1999 relativo a la información al público sobre medidas de protección sanitaria aplicables y sobre comportamiento a seguir en caso de emergencia radiológica.

- Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear. BOE núm. 107, de 4 de mayo de 1964.

- Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear. BOE núm. 100, de 25 de abril de 1980.

- Ley 33/2007, de 7 de noviembre de reforma de la ley 15/1980, de 22 de abril de creación del Consejo de Seguridad Nuclear.

- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre. por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.

- Real Decreto 35/2008, de 18 de enero, por el que se modifica el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, aprobado por Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre (BOE núm. 42, de 18 de febrero de 2008).

- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra radiaciones ionizantes. (BOE núm. 178 de 26 de julio 2001).



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear (BOE núm. 169, de 14 de julio de 2004).

- Corrección de errores del Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear (BOE núm. 264, de 2 de noviembre de 2004).

- Real Decreto 1428/2009, de 11 de septiembre, por el que se modifica el Plan Básico de Emergencia Nuclear aprobado por Real Decreto 1546/2004 de 25 de junio.

- Orden INT/1695/2005, de 27 de mayo, por la que se aprueba el Plan de Emergencia Nuclear del Nivel Central de Respuesta y Apoyo. (BOE núm. 137, de 9 de junio de 2005).

- Resolución, de 7 de junio de 2005, de la Subsecretaría, por la que se aprueban las directrices por las que se han de regir los programas de información previa a la población, la formación y capacitación de actuantes y los ejercicios y simulacros de los Planes de emergencia nuclear, exteriores a las centrales nucleares. (BOE núm. 147, de 21 de junio de 2005).

- Resoluciones de 20 de octubre de 2009, de la Subsecretaría, por la que se publican los Acuerdos del Consejo de Ministros de 16 de octubre de 2009, por los que se aprueban los Planes Directores correspondientes a los Planes de Emergencia Nuclear Exteriores a las Centrales Nucleares. (Boletín Oficial del Estado de 10 de noviembre de 2009).

- Resolución de 29 de marzo de 2006, de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, por la que se hace pública la nueva relación de números telefónicos a utilizar para la notificación de accidentes y otros datos de interés en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.

### **2.2.11 Legislación.**

- Sentencia de 27 de octubre de 2003, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la que se anula el Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales B.O.E. N° 293 publicado el 8/12/2003.

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios B.O.E. N° 298 publicado el 14/12/1993. Corrección de errores: BOE N° 109 de 7/5/1994.

- Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo B.O.E. N° 101 publicado el 28/4/1998

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. B.O.E. N° 303 publicado el 17/12/2004.

- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 2267/2004, 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (5 marzo 2005).

- Orden de 10 de marzo de 1998, por la que se modifica la instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5 del Reglamento de Aparatos a Presión sobre extintores de incendios B.O.E. N° 101 publicado el 28/4/1998. Corrección de errores: BOE N° 134 de 5/6/1998.

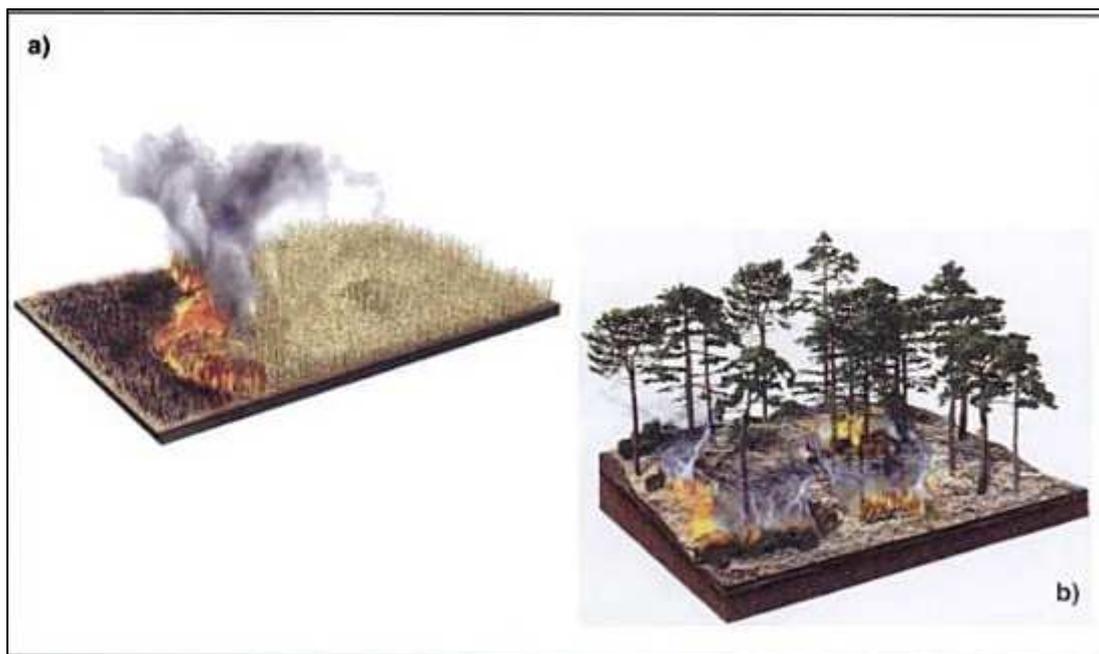
- Modificación del Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la norma básica de autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.



## 2.3 INCENDIOS FORESTALES.

### **2.3.1 Definición y clasificación.**

Un incendio forestal es un fuego violento que se desarrolla sin control en un espacio abierto, afectando la superficie vegetal del mismo. Se clasifica genéricamente en función del combustible que facilita su avance y asegura su alimentación. Según el tipo de vegetación, el incendio puede involucrar los siguientes estratos:

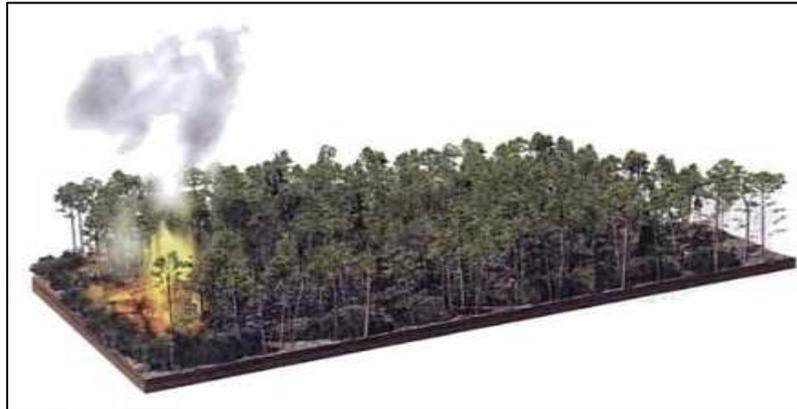


**Fig.84. a) Representación gráfica incendio de pastizal.**

**Fig.85. b) Representación gráfica de un incendio de sotobosque.**

### **Incendio de copas pasivo.**

Las copas (hojas, ramas y tronco) de un grupo reducido de árboles se encienden de forma intermitente debido al calor procedente del frente del incendio que discurre en el sotobosque. Este fenómeno también recibe los nombres de fuego de antorcha (torching, candling o passive crown fire, según la terminología inglesa) o fuego de copas discontinuo, y es bastante frecuente en pinares de pinos dispersos y denso matorral.



**Fig.86. Representación gráfica de un incendio de copas pasivo.**

### **Incendio de copas activo.**

La combustión tiene lugar tanto en el estrato superficial como en las copas. El calor y las llamas provenientes del fuego de superficie proporcionan la energía necesaria para sostener la propagación también por las copas de los árboles; de este modo, todo el frente avanza a la vez con llamas que abarcan todos los estratos. Este fenómeno recibe asimismo el nombre de fuego de copas continuo o dependiente (running crown FIRE o continuous crown FIRE, en terminología inglesa).



**Fig.87. Representación gráfica de un incendio de copas activo.**



### **Incendio de copas independiente.**

El frente avanza rápidamente por las copas, con independencia de la combustión de superficie. Se produce en bosques muy densos, con una cobertura de copas superior al 75% de la superficie del suelo. Son muy peligrosos pero poco frecuentes en la Europa mediterránea.

Un incendio de copas puede dar lugar a la aparición de focos secundarios (spotting, en la terminología inglesa), más allá del frente de incendio. El fuego se transmite mediante teas, ramas, hojas, fragmentos de corteza y otras partículas sólidas vegetales que viajan en la columna de convección y son empujadas por el viento a cierta distancia del incendio, llegando incluso a decenas de kilómetros en los peores casos. Se trata de un fenómeno extremadamente peligroso imprevisible que dificulta enormemente las tareas de prevención y extinción.

La ocurrencia de este fenómeno depende en gran medida de las características del combustible que se quema en el incendio principal y del tipo de vegetación presente más allá del frente de fuego. Las grandes corrientes convectivas que se forman en los incendios de pino piñonero y de pino blanco –especies mediterráneas muy propensas a crear situaciones de spotting- arrastran con facilidad fragmentos de corteza y de piña de dichos árboles. Éstos, al ser elementos ligeros y aerodinámicos que arden lentamente y con llama corta, permanecen encendidos durante varios minutos y, en condiciones favorables de viento, baja humedad e inestabilidad atmosférica, pueden ser transportados a kilómetros de distancia del frente, hasta alcanzar formaciones vegetales con elevado grado de inflamabilidad, tales como garrigas y maquias, creando nuevos frentes de incendio.

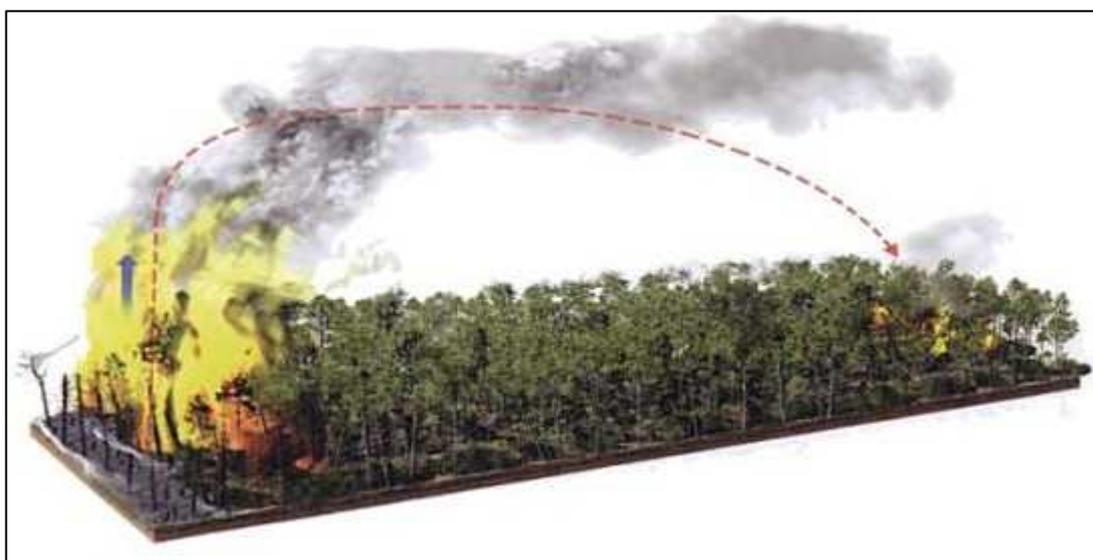


**Fig.88. Representación gráfica de un incendio de copas independiente.**



La aparición de focos secundarios a gran distancia, a 5 ó 6 km por ejemplo – afortunadamente poco frecuentes en la cuenca mediterránea-, inhabilita las infraestructuras diseñadas como cortafuegos, ocasiona muchas dificultades a las brigadas de extinción y pone en peligro las zonas urbanizadas, cuya presencia dentro de la masa forestal es cada vez más abundante.

Por otra parte, los focos secundarios a corta distancia causan una acción inmediata que afecta el comportamiento del frente de donde provienen, al provocar la aparición en cadena de nuevos focos y aumentar así rápidamente la velocidad global de crecimiento y la intensidad del incendio.



**Fig.89. Representación gráfica de la formación de un foco secundario.**

La formación de focos secundarios a corta distancia es uno de los fenómenos más temidos por los cuerpos de extinción, debido a la gran dificultad y peligrosidad que entraña la contención del frente activo.

De todos modos, incendios de suelo, de superficie y de copas pueden darse de forma conjunta o sucesiva en el curso de un incendio forestal, debido a la multitud de factores que confluyen en la aparición de uno u otro tipo de fuego. Así, un frente de superficie que avanza hacia zonas con cubierta forestal puede subir progresivamente hacia las copas de los árboles y retornar de nuevo a la superficie o, en condiciones extremas, dar lugar a un gran incendio que supere la capacidad de extinción de las brigadas, dispersando focos secundarios a lo largo del perímetro y creando una



tempestad de fuego muy violenta. Asimismo, un incendio de superficie puede derivar en un incendio de suelo y quemar durante días hasta ser totalmente extinguido.

La tempestad de fuego es la forma más violenta que puede adquirir un gran incendio forestal. Tiene una actividad convectiva muy intensa, debido a la formación de fuertes corrientes ascendentes centrípetas. De esta forma, se contrarresta el efecto de los vientos que hacen propagar los frentes y se crea una atmósfera, propia del incendio – temperatura muy alta, humedad relativa prácticamente nula y gran inestabilidad-, que propicia la aparición de remolinos de lamas de dimensiones considerables.

### **Incendio integral.**

Se define incendio integral como aquel que afecta a todos los estratos de un sistema vegetal. La literatura técnica anglosajona denomina a este tipo de incendio, tal como se ha descrito, como incendio activo de copas, y lo considera una particularidad de los incendios de copas.

En muchas regiones mediterráneas, la continuidad vertical y horizontal del combustible de las formaciones boscosas y arbustivas garantiza, sistemáticamente, cuando se produce un incendio, su carácter integral. Las maquias y garrigas de más de 4m de altura y los bosques de pino carrasco (*pinus halepensis*), que durante buena parte de la vida de los árboles mantienen todos los estratos de ramas desde el suelo hasta la cima, son un buen ejemplo de comunidades vegetales con continuidad del combustible en todas direcciones.

### **2.3.2 Formas y partes de un incendio.**

Iniciado el fuego en un punto, las llamas se van extendiendo a su alrededor formándose una línea perimetral que va ardiendo y quedando en su interior una zona ya quemada. Si el terreno fuese llano, la vegetación fuese uniforme y no soplar viento, el fuego avanzaría, por igual, en todas las direcciones, el perímetro del incendio sería entonces circular.

Cuando sopla viento o el terreno es inclinado el perímetro en llamas suele adoptar una forma de elipse y el fuego tiene distinta intensidad y velocidad en distintos



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

puntos de dicho perímetro. Por ello en el incendio se pueden distinguir las siguientes partes:

- Borde: Línea perimetral que está ardiendo.
- Cabeza o frente: Extremo de la elipse por donde avanza más rápidamente el fuego.
- Flancos: Bordes laterales de la elipse.
- Cola: Extremo de la elipse en donde el fuego avanza con lentitud.

El frente avanza más rápido cuanto más fuerte es el viento o más inclinado el terreno pues las llamas van desecando el combustible, que está sin arder, lo que facilita su ignición, y al mismo tiempo la elipse se va haciendo más alargada.

En los flancos y cola, por el contrario, el fuego no encuentra estas condiciones en la vegetación y avanza más despacio y por ello serán los lados por los que se pueda atacar el fuego directamente.

Ahora bien, en general, la forma del fuego no será elíptica pues cambios en la composición de la vegetación, barreras naturales, o variaciones del terreno, harán que el borde del incendio adquiera un contorno irregular con la aparición de dedos o lenguas de frente y entrantes o bolsas en los que la progresión del fuego será menor.

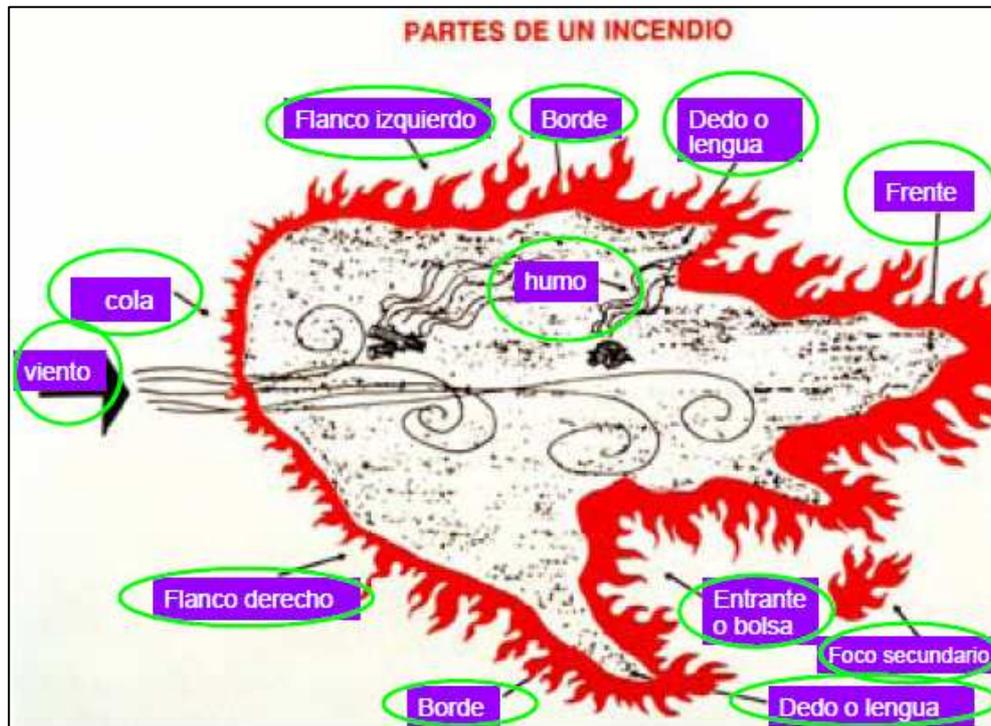


Fig.90. Representación partes de un incendio.

### 2.2.3 Factores influyentes.

El comportamiento de un incendio forestal, depende generalmente de tres tipos de factores que vamos a ver a continuación:

#### A) Factores topográficos:

Son aquellos que dependen de la orografía y el relieve del terreno por donde pueda discurrir el incendio forestal, como factores influyentes tendremos:

- El viento.

Tiene una influencia transcendental, ya que aumenta la velocidad de propagación del incendio. La topografía del terreno influye en gran medida sobre los vientos locales que se generan, los cuales afectan más directamente a los incendios. Los tipos más frecuentes son:

-Brisas de tierra y mar: producidas por las diferentes velocidades de enfriamiento y calentamiento de la tierra y el mar. Las de mar se producen entre las 12 h y las últimas horas de la tarde, soplan del mar hacia tierra, son de contenido húmedo y alcanzan unas velocidades entre 5-10 Km/h . Su



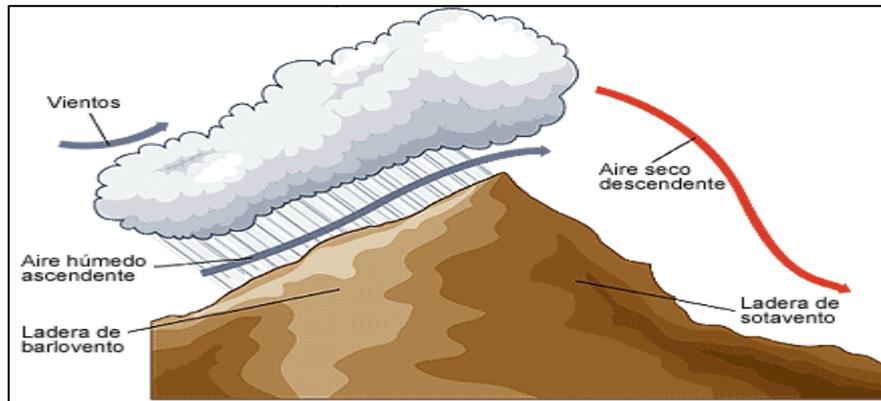
ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

máxima intensidad se produce entre las 14 y 15 h . las brisas de tierra se producen después de las 2 ó 3 h tras la puesta de sol, y su velocidad está entre los 3 y 6 Km/h.

-Vientos de ladera: son consecuencia de las diferencias de temperatura del aire entre las zonas cercanas a la ladera y otras más alejadas pero a su mismo nivel. Son vientos de carácter ascendente durante el día, y alcanzan velocidades de 6 a 13 Km/h . Estos tipos de viento producen turbulencias en las partes altas, y suelen darse en la laderas de solana a partir de las 11 h del día. De carácter descendente durante la noche, desde las primeras horas hasta las 5 ó 6 de la madrugada, su velocidad está entre 4 y 10 Km/h, son de flujo laminar y sin turbulencias.

-Vientos de valle: similares a los anteriores, pero de mayor envergadura, puesto que alcanzan velocidades entre los 16 y 30 Km/h. Durante el día hasta que se pone el sol o la sombra en el valle, se produce de tipo ascendente, ramificándose por barrancos, cañones, etc. en estas zonas pueden ser bastantes peligrosos por el gran desarrollo del incendio en ellas. Durante la noche sentido descendente y velocidades de 12 y 25 Km/h.

-Vientos Foehn: se producen al encontrarse una masa de aire estable y húmedo con una cadena montañosa. La masa de aire se eleva para sobrepasarla y se enfría como consecuencia de la superior altitud. La humedad se condensa, llegando a la cima un aire frío y seco que al superar el accidente físico descende por la ladera opuesta, se comprime y se calienta. La condensación de la humedad ha aportado calor a la masa de aire, por lo que al descender por la ladera opuesta el aire se ha convertido en cálido y seco, desecando a su vez los combustibles forestales que encuentra. El viento de poniente, es un claro ejemplo de este tipo de vientos, que elevan considerablemente los peligros de incendio, y que pueden alcanzar velocidades de entre 80 y 100 Km/h. En la siguiente imagen podemos apreciar la evolución de este tipo de vientos.



**Fig.91. Representación gráfica vientos Foehn.**

- Temperatura.

La topografía del terreno tiene una gran influencia sobre la temperatura del suelo. Así, en las laderas con orientación del sol, alcanza mayor temperatura que en las de umbría, debido al mayor número de horas de exposición al sol. Debido a esto, las zonas de solana tienen mayor peligro de incendio. Del mismo modo, una vez producido éste, su desarrollo alcanza mayor velocidad y virulencia.

- Precipitaciones.

Las cadenas montañosas, en algunas ocasiones, son causa de la formación de nubes bajas como cúmulos y cumulonimbos. Su origen es la condensación de humedad que tiene lugar cuando una masa de aire tiene que elevarse al chocar contra ellas.

Las cotas altas del terreno, como montes, montañas, etc., reciben más precipitaciones que los valles, así como las laderas expuestas a los vientos dominantes que los opuestos.

- Combustible.

La vegetación es más escasa a mayor altitud del terreno, y por lo tanto la cantidad de combustible disminuye con la altura. Las zonas más expuestas al sol, se encuentran más secas y potencialmente más activas. Otro factor importante es la pendiente, ya que favorece la continuidad vertical del combustible.

- Comportamiento del fuego.

En general el fuego es más violento en:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Zonas de las laderas más expuestas al viento.
- Combustibles situados debajo de árboles de hoja caduca.
- Combustibles situados en las cumbres.
- Zonas de solana, pues resultan más secas, las temperaturas son mayores existe mayor intensidad de vientos.
- Zonas de cañones, barrancos, chimeneas, abruptas en general y con gran pendiente debido al sentido ascendente de los vientos.
- En valles estrechos las laderas pueden sufrir un calentamiento y desarrollar un incendio con mayor rapidez.

### **B) Factores climatológicos.**

La climatología, por su propia naturaleza en cuanto a su variabilidad, es un factor de gran influencia en el desarrollo de los incendios forestales. Ya se ha hablado anteriormente en la medida que influyen factores como:

-La humedad, tanto en los combustibles como en el ambiente que los rodea, su mayor o menor contenido influye favorable o negativamente, sobre el incendio. La humedad del aire afecta al comportamiento del fuego en dos formas:

- A una mayor humedad relativa del aire existe una menor proporción de oxígeno en el ambiente, lo que significa un retardo en el proceso.
- Los combustibles forestales muertos dan un material higroscópico que absorbe o cede humedad a la atmósfera que les rodea en función del grado de saturación de ésta.

-La temperatura es la medida del efecto en la radiación solar y regula la desecación de la vegetación y la temperatura interna de los tejidos vegetales y, por tanto, los requerimientos de energía calórica externa necesaria para la ignición. Influye sobre la humedad relativa del aire y sobre la humedad de los combustibles muertos: en los días de temperaturas elevadas, zonas más cálidas



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

o épocas de más horas de insolación provocan la progresiva desecación de los combustibles y del suelo, creando unas condiciones favorables para el inicio y propagación de los incendios forestales. Al combinarse altas temperaturas con bajas humedades relativas, aumenta de forma importante la situación de riesgo de incendio.

-El viento es un elemento decisivo en el comportamiento del fuego, siendo muchas veces responsable de que el incendio supere las barreras de defensa y de la formación de fuegos de copas que se manifiestan de forma virulenta y afectan a la seguridad de los combatientes. Vistos anteriormente los diferentes tipos, podemos decir que los grandes incendios forestales se han producido en días de fuertes vientos de poniente.

-La tormenta. Es frecuente que en nuestro territorio se originen tormentas con gran aparato eléctrico en épocas estivales, los incendios causados por rayo se pueden manifestar muchas horas o incluso días después de producirse la descarga, ocasionando un buen número de incendios forestales.

### **C) Factor combustible.**

En función del aislamiento o asociación en que se presenten las plantas, habrá una variación muy importante en cuanto a la inflamación y respuesta ante el fuego.

El tipo de combustible también será determinante en cuanto a su evolución, ya que el predominio de materiales ligeros favorecerá la difusión de las llamas, mientras que la abundancia de materiales leñosos incrementará la intensidad calorífica.

Otro factor a tener en cuenta es la disposición del combustible sobre el terreno que lo sustenta. Si la distribución es horizontal y se presenta de modo continuado, la expansión del fuego no encontrará dificultades. En cambio si la configuración de los combustibles es vertical y tiene continuidad, las llamas tendrán menos dificultad en alcanzar las copas.

También es importante saber o conocer la humedad del combustible, pues su mayor o menor contenido determinarán que ardan más fácilmente y con



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

velocidades diferentes de inicio y desarrollo. A escasa humedad, más elevada es la inflamabilidad del combustible. Por tanto, los materiales húmedos necesitarán un aporte suplementario de energía para eliminar el contenido de agua. Valores por debajo de 30% desencadenan condicionantes muy favorables para el inicio y la propagación del fuego.

En el siguiente cuadro podemos apreciar el porcentaje de agua del diferente combustible forestal:

Combustible	Contenido en agua (%)
Follaje tierno, en desarrollo, al inicio del ciclo de crecimiento	300
Follaje madurando, en desarrollo	200
Follaje maduro, completado en crecimiento	100
Follaje cambiando de color, en ocasiones ayçendose al suelo	50
Completamente seco (combustible muerto)	<30

Las especies vegetales que integran los bosques de nuestra comunidad son de las que pueden considerarse de las más inflamables, como son por ejemplo:

- El arbolado: el pino carrasco, la encina, el pino resinero y el alcornoque.
- Matorral: el brezo, el romero, el tomillo, etc.

Esto, unido a nuestras condiciones climatológicas y topográficas, producen las condiciones idóneas para el desarrollo de los incendios forestales.

### 2.3.4 Variables de comportamiento.

Estas variables hacen referencia al desarrollo y formas de actuación del incendio. Las principales variables observadas son:

- **Velocidad de propagación:** ésta se toma de referencia en la cabeza o frente del incendio, se suele medir en metros/minuto, aunque también puede usarse como unidad de medida los Km/h. Ante una falta de referencia podemos considerar que la velocidad de propagación es:

- Lenta de 0 a 2 m/min.
- Mediana de 2 a 10 m/min.



-Alta de 10 a 40 m/min.

-Muy alta de 40 a 70 m/min.

-Extrema > de 70 m/min.

• **Calor por unidad de área:** es el calor generado por el fuego por unidad de superficie durante el tiempo que el incendio afecta a la superficie de referencia. Se mide en Kcalorías por metro cuadrado ( $Kcal/m^2$ ).

• **Longitud de llamas:** dicha variable puede ser usada como referencia de la intensidad del fuego, suele medirse en metros y puede variar según las condiciones topográficas del terreno y la forma de la masa forestal. Se toma como referencia, generalmente, la longitud media de las llamas en la cabeza del incendio.

### 2.3.5 Causas.

Existen diversas causas que originan los incendios forestales, no obstante éstas se pueden clasificar en estructurales que incluyen las condiciones ecológicas y sociológicas, y otras las inmediatas clasificadas a su vez en naturales y humanas. Es decir, tenemos:

#### A) Causas estructurales:

- Características climáticas de nuestra comunidad.
- La explotación de especies vegetales de alta inflamabilidad.
- La inflamabilidad de las especies mediterráneas.
- Gran concentración de población en áreas forestales en la épocas de mayor riesgo, por turismo y vacaciones.
- Abandono como fuente combustible del matorral y ramas secas.
- Utilización del fuego como medio para limpiar sus fincas, por parte de los agricultores.
- La poca conciencia conservacionista de la población rural.



## **B) Causas inmediatas.**

- Causas naturales: entre éstas se incluyen los rayos o chispas eléctricas producidas en tormentas, generalmente cuando éstas son secas, no acompañadas de lluvia, la combustión espontánea de los vegetales.

- Causas humanas: en este punto debemos destacar una distinción entre negligencias intencionadas, y accidentales. Tipos:

• *Negligencias*: son descuidos en la utilización del fuego en el monte que dan lugar a un incendio, entre otras:

- Quema en labores agrícolas.
- Quema en explotaciones forestales.
- Hogueras para comidas, luz, etc.
- Las ocasionadas por fumadores.

• *Intencionadas*: se refiere a los incendios causados voluntariamente con ánimo de destruir el monte, entre ellas:

- Realización del uso del suelo.
- Reducir el precio de la madera.
- Malestar entre los ganaderos por las repoblaciones realizadas.
- Protestas en contra de la declaración de parques naturales.
- Etcétera.

• *Accidentales*: son sucesos que producen desprendimiento de energía, que da lugar a combustión, sin que hubiera voluntad deliberada de encender un fuego:

- Como pueden ser caídas de líneas de alta tensión, accidentes de circulación o líneas de ferrocarril, etc.



## 2.3.6 Extinción de incendios forestales.

### 2.3.6.1 Sistemas de extinción.

- **Eliminación de los combustibles.** Sobre el combustible podemos actuar preparando una faja limpia que se interponga como barrera entre el fuego y la superficie que se desea proteger. Esta faja se denomina línea de defensa. El emplazamiento de la línea de defensa dependerá de la velocidad del incendio, su dirección de avance, de la topografía, etc. también podemos actuar quemando el combustible disponible con un fuego técnico denominado contrafuego o quema de ensanche. La eficacia de estos sistemas crecerá con el empleo de herramientas y máquinas adecuadas. Este método se emplea habitualmente cuando se desea efectuar un ataque indirecto.

- **Eliminación del aire.** El oxígeno es necesario para la combustión, su eliminación es imposible porrazotes evidentes. Sin embargo, el ataque directo se realiza en pequeña escala por dos procedimientos:

- Recubriendo el combustible en ignición con un material que los separa del aire, generalmente tierra arrojada con pala o agua o retardantes, echada con manguera, extintores, aviones, etc.

- Golpeando el combustible para dispersarlo y sofocar la emisión de gases inflamables la cual se realiza mediante batefuegos y ramas verdes.

- **Eliminación del calor.** Dicho sistema es el más utilizado por los servicios contra incendios. Una vez declarado un incendio, el propio fuego se alimenta de calor si hay combustible adecuado. Para eliminar el calor hay que conseguir la inhibición de la reacción exotérmica, retrasando la emisión de gases inflamables. Esto se logra aplicando productos sobre el combustible que se llaman retardantes, por el efecto que consiguen. Con el nombre genérico de retardantes se conocen los aditivos que mezclados con el agua mejoran notablemente las propiedades intrínsecas del agua en la extinción. Siendo los más habitualmente empleados los siguientes:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Agua. Retardante comúnmente más utilizado, puede utilizarse de dos formas:

a) Arrojàndola sobre el fuego: se evapora bruscamente, consumiendo calor (540 Kcal/litro de agua). Si la cantidad es suficiente, el fuego se apagarà. No obstante la temperatura se reduce y el incendio disminuye su avance.

b) Si se arroja sobre el combustible antes de que arda, aumentarà su contenido en humedad, dada la higroscopicidad de la materia vegetal. Al llegar el fuego, su calor se gastarà en evaporar dicha agua. Hasta que no se desequie, no comenzarà la pirólisis del combustible, y se mantendrà la temperatura por debajo de los 200°C. Siendo el punto de inflamaci3n superior a los 300°C, se ve claramente que el agua retardarà la progresi3n del incendio.

- Retardantes. Se utilizan de dos tipos principalmente:

- De corto efecto, siendo éstos a la vez de dos tipos:

-Humectantes, que reducen la tensi3n superficial del agua, mejorando su penetraci3n y recubrimiento sobre la superficie de los combustibles.

Se utilizan en fuegos de subsuelo, de pastos y de matorral, así como en operaciones de liquidaci3n.

Son humectantes los detergentes domèsticos, utilizados en concentraciones de 0,1 a 0,5%. Al emplearlos deben tenerse en cuenta sus propiedades corrosivas y t3xicas.

-Viscosantes, que al mezclarse con el agua forman una mezcla de mayor viscosidad, reduciendo la dispersi3n y evaporaci3n de la masa de agua que se arroje sobre el combustible y formando una capa sobre el mismo màs



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

gruesa que el agua limpia. Entre los productos utilizados como viscosantes, podemos citar algún tipo de arcilla como la bentonita y la sepiolita.

- De efectos prolongados. Constituidos por:

- Sales amónicas del grupo de los sulfatos, fosfatos o polifosfatos.

- Viscosantes: con el fin de conseguir la adherencia en el combustible y la no dispersión de la descarga.

- Inhibidor de corrosión: para evitar el efecto corrosivo de las sales amónicas

- Colorantes: imprescindibles en la aplicación con medios aéreos para destacar la superficie mojada con la descarga.

- Agua.

- Espumógenos: Como retardantes a corto plazo cuyos efectos duran hasta que el agua se evapore, se utilizan principalmente espumas y viscosantes.

Los diferentes espumógenos que se comercializan para su empleo en incendios forestales son del tipo detergentes, pero específicamente fabricados para tratar el combustible forestal

- Viscosantes o espesantes: son productos que mezclados con el agua aumentan notablemente la viscosidad. Su uso inicial estaba motivado por dos causas principales: que la descarga de aviones no sufriera dispersión y que el agua con viscosante o mezclada con retardante se adhiriera a la vegetación para conseguir una impregnación del combustible y evitar que la mezcla se perdiese al caer a tierra.

Como viscosantes se utilizan arcillas, gomas, mucílagos y polímeros de polvo.



### 2.3.6.2 Operaciones tácticas de extinción.

Como ya se explicó en la temperatura del fuego, la extinción consistía en romper el triángulo o tetraedro del fuego, de cualquiera de las siguientes formas:

- Eliminando el combustible, lo cual puede hacerse antes o después de que se produzca el incendio, con la apertura de una línea de defensa, o realizando los contrafuegos.
- Enfriando con agua y retardantes.
- Eliminando el oxígeno echando tierra o a golpes.

### 2.3.6.3 Tipos de ataque.

Para realizar lo dicho en el apartado anterior las operaciones pueden ser generalmente de tres tipos:

• **Ataque directo:** se trata de atacar directamente a las llamas con agua, sola o con retardantes, con tierra, con batefuegos, etc., a la vez que se separa el combustible cercano al incendio. Se tratará de comenzar por los flancos y la cola del incendio para avanzar posteriormente hacia la cabeza. Como ventajas más importantes de ataque directo está la gran seguridad que proporciona al combatiente y la reducción de los daños del incendio a un mínimo de superficie. Sus desventajas son que expone a los combatientes a radiación calórica y humo, en especial por la cabeza del incendio.

Cuando el ataque se realice directamente desde el vehículo de extinción, éste podrá llevarse a cabo de tres formas diferentes:

- Ataque móvil.
- Ataque estacionario.
- Ataque dentro-fuera.



**Fig.93. Empleo del batefuegos.**

• **Ataque indirecto:** se trata de que la superficie existente entre una línea de defensa y el frente de fuego, quede limpia de combustible, pudiéndose realizar esto por medio de un contrafuego o con ayuda de retardantes. Como ventajas se tiene que para los combatientes es un trabajo más seguro y en unas condiciones poco penosas, pudiéndose mantener su efectividad durante períodos más largos. Como desventajas claras es la eliminación de la vegetación intermedia entre la línea de defensa y el frente de fuego, teniéndose que dar una mayor extensión de la línea a vigilar. El ataque indirecto debe emplearse en los siguientes casos:

- Cuando el trabajo del personal no sea posible por el calor y el humo.
- Cuando se requiera un trabajo excesivo debido a la gran irregularidad del borde.
- Cuando el incendio es de copas.
- Cuando la topografía es abrupta.
- Etcétera.

• **Ataque combinado:** este tipo de ataques es una combinación de los dos anteriores, a veces se usa en función de las características del incendio. Dicho tipo de ataque debe estar apoyado por motobombas y medios aéreos que atacan con agua o retardantes el frente del incendio, posibles focos secundarios, pudiéndose ayudar de contrafuegos.



#### 2.3.6.4 Línea de defensa.

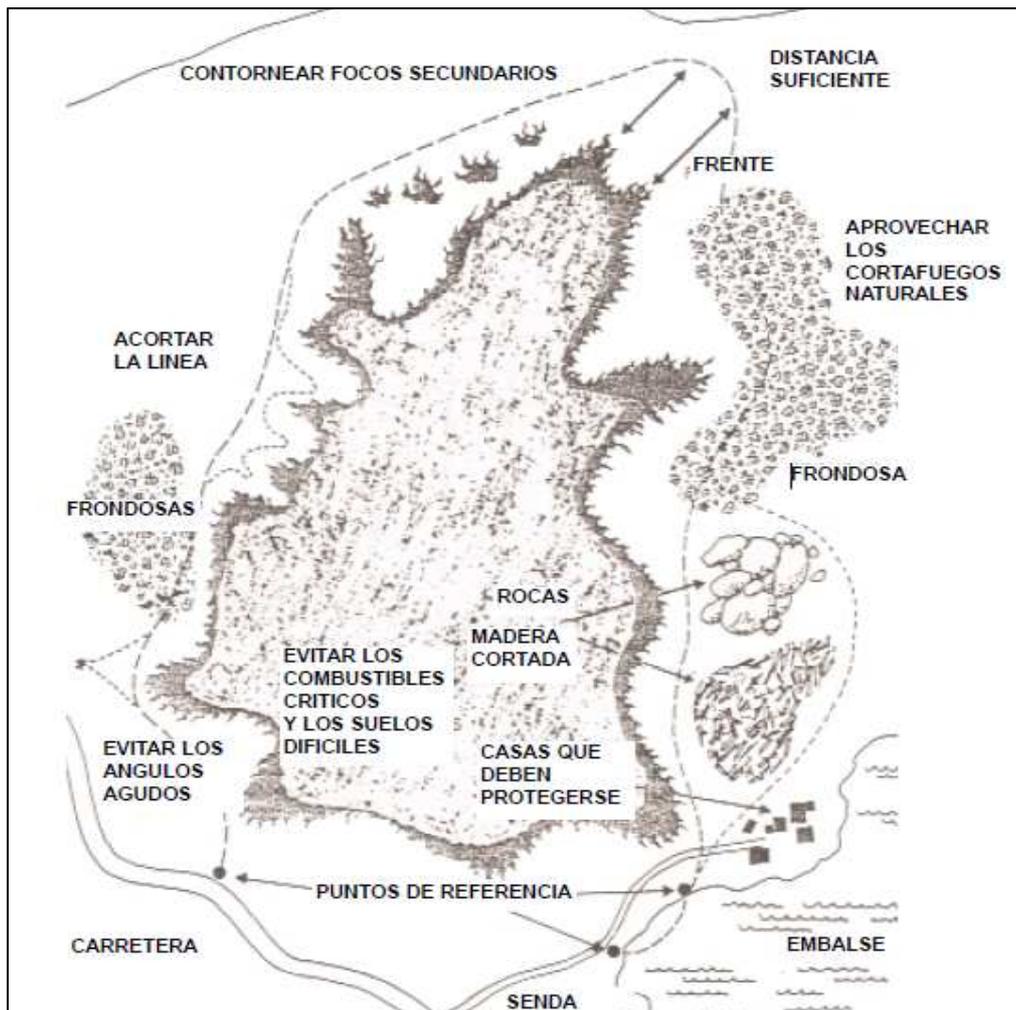
Consiste en una faja que se construye a distancia calculada de los frentes en llamas, en la que se corta, roza y extrae el combustible y, si es necesario, se raspa o cava hasta el suelo mineral. El combustible extraído se dispone al lado contrario de donde se avanza el fuego. El objeto de la línea de defensa es parar o detener la propagación del fuego. Sus parámetros principales son:

- **Localización:** cuando el fuego sube por una ladera, debe localizarse inmediatamente detrás de la cumbre, ya que es el lugar más favorable pues existe menos combustible y es donde el fuego pierde velocidad. Si el fuego baja por una ladera debe localizarse en barreras naturales, tales como ríos, embalses, etc. También debe apoyarse en caminos, sendas, etc., que nos puedan servir de acceso o de escape en caso de necesidad. Asimismo la línea no debe tener entrantes o salientes, ni debe contornear los focos secundarios.

- **Características:**

- Para fuegos de suelo, la línea debe tener entre 4 y 5 metros de anchura.
- Para fuegos de copa, la línea debe tener entre 7 y 10 metros de anchura.
- Para fuegos de subsuelo la línea debe tener una anchura de 30cms como mínimo.

- **Construcción:** su construcción puede realizarse a mano, mediante palas, azadas o mediante cualquier herramienta similar con la que podamos cortar la vegetación y podamos descubrir el suelo mineral.



**Fig.94. Representación gráfica línea de defensa.**

### **2.3.6.5 Contrafuegos.**

Se denomina contrafuego a un fuego provocado por los combatientes, apoyado en una línea de defensa, construida o existente, cuyo objeto es eliminar el combustible existente entre la línea y el frente de fuego, para lo cual deberá tenerse en cuenta la pendiente, la dirección del viento y el efecto de absorción debido a la turbulencia provocada por el incendio.

Cuando sea posible acceder a la zona siniestrada, como apoyo de los contrafuegos deben emplearse motobombas, extintores de mochila e incluso retardantes. Las precauciones que deben adoptar cuando se decida llevar a cabo esta peligrosa acción serán, como mínimo:



- El contrafuego sólo debe ser ordenado por el que dirija la extinción.
- Antes de dar el contrafuego hay que asegurarse de que nadie se ha quedado entre el borde del incendio y la línea de defensa. Con este fin es conveniente contar el personal de vez en cuando durante la extinción.
- Si se usan antorchas de goteo para el contrafuego, debe llevarse bien cerrado el depósito.
- Si se usan bengalas, deben llevarse en la mano o en una caja, nunca en un bolsillo. Se encenderán tirando hacia fuera y con el brazo estirado, evitando respirar el humo.

#### **2.3.6.6 Instalaciones de ataque.**

Los diferentes tipos de ataque que se pueden llevar a cabo para extinguir un fuego de tipo forestal, como hemos comentado anteriormente son:

- Ataque móvil: en este caso la punta de lanza y el vehículo avanzan al mismo tiempo.
- Ataque estacionario: es el ataque donde el vehículo permanece quieto en lugar seguro y la punta de lanza va avanzando con la adición de más tramos de manguera, ya sea en autobomba como en lanza.
- Ataque dentro-fuera: el vehículo es dinámico y evoluciona por dentro de lo quemado siendo necesario el humedecer la zona por donde debe transitar con la intención de disminuir el calor para que no afecte a los neumáticos.

Las características principales de las instalaciones de manguera para incendios forestales son las siguientes:

- Normalmente son tendidos muy largos: esto significa grandes pérdidas de cargas. Por tanto habrá que evitar secciones pequeñas.
- Debemos utilizar instalaciones manejables, o sea, mangueras de menor sección, ya que por la orografía del terreno suele haber un gran número de obstáculos, árboles, etc.



- Como dichas instalaciones deben consumir poco caudal, las presiones de trabajo habrán de ser altas, consiguiendo así una mayor optimización del agua.

Estas tres características obligan a realizar las siguientes operaciones:

- Situarse el vehículo (en zona segura), lo más próximo al lugar del siniestro.
- Comenzaremos la instalación desde el vehículo con secciones de 45mm o de 70mm si así fuera necesario, dependiendo del espacio a cubrir por la misma.
- Para mejor manejabilidad finalizaremos la instalación con mangueras de 25mm.

En resumidas cuentas, las instalaciones de incendios forestales constan de varias mangueras de gran sección, generalmente de 45mm (70mm en algún caso) en función del recorrido y de un número indeterminado de 25mm en función de los focos de ataque, perímetros, intensidad, etc.

Algo recomendable a tener en cuenta como norma de seguridad es la realización de una instalación para la protección del vehículo de extinción.

#### **2.3.6.7 Situaciones peligrosas.**

A continuación vamos a ver una serie de situaciones donde el riesgo en un incendio forestal aumenta considerablemente:

- En el momento que uno se encuentre aislado, agotado, cerca de la línea de fuego y sin contacto con los demás.
- Si se produjeran focos secundarios.
- En el momento de la construcción de la línea de defensa hacia debajo de la ladera, con el fuego subiendo.
- Cuando el fuego baja por la ladera y ruedan materiales en ignición que pueden prender debajo o detrás de donde está el personal.
- Si no sabemos donde se encuentra el fuego principal y no tenemos comunicación con los que lo ven.



- Cuando el tiempo se hace más seco y cálido o comience a soplar viento, haciéndose más fuerte e incluso cambiando de dirección.
- Si el lugar posee vegetación espesa, encontrando gran cantidad de combustible entre la línea y el incendio.
- Si la densidad del matorral dificulta el avance, encontrándose lejos de la zona quemada.

#### **2.3.6.8 Normas de seguridad para el personal.**

- Asegurarse siempre una salida del incendio.
- Trabajar en equipo.
- No separarse del grupo de trabajo, sobre todo cuando existe peligro cercano.
- Precaución con el uso de motosierras.
- Precaución con los tendidos de líneas eléctricas.
- Velocidad moderada y reconocimiento de las pistas forestales con los vehículos.
- Protección contra la caída de árboles.
- Evitar el agotamiento físico y las deshidrataciones e insolaciones, tomando líquidos.
- Nunca salir del incendio en el sentido del frente de avance del frente más rápido, o dirección del viento.
- Colocación de vehículos en zonas seguras, pistas, etc.
- Reconocimiento de la zona durante el día.

#### **2.3.6.9 Sistemática de actuación.**

Denominaremos sistemática al procedimiento que se sigue para efectuar con orden y eficacia un trabajo. Dicho trabajo tendrá siempre unos objetivos que, en nuestro caso, quedan priorizados de la siguiente forma:

- 1) Salvar vidas.



2) Evitar las pérdidas de bienes y propiedades.

Debido a la gran diversidad de incendios forestales, no existe hasta el momento un método o sistemática de actuación implantada. No obstante, en el siguiente esquema vamos a ver una posible estrategia en la actuación de incendios forestales.

• **Esquema.**

- Salida.

a) Desplazamiento de los recursos necesarios en función del siniestro.

b) Ampliación de información sobre el siniestro.

- Situación.

- Dimensión.

- Zonas afectadas.

- Medios disponibles.

- Factores meteorológicos.

c) Solicitud de una persona conocedora de la zona (guarda forestal, policía local).

- **Llegada.**

a) Posicionamiento de los vehículos.

b) Inicio de instalaciones de ataque.

c) Reconocimiento de la zona:

- Dimensión del incendio.

- Zonas afectadas y posibles de afectar (urbanizaciones, masa forestal, etc.).

d) Valoración y análisis teniendo en cuenta:

- Factores climatológicos.

- Evolución del siniestro.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Medios, recursos necesarios y disponibles:

- Humanos (profesionales, brigadas, etc.).
- Materiales (agua, vehículos, equipos, etc.)

e) Comunicación al CECOM.

**- Plan de actuación.**

a) Estrategia de actuación:

- Objetivos:

- Evitar propagación (frente).
- Control del incendio.
- Extinción.
- Vigilancia.

b) Táctica:

- Ataque directo.
- Ataque indirecto.
- O ambos combinados.

c) Otros planes:

- Línea de defensa.
- Contrafuegos.

d) Consecución objetivos-Revisión y control siniestro.

e) Revisión del plan.

f) Logística:

- Alimentación.
- Suministros de agua.
- Relevos del personal.
- Repuestos y mantenimiento, vehículos y equipos.

	ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
	MEMORIA DESCRIPTIVA

**- Finalización.**

- a) Toma de datos.
- b) Reconocimiento del siniestro. Retenes.
- c) Recogida y revisión del material y equipos, llenado de cisterna.
- d) Retirada del servicio.
- e) Comunicación al CECOM del regreso y finalización del servicio.

**2.3.7 Legislación.**

- Ley 10/2006, de 28 de abril, de las Cortes Generales por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes (*BOE núm. 102 de 29 abril 2006*).
- Ley 43/2003 de 21 de noviembre, Ley de Montes (*BOE num.280 de 27 de noviembre de 2003*).
- Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil (*BOE núm. 22 de 25 de enero de 1985*).
- Decreto 266/2007 del Departamento de Medio Ambiente y Vivienda, de 4 de diciembre de 2007, por el que se aprueba el Reglamento del Cuerpo de Agentes Forestales (*DOGC 5024 de 7 de diciembre de 2007*)
- Real Decreto 1123/2005, de 26 de septiembre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se declara, para incendios acaecidos en diversas comunidades autónomas, la aplicación de las disposiciones contenidas en el Real Decreto-ley 11/2005, de 22 de julio, por el que se aprueban medidas urgentes en materia de incendios forestales (*BOE núm.239 de 6 de octubre de 2005*)
- Real Decreto 949/2005, de 29 de julio, por el que se aprueban medidas en relación con las adoptadas en el Real Decreto-ley 11/2005, de 22 de julio, por el que se aprueban medidas urgentes en materia de incendios forestales (*BOE núm. 183 de 2 de agosto de 2005*).

	ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
	MEMORIA DESCRIPTIVA

- Corrección de errores del Real Decreto-Ley 11/2005, de 22 de julio, por el que se aprueban medidas urgentes en materia de incendios forestales (*BOE núm. 178 de 27 de julio de 2005*).
- Real Decreto-Ley 11/2005, de 22 de julio, de la Jefatura del Estado, por el que se aprueban medidas urgentes en materia de incendios forestales (*BOE núm. 175 de 23 de julio de 2005*).
- Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil (*BOE núm. 105 de 1 de mayo de 1992*).
- Decreto 3769/1972, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 81/1968, de 5 de diciembre, sobre incendios forestales (*BOE núm. 38 de 13 de febrero de 1973*).

### 3. TECNOLOGÍA Y MEDIOS DE EXTINCIÓN.

#### 3.1 Agentes extintores.

Un agente extintor se puede definir como aquel producto químico que, al ser aplicado a un incendio, es capaz de extinguirlo actuando sobre uno o más componentes del tetraedro del fuego, es decir mediante eliminación, sofocación, enfriamiento o inhibición. A continuación describiremos los diferentes agentes extintores.

##### **3.1.1. Agua.**

El agua es el agente extintor más conocido y utilizado a lo largo de la historia, siendo además el más económico y menos contaminante. Sin embargo, no es un agente universal, siendo su utilización peligrosa y contraproducente para algún tipo de fuego, como es el caso de los metales reductores que reaccionan con agua o fuegos en presencia de corriente eléctrica.

¿Cómo actúa el agua?

El agua tiene la capacidad de absorber el calor, y por tanto su capacidad de extinguir el fuego sería por enfriamiento, es decir, impidiendo que se alcance la energía



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

de activación necesaria. Pero además, su evaporación a causa del calor desplaza al oxígeno y, por tanto, impide su combinación con el combustible, por lo que también actúa mediante sofocación, ya que de alguna manera elimina el oxidante.

El efecto de enfriamiento es generalmente suficiente para el control, la supresión o la extinción del incendio. La inertización se consigue cuando las gotas se evaporan al acercarse al fuego y la expansión del agua en vapor ayuda a disminuir la entrada de oxígeno en la base del fuego y en el área próxima.

El agua nebulizada generalmente controla, suprime o extingue fuegos de forma rápida y eficiente. La descarga de agua nebulizada sobre un fuego reduce de forma significativa la temperatura alrededor del fuego, y bloquea la radiación producida por el mismo. La niebla ayuda también a arrastrar el humo y otras partículas del aire, y absorbe parte de los gases solubles, aunque la absorción de gases ácidos en el agua puede conllevar un aumento de la corrosión.

Es conveniente su aplicación mediante pulverización, ya que incrementa su capacidad de enfriamiento y favorece su evaporación, por lo que se contribuye a los dos mecanismos en los cuales radica su capacidad de extinción. En algunos casos, concretamente para algunos fuegos de tipo A, es conveniente su aplicación mediante chorro. Los sistemas de agua nebulizada han sido utilizados desde mediados del siglo XIX, y pueden ser conocidos con sinónimos como “agua atomizada” o “agua pulverizada”.

Al agua como agente extintor se le adicionan diferentes aditivos con el fin de mejorar su efectividad en la extinción. Estos aditivos son de distinto tipo y se pueden clasificar en:

- **Humectantes:** se trata de sustancias que disminuyen la tensión superficial del agua aumentando así la superficie disponible para la absorción de calor. Muchos de ellos resultan tóxicos, corrosivos o inestables por lo que su empleo debe estar aprobado en la protección contra incendios.

- **Espesantes:** tienen como objeto elevar la viscosidad del agua con el fin de favorecer la adherencia y la formación de una capa sobre la superficie del combustible.



- **Anticongelantes:** simplemente son sustancias que se emplean para disminuir la temperatura de congelación, lo cual es útil en condiciones de clima extremo.

- **Inhibidores de la corrosión:** se adicionan con el fin de compensar los efectos negativos que produce la adición al agua de otros aditivos.

- **Modificadores de flujo:** se adicionan con el fin de reducir la pérdida de carga debida fundamentalmente al flujo turbulento que se produce al circular por una conducción a alta velocidad. Generalmente se trata de polímeros lineales como el polioxietileno, que rebajan la turbulencia, incrementando así el caudal de suministro y la presión en el punto de descarga.

¿Qué fuegos apaga?

Como ya se ha indicado no se trata de un agente extintor universal y en algunos casos su utilización es contraproducente:

- **Fuegos clase A:** Es aplicable a la extinción de incendios de combustibles sólidos ordinarios, aunque en ocasiones es conveniente emplear agua con aditivos para mejorar la penetración y adherencia.

- **Fuegos de clase B:** No es un agente eficaz para este tipo de fuegos, aunque puede mejorar su eficacia mediante el empleo de aditivos. Sí puede resultar adecuado su empleo para el caso de líquidos polares, al actuar por dilución. No obstante, puede emplearse de forma eficaz para la refrigeración del exterior de los recipientes.

- **Fuegos de clase C:** Es recomendable el empleo de agua pulverizada en el caso de combustibles gaseosos, y también para la refrigeración de los recipientes.

- **Fuegos de clase D:** No debe utilizarse el agua en ningún caso.

- **En presencia de corriente eléctrica:** No debe emplearse, al tratarse de un buen conductor de la electricidad.

¿Cómo puede aplicarse?

Existen diversas formas de aplicar el agua para la extinción de un incendio: con extintores portátiles, a partir de las bocas de incendios, con las motobombas o con rociadores.



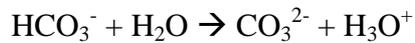
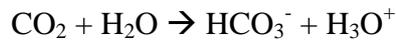
ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Los sistemas de agua nebulizada se clasifican habitualmente según tres rangos de presión en el difusor: baja, media y alta presión. Cada uno de ellos tiene unas características técnicas y unas ventajas específicas, pero los efectos del agua nebulizada formada respecto al fuego son básicamente los mismos. Los sistemas de agua nebulizada se definen como aquellos sistemas que utilizan agua en los que, por lo menos, el 90% del volumen de agua se distribuye en gotas de menos de 1000  $\mu\text{m}$  de diámetro. La distribución del tamaño de gota influye de forma crítica en el rendimiento del sistema y en la distribución temporal y espacial del agua nebulizada de cada uno de los difusores. El agua que se utiliza normalmente en sistemas de agua nebulizada debe ser agua muy limpia, libre de sólidos para evitar la obturación de los difusores durante la descarga, sobre todo en el caso de difusores de alta presión con orificios muy pequeños. Si se utiliza agua de mar, puede ser necesaria una limpieza y filtrado adicional del agua así como el lavado posterior. Se puede utilizar agua potable, destilada, desmineralizada y desionizada, teniendo en cuenta la posible necesidad del uso de biocidas.

La Agencia de Protección para el Medioambiente de Estados Unidos (E.P.A) ha estudiado la seguridad para las personas asociada a la descarga de agua nebulizada en áreas ocupadas. Concretamente se ha evaluado bajo el programa SNAP (Significant New Alternatives Policy), cuyos resultados fueron publicados en 1995. La conclusión global fue que el agua nebulizada que utiliza agua potable es benigna para la naturaleza y no presenta un riesgo toxicológico o fisiológico para los seres humanos, por lo que es segura para su uso en áreas ocupadas. El uso de aditivos o mezclas en los sistemas debería evaluarse caso por caso.

### **3.1.2 Espuma.**

La Espuma Química fue utilizada durante algunos años en algunos sistemas de extinción, y se obtenía por reacción de productos químicos (dos disoluciones: una ácida y la otra básica) que al formar  $\text{CO}_2$  favorecía la formación de las burbujas de espuma y las propulsaba. Prácticamente ha dejado de usarse, entre otras causas, por la corrosión que producen sobre los equipos y productos que se aplican, ya que el  $\text{CO}_2$ , al entrar en contacto con el agua, libera protones y, por tanto, la acidifica:



La espuma física se puede definir como las burbujas de aire que se producen al mezclar en un estado turbulento espumógeno, agua y aire.

La propulsión de espuma se realiza con los mismos medios que para el agua, añadiendo dosificadores (donde se mezcla el agua con el espumógeno) y lanzas o generadores especiales (donde se mezcla el espumante con el aire).

Un espumógeno es una mezcla de productos que se añaden al agua con el fin de modificar su tensión superficial y así formar burbujas con mayor facilidad (UNE 23603:1983 y UNE 23600:1990).

El caudal de la lanza, o generador, debe de ser igual o mayor que el del dosificador. El Coeficiente de Expansión de una espuma es la relación entre el volumen final de la espuma y el volumen original de espumante (Espumante = Espumógeno + agua).

En función de su coeficiente de expansión las espumas se clasifican en espumas de baja expansión, media expansión y alta expansión. Las aplicaciones son diferentes en función del tipo de expansión.



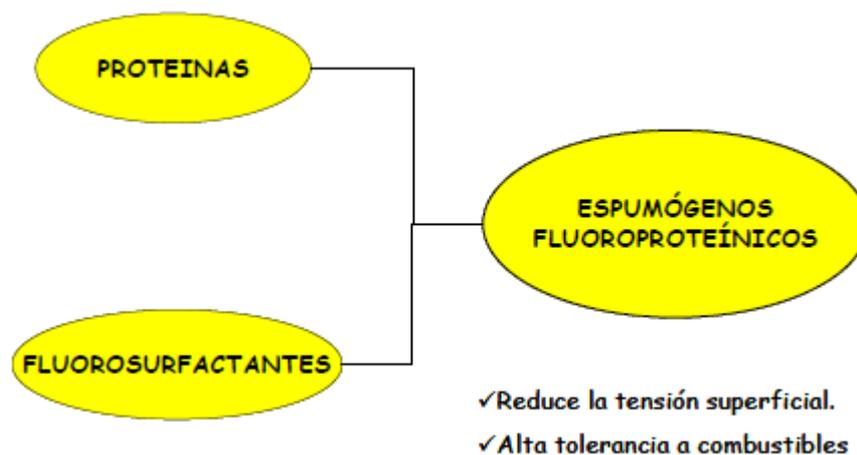
**Fig.95. Utilización de espuma.**



Las espumas son de baja o nula toxicidad, presentan cierta conductividad eléctrica, pueden ser incompatibles con extintores de polvo, y la mayoría son destruidas por los combustibles líquidos de tipo polar.

Aunque en realidad se utilizan formulaciones complejas, en función del espumógeno empleado para generar la espuma se obtienen distintos tipos de espuma.

**-Espumas Proteínicas.** Se utilizaron por primera vez en 1937 en Alemania e Inglaterra para sofocar fuegos causados por el petróleo y sus derivados. Están formulados a base de proteínas naturales hidrolizadas (como la de soja) a las que se les añaden estabilizadores e inhibidores para resistir la descomposición, evitar la congelación y prevenir la corrosión. Se diluyen en el agua en proporciones de 3% al 6%. No suelen ser compatibles con polvos extintores ni permiten combatir fuegos de disolventes polares. Tienen un color marrón oscuro y un olor fétido.



**Fig.96. Esquema espumas.**

**-Espumas Fluoroproteínicas.** También son de origen proteínico, se obtienen empleando tensioactivos fluorados. Se emplearon por primera vez en 1965 en Inglaterra.

Respecto a los anteriores mejora la fluidez y su resistencia a las altas temperaturas. Con ello se mejoran sus condiciones, al hacerse más resistentes las burbujas a la contaminación del líquido. Se suele emplear en las mismas proporciones que las anteriores. Suelen ser compatibles con los polvos extintores.

**-Espumas Sintéticas.** Se utilizaron por primera vez en la marina americana. Se fabrican combinando productos químicos con el fin de conseguir las mismas



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

propiedades que las Proteínicas, o bien mejorar alguna cualidad en particular. Forman una película acuosa que recubre más rápidamente aquellas zonas no cubiertas por la espuma, ya que disminuye la viscosidad e incrementa la fluidez. Para su aplicación sobre disolventes polares se utilizan formulaciones conteniendo un polisacárido solubilizado. Se produce por tanto una película polimérica, lo cual incrementa la resistencia.

Entre las espumas sintéticas encontramos los AFFF (Aqueous Film Forming Foam), formadores de película acuosa, y en los cuales se pretende mejorar la “movilidad” de la espuma y los Espumógenos Hidrocarbonatos.

**-Espumas Antialcohol (AR).** Se trata de espumas desarrolladas para evitar su destrucción por los combustibles polares. Tomando como base el Espumógeno Proteínico, se combina con estereato de zinc o de aluminio para darle a la espuma una menor solubilidad y una mayor resistencia de la superficie de contacto entre la espuma y el combustible.

Así, con la adición de aditivos fluorados a los proteínicos se ganó en resistencia térmica de la espuma, estabilidad del concentrado en el almacenamiento y fluidez de la espuma. Posteriormente aparecieron los AFFF, con lo que se consiguió aumentar la capacidad extintora de la espuma. Con los AR se consigue solucionar, parcialmente, el efecto de degradación que los líquidos polares ejercen sobre las espumas y, por último, con los detergentes se ha conseguido aumentar los índices de expansión y los efectos humectantes.

Para un servicio de extinción, lo ideal sería disponer de un espumógeno que cubriera todos los campos de aplicación de las espumas de una forma eficaz y totalmente polivalente, pero esto no es posible.

En la industria, o en cualquier otra actividad donde sea necesario el disponer de espumógeno, lo más lógico sería disponer de uno específico al riesgo a cubrir, pero para los servicios de bomberos, la diversidad de situaciones en las que puede ser necesario el uso de espumas, obliga a tener varios tipos:

**Un espumógeno polivalente**, de tipo flúor-proteínico, AFFF-AR, sería el más ventajoso para la mayoría de las intervenciones en extinción, reuniendo las ventajas de



alta resistencia térmica, estabilidad en almacenamiento, formación de película acuosa y formación de película polimérica ante la presencia de líquidos polares.

**Un espumógeno sintético** de alta expansión, se hace necesario para el sellado de derrames, y para la evacuación de gases en espacios confinados.

**Un espumógeno de clase AR** completaría la gama de productos necesarios para cubrir todos los campos en los que la espuma tiene aplicación.

¿Cómo actúa la espuma?

Al igual que en el caso anterior, la espuma actúa mediante sofocación, aislando el combustible del comburente e impidiendo la liberación de los vapores combustibles volátiles, y mediante enfriamiento, absorbiendo el calor de la superficie del combustible y de los materiales adyacentes. También previene la reignición, mediante la supresión de la formación de vapores inflamables. Tiene la propiedad de adherirse a las superficies proporcionando un grado de protección a la exposición de fuegos adyacentes. (UNE 23603:1983 y UNE 23600:1990)

¿Qué fuegos apaga?

Las espumas de baja expansión son recomendables para la extinción de fuegos de tipo B, aunque también pueden ser recomendables para fuegos de tipo A. Resulta adecuado su empleo para extinguir fuegos líquidos de menor densidad que el agua, para prevenir la ignición de derrames y para extinguir fuegos superficiales en combustibles sólidos. Sin embargo, no resulta eficaz para fuegos de gases ni fuegos de fugas a presión de líquidos. No deben emplearse en el caso de materiales que reaccionan con el agua, ni en presencia de tensión eléctrica. Además, hay que tener cuidado con aquellos líquidos que alcanzan en toda su masa una temperatura superior a la del punto de ebullición del agua, tales como aceites calientes o asfaltos. Está producida por boquillas o lanzas de diferente calibre, lo que permite proyectar la espuma a gran distancia. La espuma de baja expansión es poco sensible a las condiciones atmosféricas, viento o lluvia; es estable y garantiza una cobertura resistente. Es el medio mejor adaptado para la lucha contra los grandes incendios en la industria petrolera y petroquímica.

En cuanto a las espumas de alta expansión, son adecuadas para la extinción de incendios de clase A y B de bajo aporte calórico, en locales cerrados o difícilmente



accesibles. Si existe un gran aporte calórico, la descomposición de la espuma aporta oxígeno. Aunque son menos conductoras de la electricidad que las anteriores, tampoco deben ser utilizadas en presencia de tensión eléctrica. La espuma de alta expansión se esparce apenas alcanza el orificio de salida del equipo utilizado.

En cuanto a las de media expansión, tienen características intermedias entre las anteriores, y se utilizan cuando se requiere una mayor capacidad de recubrimiento que con las espumas de baja expansión, o bien cuando se requiere mayor capacidad de enfriamiento que la obtenida con las de alta expansión. La espuma de media expansión puede proyectarse hasta unos diez metros de distancia. Es más sensible a las condiciones climáticas, y su resistencia a la reignición es inferior a la de la espuma de baja expansión. La espuma de media expansión se utiliza en los casos que requieren cantidades importantes de espuma cuando la disponibilidad de agua es limitada. Por otro lado, está bien adaptada a la retención de escapes de gases licuados y derrames productos tóxicos.

Cuando se trata de líquidos inflamables miscibles en el agua, sólo son eficaces los espumógenos antialcohol.

### **3.1.3. Polvo extintor.**

El polvo extintor es un agente químico que se obtiene mezclando diferentes productos y que se conoce como polvo químico seco, siendo básicamente las sustancias químicas empleadas sales sódicas o potásicas.

Fue empleado por primera vez en Alemania, y su primera patente data del año 1912. Es uno de los Agentes Extintores más rápidos y eficaces que se conocen, siendo ésta su gran ventaja. Su mayor inconveniente es que no produce enfriamiento, por lo que cuando en un incendio se han alcanzado altas temperaturas puede darse el reencendido, siendo aconsejable enfriar con agua.

La composición básica de los polvos extintores es bicarbonato sódico, bicarbonato potásico, cloruro potásico, dihidrogenofosfato amónico o bicarbonato de urea y potasio u otros metales alcalinos.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Estos productos se mezclan con varios aditivos para mejorar sus características de aislamiento eléctrico, de fluidez y de repulsión al agua. Los aditivos más comúnmente empleados son estearatos metálicos, fosfato de calcio o siliconas, que recubren las partículas de polvo seco para conferirles fluidez y resistencia a los efectos de endurecimiento y formación de costras por humedad y vibración.

Existen distintos tipos de polvos extintores, de polvo BC (también llamado polvo normal o polvo ordinario) cuya composición es a base de bicarbonatos y sulfatos, polvo ABC (o polvo polivalente) cuyo componente básico es el dihidrogenofosfato amónico. También los hay de polvos especiales, desarrollados a partir de formulaciones muy específicas, y que se encuentran en permanente evolución, debido principalmente a las necesidades que se plantean día a día con las nuevas tecnologías, que se utilizan para el tratamiento de fuegos de la Clase D o especiales, como fuegos de zirconio, magnesio, sodio, potasio, etc. Hay que tener en cuenta que la peligrosidad especial de estos fuegos, tales como liberación de gases tóxicos, reacciones explosivas, altas temperaturas, etc, requieren de un tratamiento particular y especial para estos productos. Hay que destacar que tanto estos agentes extintores como el riesgo de incendios de este tipo se encuentran localizados en industrias específicas.

¿Cómo actúa?

El método de extinción es evitar la propagación de la reacción en cadena, es decir, por inhibición, y también por sofocación al cubrir el combustible.

¿Qué fuegos apaga?

En cuanto a su compatibilidad dependiendo del tipo de fuego:

**Clase A:** El polvo convencional no es capaz de extinguir este tipo de fuegos, aunque si lo es el polvo polivalente.

**Clase B :** Es muy adecuado el empleo de extintores de polvo.

**Clase C:** Es adecuado el empleo de extintores de polvo.

**Clase D:** únicamente es recomendable el empleo de polvos especiales.

Pueden utilizarse para fuegos en presencia de tensión eléctrica si el fabricante certifica que ha superado el ensayo dieléctrico normalizado en la Norma UNE 23110. En la aplicación sobre aquellos equipos o lugares cuya limpieza sea difícil, puede actuar



como abrasivo, y por su poder dieléctrico al utilizarlo sobre equipos delicados, puede dañarlos.

Hay que tener en cuenta que el Polvo, aún no siendo tóxico, puede crear problemas en su utilización al provocar una atmósfera pulverulenta que impide la visión y puede afectar a las vías respiratorias.

¿Cómo puede aplicarse?

Puede emplearse tanto en extintores portátiles, en los que se utiliza el Nitrógeno como agente impulsor (en ocasiones se emplea CO<sub>2</sub>), como en sistemas fijos de disparo automático.

### **3.1.4 Anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>).**

Es un Agente extintor gaseoso que, a temperaturas normales, posee una densidad de vapor de 1'5: es decir, que es alrededor de un 50% más pesado que el aire. Es fácilmente licuable mediante compresión y enfriamiento, por lo que se almacena en fase líquida para abaratar los costes en las instalaciones. Es incoloro e inodoro, no es tóxico, pero no es respirable, por lo que puede provocar la muerte por asfixia, al desplazar el oxígeno.

Es incomburente, de tal modo que sustituido un 30% del volumen de aire por CO<sub>2</sub>, la atmósfera resultante no permite la combustión (estos datos son aproximados y dependen de diversos factores).

Se solidifica parcialmente al ser proyectado (1/3 del CO<sub>2</sub> liberado aproximadamente), formando una especie de "copos", gasificándose las 2/3 partes restantes del CO<sub>2</sub> liberado, formando la atmósfera incomburente. Recibe varias denominaciones: CO<sub>2</sub>- Anhídrido Carbónico- Dióxido de Carbono- Nieve Carbónica.

¿Cómo actúa?

El método de extinción es principalmente por sofocación ya que como hemos indicado desplaza al oxígeno. En menor medida también actúa por enfriamiento.

¿Qué tipo de fuegos apaga?



**Fuegos de clase A:** Es aceptable y puede considerarse adecuado en fuegos poco profundos (profundidad inferior a 6 mm).

**Fuegos de clase B:** Es aceptable.

**Fuegos de clase C:** No es adecuado.

**Fuegos de clase D:** No es adecuado, siendo incluso hasta peligrosa su utilización, ya que estos productos pueden descomponer el Agente Extintor “alimentando” el incendio con Carbono y Oxígeno.

Es muy apropiado para extinguir incendios en presencia de tensión eléctrica, y por ser un agente muy “limpio”, es muy recomendado para tratar incendios en aparatos eléctricos o electrónicos de cierta complejidad.

Debe tenerse en cuenta que pierde efectividad cuando se usa al aire libre, sobre todo si existen corrientes de aire que puedan dispersar el agente.

¿Cómo puede aplicarse?

Puede emplearse en extintores portátiles, siendo fácilmente distinguibles ya que son los únicos que no poseen manómetro de comprobación y su carga se mide al peso, así como su boquilla en forma de cilindro o cono invertido que posibilita su utilización. También se emplea en sistemas fijos, para aplicaciones localizadas y sistemas automáticos, de inundación total o parcial, y para inertización de ambientes peligrosos. En estos casos se prevé un sistema de alarma y un tiempo para posibilitar la evacuación del lugar antes de la descarga.

### **3.1.5 Halones.**

Durante unos cincuenta años, se utilizaron un grupo de agentes extintores, comúnmente conocidos con el nombre de halones, fabricados en base a hidrocarburos de bajo número de carbonos (metano y etano principalmente), en los que el hidrógeno era sido sustituido por varios halógenos, principalmente fluor, cloro y bromo, y que extinguen el fuego principalmente por inhibición, reaccionando químicamente con los radicales libres que se desprenden de la combustión.



Debido a su capacidad de reaccionar con los radicales libres son compuestos que también intervienen en reacciones atmosféricas, contribuyendo a la destrucción de la capa de ozono.

El ozono es uno de los componentes principales de la estratosfera (entre 15 y 30 Km) y puede tener una concentración de 10 ppm.

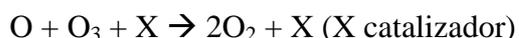
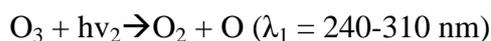
En la estratosfera el ozono se forma y también se destruye. Así, la formación de ozono se debe al mecanismo:



Siendo M moléculas de compuestos como  $\text{O}_2$  o  $\text{N}_2$  que disipan la energía producida en la reacción.

La producción de ozono depende de la radiación solar, la cantidad de oxígeno presente, por lo que se forma fundamentalmente en los trópicos y luego se desplaza hacia los polos.

La destrucción del ozono puede esquematizarse del siguiente modo:



En ausencia de catalizador la segunda reacción es relativamente lenta. Es decir, que existe un equilibrio entre la formación y la destrucción del ozono. Sin embargo, si la concentración del catalizador en la atmósfera aumenta, se acelerará la descomposición del ozono. Como catalizadores pueden actuar diversas especies como átomos de Cl, H, Br, o moléculas y radicales libres como NO, CO o OH. Los principales causantes del aumento de la concentración de estas especies son los clorofluorocarbonados, los radicales OH procedentes de la oxidación del metano y el NO procedente del  $\text{N}_2\text{O}$  que es estable en la atmósfera y puede llegar a la estratosfera y formar NO.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

La disminución de la concentración de ozono es lo que se denomina agujero de ozono, y su efecto se traduce en quemaduras cuando la exposición al sol es prolongada, o en un aumento del cáncer de piel, la destrucción del fitoplancton, la alteración del sistema inmunológico, lesiones oculares, etc.

Como consecuencia de su influencia en el deterioro del medioambiente, el empleo de halones está actualmente prohibido. El Reglamento (CE) 2037/2000 indica 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. No obstante, el anexo VII de dicho reglamento y su posterior modificación el 7 de marzo de 2003, indica aquellos casos críticos en los que se permite el empleo del H-1211 (Bromoclorodifluorometano) y H-1301 (Bromotrifluorometano).

Usos críticos de los halones:

**Usos del 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.

- En los vehículos militares terrestres y en los buques de guerra, para la protección de las zonas ocupadas por el personal y los compartimentos de motores.

- Para hacer inertes las zonas ocupadas en las que 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 hacer inertes puestos tripulados de control y de comunicación de las fuerzas armadas o de otro modo esenciales para la seguridad nacional existentes;

- Para hacer inertes las zonas en las que pueda haber riesgo de dispersión de material radiactivo, y en el túnel del Canal y en sus instalaciones y material circulante.

**Usos del halón 1211:**

- En los vehículos militares terrestres y en los buques de guerra, para la protección de las zonas ocupadas por el personal y los compartimentos de motores.



- 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, y en extintores militares y de fuerzas de policía para su uso sobre personas.

La Unión Europea autoriza la exportación de halones a granel para usos críticos hasta diciembre de 2009, siempre que se haya obtenido a partir de halones recuperados, reciclados o regenerados originados en instalaciones de almacenamiento autorizadas o explotadas por la autoridad pertinente.

### **3.1.6 Gases halogenados.**

Se trata de compuestos químicos orgánicos que en su composición contienen átomos de Cl, F o I, solos o en combinación:

- **Sistemas NAF:** hidroclorofluorocarbonos (HCFC).
- **Sistemas FE y FM:** hidrofluorocarbonos (HFC).
- **Sistemas CEA:** perfluorocarbonos (FC).

Actúan de forma similar a los halones, pero son menos efectivos, y también contribuyen a la destrucción de la capa de O<sub>3</sub>, por lo que deben de ser sustituidos en el futuro.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

En la tabla se muestran los gases halogenados empleados como agentes extintores.

AGENTE	FÓRMULA	NOMBRE	NOMBRE COMERCIAL
HFC-227ea	$CF_3CH_2CF_3$	Heptafluoropropano	FM-200, FE-227
HFC-125	$CHF_2CF_3$	Pentafluorooetano	FE-25
HFC-23	$CHF_3$	Trifluorometano	FE-13
HCFC-124	$CHClCF_3$	Clorotetrafluoroetano	FE-241
HCFC-mezcla A	4,75% HCFC-123+82% HCFC-22 + 9,5% HCFC-124 + 3,75% Isopropenyl- 1-metilciclohexano		NAF S-III
HFC-134a	$CHF_2CHF_2$	Tetrafluoroetano	
HCFC-22	$CHClF_2$	Clorodifluorometano	
HFC-236fa	$CF_3CH_2CF_3$	Hexafluoropropano	FE-36
FC-2-1-8	$C_3F_8$	Perfluoropropano	CEA-308
FC-3-1-10	$C_4F_{10}$	Perfluorobutano	CEA-410
FIC-1311	$CF_2I$	Trifluoroiodometano	Triodide
FS 49 C2	HFC-134a + 2 comp.	Dodecafluoro-2- metilpentan-3-ona	Halotron II
C6-fluorocetona	$CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$		Novac 1230
HFC227 BC	HFC-227ea + $NaHCO_3$		

**Fig.97. Gases halogenados.**

### 3.1.7 Gases inertes.

Los gases inertes son una alternativa a los halones. Se trata de productos químicos que no son oxidantes, y que actúan desplazando al oxígeno y, por tanto, evitando la combustión, es decir, por sofocación. Además no son conductores de la electricidad, no causan efecto invernadero ni afectan a la capa de ozono, por lo que se consideran “sustancias limpias”.

La EPA y la NFPA han fijado que la concentración de oxígeno en las zonas ocupadas debe ser al menos del 10%.

El Argón (IG-01) es un gas noble y, por tanto, no reactivo. El Ar reduce la concentración de  $O_2$  hasta el 12%, por lo que es capaz de extinguir la mayoría de los incendios en menos de 45 s. Se trata de un gas seguro para zonas ocupadas y, además, tras su descarga mantiene la visibilidad. Es un agente extintor que puede ser aplicado para proteger salas de ordenadores, 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 y además está especialmente indicado para grandes volúmenes.

Otro agente extintor es denominado IG-55, se trata de una mezcla 1:1 de N<sub>2</sub> y Ar. Se trata de un agente extintor que no deja residuo. Los gases no son conductores ni corrosivos, no son tóxicos y no producen productos de combustión secundarios. Es capaz de reducir la concentración de O<sub>2</sub> a niveles entre el 11% y 13%, para lo que se emplea una concentración extintora del 36%.

Se utiliza en salas de control y de informática, en archivos, en armarios eléctricos y alrededor de equipos de telecomunicaciones.

Otra de las mezclas empleadas es el IG-541. Está compuesto por un 52% de N<sub>2</sub>, un 40% de Ar y un 8% de CO<sub>2</sub>. Utiliza una concentración extintora entre el 40 al 80%. 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 O<sub>2</sub>, y un 4%, como máximo, de CO<sub>2</sub>. Si la concentración de O<sub>2</sub> 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.

Se emplea para la extinción en el caso de riesgos eléctricos o electrónicos, salas de mezcla de líquidos inflamables, bibliotecas, archivos y museos, etc.

## 3.2 Instalaciones contra incendios.

### **3.2.1 Bocas de incendio equipadas (BIEs).**

Se trata de una instalación que permite a los ocupantes de un edificio proyectar agua contra el fuego hasta la llegada de los Bomberos.

Se trata de una toma de agua, en un punto fijo de una red de incendios, provista de un conjunto de elementos necesarios para transportar y proyectar agua desde el mismo hasta el lugar del fuego.

La protección que proporcionan las BIEs son:

- Medio de primera intervención, para sofocar conatos o para una acción inmediata a cargo del equipo de primera intervención.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Medio fundamental de extinción interior, si las características del establecimiento lo permiten.

Las BIEs se clasifican por el diámetro nominal de la manguera: 25, 45, 70 y 100 mm. Sólo se consideran BIE las de 25 y 45 mm. (las de 70 y 100 mm. se consideran hidrantes interiores).

Las principales diferencias entre las BIEs de 25 mm. y las de 45 mm. son:

- Las de 25 mm. no requieren la extensión total de la manguera para comenzar a arrojar agua.

- La extensión de la manguera en una BIE de 25 mm. es más sencilla al no ser colapsable.

- Los caudales de la BIE de 25 mm. son bajos, pudiendo ser utilizadas por una sola persona, mientras que una de 45 mm. requerirá de la colaboración de, al menos, dos personas.



**Fig.98. BIE.**

Por todo ello las BIEs a emplear serán, preferiblemente, de 25 mm. La distribución e instalación deberán seguir los siguientes criterios:

- La distancia desde cualquier punto de riesgo y la BIE más próxima no debe exceder de la longitud de la manguera más de 5 metros.



- Las BIE se ubican, preferentemente, dentro de los locales protegidos.
- Las BIE se sitúan en los paramentos o pilares de los locales.
- No debe existir obstáculo alguno que dificulte o impida el acceso o la utilización de una BIE.
- Las BIE deben estar señalizadas convenientemente mediante señales normalizadas.
- La alimentación a las BIE de 25 mm. no se realiza por encima de ellas para evitar la acumulación de sedimentos en la válvula.
- El abastecimiento de agua de las BIE será común a los demás sistemas de protección contra incendios que empleen agua. Debe garantizarse un alcance efectivo mayor de 5 metros en la BIE más desfavorable cuando se está descargando por el sistema el caudal de agua requerido.

En algunas ocasiones, en las que el riesgo principal es de fuegos en presencia de tensión eléctrica, y las personas que podrían utilizar las bocas de incendios no son expertas, la dotación de bocas de incendio puede suponer un riesgo mortal para esas personas si las utilizaran sin tomar las debidas precauciones. Por ello, y aunque las normas vigentes obliguen a instalarlas en determinados casos, conviene recomendar su sustitución por extintores de carro de 25 o 50 Kg de polvo polivalente (o de CO<sub>2</sub> según el tipo de combustibles existentes).

### **3.2.2. Sistemas de detección y alarma de incendio.**

Para detectar el fuego existen unos aparatos llamados detectores de incendio, que pueden ser de varios tipos:

- **Detector iónico:** dispone de dos cámaras, una cerrada y otra abierta al aire ambiente, equilibradas eléctricamente. Cuando a la cámara abierta llegan moléculas ionizadas de la reacción de combustión se produce un desequilibrio eléctrico entre ambas cámaras, lo que produce la alarma. Se utilizan principalmente en lugares donde puedan existir fuegos lentos o de evolución lenta (salas de ordenadores, archivos, bibliotecas, etc. ).



**Fig.99. Detector iónico.**

- **Detector óptico de humos:** son células fotoeléctricas que al oscurecerse el camino óptico por el humo, o iluminarse por reflexión de la luz en dichas partículas, se activan produciendo la alarma. Se utilizan donde pueden existir fuegos latentes o de evolución lenta, o donde no es posible utilizar los detectores iónicos debido a las condiciones ambientales (almacenes de combustibles prensados, bodegas de barcos, áreas de fabricación, etc).



**Fig.100. Detector óptico de humos.**

- **Detector de llamas:** es una célula fotoeléctrica que capta el espectro de emisión infrarrojo o ultravioleta característico de la llama. Se usan generalmente donde



pueda presentarse un fuego en forma de llama abierta y de evolución rápida (almacenes o depósitos de líquidos inflamables de grandes dimensiones o al aire libre).



**Fig.101. Detector de llamas.**

- **Detector térmico:** el calor que se libera en la combustión eleva la temperatura del ambiente, y dicho incremento de temperatura puede ser detectado por el correspondiente dispositivo. Se usan donde pueda presentarse una acumulación rápida de calor y en los cuales la evolución del fuego es media o rápida (garajes o aparcamientos).



**Fig.102. Detector térmico.**

Los detectores térmicos pueden ser de dos tipos:

- **Detectores termoestáticos**, o térmicos, que emiten una señal de alarma cuando la temperatura ambiente alcanza un valor predeterminado.



- **Detectores termovelocimétricos**, basados en la medición de la velocidad de aumento de la temperatura (gradiente de temperatura). Combinan dos elementos: uno que da la alarma al registrar un gradiente de temperatura y otro que suspende la alarma para gradientes bajos.

Además de estos sistemas automáticos de detección, en las instalaciones de detección se colocan pulsadores de alarma, activados manualmente, que sirven para enviar aviso a la central de detección con solo romper el cristal.

### **3.2.3 Sistemas de extinción automática.**

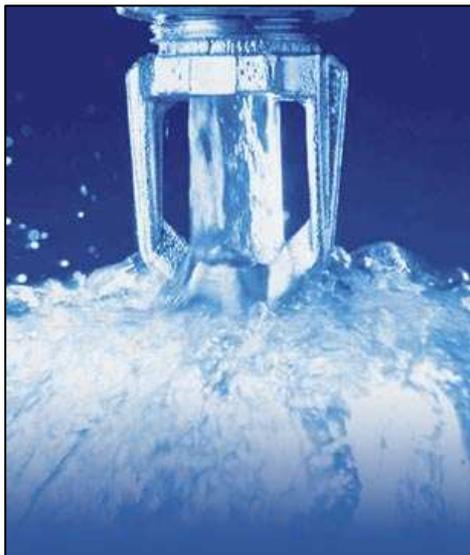
Son sistemas de distribución de agua a presión, mediante la adecuada red de tuberías que cubren el local a proteger, generalmente sobre los techos, y a la que están conectados los rociadores o sprinklers (válvulas especiales diseñadas para distribuir el agua en forma de lluvia). Dichos rociadores disponen de unas boquillas obturadas por cápsulas rellenas de un líquido dilatante o por elementos fusibles que, a una temperatura determinada, se rompen y liberan el paso del agua.

Desde su origen (mediados del s. XIX) los rociadores automáticos de agua son el medio de protección contra incendios de mayor fiabilidad. Las instalaciones de estos equipos realizan automáticamente tres funciones en la protección de incendios:



- Detectan el fuego.
- Dan la alarma.
- Controlan o extinguen el fuego.

Su objeto es conseguir que, ante el inicio de un fuego, se consiga una proyección automática sobre el mismo a fin de extinguirlo sin intervención humana.



**Fig.103. Sistema rociador automático.**

Los sistemas de rociadores automáticos de agua presentan la ventaja de que solo actúan en las zonas donde se inicia y detecta el incendio. Para conseguir un mismo efecto, la cantidad de agua que consume un sistema de rociadores automáticos es menor que la consumida por una boca de incendio equipada. Además, estos sistemas actúan incluso donde el calor y el humo impiden la actuación de los bomberos.

La instalación debe hacerse según proyecto suscrito por un técnico titulado competente que debe tener en cuenta las normas UNE que le sean de aplicación.

El actual CTE impone la obligación de instalar sistemas de extinción automática:

- En todo edificio cuya altura de evacuación exceda de 80 m (o si la altura de evacuación excede de 28 m o la superficie construida del establecimiento excede de 5000 m<sup>2</sup> en uso residencial público);
- En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en uso Hospitalario o Residencial Público o de 50 kW en cualquier otro uso.



- En determinados centros de transformación.

- Si la superficie total construida excede de 1.500 m<sup>2</sup>, en las áreas públicas de ventas (y se cumplen ciertos requisitos) en uso Comercial, y en todo aparcamiento robotizado. En algunos casos, la instalación de rociadores de agua puede ser incompatible con los materiales que deben protegerse, por lo que deberán darse soluciones alternativas, por ejemplo, disponer de un sistema de extinción automática con agentes gaseosos en centrales de ordenadores, archivos y depósitos de objetos de valor elevado, etc.

Existen también extintores fijos automáticos, cuya instalación siempre conviene recomendar sobre los quemadores de las calderas de calefacción en lugares como escuelas, hoteles, residencias de ancianos, etc.

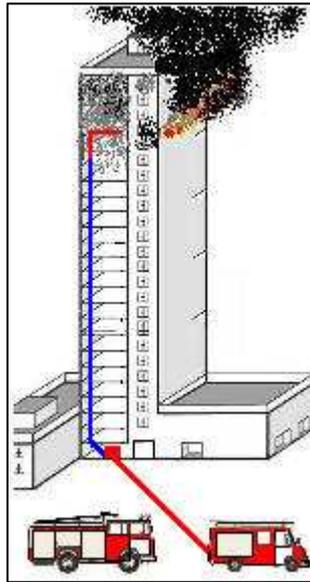
#### **3.2.4 Columnas secas.**

Se trata de una tubería, de 80 mm de diámetro, normalmente vacía, a la que se conectan las autobombas de los Bomberos para inyectar agua a presión, que tiene salida por bocas situadas en los pisos a las que conectaremos las mangueras para atacar el fuego sin necesidad de hacer una instalación vertical.

Aunque la idea de instalar columnas secas tiene por objeto conseguir un ahorro en el tiempo que se tarda en instalar las mangueras cuando se trata de edificios de gran altura, suponen un grave problema de seguridad y de eficacia para los Bomberos, ya que muy pocas veces podrán estar seguros de que su mantenimiento sea el correcto y de que soportarán las presiones que se requieren para hacer llegar el agua hasta los pisos más altos.

Por eso, no tiene sentido colocar Columnas Secas en lugares, como naves industriales, edificios de baja altura, etc., donde resulta muy sencilla y rápida la instalación de las mangueras de los Bomberos.

El CTE establece que la columna seca será instalada en edificios o establecimientos de más de 24 m. de altura de evacuación (15 m en uso Hospitalario).



**Fig.104. Instalación columna seca.**

### **3.2.5 Hidrantes.**

Se entiende por hidrante todo punto de conexión exterior al edificio conectado a una red de tuberías enterrada y cuya finalidad es abastecer de agua a los Servicios de Extinción de Incendios. Pueden estar situados en la vía pública o en zonas urbanizadas del interior de las empresas.

La instalación de hidrantes tiene por objeto:

- Servir de conexión y abastecimiento a las mangueras necesarias para los cometidos siguientes:

- La lucha contra los incendios que tengan lugar en el propio establecimiento, y la protección del propio establecimiento frente a incendios que tengan lugar en establecimientos vecinos.
- Abastecer de agua a los vehículos autobomba del servicio público de extinción.

Los hidrantes pueden ser públicos o privados. Los públicos son exteriores, y de uso exclusivo del servicio público de extinción.

Se recomienda la instalación de un hidrante por cada 10.000 m<sup>2</sup> construidos o fracción del edificio a proteger, repartiéndolos razonablemente por su perímetro.



**Fig.105. Hidrante.**

### 3.3 Equipos de protección personal contra incendios.

#### **3.3.1 Traje de intervención.**

El denominado traje de intervención consiste habitualmente en dos prendas, chaquetón y pantalón, destinados a proteger el cuerpo del bombero de los efectos de calor y llamas, excluyendo cabeza, manos y pies cuya protección se consigue con equipos específicos que se desarrollan más adelante en este mismo tema. Como veremos más adelante, este traje es denominado por la normativa como “ropa de protección para bomberos”; en este tema se usarán ambos términos indistintamente.

La protección frente al calor se consigue con un ensamblaje de diferentes capas de tejidos a su vez diferentes, puesto que se pretenden objetivos distintos con ellas: en unos casos protección térmica, en otros impermeabilidad y transpirabilidad, y en la más interior confort.

Aparte de la resistencia frente al calor que las capas ya ofrecen, la configuración multicapas permite que quede aire retenido entre estas capas, contribuyendo así a mejorar las condiciones de aislamiento térmico de la prenda; por este motivo, si las capas quedan comprimidas entre ellas, por ejemplo, sobre los hombros por efecto de las correas del atalaje de un E.R.A., habrá menos posibilidad de que el aire se mantenga



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

entre las capas y no actuará como aislante. Son frecuentes las quemaduras por este motivo.

Junto a la resistencia al calor, las características de transpirabilidad del traje son fundamentales, puesto que contribuyen al confort y a reducir el estrés térmico del bombero, debido a una mejor ventilación.

Las características que deben reunir los trajes de intervención para bomberos están establecidas por la norma *UNE-EN 469: 2006. Ropas de protección para bomberos: requisitos y métodos de ensayo para las ropas de protección en la lucha contra incendios.*

De acuerdo con esta norma, la ropa de protección para bomberos (traje de intervención) debe garantizar protección en el cuello, los brazos, las piernas y las partes superior e inferior del torso del bombero, excluyendo cabeza, manos y pies. En cuanto a la composición de esta ropa de protección, UNE-EN 469 acepta las siguientes opciones:

- Una prenda externa de una sola pieza.
- Una prenda externa de dos piezas, formada por una chaqueta y un pantalón, garantizando la primera la cobertura de al menos 30 cm del segundo.
- Un conjunto de prendas externas e internas, diseñadas para ser llevadas conjuntamente.

El diseño del traje de intervención debe mantener la máxima movilidad posible para el usuario y debe ser compatible con el empleo de otros equipos de protección como cascos de intervención, guantes de intervención, botas de intervención y equipo de respiración autónoma. Llevará elementos retroreflectantes.

La última versión de la norma UNE-EN 469 ha establecido dos niveles de trajes de intervención (niveles 1 y 2), estableciendo para el nivel 1 unas exigencias inferiores, de modo que los trajes que cumplan sólo este nivel tendrán una utilización más limitada frente a incendios que los de nivel 2.

Existen múltiples diseños de trajes de intervención que satisfacen las exigencias de UNE-EN 469. En general todos son trajes multicapas, compuestos de dos piezas, chaquetón y pantalón. Las variaciones entre ellos se encuentran en detalles de diseño,



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

número de capas o materiales. En la actualidad los trajes de intervención se fabrican con 4 ó con 3 capas; cada capa cumple una función:

- **Tejido exterior.** Aporta resistencia mecánica (desgarros, abrasión), es la primera barrera de protección frente al calor, repele productos químicos y debe mantener su apariencia y solidez de color. Normalmente se fabrica a base de aramidas.

- **Barrera de humedad.** Evita la penetración de agua y productos químicos líquidos, debiendo ser totalmente impermeable. Pero también debe ser transpirable, permitiendo que el sudor acumulado en el interior de la prenda salga al exterior. Deberá soportar altas temperaturas sin modificaciones dimensionales y resistir la abrasión. Se fabrica con membranas de Gore-Tex, poliuretanos, etc.

- **Barrera térmica.** Suele estar constituido por tela no tejida de fibras punzonadas, para atrapar el aire entre ellas, aportando un aislamiento térmico en función de su grosor. Poca resistencia a la abrasión, motivo por el cual necesita un acolchado de su cara interior, para aumentar su durabilidad.

- **Forro interior.** Fabricado en tejido ligero, transpirable y con poca capacidad de absorción de agua, para que no retenga sudor. Resistente a abrasión y formación de piling. Puede fabricarse con mezcla de aramidas y viscosa, con algodón, etc.

El traje de intervención modelo RB-90, de diseño sueco, que se muestra en la siguiente imagen, consta de 4 capas: exterior, barrera antihumedad, barrera térmica y forro interior. Además tiene algunos detalles constructivos que lo diferencian de otros modelos: el pantalón incorpora un arnés integrado en su propia estructura, capucha para cubrir el casco.



**Fig.106. Traje de intervención modelo RB-90, de diseño sueco.**

Las siguientes fotos corresponden a otro modelo, del denominado Budget, fabricado por Sasatex, con tejido exterior en Nomex Delta T, forro interior de algodón y entre ambas capas otras dos, una para barrera de humedad y otra para barrera térmica.



**Fig.107. Chaquetón y pantalón modelo Budget de Sasatex.**



### 3.3.2 Elementos complementarios.

En este apartado deben incluirse todos los elementos que complementan la protección de los equipos principales, es decir, al traje de intervención, a las bota, al casco y a los guantes. Aunque la diversidad puede ser también amplia, se resaltan dos: el sotocasco (o verdugo) y las prendas ligeras para incendios forestales.

El sotocasco es un equipo de protección adicional bajo el casco de intervención, protegiendo cabeza, cuello y parte superior del pecho. Envuelve totalmente a la cabeza, con la excepción de una apertura en la cara, a la altura de ojos y nariz, para permitir un uso compatible con las máscaras de los E.R.A. Los modelos más recientes son de 2 capas, la externa aporta resistencia al calor y la interna confort. Son EPIs de categoría II.



**Fig.108. Sotocasco de Sasatex, construido con una capa fabricada con una mezcla de 25% aramida, 50% algodón y 25% viscosa FR.**

Otro elemento, que no es complementario del traje de intervención, sino sustitutivo del mismo, es el mono forestal o polivalente, por su empleo en algunos servicios de bomberos para la protección del bombero durante las intervenciones para el control de incendios forestales, de matorrales, etc., es decir, incendios donde la densidad de carga térmica y la radiación de calor no son tan elevadas como en los incendios convencionales de tipo urbano o industrial, con lo cual no se requiere para su labor de extinción el uso de equipos de protección personal tan complejo como los trajes de intervención antes descritos. Pueden emplearse también para todo tipo de operaciones auxiliares de los servicios de bomberos, como rescates en accidentes de tráfico, en otros entornos, achiques, etc., de ahí el nombre de mono polivalente con que también se les designa.



**Fig.109. Mono forestal o polivalente, fabricado en una capa de aramida, viscosa y fibra antiestático por Sasatex.**

### **3.3.3 Casco de intervención.**

Las intervenciones en el combate de incendios conllevan diferentes riesgos que pueden lesionar la cabeza del bombero, por impacto (tanto de objetos en movimiento contra la cabeza, como al revés, de la cabeza contra objetos fijos), por riesgos eléctricos y, desde luego, por riesgos térmicos. Las características (nivel de protección, comodidad y durabilidad) de los cascos de intervención para bomberos están establecidas por una norma específica: *UNE-EN 443. Cascos para bomberos.*

Las principales características para el diseño de los cascos de intervención para bomberos, de acuerdo con esta norma, son las siguientes:

- El sistema de ajuste del casco debe ser regulable, sin utilizar herramientas.
- El casco no debe tener aristas cortantes, ni asperezas, ni salientes.
- Sus componentes que contactan con la piel deben ser de materiales no irritantes.
- Los materiales con los que se construyen deben ser de calidad duradera.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- El diseño del casco permitirá que el usuario siga oyendo en las circunstancias normales de utilización y debe ser compatible con máscaras de los E.R.A. y con gafas de protección o de visión.

Además la norma UNE-EN 443 establece los siguientes requisitos obligatorios, definiendo ensayos a realizar y resultados mínimos admisibles:

- El casco debe cubrir completamente toda la superficie de la cabeza a partir de una altura de 12,7 mm por encima del plano de referencia.
- Está regulado el campo de visión que debe permitir el casco una vez colocado.
- Absorción de impactos.
- Resistencia a objetos cortantes.
- Rigidez mecánica.
- Resistencia a la llama.
- Resistencia al calor radiante.
- Propiedades eléctricas.
- Resistencia del sistema de retención.

Los cascos de intervención para bomberos son EPIs de categoría III.

Al igual que ocurre con el resto de prendas de protección para la intervención operativa de bomberos, para el cumplimiento de los requisitos de la norma citada se han desarrollado múltiples modelos de cascos para bomberos, con distintos diseños constructivos y materiales.

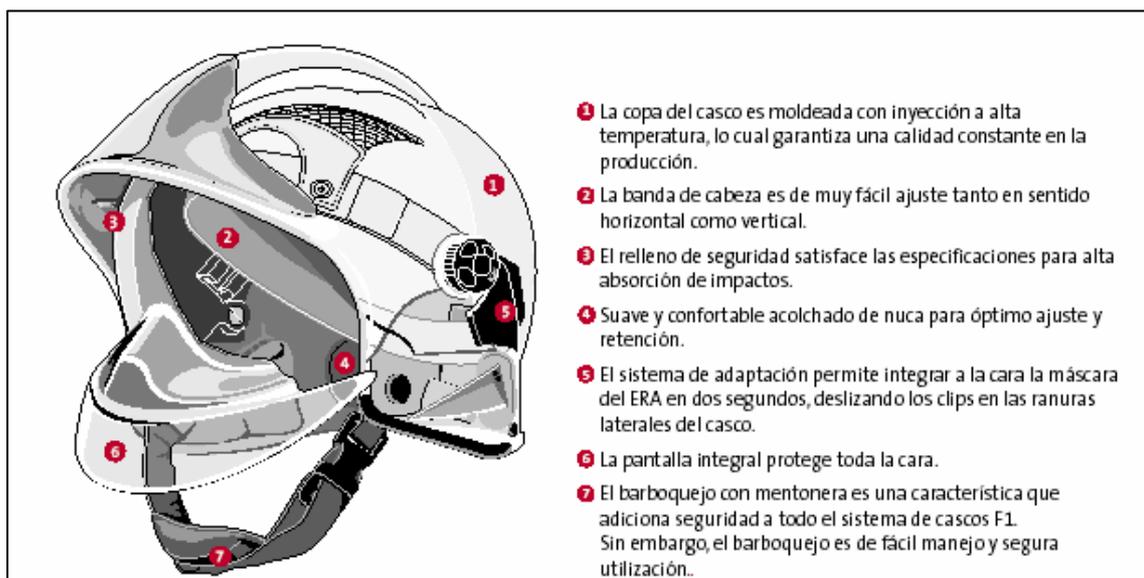
Los cascos que cumplen con los requisitos de la norma UNE-EN 443 son los denominados “cascos integrales”, empleados para la protección del bombero en todo tipo de intervenciones frente a incendios, siniestros químicos, etc. Pero para intervenciones frente a incendios de vegetación (matorrales, forestal), donde la exposición térmica es menor que en incendios estructurales, suelen emplearse cascos con diseño más aligerado (“cascos forestales”), que pueden no cumplir algunos de los requisitos de la citada norma.



**Fig.110. Casco integral.**



**Fig.111. Casco forestal.**



**Fig.112. estructura de modelo de casco de intervención Integral muy extendido, el Gallet F1 de MSA**



### 3.3.4 Guantes de intervención.

Las manos del bombero pueden estar sometidas durante las intervenciones frente a emergencias a riesgos térmicos y mecánicos; también a riesgos químicos en las intervenciones en siniestros químicos.

En los siniestros de incendio, el bombero estará expuesto a calor y fuego, con frecuencia a temperaturas altas, por lo que se requiere que los guantes de protección sean EPIs de categoría III. Aunque dos normas establecen las características de los guantes frente a riesgos mecánicos y térmicos (*UNE-EN 388. Guantes de protección contra riesgos mecánicos y UNE-EN 407. Guantes de protección contra riesgos térmicos, calor y/o fuego*), debido a la connotación especial de riesgo que supone el trabajo de extinción de incendios, existe una norma específica para guantes de bomberos, *UNE-EN 659 Guantes de protección para bomberos*. Aparte, con carácter general, los guantes de bomberos deben cumplir también con la norma *UNE-EN 420 Requisitos generales para guantes*.

La norma UNE-EN 388 establece pruebas para valorar las características de resistencia a la abrasión, al corte por cuchillas, al desgarro y a la perforación, clasificando los guantes en cinco categorías en función de los resultados mínimos obtenidos.

La norma UNE-EN 407 establece las características de comportamiento a la llama, calor de contacto, calor convectivo, calor radiante, pequeñas salpicaduras de metal fundido y grandes masas de metal fundido, otorgando en cada riesgo una clasificación entre 1 y 4.

La norma UNE-EN 420 establece requisitos generales como detalles constructivos de los guantes, instrucciones de almacenaje, tallajes, etc. La siguiente tabla indica datos del tallaje regulados por esta norma:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

	UNE-EN 420		UNE-EN 659
	Perímetro de la mano	Longitud de la mano	Largo mínimo del guante
6	152 cm	160 cm	26 cm
7	178 cm	171 cm	27 cm
8	203 cm	182 cm	28 cm
9	229 cm	192 cm	29 cm
10	254 cm	204 cm	30,5 cm
11	279 cm	215 cm	31,5 cm

En esta tabla, la última columna contiene valores que establece para los guantes de bomberos la norma UNE-EN 659, específica para estos guantes, que exige que alcancen unos niveles mínimos de protección para las normas UNE-EN 388 y UNE-EN 407, aparte de los largos mínimos del guante indicados. Estos niveles de protección son siguientes:

Niveles de protección			
EN 388		EN 407	
2	Abrasión	4	Llama
2	Corte	3	Calor convectivo
2	Desgarro	2	Contacto
2	Pinchazo	2	Calor radiante

Para conseguir cumplir con los requisitos normativos, los guantes para bomberos están fabricados con diseños multicapas que emplean diversos materiales:

- **Piel**, que es adecuada para la protección contra objetos cortantes o calientes, chispas y para todo tipo de trabajos generales. Los guantes de cualquier tipo de piel



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

proporcionan durabilidad, destreza y resistencia a objetos calientes, así como mayor comodidad en general que los guantes de materiales sintéticos. Puede obtenerse de la parte más superficial de la piel (piel flor), ofreciendo entonces durabilidad y más tacto, o de la parte más interna de la piel (serraje), que ofrece mejor resistencia tanto a corte como a temperatura.

- **Fibras textiles**, en general aramidas, con muy buena resistencia al frío y al calor (resistencia a la llama, estable hasta 500°C) y muy buena resistencia al corte.

También resisten a agentes corrosivos y tienen conductividad eléctrica baja. Por el contrario su resistencia a la abrasión es baja. Entre las fibras aramidas empleadas en guantes de bomberos están Nomex y Kevlar.

- **Membranas impermeables, ligeras, impermeables y transpirables**, a base de fluoropolímeros, como el Gore-Tex. Se emplean como forros interiores del guante para conferirle impermeabilidad.

Las combinaciones de capas y materiales dan lugar a múltiples modelos de guantes.

Normalmente los diseños actuales incorporan dos capas resistentes al calor (piel y aramida, o las dos de aramida), más otra capa interna impermeable (Gore-Tex); en algunos casos existen capas de refuerzo adicional en las zonas de la mano más expuestas a temperatura, como el dorso y la zona de los nudillos. La figura siguiente muestra un diseño usual de guantes de intervención para bomberos.



**Fig.113. Guante marca Juba, de cuero flor vacuno hidrofugado, tejido Nomex®**



### 3.3.5 Botas de intervención.

Las intervenciones en emergencia desarrolladas por los servicios contra incendios exponen al bombero a situaciones de riesgo amplio que, en lo relativo a los pies, se puede extender por una gran variedad de riesgos: de impacto en la zona de la puntera, de impacto en la zona del metatarso, de impacto en la zona del talón, perforación de la suela, contacto con hidrocarburos, inmersión en agua, inmersión en otros líquidos, suelos deslizantes, corte por chapas y por elementos punzantes, calor ambiente, calor de contacto, riesgo de explosión, contactos eléctricos, etc.

Existen bastantes normas UNE referidas al calzado. Las aplicables a las botas de intervención de los servicios de bomberos son las siguientes:

- *UNE-EN 344:1993. Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, de protección y de trabajo de uso profesional.*

- *UNE-EN 344-2:1996. Calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. Parte 2: requisitos adicionales y métodos de ensayo.* - *UNE-EN 345:1993. Especificaciones para calzado de seguridad de uso profesional.*

- *UNE-EN 345-2:1996. Especificaciones para calzado de seguridad de uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales.*

Concretamente es UNE-EN 345-2 la norma que contiene un apartado específico para las botas resistentes a los riesgos asociados a la extinción de incendios. Recoge exigencias en cuanto a:

- Penetración y absorción de agua.
- Resaltes en la suela.
- Resistencia al agua.
- Construcción de la bota.
- Otros elementos de diseño de la suela.
- Comportamiento térmico.

Esta norma regula también el marcado de las botas, que se realiza mediante pictogramas y símbolos de requisitos cubiertos, como los siguientes:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- F, cuando se cumplen los requisitos de las botas resistentes a los riesgos asociados a la extinción de incendios.

- FP, cuando además cumpla los criterios de resistencia a la perforación de UNE-EN 344.

- FA, cuando además de los criterios para su clasificación como F, también cumpla los requisitos para las propiedades antiestáticas.

- FPA, cuando además de los criterios para su clasificación como F, cumpla los exigidos sobre resistencia a la perforación y de propiedades antiestáticas.

Como ejemplo, el siguiente pictograma en una bota de bombero indica que cumple los requisitos de las botas resistentes a los riesgos asociados a la extinción de incendios, pero no los de resistencia a la perforación ni los de propiedades antiestáticas.

Las botas de intervención para bomberos están clasificadas como EPIs de categoría II.

Para el cumplimiento de los requisitos de las normas citadas se han desarrollado múltiples modelos de botas para bomberos, con distintos diseños constructivos y materiales.

Según los materiales de los que está fabricada, la bota de intervención para bomberos se clasifica (según UNE-EN 345) en Tipo I si está fabricada con cuero y otros materiales, o

Tipo II si está fabricada toda en caucho o todo polimérico.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA



**Fig.114. Bota intervención modelo Florian Pro, de Haix.**

La suela es de caucho nitrilo normalmente, al tratarse de un material con gran resistencia al calor por contacto, a los hidrocarburos, a la abrasión y con un coeficiente de antideslizamiento alto, superando a otros materiales que se emplean para la suela de otros calzados (poliuretano), aunque es algo pesado y no muy flexible. El corte de la bota puede ser de piel o en algunos casos de caucho; en el primer caso, podrá ser piel flor (mejor calidad), serraje (más transpirable) o piel hidrofugada con tratamiento de impermeabilidad. En la siguiente figura se muestra un modelo de bota de intervención para bomberos (modelo Florian Pro, de Haix), fabricada con piel, suela de caucho nitrilo y poliuretano, para combinar tanto resistencia con flexibilidad. Interiormente lleva forro de Goretex para conferir impermeabilidad y el final otro forro interno para suministrar un acabado confortable. Se observan detalles constructivos como las protecciones de acero en puntera y suela, la banda reflectante, anillas en la parte superior de la caña para facilitar la colocación de la bota, etc.



Dentro de la diversidad de emergencias en las que deben intervenir los servicios de bomberos, hay que diferenciar entre los incendios en entornos urbanos o industriales y los incendios forestales. En este segundo caso, la configuración del terreno sobre el que se moverá el bombero, con pendientes, irregularidades, vegetación, obstáculos, etc., sumado al hecho de que la intervención puede ser mucho más prolongada que en los casos de incendios urbanos o industriales, aconsejan el empleo de otro tipo de bota de intervención, con refuerzo en tobillos, suela de alta resistencia, normalmente ajuste mediante cordones, etc.



**Fig.115. Bota forestal de calzados Fal.**

### 3.4 Equipos de protección respiratoria.

#### **3.4.1 Equipos de respiración autónoma.**

La intervención en situaciones de emergencia que debe ser llevada a cabo por el personal de los servicios contra incendios conlleva el trabajo en ambientes de grave peligro para el bombero, bien por deficiencia de oxígeno (ocasionada en todos los incendios que suceden en el interior de recintos cerrados), bien por la presencia de gases tóxicos derivados de la combustión. Aparte, en las emergencias con productos químicos, aunque no se produzcan incendios, pueden llegar a darse atmósferas peligrosas por el propio riesgo de toxicidad, corrosividad u otros de los productos químicos envueltos en la emergencia. En todas estas situaciones, la protección individual del bombero, además de las prendas de vestuario que han sido estudiadas en los primeros apartados del tema, debe complementarse con los equipos adecuados para su protección respiratoria, de modo que se garantice su trabajo seguro, al no depender su respiración del ambiente externo.



Generalmente se trata de equipos de protección individual, cada usuario lleva el suyo independiente de los demás. Están considerados como equipos de protección individual de categoría III.

Entre la diversidad de equipos de protección respiratoria, el más empleado por los servicios de bomberos es el equipo de respiración autónoma (E.R.A.), por la versatilidad de su uso. Otros equipos de uso menos frecuente son los equipos de larga duración, los filtros, los equipos semiautónomos (con alimentación externa) o los equipos de escape.

Es frecuente la clasificación de los equipos de protección respiratoria en equipos dependientes del medio ambiente (filtros) e independientes del medio ambiente (equipos autónomos).

### **3.4.2 Equipo de respiración autónoma (E.R.A).**

Se trata de equipos de protección independientes del medio ambiente, donde el usuario porta su propia reserva de aire comprimido en una botella y el conjunto de elementos necesarios para poder respirarlo. La normativa sobre los equipos de protección respiratoria es muy amplia. Con carácter general está la “*UNE-EN 137:1993. Equipos de protección respiratoria autónomos de circuito abierto de aire comprimido*”, que establece las características y ensayos exigibles a los E.R.A. usuales en los servicios de bomberos; otras normas se refieren a características de máscaras (UNE-EN 136:1998), válvulas para botellas, etc.



Fig.116. E.R.A

Los componentes del E.R.A. son los siguientes:

- **Máscara con visor panorámico.** Es la pieza del E.R.A. que se acopla a la cara del usuario, cubriendo boca, nariz, ojos y barbilla, debiendo conseguir una estanqueidad absoluta, para lo cual se ajusta a la cabeza mediante cinco correas de goma (tipo pulpo, como en la imagen) o bien a los cascos integrales mediante dos enganches metálicos. La entrada del aire a la máscara se produce por una válvula de inhalación, que sólo permite la entrada de aire, pero no el retorno del aire exhalado. La salida se produce por una válvula de exhalación, que expulsa fuera de la máscara el exceso de aire y el exhalado. El visor panorámico se fabrica en policarbonato, resistente a golpes y al calor.



**Fig.117. Máscara con visor panorámico.**

- **Regulador de demanda o pulmoautomático.** Pieza situada en el extremo del latiguillo y conectado a la máscara, mediante rosca o mediante sistema de bayoneta. En su interior existe una válvula a demanda, que se abre por la acción de inspiración de los pulmones, dando paso al flujo de aire hacia la máscara, permitiendo una presión positiva en el interior de la máscara, lo que evitará la entrada de cualquier contaminante.

- **Latiguillos.** Los E.R.A. disponen de dos latiguillos: uno de alta presión y otro de media. El de alta presión conecta entrada del manorreductor y manómetro. El de media conduce el aire desde el manorreductor hasta el pulmoautomático y consta de dos tramos, conectados mediante un sistema de enganche rápido.

- **Manorreductor.** Dispositivo ubicado en la espaldera y conectado a la salida de la botella, donde se reduce la presión del aire de la botella hasta 7 bares aproximadamente. Dispone de una válvula de seguridad que se dispara a 11 bares, asegurando así la protección al circuito de media presión.

- **Sistema de alarma por baja presión.** Normalmente se activa cuando la presión baja de 55-60 bars, con lo que la autonomía restante será de 10 minutos.

- **Manómetro de control de la presión (de aire en la botella).** Con este dispositivo el usuario del E.R.A. tiene información permanente de la autonomía que puede quedarle; el rango de medida va de 0 a 350 bares y la franja de 0 a 50 va resaltada con pintura roja o fotoluminiscente. Los modelos de E.R.A. actuales disponen de un dispositivo más completo, como el sistema Bodyguard de Drager, que se muestra en la figura, que ofrece información digital de la presión, iluminación de la pantalla, temperatura, tiempo para la alarma, señal de hombre muerto, posibilidad de transmisión telemétrica de datos hasta el puesto de mando, etc.



**Fig.118. Manómetro de control de la presión.**

- **Arnés.** Es el elemento de sujeción principal del E.R.A., por lo que su diseño ergonómico es su característica fundamental. Consta de espaldera y atalajes. Las espalderas se fabrican en fibra de carbono, antiestática, dieléctrica y con resistencia mecánica y al calor notables. Los atalajes deben ir almohadillados en hombreras y cintura para incrementar el confort. Diseñados para portar una botella o para un sistema bi-botella.

- **Botella de aire.** El volumen estándar es de 6 litros, con lo que, cargada a 300 bares, tiene una capacidad de 1.800 litros de aire; si sólo se carga a 200 bares (presión de carga corriente en compresores y botellas antiguas), entonces sólo dispone de 1.200 litros de aire. En los sistemas bi-botella, la capacidad de cada una suele ser de 4 litros.

La botella lleva su propia válvula de cierre. Las botellas antiguas eran de acero, mientras que hoy día se está extendiendo el uso de botellas ligeras, fabricadas con composite (cuerpo central de aluminio, construido sin juntas y totalmente estanco a la permeación del aire, envuelto por fibra de carbono), lo que permite aligerar pesos y por lo tanto reducir el esfuerzo físico y el consumo del usuario, alargando así el tiempo de trabajo en la zona de intervención. El peso de estas botellas cargadas es de 6,5 kg, aproximadamente la mitad que las de botellas de acero.



**Fig.119. Botella aire.**



Un aspecto importante sobre los E.R.A. es su autonomía efectiva o de trabajo. Evidentemente depende del tipo de trabajo que el usuario esté haciendo: esfuerzo que se le requiera, estrés térmico, etc. Convencionalmente puede adoptarse el valor de 40 l/min como un consumo estándar en operaciones de bomberos que tengan una exigencia pesada. Por lo tanto puede determinarse la autonomía efectiva en minutos, dividiendo la capacidad de aire de la botella entre este valor, empleando la siguiente fórmula práctica:

$$\text{autonomía efectiva} = \frac{\text{capacidad de la botella en litros} \times \text{presión del manómetro en bares}}{40 \text{ l/min}}$$

Con una botella de 6 litros, cargada a 300 bares, la autonomía efectiva será de 45 minutos. Si estuviera cargada a 200 bares, la autonomía efectiva sería solo de 30 minutos. Con un sistema bi-botella (8 litros en total) a 200 bares, la autonomía efectiva sería de 40 minutos.

Una vez conocida la autonomía efectiva, conviene establecer la autonomía de trabajo, consistente en restar 10 minutos para la reserva. Así, en el primer caso anterior, con una botella de 6 litros a 300 bares, la autonomía de trabajo será de 35 minutos; con la botella de 6 litros a 200 bares será de 20 minutos y con la bi-botella de 30 minutos.

### **3.4.3 Otros equipos de protección respiratoria.**

#### **3.4.3.1 Equipos de respiración autónoma de larga duración.**

Se trata de equipos de circuito cerrado, donde el aire que es exhalado por el usuario (pobre en oxígeno y con dióxido de carbono) es regenerado por un catalizador y vuelve a ser inspirado. De esta manera se consigue un equipo menos pesado que el E.R.A. de circuito abierto, que tiene una autonomía de varias horas (3 ó 4 horas en algunos modelos), pero que presenta el inconveniente de que el aire, conforme recircula, se va secando y calentando, pudiendo llegar a 50°C; por este motivo es un equipo que requiere entrenamiento para que el bombero se habitúe a su uso.



Por la ventaja de su gran autonomía, se emplean en operaciones que requieran trabajo prolongado dentro de la zona de intervención, como en rescate minero y en emergencias en el interior de túneles.

Hay dos tipos de equipos respiratorios de larga duración:

- **Equipos regeneradores.** Su circuito cerrado dispone de una botella de oxígeno de 1 ó 2 litros, a 200 bares, con un manorreductor que la reduce a 4 bares, y un cartucho de 3 litros de cal sodada, cuya función es la retención del agua y del anhídrido carbónico exhalado en la respiración.

- **Equipos autogeneradores (o generadores de oxígeno).** Contienen un cartucho de peróxido de potasio ( $K_2O_2$ ) por el cual se hace pasar el aire exhalado, reteniéndose el anhídrido carbónico y emitiendo oxígeno. Por cada kilogramo de  $K_2O_2$  se generan 200 litros de  $O_2$ , lo que permite una autonomía de unos 30 minutos. Su inconveniente principal es que la reacción es exotérmica y el aire recirculante se calienta mucho. Suele emplearse sólo en minería.



**Fig.120. Equipo de larga duración.**

### **3.4.3.2 Filtros.**

Son equipos respiratorios dependientes del medio ambiente. Los filtros consisten en un elemento que se intercala entre el ambiente y las vías respiratorias, que retiene el gas o las partículas tóxicas cuya inhalación se quiere evitar.



Un inconveniente que presentan es que cada contaminante precisa su elemento filtrante específico, lo que obliga a mantener una amplia gama de filtros diferentes; esta cuestión invalida el empleo de estos equipos de protección por parte de los servicios de bomberos, recurriendo al versátil E.R.A., válido para cualquier tipo de contaminante.

Otro inconveniente importante para su empleo es que, en un incendio, pueden filtrar gases o partículas, pero sólo dejarán pasar la concentración de oxígeno presente en el ambiente que, al ser inferior al valor normal del 21%, puede ser insuficiente para mantener la respiración, aunque esté libre de elementos contaminantes.

Hay filtros desechables y otros reutilizables cambiando el elemento filtrante.

#### **3.4.3.3 Equipos semiautónomos.**

Su uso es poco frecuente para los servicios de bomberos. Constan de un suministro de aire en uno o dos botellones transportables sobre un carro o incluso en un compresor portátil, y un carrete con 20 ó 30 metros de latiguillo que lleva el aire hasta el usuario, que puede estar trabajando a distancia y que normalmente irá equipado con una botella propia de 2 ó 3 litros, pulmoautomático y máscara, pudiendo conectar o desconectar el suministro externo de aire a voluntad.

#### **3.4.3.4 Equipos de escape.**

Diseñados para posibilitar la salida rápida de una zona de riesgo, no para la intervención de control del incendio, es decir, que no pueden ser considerados como equipos de protección para bomberos.

Hay muchos diseños distintos, desde capuchas de escape que envuelven la cabeza y disponen de un filtro para monóxido de carbono (utilizables por cualquier persona, aún sin entrenamiento previo), hasta equipos diseñados para su uso profesional por trabajadores (no bomberos) que pueden verse expuestos a ambientes faltos de oxígeno o contaminados y que constan de botella de 2 ó 3 litros a 200 bares, pulmoautomático y máscara.



### 3.5 Equipos de rescate y salvamento.

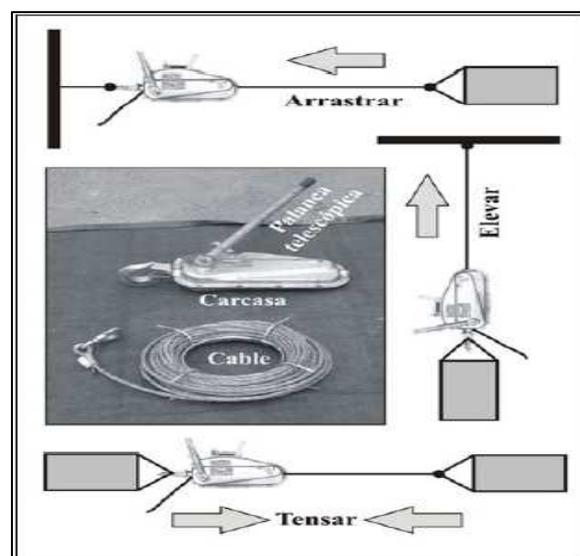
#### **3.5.1 Aparatos de fuerza.**

##### **3.5.1.1 Tractel.**

El **tractel** es un aparato que permite desplazar, elevar, tensar o posicionar grandes cargas con un sencillo accionamiento de una palanca por una sola persona. El tractel consta de tres piezas principales: carcasa, palanca telescópica y el cable.

Su principio de funcionamiento es el siguiente: dos bloques de mordazas colocadas en el interior de la carcasa arrastran alternativamente el cable que pasa entre ellas, como dos manos al tirar de una cuerda, las mordazas se mueven por medio de una palanca que acciona un mecanismo. Las mordazas son de auto cierre y por tanto a más carga, mayor agarre. Un mecanismo de desembraque permite la introducción del cable entre las mordazas.

Puede trabajar en cualquier posición, ya sea horizontal, vertical u oblicua, además de no tener limitación en cuanto a la longitud del cable, lo que le hace un útil imprescindible en los vehículos de rescate, ya que el tractel se utiliza en gran número de intervenciones tales como, accidentes de tráfico, rescate en barrancos, orientación en la caída de árboles, carteles, farolas, etc., rescate en ascensores, rescate de animales, construcción de puentes de socorro, desatascos de vehículos y elevación de vigas u otros paramentos constructivos.



**Fig.121. Funciones tractel.**



### 3.5.1.2 Cabrestante.

El **cabrestante** es un torno de accionamiento automático, que se utiliza para arrastrar o mover objetos tirando de ellos.

Generalmente se encuentran instalados en los chasis de los vehículos contra incendios o de rescate y están compuestos de un tambor, en el que se enrolla un cable de acero al girar por medio de un motor eléctrico accionado por la batería del vehículo. Un juego de engranajes permite multiplicar su par, también dispone de un freno automático para sujetar la carga cuando paramos el motor. Para los vehículos de rescate de bomberos, la fuerza de tracción de estos dispositivos puede rondar en torno a los 5.000 Kg.

Una de las utilidades que tiene el cabrestante, es la de arrastrar el vehículo en el que se encuentra instalado en situaciones en que sea necesario. Para ello se sujeta el cable en un ancla con ayuda de una cadena. Al poner en marcha el motor, la fuerza se traduce en el empuje del vehículo. Cuando se necesite que el dispositivo trabaje ejerciendo una fuerza menor, se puede emplear un sistema de poleas cerrado.

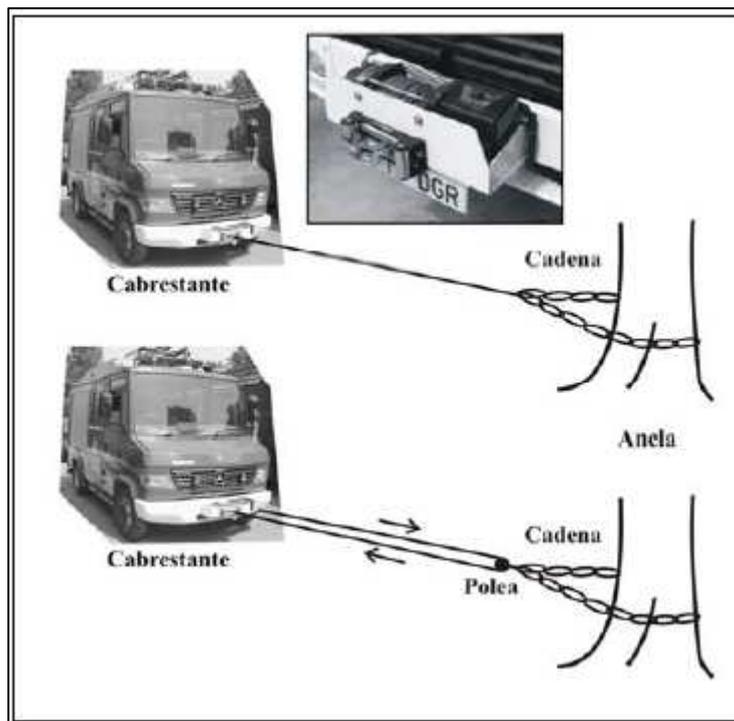


Fig.122. Formas de utilización del cabrestante.

### 3.5.1.3 Sistemas de poleas. Polipastos.

La **polea** es un disco o rueda con el borde acanalado, por el cual se puede pasar una cuerda, cadena o cable que se empleará como órgano tractor.



La polea gira alrededor de un eje que pasa por el centro y es perpendicular a la superficie del disco. Ya vimos que esta máquina simple, empleada para elevar cargas puede ser fija o móvil, cuando se utilizan diversas combinaciones de ambas, se dice que tenemos un sistema de poleas. El sistema más simple es el de combinar una polea fija y una móvil. En el caso de disponer de un conjunto de poleas fijas armadas sobre un mismo eje, unido por una cuerda a otro conjunto igual de poleas móviles, del que está suspendido la resistencia, se dice que se tiene un polipasto, con este dispositivo, se pueden elevar cargas de gran peso, de una manera simple y sencilla. Su funcionamiento es el siguiente, uno de los extremos de la cuerda está fijo a la armadura de las poleas fijas, pasando alternativamente por una polea fija y otra móvil. Al aplicar la fuerza motriz por el extremo libre de la cuerda ésta recorre una distancia  $f$  y la resistencia se mueve esa distancia dividida entre el número ( $n$ ) de ramas ( $r = f/n$ ). Como el número de dichas ramas es el doble del número ( $N$ ) de poleas móviles. La resistencia  $R$  se reparte entre el número de ramas llevando cada una carga. Por lo tanto el esfuerzo  $F$  necesario para levantar el peso, será:

$$F = \frac{R}{2 \cdot N}$$

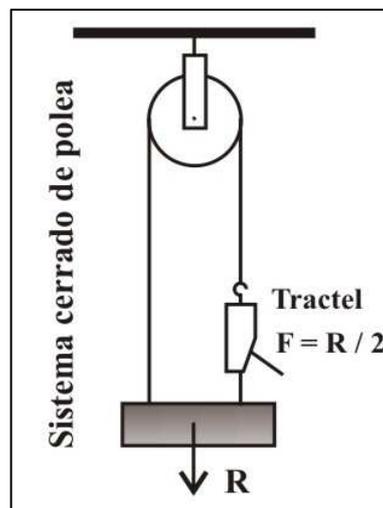


Fig.122. Sistema con polea.

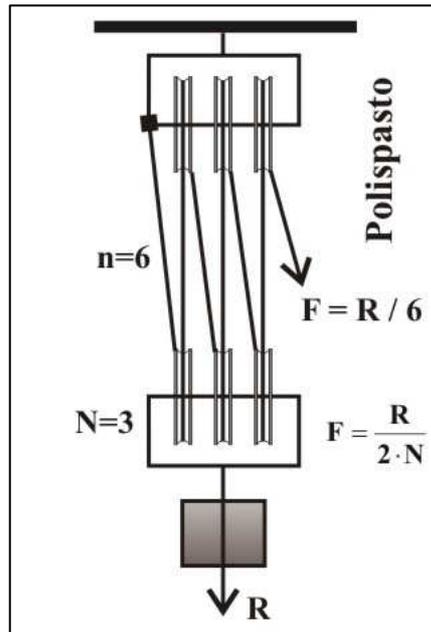


Fig.123. Polipasto.

#### 3.5.1.4 Cojines neumáticos.

Cuando en los trabajos de rescate se necesite elevar grandes pesos o ensanchar todo tipo de grietas o espacios con el fin de forzar puertas, liberar personas atrapadas, taponar fugas en recipientes o conducciones de líquidos y gases etc., se pueden emplear los denominados cojines neumáticos que son unas bolsas fabricadas de un material lo suficientemente resistente que se colocan debajo de una carga. Al ser llenados con aire a presión, la bolsa se infla aumentando su volumen y elevando el peso. Para su operación se distinguen los siguientes elementos, fuente de suministro de aire, manorreductor, latiguillos, distribuidor y los propios cojines.

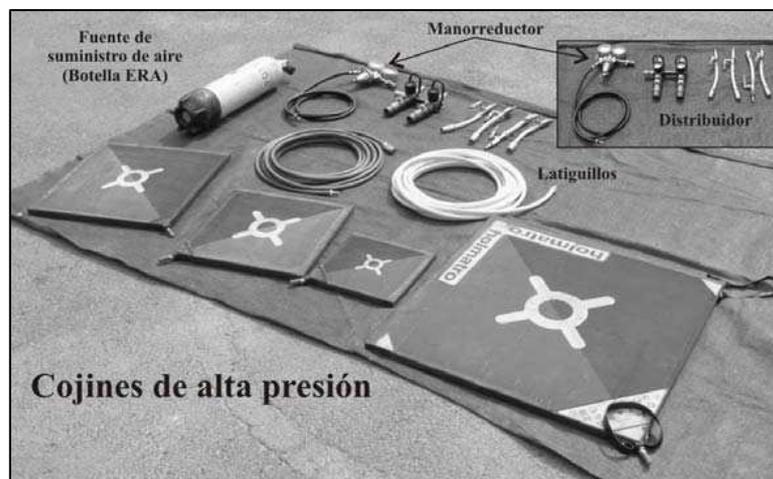
Como fuente de suministro de aire se emplea habitualmente las botellas de los equipos de respiración autónomos (ERA). Aunque también existen accesorios que permiten usar el sistema neumático de los frenos de los vehículos, el aire de las ruedas o por bombas manuales. El dispositivo manorreductor reduce la presión de la fuente de suministro de aire hasta una presión de trabajo del cojín. Habitualmente esta pieza se coloca directamente en la botella de aire y cuenta con un manómetro que nos indica la presión de la botella y otro que nos indica la presión de trabajo. La presión de salida se puede regular mediante el accionamiento de una llave. También cuenta con una llave de paso que permite cortar el flujo de aire. Con el fin de conducir el aire, una vez reducida



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

la presión, desde la fuente hasta el cojín se utilizan unos latiguillos provistos de los correspondientes acoples de conexión. Como paso intermedio se coloca un distribuidor que es el dispositivo de mando que reparte el aire hacia los cojines, cuenta con las correspondientes llaves de paso y manómetros para medir la presión de trabajo para cada línea, además de las válvulas de seguridad y vaciado.

Los cojines pueden ser de alta o baja presión y entre ellos existen varias diferencias constructivas así como de utilización. Los primeros suelen trabajar entre los 8 y 10 bar. y los otros entre 0,5 y 1 bar.



**Fig.124. Cojines neumáticos.**

Los cojines de alta presión están fabricados con varias capas de neopreno/nitrilo entre los que se encuentra una estructura interna de acero o *kevlar*, de ahí su alta resistencia, pueden elevar cargas hasta unos 30 cm. Como medida de seguridad tienen que se capaces de soportar una presión doble de la nominal, y tener una presión de rotura de 30 bar. Los cojines de baja presión tienen una menor fuerza de elevación y se fabrican de caucho vulcanizado en frío. En la elevación de cargas moderadas tiene la ventaja de poder mover la carga una distancia mayor, alrededor de 60 cm., pues conservan siempre la superficie de contacto y se adaptan a la forma de la carga.

La fuerza de elevación máxima de un cojín depende de la presión de trabajo (P) y de la superficie de contacto entre el cojín y la carga (S). Por la definición de presión, la fuerza que aparece en la superficie de contacto es igual a:



$$F = P \cdot S$$

Esto quiere decir que a cuanto mayor superficie de contacto exista entre la base en que se apoya, el cojín y la carga, mayor fuerza podremos ejercer. Así, el cojín tendrá su máxima fuerza de elevación cuando empezamos a hincharlo pues la superficie de contacto será cada vez menor al “abombarse”. Por lo tanto, cuando trabajamos cerca del límite de carga del mismo, se hace vital poseer una buena base (por ejemplo con ayuda de tablonés) donde pueda apoyar la mayor superficie posible del cojín. Esta es la razón por la que es desaconsejable la superposición de cojines, ya que además de la pérdida de superficie de contacto esta configuración puede ser inestable. Es más aconsejable la utilización de cojines “en paralelo”: De esta forma si que aumentamos la superficie de contacto.



**Fig.125. Cojín de baja presión.**

### **3.5.1.5 Equipos de corte.**

Entendemos por equipos de corte, a los utensilios utilizados para realizar operaciones de cizalladura, desgarro o cortadura, maniobras que son ejecutadas durante las intervenciones de despiece o tala de troncos de árboles, serrado de metales, o rescates de personas atrapadas entre otros. Las principales herramientas de corte empleadas por los servicios de bomberos son las cizallas empleadas en los equipos de excarcelación, que trataremos en el apartado siguiente, en este apartado describiremos tres equipos que no son exclusivos en el trabajo del bombero, ya que se emplean en otros oficios, como son las motosierras, las sierras de disco y los equipos de oxicorte.

Las motosierras, son unas máquinas herramientas que funcionan normalmente por medio de un motor de explosión, que le confiere una gran autonomía. Éste hace girar una cadena de cuchillas de manera similar a una correa de transmisión. Los bomberos utilizan esta máquina en las operaciones de tala<sup>23</sup> de árboles que por alguna



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

causa producen un riesgo público o durante las labores de extinción de incendios forestales. Debido a la complejidad y características de esta herramienta, deben ser manejadas por personal cualificado provisto del correspondiente equipo de protección.

Las sierras de disco son herramientas que normalmente funcionan mediante un motor eléctrico, aunque las hay que tienen un motor de explosión. Se aplican en trabajos de corte de tipo radial sobre materiales u objetos metálicos o elementos de las edificaciones, dependiendo del tipo de disco que se le incorpore. Tiene que ser manejadas con cuidado y con los elementos de protección adecuados a su operación.

Los equipos de oxiacorte son dispositivos para soldar o cortar metales, que utilizan una llama muy energética, aplicada con un soplete sobre el metal. La llama es producida por la combustión de una mezcla continua de oxígeno con algún gas combustible, generalmente acetileno, que llega a alcanzar una temperatura por encima de los 3.100 °C. El equipo está formado de una botella con oxígeno y otra con acetileno a presión, estas botellas, provistas de un manorreductor, salen unas mangueras (roja o naranja para acetileno y negra o azul para oxígeno) hasta un elemento de la instalación en donde se efectúa la mezcla de gases. Pueden ser de alta presión en el que la presión de ambos gases es la misma, o de baja presión en el que el oxígeno (comburente) tiene una presión mayor que el acetileno (combustible). Las partes principales del soplete son las dos conexiones con las mangueras, dos llaves de regulación, el inyector, la cámara de mezcla y la boquilla, por donde sale la llama. El circuito dispone de lo que se conoce como válvulas antirretroceso. Que es un dispositivo de seguridad instalados en las conducciones y que sólo permiten el paso de gas en un sentido impidiendo, por tanto, que la llama pueda retroceder hacia las botellas.

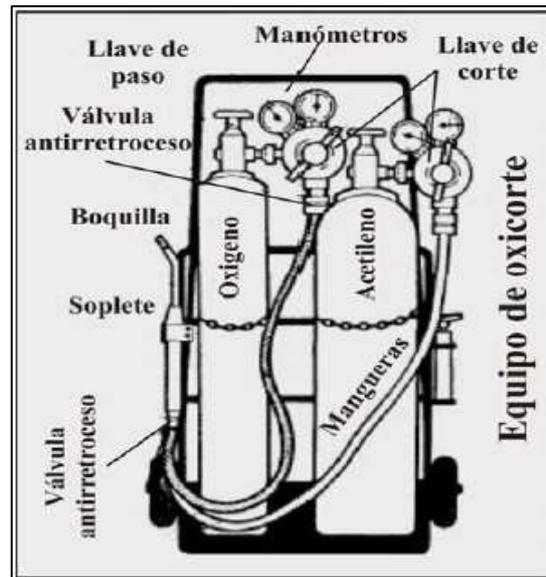


Fig.126. Equipo de oxicorte.

### 3.5.2 Herramientas de corte, separación y elevación.

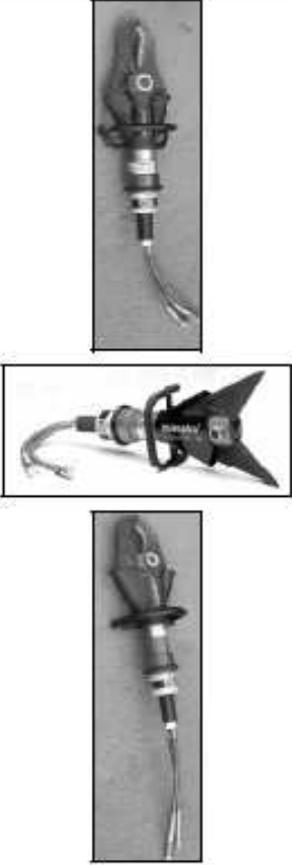
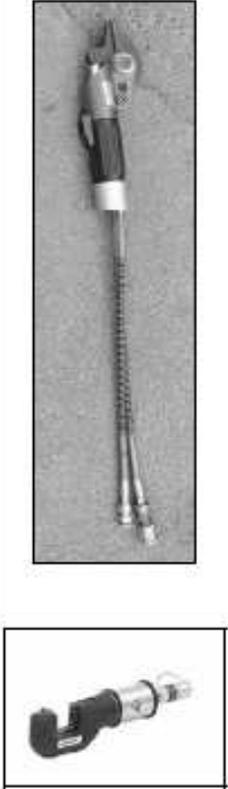
En las herramientas de simple acción, existe sólo un latiguillo por el que circula el aceite. Se bombea fluido hidráulico a la herramienta y su retorno a la unidad motriz se realiza mediante el empuje de un muelle interno de la herramienta, una vez abierta la válvula de control. Las herramientas características de este tipo son los gatos hidráulicos.

Se emplean para realizar operaciones de levantamiento o alzado de objetos o elementos, su accionamiento es a través de una bomba manual.



Fig.126. Gatos hidráulicos.



Cizalla	Cortapedales	Separador	Cilindro	Multusos
<p>Herramienta diseñada para realizar un esfuerzo de cizalladura sobre el elemento a cortar</p>	<p>Herramienta hidráulica diseñada para el corte de estructuras de acero ligeras.</p>	<p>Herramienta diseñada para separar y realizar esfuerzos de compresión o tracción sobre las estructuras</p>	<p>Herramienta que trabaja empujando o traccionando longitudinalmente a su eje.</p>	<p>Herramienta que puede realizar el mismo trabajo que una cizalla y un separador</p>
				

**Fig.127. Herramientas de corte.**

### 3.5.3 Otros equipos.

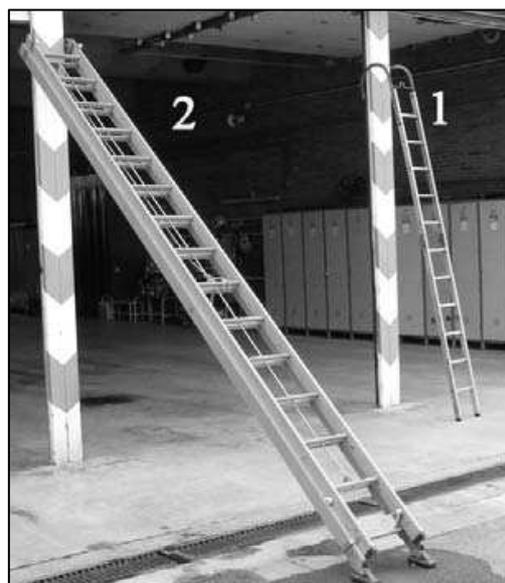
#### 3.5.3.1 Escaleras manuales.

Las **escaleras manuales** o **escalas** están concebidas para realizar operaciones de acceso y rescate. Se fabrican en madera o metal (aceros ligeros, aluminio, etc.) para concederles una gran versatilidad y portabilidad. Las más utilizadas por los servicios de bomberos son las escaleras de ganchos y las extensibles.



Las **escaleras de ganchos** o de **asalto**, (1) es una escalera estrecha y ligera, que normalmente se utiliza para acceder por el exterior de la fachada de un edificio de un piso a otro superior, cuando por cualquier causa la accesibilidad a las mismas es impracticable de otro modo. Esta formada por un solo tramo con dos ganchos en uno de sus extremos, que se utilizan para engancharlas en antepechos, muretes, ventanas, en barandillas, balcones, etc., están diseñadas para soportar tan solo el peso de un hombre y nunca se deben emplear para realizar pasos en horizontal.

Las **escaleras extensibles** o de **corredera**, (2) son aquellas que poseen dos o más tramos que se deslizan unos sobre otros para alcanzar una mayor longitud de acceso. En general, se suelen utilizar para realizar el ataque a incendios, salvamentos en edificios de poca altura o hasta aproximadamente un segundo piso, o poder alcanzar techumbres de escasa altura. En general, constan de dos tramos (madera o aluminio) o tres tramos (aluminio), siendo las longitudes que normalmente se alcanzan entre los 3 y 4,50 m.; aunque algunas de ellas son capaces de sobrepasar los 10 metros de longitud. Para su uso seguro y correcto, evitando que tras su despliegue regrese a su posición inicial, este tipo de escaleras tienen incorporados unos sistemas de bloqueo. Puede utilizarse para accesos verticales o colocarla horizontalmente para acceder a otros lugares al mismo nivel.



**Fig.128. (1) Escalera de gancho. (2) Escalera extensible.**



### 3.5.3.2 Cámaras de imagen térmica.

Las **cámaras de imagen térmica** son uno de los dispositivos que permiten captar las ondas electromagnéticas en la frecuencia del infrarrojo que emiten todos los cuerpos por estar calientes. El ojo humano, no es capaz de captar este tipo de ondas, por lo que no se pueden “ver”, tan solo “sentimos” éstas como calor radiante. Con ayuda de este dispositivo los bomberos pueden localizar víctimas o ver las llamas de un incendio a través de recintos inundados de humo, éste está formado por diminutas partículas en suspensión en el aire, al ser atravesado por la luz visible sufre los fenómenos conocidos como absorción o de difusión, que son la causa de que no podamos ver con claridad a través de él. Sin embargo, la radiación infrarroja, que posee una frecuencia distinta, no sufre estos fenómenos al atravesar el humo.

Para captar la radiación infrarroja, se utilizan este tipo especial de cámaras, que poseen un objetivo que detecta la radiación incidiendo sobre un sensor capaz de leer la frecuencia del infrarrojo. El valor de ésta depende de la temperatura del cuerpo que la está emitiendo, se asocia un tono de gris a cada frecuencia y por lo tanto para cada temperatura, de tal forma que los objetos menos calientes aparecen en negro o más oscurecidos o los objetos con más temperatura aparecen en blanco o viceversa. La imagen se muestra por medio de un visor.

Existen varios modelos comerciales de estas cámaras pensadas para su utilización en las intervenciones de los bomberos, es decir que funcionan de manera autónoma por medio de baterías, tiene un diseño robusto y permiten su manejo con los guantes de intervención.



**Fig.129. Cámara térmica.**



### 3.5.3.3 Detectores de gases.

Durante las intervenciones de los bomberos es necesario en ocasiones comprobar si en un determinado recinto existe la presencia de gases combustibles que mezclados con el aire pudieran desencadenar una explosión, o si la concentración de oxígeno es la adecuada para poder respirar o si hay gases tóxicos. Para realizar estas comprobaciones, se emplean los denominados detectores de gases o explosímetros, cuando detectan la presencia y concentración de gases combustible en el aire. Estos aparatos son portátiles y realizan mediciones por medio de un sensor, cuyo funcionamiento se basa en lo que se conoce como puente de Wheatstone. Estos están constituidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado, que dándoles un valor determinado a cada una de ellas, podemos conseguir que no circule corriente entre los puntos A y B del circuito.

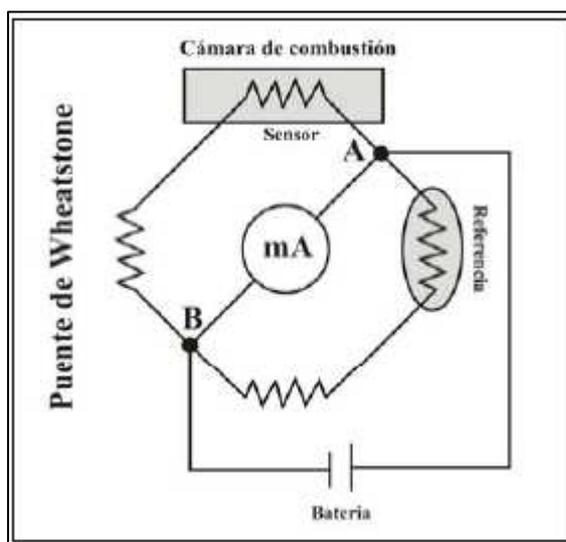


Fig.130. Puente Wheatstone.

Si una muestra de aire con gas combustible se quema en el interior de una cámara de combustión, conocida como *perla catalítica*. El calor generado por la reacción incrementa la temperatura del detector, produciendo un cambio de su resistencia eléctrica, lo cual comporta un desequilibrio del puente, apareciendo una intensidad entre A y B, que es medida por un miliamperímetro (mA). Esta señal de salida es directamente proporcional a la concentración del gas o vapor inflamable. La resistencia de *referencia* es para anular los desequilibrios del puente debidos a la temperatura ambiente.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Cuando la medición que ofrece esta dentro de un rango previamente configurado como peligroso, el aparato avisa con una señal acústica de alta intensidad y una alarma visual.

Hay que tener en cuenta que estos aparatos dan un resultado que corresponde a un porcentaje de concentración de gas sobre el Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) que posee la atmósfera objeto de medición. El sensor no reconoce que tipo de gas combustible existente. Solo miden el gas para el cual están calibrados, aunque reaccionan frente a todos ellos pero con diferente intensidad. Por ejemplo: los detectores de gases se calibran habitualmente con metano ( $\text{CH}_4$ ) o pentano ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ), así si existe una atmósfera con gas metano al 20% de su límite inferior de inflamabilidad (LII) (1% de metano en aire) indicará efectivamente este valor. Pero este mismo equipo se expone a una atmósfera con el 20% del LII de vapores de gasolina en aire, podrían estar indicando valores inferiores, con el correspondiente peligro. Pero como lo habitual es detectar atmósferas explosivas de butano, propano, etc., por eso se utiliza la calibración con metano. Si se necesita un mayor rango de uso se deben emplear otros aparatos con distintos sensores, son los denominados *multigás* diseñados para realizar la medición de distintos gases.

Para la detección de gases tóxicos se emplean sensores especiales, denominados electroquímicos, que detectan la concentración de un tipo concreto de producto. Este tipo de detector son un equipamiento muy especializado utilizado en las intervenciones de riesgo químico. Uno de los sensores más utilizados es el de concentración de oxígeno en el aire, ya que una concentración por debajo de un 21 % en la atmósfera indica que se puede producir la asfixia de las personas que la respiren. Este detector se utiliza en el caso de los accidentes en recintos confinados (pozos, galerías de alcantarillado, etc.) o que se hayan producido combustiones incompletas.



**Fig.131. Detector de gases.**

## 3.6 Vehículos.

### **3.6.1 Autobombas.**

#### **3.6.1.1 Autobombas urbanas.**

Las autobombas urbanas (pesadas, BUP, o ligeras, BUL) están destinadas a su empleo en entornos urbanos, con características de dimensiones y potencia adecuadas para una circulación y callejeo fáciles. La norma UNE-EN 1846-1 considera que son vehículos urbanos los utilizados normalmente sobre estructuras de carreteras practicables.

La dotación de equipamiento de estas autobombas permitirá la intervención frente a cualquier tipo de incendio urbano, así como en cualquier otro tipo de emergencia ordinaria que pueda darse, como rescates, asistencias técnicas, etc. En lo referente a su capacidad presión, lo que permite el empleo de instalaciones de manguera de pequeño diámetro ( $\varnothing 25$  mm), suficientes para la mayoría de los incendios urbanos. No obstante, en incendios que se prolonguen en el tiempo, el hándicap de estas autobombas está en su limitada cantidad de agua, por lo que dependen de la red de hidrantes o de otros suministros.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

La norma UNE 23904:86 estableció que las autobombas urbanas pesadas debían tener capacidad para las siguientes operaciones:

- Todas las operaciones normales de salvamento en incendios.
- Ataque con 2 lanzas de Ø45 mm a un incendio situado a 100 m de distancia.
- Ataque con 4 lanzas de Ø45 mm a un incendio situado a 100 m de distancia de un punto de agua.
- Ataque con 2 lanzas de Ø25 mm a un incendio situado a 100 m de distancia del vehículo.
- Ataque a incendio con 2 lanzas de espuma de 400 l/min de caudal mínimo.

Para las autobombas urbanas ligeras, la norma UNE 23902:83 estableció que debían tener capacidad para las siguientes operaciones:

- Todas las operaciones normales de salvamento en incendios.
- Ataque con 2 lanzas de Ø45 mm a un incendio situado a 100 m de distancia.
- Ataque con 4 lanzas de Ø45 mm a un incendio situado a 80 m de distancia de un punto de agua.
- Ataque con 2 lanzas de Ø25 mm a un incendio situado a 80 m de distancia del vehículo.
- Ataque a incendio con 2 lanzas de espuma de 200 l/min de caudal mínimo.



**Fig.132. BUL.**



### 3.6.1.2 Autobombas rurales.

Las autobombas rurales (pesadas, BRP, o ligeras, BRL) están destinadas a su empleo en zonas rurales, disponiendo de un chasis tipo todo terreno con dos ejes motrices, que las hace aptas para circular por cualquier tipo de carretera y por superficies poco accidentadas, tal como recoge la norma UNE-EN 1846-1.

De modo similar a como ocurre con las autobombas urbanas, la dotación de equipamiento de las autobombas rurales permitirá la intervención frente a cualquier tipo de incendio que pueda darse en un entorno rural, así como en cualquier otro tipo de emergencia ordinaria que pueda darse, como rescates, asistencias técnicas, etc. En lo referente a su capacidad extintora, su bomba suele ser combinada, ofreciendo la posibilidad de impulsar agua en alta presión, lo que permite el empleo de instalaciones de manguera de pequeño diámetro ( $\varnothing 25$  mm), suficientes para la mayoría de incendios. No obstante, en incendios que se prolonguen en el tiempo, el hándicap de estas autobombas está en su limitada cantidad de agua, por lo que dependen de la red de hidrantes o de la disponibilidad de balsas o depósitos de abastecimiento.

La norma UNE 23903:85 estableció que las autobombas rurales pesadas debían tener capacidad para las siguientes operaciones:

- Todas las operaciones normales de salvamento en incendios.
- Ataque con 4 lanzas de  $\varnothing 45$  mm a un incendio situado a 100 m de distancia de la boca de incendios o punto de agua.
- Ataque con 1 lanza de  $\varnothing 25$  mm a un incendio situado a 200 m de distancia del vehículo.
- Ataque a incendio con 2 lanzas de espuma de 220 l/min.

Para las autobombas urbanas ligeras, la norma UNE 23901:83 estableció que debían tener capacidad para las siguientes operaciones:

- Todas las operaciones normales de salvamento en incendios.
- Ataque con 2 lanzas de  $\varnothing 45$  mm a un incendio situado a 100 m de distancia.
- Ataque con 4 lanzas de  $\varnothing 45$  mm a un incendio situado a 80 m de distancia de un punto de agua.



- Ataque con 2 lanzas de Ø25 mm a un incendio situado a 200 m de distancia del vehículo.



**Fig.132. BRP.**

### **3.6.1.3 Autobombas forestales.**

Las autobombas forestales (pesadas, BFP, o ligeras, BFL) están destinadas a su empleo en cualquier tipo de terreno, disponiendo de un chasis tipo todo terreno con dos ejes motrices, que las hace aptas para circular por cualquier tipo de carretera y por terreno no acondicionado, es decir, campo a través, tal como recoge la norma UNE-EN 1846-1.

La dotación de equipamiento de las autobombas forestales permitirá la intervención frente a incendios en entornos forestales. En lo referente a su capacidad extintora, su bomba suele ser combinada, ofreciendo la posibilidad de impulsar agua en alta presión, lo que permite el empleo de instalaciones de manguera de pequeño diámetro (Ø25 mm), suficientes para la mayoría de incendios. No obstante, en incendios que se prolonguen en el tiempo, el hándicap de estas autobombas está en su limitada cantidad de agua, por lo que dependen de la disponibilidad de balsas o depósitos de abastecimiento.

Al contrario de lo que sucede con las autobombas urbanas, rurales o nodriza, no existe una norma UNE específica para las forestales. Por lo tanto sus características y prestaciones mínimas no vienen predeterminadas, salvo en lo que les sea de aplicación la norma UNE EN 1846.



**Fig.133. BFP.**

#### **3.6.1.4 Autobombas nodrizas.**

Las autobombas nodrizas (pesadas, BNP, o ligeras, BNL) están destinadas a su empleo en lugares con accesibilidad normal. Su característica fundamental es la gran reserva de agua que transportan, o de espuma en algunos casos, con una bomba hidráulica potente y equipamiento para instalaciones de manguera suficiente para plantear un ataque a incendios que requieran grandes cantidades de agua, como sucede en los incendios industriales por ejemplo. Las autobombas nodriza se emplazarán en el lugar del siniestro para alimentar a otros vehículos o bien para alimentar directamente desde ellas las instalaciones de mangueras.

Por el contrario, no llevan tanto equipamiento auxiliar para rescates u otras operaciones que sí llevan autobombas urbanas o rurales.

La norma UNE 23905:89 estableció que las autobombas nodriza debían tener capacidad para las siguientes operaciones:

- Todas las operaciones normales de salvamento en incendios.
- Ataque con 1 lanza de Ø70 mm o monitor portátil a un incendio situado a 100 m de distancia.
- Ataque con 2 lanzas de Ø45 mm a un incendio situado a 100 m de distancia.
- Ataque o protección personal con 1 lanza de Ø25 mm a un incendio situado a 100 m de distancia



- Llenado de la propia cisterna a distancias y con desniveles superiores a los posibles con la propia bomba.

Además, en el caso de autobombas nodriza con espuma, se requieren las siguientes capacidades operativas:

- Ataque con 1 lanza de  $\varnothing 70$  mm o monitor portátil, con espuma, a un incendio situado a 100 m de distancia.
- Ataque con agua o espuma con el monitor fijo desde el vehículo a incendio.
- Protección con espuma simultánea con los dos casos anteriores.
- Lanzamiento de agua o espuma con el vehículo en movimiento.



Fig.134. BNP.

### 3.6.2 Vehículos de altura.

#### 3.6.2.1 Autoescaleras.

Las autoescaleras están destinadas a su empleo generalmente en entornos urbanos, para permitir el acceso de los equipos de rescate o extinción a puntos elevados sobre el nivel del suelo (pisos, tejados, etc.). Sus características fundamentales se centran en prestaciones y facilidad de manejo. Se designan habitualmente por la altura máxima de trabajo que pueden alcanzar.

Aunque ninguna norma UNE establece sus características, las autoescaleras deberían tener capacidad para las siguientes operaciones:



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Ataque a incendio en posición elevada con 1 lanza de  $\varnothing 45$  mm.
- Ataque a incendio con monitor.
- Salvamento de personas en lugares donde se requiera el acceso en posición elevada.
- Elevación de cargas, empleando la autoescalera como grúa.



**Fig.135. Autoescalera.**

Los componentes principales de las autoescaleras son los siguientes: cesta de rescate, escalera, puesto de mando principal, bogie (bastidor de giro) y corona giratoria, plataforma, armarios de equipos, apoyos desplegables, cabina de conducción y chasis.

La maniobra de la escalera permite diferentes movimientos:

- Elevación-descenso, posibles entre  $-17^{\circ}$  y  $75^{\circ}$  aproximadamente con respecto a la horizontal.
- Extensión-recogida.
- Giro.



### 3.6.2.2 Autobrazos.

Los autobrazos están destinadas a su empleo tanto en entornos urbanos como industriales, para permitir el acceso de los equipos de rescate o extinción a puntos elevados sobre el nivel del suelo. Sus características fundamentales se centran en sus prestaciones y facilidad de manejo. Se designan habitualmente por la altura máxima de trabajo que pueden alcanzar y por el tipo de despliegue de su mástil telescópico.

Aunque ninguna norma UNE establece sus características, los autobrazos deberían tener capacidad para las siguientes operaciones:

- Ataque a incendio con monitor.
- Salvamento de personas en lugares donde se requiera el acceso en posición elevada.
- Elevación de cargas, empleando el brazo como grúa.
- La maniobra del brazo permite diferentes movimientos:
  - Elevación-descenso, posibles entre  $-10^{\circ}$  y  $80^{\circ}$  aproximadamente con respecto a la horizontal.
  - Extensión-recogida de tramos telescópicos.
  - Elevación-acodamiento de tramos articulados.
  - Giro del brazo.
  - Giro de la cesta.



**Fig.136. Autobrazo.**



### 3.6.3 Otros vehículos usuales.

#### 3.6.3.1 Unidades de jefatura.

Pueden englobarse bajo esta denominación dos tipos de vehículos usuales: los destinados a transporte del mando responsable de dirigir una intervención operativa y los destinados a ser empleados como emplazamiento de un puesto de mando avanzado.

En el primer caso los requisitos principales serán la velocidad y maniobrabilidad del vehículo, normalmente un vehículo ligero, ya que no requiere el transporte de equipamiento, sino sólo del personal.



**Fig.137. Vehículo jefatura.**

El segundo caso suele ser un vehículo o conjunto de vehículos con capacidad para establecer sobre ellos el puesto de mando avanzado en situaciones de grandes emergencias. Se requiere en este caso que el vehículo esté dotado con los sistemas de comunicaciones adecuados para mantener el contacto remoto con la base y para el contacto con todas las unidades desplegadas o movilizadas para la emergencia, manteniendo su coordinación. Las siguientes imágenes corresponden al conjunto de vehículos que componen el P.M.A. para grandes emergencias del Servicio de Protección Civil de la Junta de Castilla y León.



**Fig.138. Vehículo de control.**



**Fig.139. Vehículo de control en emergencia.**

### **3.6.3.2 Unidades de transporte.**

Empleadas para el traslado de personal o de equipamiento; no requieren características complejas, salvo capacidad de carga.



**Fig.140. Unidad de personal.**



### 3.6.3.3 Unidades para fines específicos. Salvamento, NBQ, rescates especializados.

Se trata de un tipo de vehículos muy diverso, contruidos normalmente con especificaciones concretas que elabora cada servicio contra incendios. Por eso no se trata de un solo tipo de vehículos, sino de un conjunto muy amplio.

Los vehículos de salvamento (FSV, furgón de salvamentos varios) son los más usuales. Consisten en un vehículo, normalmente ligero, equipado con dotación para realizar cualquier tipo de rescate, pero sin llevar cisterna de agua y bomba, aunque en la tipología tan variada existente pueden encontrarse algunos con sistemas de agua de alta presión. El equipamiento suele ser equipos de excarcelación, cojines neumáticos, cuerdas, arneses y otros elementos de rescate urbano, grupo electrógeno y equipamiento de iluminación, etc.



**Fig.141. Furgón de salvamento.**

También son frecuentes los vehículos NBQ, dotados con equipamiento para intervenciones frente a siniestros químicos y para la protección personal de los bomberos.

Estos vehículos van compartimentados en múltiples departamentos para transportar el equipamiento requerido en operaciones frente a riesgo químico, muy diverso, para realizar operaciones de detección de fugas, toma de muestras, identificación de productos, taponamiento de fugas, contención, recogida y absorción de



derrames, señalización, balizamiento, iluminación, descontaminación, aparte del vestuario específico de protección química y equipos de respiración autónoma.



**Fig.142. Vehículo NBQ.**

### **3.6.4 Vehículos de aeropuertos.**

Los vehículos para la protección contra incendios en aeropuertos están regulados por normativa internacional elaborada por la O.A.C.I., que establece unos tiempos límites para la respuesta del servicio de bomberos en las pistas del aeropuerto (de 2 a 3 minutos máximo) y, según la categoría del aeropuerto, establece también una potencia de agente extintor disponible mínima.

De acuerdo con estas regulaciones, con los vehículos de aeropuertos se pretende no solo una gran velocidad, sino la posibilidad de realizar los trayectos más cortos hasta el lugar del siniestro por terreno no asfaltado; estos requerimientos tan exigentes no son fáciles de cumplir con chasis comerciales, por lo que se recurre a chasis especiales, con motores de más 500 a 1.000 CV o incluso más, y anchuras del vehículo mayores de 3 metros. Combinan además diferentes agentes extintores, como agua, espuma y polvo, que son proyectados a distancia mientras el vehículo está en movimiento.

Como ejemplo, el vehículo de la fotografía dispone de una cisterna para 12.500 litros de agua, otra con 800 litros de espumógeno y una unidad de 500 kg de polvo seco. La bomba tiene un caudal nominal de 7.000 l/min a 10 bars. El monitor situado en el techo de la cabina descarga 6.000 l/min a 10 bars con un alcance de 90 m, mientras que



el situado en el frontal de la cabina descarga 800 l/min a 10 bars con un alcance de 36 m. Para su autoprotección lleva un sistema de pulverización mediante 7 boquillas de 75 l/min cada una.



**Fig.143. Vehículo carrozado por Rosenbauer para el Aeropuerto de Tokio.**

### 3.7 Bombas, equipos de extinción y achique.

#### **3.7.1 Mangueras y mangotes.**

En las instalaciones hidráulicas de bomberos, la conducción del fluido empleado en la extinción se lleva a cabo mediante lo que se denominan mangueras. Éstas han evolucionado desde las antiguas de lino hasta las actuales, compuestas por un tubo de neopreno recubierto con una o varias capas externas de fibra sintética o textil y una capa externa de caucho, con el fin de darles resistencia y robustez. Se pueden clasificar según su rigidez en flexibles que son aquellas que al plegarlas son planas, adoptando su sección circular cuando circula el fluido de extinción a presión. Las semirígidas, mantienen siempre la forma circular estén o no sometidas a presión. Los servicios de extinción de incendios, utilizan generalmente las mangueras planas en las instalaciones de impulsión.

Para aspiración, no se pueden emplear mangueras flexibles, ya que no están diseñadas para soportar presiones manométricas negativas, por lo que se utilizan una



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y  
EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
MEMORIA DESCRIPTIVA

mangueras espaciales rígidas formadas por una base de caucho reforzadas con un entramado metálico, que se denominan mangotes.



**Fig.144. Mangueras de diferentes diámetros.**

Las mangueras en España tienen los siguientes diámetros de 25, 45 y 70 mm., en cuanto a los mangotes utilizados en la aspiración de las bombas montadas en los vehículos tienen un diámetro de 100 mm., aunque también existen de 45 y 70 mm., para su utilización con las motobombas. Las mangueras poseen una longitud entre los 15 y 40 m., las cuales se almacenan plegadas habitualmente de un modo denominado enrollado doble. Los mangotes tienen una longitud de alrededor de 2 m. y dada su rigidez no pueden plegarse.



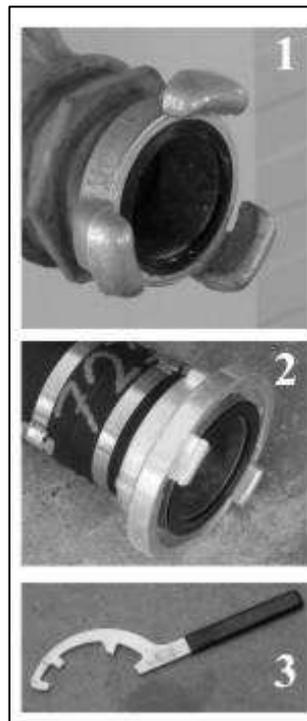
**Fig.145. Manguera enrollada.**

Para conectar estos tramos de manguera y mangotes y así montar la instalación se emplean unos dispositivos especiales de unión que se denominan racores. Estos dispositivos también sirven para unirlos a los hidrantes, lanzas, bombas y de más elementos de la instalación. Existen varios tipos de racores, pero en España la



reglamentación obliga al uso de un racor normalizado para las mangueras, es el denominado racor de patillas o tipo Barcelona (1), cuyas características y forma se rigen por la norma UNE 23400.

Este racor está formado por tres piezas de conexión formando un ángulo de 120° entre ellas, éstas permiten que el acoplamiento entre dos de ellos sea simétrico, sin que haga falta la existencia de un racor macho y otro hembra. En la actualidad los racores son de aluminio, que ha sustituido a los antiguos de bronce. Para los mangotes no se puede utilizar este racor, por lo que se emplea otro tipo de origen alemán denominado racor Storz (2), que si bien no está normalizado, es de uso general por los servicios de bomberos. Al contrario que el racor tipo Barcelona el cual se puede realizar la maniobra de conexión y desconexión de manera manual, el racor Storz necesita de una herramienta especial para el acoplamiento (3).



**Fig.146. (1) Racor tipo Barcelona. (2) Racor tipo Storz. (3) Herramienta para acoplamiento**

Por último hablaremos de las bifurcaciones y de las reducciones. Las primeras son piezas de unión entre mangueras que tiene por objetivo repartir el caudal en dos chorros. Las más comunes son las que tiene una entrada de 70 mm. y dos salidas de 45 mm. o una entrada de 45 mm. y dos salidas de 25 mm.



Habitualmente tiene incorporadas válvulas de cierre en las salidas de diámetro inferior. Existen bifurcaciones, para casos especiales en los que la entrada y salida tiene el mismo diámetro. Las reducciones tienen como objeto unir racores de distinto diámetro, las más usuales son de 70 a 45 mm. y de 45 a 25 mm. También existen reducciones entre racor de 100 mm. tipo Storz a 70 mm. tipo Barcelona, para situaciones especiales.



**Fig.147. Bifurcaciones y reducciones.**

### **3.7.2 Equipos de impulsión y achique.**

#### **3.7.2.1 Bomba centrífuga contra incendios.**

La norma UNE EN 1028-1 define Bomba Centrífuga Contra Incendios, como aquella *maquina hidráulica accionada mecánicamente destinada al suministro de fluidos con objeto de luchar contra los incendios*, es decir es una máquina, por lo tanto transforma energía, en este caso mecánica en hidráulica. Su misión es proporcionar al fluido agente extintor, la presión necesaria para que pueda circular por las mangueras, salvar los desniveles que puedan existir entre la bomba y el incendio y llegar a la lanza con la presión suficiente para que el fluido alcance una distancia determinada y así, poder trabajar con seguridad.

El funcionamiento de una bomba centrífuga es el siguiente, el agua entra axialmente por el centro de un elemento móvil denominado rodete, el cual está girando accionado por el motor. El rodete dispone de unas canalizaciones denominadas álabes por las que el fluido es canalizado desde el centro hasta su borde, donde es expulsada. Durante este trayecto el fluido adquiere una gran velocidad, ya que es acelerada por la fuerza centrífuga existente en el rodete. Tras salir del mismo, el fluido entra en una canalización en forma de espiral que rodea al rodete, es la envolvente o caracol. El agua que entra en esta conducción a gran velocidad, es frenada por el progresivo aumento de



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

su sección, tal como establece la ecuación de continuidad y por principio de Bernoulli, aumentará la presión hasta un valor concreto en el colector de impulsión. La bomba, así descrita, corresponde a una bomba centrífuga de un solo rodete. Si a la salida se conecta otro rodete, haremos que el fluido aumente más su presión. Atendiendo a la presión que pueden suministrar las bombas se clasifican en: Bomba de Presión Normal (FPN) son aquellas que con uno o varios rodetes, son capaces de dar presiones de funcionamiento hasta 20 bar. y Bomba de Alta Presión (FPH) es una bomba que da hasta 54,5 bar. Se denomina Bomba de Presión Combinada a aquella que agrupa las dos clases de bomba en una sola máquina. Esto se consigue haciendo rodar sobre el mismo eje dos bombas, que nos dan las dos gamas de presión alta y normal.

En una bomba centrífuga contra incendios podemos distinguir las siguientes partes:

Colectores de aspiración, desde donde se alimenta la bomba desde un depósito o por aspiración a través de un manguote, cuerpo de la bomba, colectores de impulsión donde se conectan las mangueras y los elementos auxiliares, tales como los manómetros, el cebador, válvulas, racores, etc.

Las bombas destinadas para los servicios de bomberos, pueden ir instaladas o bien en vehículos contra incendios o en grupos motobombas. En el primer caso es accionada por la energía motriz del motor del vehículo y en el caso de las motobombas, la bomba dispone de un motor eléctrico o de explosión para su accionamiento, como veremos más adelante.



**Fig.148. Bomba centrífuga.**



### 3.7.2.2 Motobombas.

Según la norma UNE EN 1028-1 se denominan motobombas a aquellas bombas centrífugas portátiles instaladas sobre un bastidores metálicos transportables o sobre un remolque que se complementan con un motor de explosión de accionamiento. Es decir son las bombas que no van instaladas en ningún vehículo. Su funcionamiento es por lo tanto autónomo. Existen básicamente de dos tipos las motobombas las que pueden ser utilizadas para impulsar agua directamente sobre el fuego, por lo tanto prevalece la necesidad de que den más presión que caudal.

Son utilizadas frecuentemente en los incendios forestales, siempre que exista una fuente de agua desde donde se pueda aspirar.

Si la motobomba se emplea para desalojar agua en locales inundados, es decir en labores de achique, se emplea otro tipo de bomba, ya que en este caso lo que se necesita es un gran caudal a presiones más moderadas, del orden de tan solo 3 bares.

Constan de un colector de entrada donde se coloca el manguito de aspiración y una o varias salidas de impulsión.



**Fig.149. Motobombas.**

### 3.7.2.3 Electrobombas.

Es una bomba centrífuga que utilizan los bomberos en las labores de achique. Como su nombre indica son accionadas mediante un motor eléctrico. Estas bombas se utilizan cuando hay que achicar agua a gran profundidad en el que un manguito de aspiración sería impracticable.



En este caso, se baja el cuerpo de la bomba, el cable eléctrico aislado para suministrar corriente al motor y una manguera de impulsión. Este tipo de bombas aspiran por medio de una cámara, que se encuentra solidaria al cuerpo de la bomba.

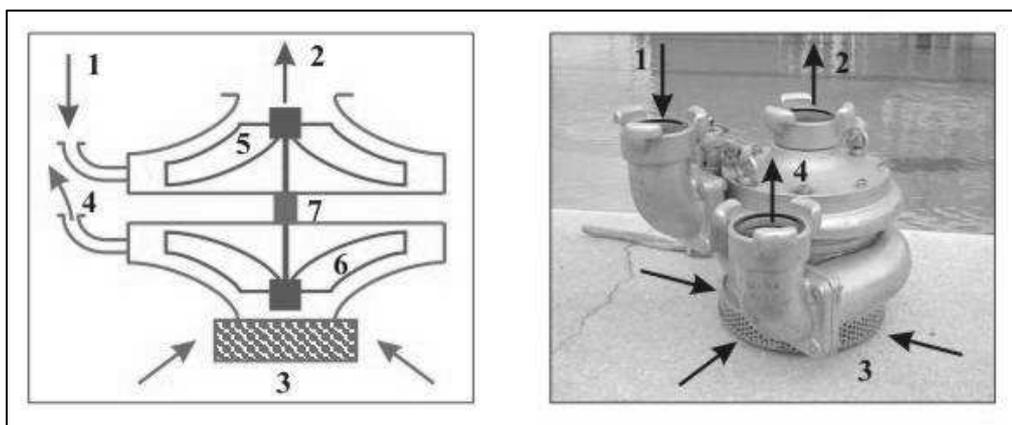


**Fig.150. Electrobombas.**

#### 3.7.2.4 Turbobombas.

Una turbobomba es una bomba centrífuga que utiliza como fuerza motriz el agua impulsada por otra bomba, se emplea fundamentalmente en achiques. Esta formada por una turbina (5) que gira en el mismo eje que el rodete de una bomba (6). Éstos giran dentro de dos carcasas independientes unidas por medio de un cojinete con prensaestopas para aislar líquido impulsor del trasegado.

En la entrada (1), se conecta una manguera, por donde entra el agua impulsada por la bomba de un vehículo contra incendios. Hace rodar la turbina (5) y sale hacia el depósito del vehículo por la salida (2).



**Fig.151. Esquema funcionamiento turbobomba.**



### 3.7.3 Lanzas y monitores.

#### 3.7.3.1 Lanza reguladora de caudal y automática.

La lanza es un aparato hidráulico que situamos al final de una manguera, por el que esta circulando un caudal determinado de agua. El dispositivo posee un estrechamiento en el que se transforma la energía de presión que posee el fluido, que le ha proporcionado la bomba situada en el otro extremo de la manguera, en velocidad. De esta manera, el agua adquiere una velocidad superior a la que llevaba dentro de la conducción, lo que le permite, alcanzar, o sea “*ser lanzada*” a una distancia suficiente para que no sea necesario acercarse al fuego y poderlo extinguir con seguridad. La lanza, dependiendo del diámetro de la misma tiene que ser manejada por uno o varios bomberos, denominándose bomberos en punta de lanza.

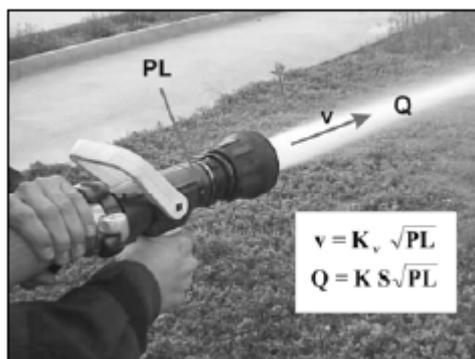
Además de proporcionar el alcance y caudal necesario para la extinción, algunas lanzas permiten regular el chorro de salida para que adquiriera diferentes configuraciones o efectos, según las necesidades y circunstancias de la extinción. Podemos encontrarnos tres tipos de efectos, chorro sólido cuando se necesita una gran fuerza de extinción concentrada en un sitio de difícil acceso. En efecto cortina crea una *cortina de agua* con el fin de proteger a los que están manejando la lanza y por último el cono de ataque, que es una posición intermedia entre los dos anteriores, es el ideal para atacar el fuego con seguridad.

En función del diámetro de la manguera en la que van conectados, podemos encontrar lanzas para los tres diámetros de manguera: 25, 45 y 70 mm. El rango de caudales para cada tipo de diámetro es, para el diámetro de 25 mm. entre 30 – 150 litros/ min. para 45 mm. entre 120 – 460 litros/ min. y para 70 mm. Entre 300 – 600 litros/ min.

El caudal existente a la salida de una lanza se demuestra que es igual a:

$$Q = K S \sqrt{PL}$$

Donde, S es la sección del orificio de salida. PL es la presión manométrica en punta de lanza y K es una constante que depende del modelo de la lanza.



**Fig.152. Variables en lanza.**

Según esta expresión, conocida como ecuación de descarga, el caudal que da una lanza se puede modificar variando cada uno de los tres factores. Los diseños actuales nos permiten encontrar cuatro tipos básicos de lanzas; de chorro fijo, de caudal constante, de caudal variable manual o selectoras de caudal y las de presión constante o lanzas automáticas.

Las lanzas de chorro fijo son el diseño más simple de lanza que existe, al no poseer obstáculos en el recorrido del agua, le confiere a la misma el máximo alcance, en función del orificio de salida. Los primeros modelos no poseían los efectos de niebla o cortina de protección. Con posterioridad han aparecido las lanzas multiefectos con un diseño más moderno, con la posibilidad de cierre, chorro, pulverización y niebla. Este tipo de lanza presenta el inconveniente de que el caudal que proporciona la lanza varía al variar el efecto.

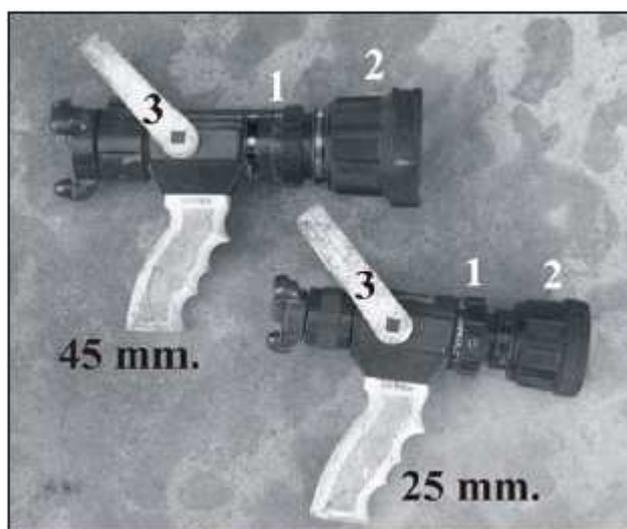
Estas lanzas son las que se suelen encontrar en las Bocas de Incendio Equipadas (BIE), habiendo desaparecido su uso en los servicios de bomberos modernos.

Las lanzas de caudal constante tienen la peculiaridad de permanecer constante su caudal a una presión fija al variar el efecto. Las lanzas de caudal constante han evolucionado con la aparición de dos modelos; las selectoras de caudal y las lanzas automáticas.

Una lanza selectora de caudal es aquella que está diseñada para que una vez fijada una presión en punta de lanza, podamos seleccionar manualmente cuatro caudales, con tan solo variar la sección de salida de la lanza, por lo tanto se modifica la constante  $K$  y la sección  $S$  de la ecuación de descarga. Otra característica, es que conserva el mismo caudal al variar el efecto, ya que está diseñada para que el orificio de



salida que fija el caudal, sea independiente del dispositivo genere el efecto. Este tipo de lanza, al igual que otras, dispone de una válvula de cierre, que en este caso solo sirve para cortar el paso del agua. Así pues, este tipo de lanza, dispone de tres controles independientes, uno destinado a regular el caudal (1), otro el tipo de efecto (2) y un tercero el paso del agua (3).



**Fig.153. Lanza selectora de caudal**

Las lanzas automáticas, también denominadas de presión constante, son aquellas que disponen de un mecanismo que mantienen constante la presión en punta de lanza dentro de un amplio rango de caudales. La lanza regula automáticamente la sección de salida de la lanza para cada caudal seleccionado, estas lanzas mantienen un alcance fijo, independientemente del caudal, pues la distancia a la que llega el chorro, depende de la presión que es constante. En este caso la lanza tan solo dispone de dos mandos, el selector de efectos (1) y la válvula de cierre (2), que es la encargada de la regulación del caudal, para lo cual esta calibrada generalmente en cuatro posiciones. La ventaja de este tipo de lanzas, es que da el caudal marcado por la posición de la válvula de cierre, cosa que no ocurría con las lanzas selectoras de caudal, en la que además debíamos mantener la presión en punta de lanza dentro del rango especificado por el fabricante.



**Fig.154. Lanza automática.**

### **3.7.3.2 Monitores.**

Cuando en los trabajos de extinción de un incendio, se necesitan alcances y caudales<sup>15</sup> considerables durante periodos dilatados de tiempo, se utilizan los monitores o cañones de agua. Estas lanzas especiales, una vez instaladas y fijado su blanco, pueden funcionar sin la intervención de un punta de lanza. Podemos encontrarnos dos tipos de monitores: los fijos y los portátiles. Los fijos que están situados en vehículos, como autobombas nodrizas o en la cesta de una autoescalera. Se alimentan con el agua procedente de la bomba del vehículo o por un hidrante si proporciona el suficiente caudal y presión. Los monitores portátiles permiten ser colocados en el lugar más adecuado mediante un transporte manual del mismo, se alimentan mediante la correspondiente instalación desde la bomba de un vehículo.

Hay otros modelos de monitores que realizan automáticamente un movimiento en abanico, ampliando de esta manera, su zona de actuación sin necesidad de que un bombero tenga que moverlo.

Algunos de los monitores portátiles poseen dos entradas de agua en un ángulo de 90° con el fin de contrarrestar la reacción, en el caso de los monitores fijos se alimentan mediante un coda con el que se consigue el mismo resultado.



**Fig.155. Monitor.**

### **3.7.3.3 Lanza formadora de cortina.**

A pesar de su nombre, no son propiamente lanzas, son unas boquillas especiales que poseen una pantalla, con forma de media luna a la salida del chorro de agua. Al chocar el agua contra este elemento, se esparce en forma de cortina, protegiendo la zona contra el calor radiante. Se emplea en maniobras de autoprotección en los incendios forestales. En el caso de que el fuego se encuentre cerca. Tiene el inconveniente del gran gasto de agua que representan.



**Fig.156. Lanza formadora de cortina.**

### **3.7.4 Dosificadores y generadores de espuma.**

La espuma empleada como agente extintor en las instalaciones hidráulicas, se genera al introducir aire en una mezcla de un producto denominado espumógeno con agua conocida como mezcla espumante. Los premezcladores o dosificadores de espuma son los dispositivos encargados de generar la mezcla espumante con la proporción recomendada por el fabricante. La mezcla espumante se conduce a través de las



mangueras hasta llegar a los generadores de espuma, donde se le insufla aire produciéndose la espuma, que es aplicada sobre el fuego.

Los dosificadores más antiguos, que aún se emplean, la mezcla se produce en la aspiración de la bomba o a la salida de la misma. Para lo cual entre la aspiración y la impulsión de la bomba, se crea un circuito (1-2) que tiene intercalado un estrechamiento (Venturi). El agua por la ecuación de continuidad sufre un aumento de la velocidad y por tanto la presión disminuye, llegando a valores manométricos negativos, si en este punto conectamos un tubo conectado a un depósito con espumógeno que se encuentra a presión atmosférica. Este será succionado mezclándose con el agua que circula por el conducto. Este premezclador se diseña para que fijando un caudal, nos dé una mezcla espumante en una proporción preestablecida. La desventaja de este sistema es que la mezcla espumante atraviesa el cuerpo de la bomba, siendo necesaria la limpieza posterior del mismo. Para evitar esto, existen unos premezcladores intercalados en la instalación de la manguera o en punta de lanza, algunos de ellos, provistos de un depósito para espumógeno.

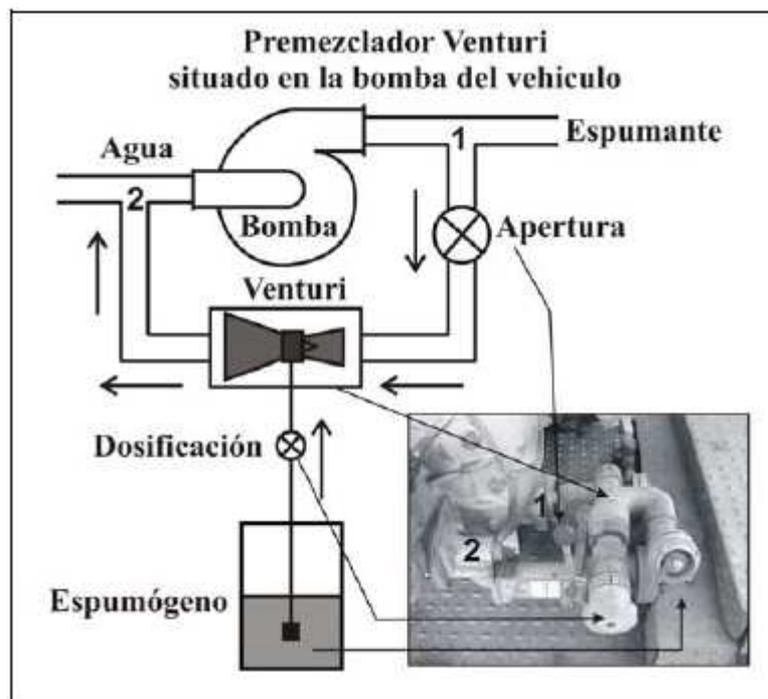
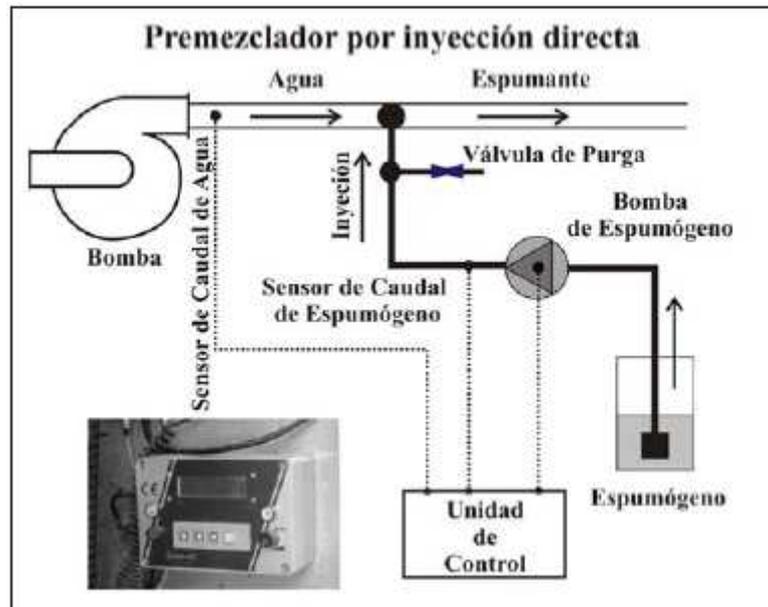


Fig.157. Premezclador Venturi.



**Fig.158. Premezclador por inyección directa.**

Hoy en día, se están empezando a emplear dispositivos electrónicos en los que el espumógeno se introduce directamente por medio de una bomba en la instalación, con la correspondiente ventaja que supone en cuanto a la precisión de la proporción de agua y espumógeno. Para lo cual, dispone de un sistema de control mediante un pequeño microprocesador, que con el valor que le da el sensor que mide el caudal de agua que trasiega la bomba, calcula el caudal de espumógeno necesario para conseguir la proporción deseada. Así, por ejemplo, si tenemos un caudal de 100 litros/min. de mezcla espumante y estamos trabajando con un espumógeno al 0,3% necesitaremos adicionar a 99,7 litros/min. de agua un caudal de 0,3 litros/min. de espumógeno. El procesador regula la velocidad de una bomba, que trasiegue el caudal de espumógeno calculado, el cual es inyectado a la salida o entrada de la bomba, dependiendo de la presión de trabajo de la bomba de espumógeno.

Para la generación de la espuma a partir de la mezcla espumante, es necesario adicionar el aire. Esto se consigue mediante los llamados generadores de espuma. En el caso de que estemos trabajando con espuma de baja o media expansión<sup>17</sup>, el generador es un tubo por el que la mezcla espumante se hace pasar. En un extremo del mismo, se encuentra la cámara de expansión que está diseñada de tal forma, que genere una depresión por medio de un estrechamiento, que por efecto Venturi, hace que el aire



entre a través de unas aberturas colocadas de forma radial. En esta cámara se forman las burbujas, que se expanden y se combinan formando la espuma, que es expulsada por el otro extremo del conducto. Este generador puede ser una lanza especial o un accesorio, que se coloca a una lanza convencional.

En el caso que se emplee espuma de alta expansión, el generador de espuma ya no es una lanza, es un ventilador con un premezclador incorporado, que al ser alimentado con agua realiza la mezcla espumante en su interior, para posteriormente ser rociada delante de las aspas del ventilador generándose la espuma. Esta se expande a través de un saco de tela mallado.

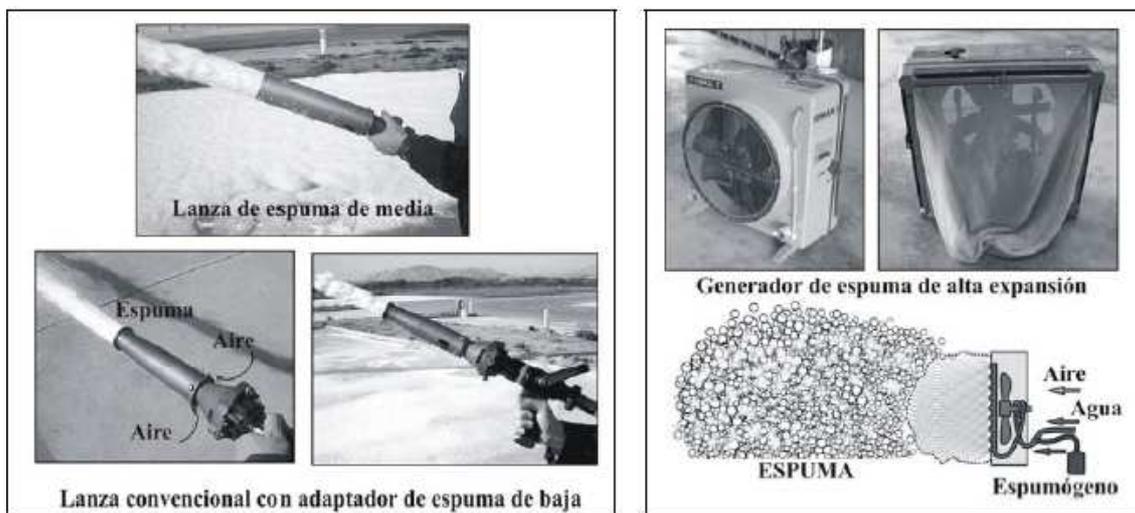


Fig.159. Lanzas y generadores de espuma.

## 4. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN.

### 4.1 Definición.

La prevención de incendios es un objetivo en el que pueden y deben participar los propietarios o responsables de los edificios y establecimientos, los funcionarios que deban intervenir en los procesos de supervisión administrativa, los representantes de los trabajadores para la prevención de riesgos laborales, los voluntarios de protección civil, bomberos, etc.

El objetivo principal de las inspecciones de protección contra incendios consiste en analizar las condiciones constructivas y las actividades desarrolladas en un edificio o en parte del mismo, para detectar toda situación que pueda suponer un riesgo y para redactar un informe en el que deberán proponerse todas aquellas actuaciones que sean



necesarias para suprimir el peligro. Ese informe, como documento oficial, debe apoyarse en los niveles de seguridad que establecen las normas legales vigentes.

La prevención de incendios comienza por el estudio de las causas que los producen. Aunque los orígenes son múltiples y diversos, generalmente se deben a varios motivos.

Las causas más frecuentes:

- Aparatos eléctricos e instalaciones.
- Cigarrillos y cerillas.
- Sobre calentamiento de superficies. Recalentamiento y fricción. Equipos de soldaduras. Brasas. Combustiones espontáneas.
- Intencionados.

Después de ver la gran variedad de causas, podemos apreciar la extrema importancia de concienciar a la población en materia de prevención de incendios, así como exigir la implantación y aplicación de las normas para el control de instalaciones industriales u otras actividades. Dichos refuerzos deberán ir encaminados a implantar los medios adecuados para evitar su inicio, propagación y reproducción.

#### **4.1.1 Prevención.**

La acción de prevenir es una preparación y un conjunto de disposiciones que se hacen para evitar cualquier tipo de riesgo. Podemos definir como prevención al conjunto de conocimientos, acciones y medios que, aplicados sobre las situaciones de riesgo de incendio, eliminan o limitan la probabilidad de que se inicie el incendio.

#### **4.1.2 Protección.**

Es el conjunto de conocimientos y medios que es necesario aplicar para que, una vez iniciado el incendio, éste no se propague y, si lo hace, que las lesiones a personas y los daños ocasionados sean los menores posibles.



Como podemos observar, después de leer ambos conceptos podemos decir que los dos están íntimamente relacionados. En la actualidad, las técnicas de protección se engloban dentro de la prevención en general, de tal forma que la prevención como la protección contra incendios en edificios se enclavan en el conjunto de disposiciones, condiciones y medios que deben cumplir los diferentes inmuebles con el objetivo de proteger las vidas humanas y los bienes materiales, suprimiendo en lo posible las causas que puedan producir la iniciación de los incendios o evitando su propagación, reduciendo así sus efectos. Para ello se utilizan los medios materiales y humanos.

## 4.2 Legislación.

- Documento básico SI (seguridad en caso de incendio) aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Reglamento general de policía de espectáculos públicos y actividades recreativas (RD 2816/1982).
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RD 1942/1993).
- Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 110/2008, de 1 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo.

## 4.3 Planes de autoprotección y emergencia.

### **4.3.1 Planes de emergencia.**

#### **4.3.1.1 Definición de plan de emergencia.**

Los planes de emergencia pretenden optimizar la utilidad de los recursos técnicos y humanos disponibles, de manera que las emergencias sean rápidamente



controlables y sus consecuencias sean mínimas. Si en el plan de emergencia se introduce el concepto de prevención, considerado como la implantación del conjunto de medidas tendentes a evitar que se produzca una situación no deseada, se habrá conseguido un plan de Autoprotección.

Es la parte del plan de Autoprotección, que se encarga de la organización de los medios disponibles y la actuación de los mismos.

Un Plan de Emergencia, es la planificación y organización humana para la utilización óptima de los medios técnicos previstos, con la finalidad de reducir, al mínimo posible, las consecuencias humanas o económicas, derivadas de una situación de emergencia.

#### **4.3.1.2 Factores que justifican la implantación de un plan de emergencia.**

Los planes de emergencia son una parte de la gestión empresarial del riesgo de incendio.

La organización contra incendios tiene dos objetivos:

- Minimizar el número de emergencias contra incendios.
- Controlar con rapidez las emergencias para que sus consecuencias sean mínimas.

Ante una determinada situación de riesgo, el plan o planes de emergencia contra incendios, pueden ser enunciados como la planificación y organización humana, para la utilización óptima de los medios técnicos previstos.

#### **4.3.1.3 Manual de autoprotección.**

El Plan de Autoprotección es el mecanismo que establece para un edificio, un conjunto de medidas tendentes a neutralizar o minimizar, con los medios de que se disponga, los accidentes o emergencias y sus posibles consecuencias hasta la llegada de las ayudas externas.

De forma que, el establecimiento de un plan de este tipo pretende conseguir que todas las personas que puedan verse afectadas por una emergencia sepan como actuar y



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

como deben coordinarse dichas actuaciones para reducir al mínimo las consecuencias que puedan derivarse de la misma.

En este sentido, el art.6 de la Ley 2/1985 de Protección civil dispone “Por el Gobierno,....., se establecerán las directrices básicas para regular la autoprotección”.

El Manual de Autoprotección es una auténtica guía para el desarrollo de estos tipos de planes de emergencia.

La autoprotección es el conjunto de medidas que tienden a neutralizar o minimizar un riesgo o situación de emergencia. Es la realización de un plan vinculado a inmuebles, edificios, empresas o establecimientos tanto públicos como privados y en particular las emergencias de incendio, aunque también hace referencia a otro tipo de riesgos.

Los objetivos que debe cumplir un plan de autoprotección son:

1. Conocer el edificio, sus instalaciones y zonas de peligro.
2. Conocer todos los medios de protección disponibles en funcionamiento.
3. Tener delimitadas las vías de evacuación, zonas de seguridad y lugares de concentración para la evacuación.
4. Conocer al personal existente.
5. Realización de simulacros de emergencia.

El control del riesgo de incendio en un centro debe tener en cuenta una organización racional con la propia organización de la empresa y que sea capaz de;

- Evaluar el riesgo.
- Minimizar el riesgo mediante medidas preventivas en su sentido más amplio.
- Actuación inmediata mediante planes de intervención que hagan frente a la emergencia, supuesto a pesar de todo, se produjese un incendio.

Para ello los centros con cualquier actividad potencialmente peligrosa, deberían disponer de un Plan de Autoprotección.

Por tanto, el Manual de Autoprotección, se ha diseñado como orientación a los responsables de cualquier actividad potencialmente peligrosa. Tiene por objeto la



preparación, redacción y aplicación del Plan de Emergencia que comprende la organización de los medios humanos y materiales, disponibles para la prevención del riesgo de incendio o cualquier otro equivalente, así como garantizar la evacuación y la intervención inmediata.

#### **4.3.1.4 Definición de manual de autoprotección.**

Un Plan de Autoprotección constituye un estudio desde el punto de vista de la seguridad de un edificio o un grupo de edificios, incluyendo las actividades que en el mismo se desarrollan, el inventario y la evaluación de riesgos, las instalaciones de prevención y protección con las que se cuentan, así como la organización de los medios humanos y materiales disponibles.

El Plan de Emergencia de un Centro sería una parte del Plan de Autoprotección, la que se encarga de la organización de los medios disponibles y la actuación de los mismos.

#### **4.3.1.5 Estructura del manual de autoprotección.**

La composición de un Plan de Autoprotección consta de cuatro documentos:

1. Documento 1: Evaluación del riesgo. Enunciará y valorará las condiciones de riesgo de los edificios en relación con los medios disponibles.

2. Documento 2: Medios de protección. Determinará los medios materiales y humanos disponibles y precisos, se definirán los equipos y sus funciones y otros datos de interés para garantizar la prevención de riesgos y el control inicial de las emergencias que ocurran.

3. Documento 3: Plan de emergencia. Contemplará las diferentes hipótesis de emergencia y los planes de actuación para cada una de ellas y las condiciones de uso y mantenimiento de instalaciones.

4. Documento 4: Implantación. Consiste en el ejercicio de divulgación general del Plan, la realización de la forma específica del personal incorporado al mismo, la realización de simulacros, así como su revisión para su actuación cuando proceda.



## 4.3.2 Emergencias

### 4.3.2.1 Clasificación de las emergencias.

En función de la gravedad se clasifican en:

**- Conato de emergencia.**

Puede ser controlada de forma sencilla y rápida por el personal y medios de protección del local, dependencia o sector.

**- Emergencia parcial.**

Emergencia que para ser dominada requiere la actuación de los equipos especiales de emergencia del sector. No afectará a sectores colindantes.

**- Emergencia general.**

Emergencia para cuyo control será necesario la actuación de todos los equipos y medios de protección propios y externos. Comporta evacuaciones parciales o totales.

### 4.3.2.2 Acciones.

Se describirán las acciones a emprender en las distintas fases de una emergencia, especificando:

a) Alerta, cuyas funciones son:

- Poner en acción a los equipos de primera intervención.
- Informar a los restantes equipos de las ayudas exteriores previstos.

b) La alarma de evacuación. Fundamentalmente para la evacuación de los ocupantes.

c) La intervención con medios propios. Operaciones de control de la emergencia.

d) El apoyo de ayudas exteriores. Para la recepción e información a los servicios de ayuda exterior.



#### **4.3.2.3 Equipos de emergencia: denominación, composición y misiones.**

Se crearán los equipos reseñados en el Manual de Autoprotección de la Dirección General de Protección Civil, aprobado por la orden ministerial de 29.1.84 (BOE de 26.02.85) (Apartado 4,4) asignado a los mismos los distintos componentes de la plantilla.

Son un conjunto de personas especialmente entrenadas y organizadas para la prevención y actuación en accidentes dentro del establecimiento.

La misión fundamental de prevención de estos equipos es tomar todas las precauciones útiles para impedir que se encuentren reunidas las condiciones que pueden originar un accidente. Por ello cada uno de los componentes del equipo debe:

- Estar informado de los riesgos.
- Señalar las anomalías y verificar que se subsanan.
- Conocer la existencia y uso de los medios que se disponen en el centro.
- Asegurar el mantenimiento de los medios.
- Estar capacitado para suprimir las causas de una emergencia.
- Combatir el fuego si es posible.
- Prestar primeros auxilios.
- Coordinarse con el resto de los equipos.

En función de las acciones que desarrollan sus miembros, se establecen los equipos siguientes:

- h) Equipo de Alarma y Evacuación (EAE).
- i) Equipos de Primeros Auxilios (EPA).
- j) Equipo de Primera Intervención (EPI).
- k) Equipo de Segunda Intervención (ESI).
- l) Jefe de Intervención (JI).
- m) Jefe de Emergencia (JE).



#### **4.3.2.4 Equipos de alarma y evacuación.**

Sus funciones fundamentales son:

- Acciones encaminadas a asegurar una evacuación total y ordenada de su sector y garantizar que se ha dado la alarma.

Se preocupan de:

- Preparar la evacuación asegurando vías expeditas, impidiendo utilizar ascensores, controlar las personas que hayan sido evacuadas.

#### **4.3.2.5 Equipos de primeros auxilios.**

Sus componentes prestarán los primeros auxilios a los lesionados con la emergencia.

#### **4.3.2.6 Equipos de primera intervención (E.P.I).**

Sus componentes con formación y adiestramiento acudirán al lugar donde se haya producido la emergencia con objeto de intentar su control. Se preocupan fundamentalmente de:

- Combatir los conatos de incendios con extintores portátiles (medio de primera intervención) en su zona de actuación. Los componentes del EPI fuera de su zona, son un componente más del establecimiento y su actuación en otra zona es sólo de forma excepcional.

- Es aconsejable que de los EPI de la zona afectada proceda la persona que espere a los Servicios de Extinción.

- Los componentes del EPI, tendrán formación sobre conocimiento del fuego, métodos de extinción, agentes extintores, utilización de extintores, Plan de Emergencia...

- Conviene siempre que actúen por parejas, no olvidando que únicamente deben actuar si tienen garantías en cuanto a su propia seguridad.

- Es importantísimo un buen sistema de detección del incendio para que el equipo pueda actuar inmediatamente que se produzca.



#### **4.3.2.7 Equipos de segunda intervención (E.S.I).**

Sus componentes con formación y adiestramiento adecuados, actuarán cuando la gravedad de la emergencia no puede ser controlada por los EPI. Prestarán apoyo a los Servicios de Ayuda Exterior cuando su actuación sea necesaria.

Este equipo representa la máxima capacidad extintora del Establecimiento. Su actuación será en cualquier punto del Establecimiento, donde se puede producir una emergencia.

Deben ser personas localizables permanentemente dentro de la Jornada Laboral. Deberán tener formación y adiestramiento adecuados con los medios de primera intervención (extintores), como de segunda intervención (mangueras) y en su caso equipos especiales ( Equipos fijos de extinción) deben conocer el Plan de Emergencia.

Lógicamente la existencia y el número de integrantes de este equipo estará condicionado a las características del edificio, pero se aconseja que al menos lo constituyan tres personas.

#### **4.3.2.8 Jefe de intervención (JI).**

Valorará la emergencia y asumirá la dirección y coordinación de los equipos de intervención.

Sus funciones son:

- Dirigir las operaciones de extinción en el lugar de la emergencia.
- Informar y ejecutar las órdenes que reciba el Jefe de Emergencia, a través de algún sistema de comunicación
- Deberá ser como los ESI permanentemente localizable.
- Cuando llegue el Servicio de Extinción le cederá el mando de las operaciones y colaborará con ellos.
- Conocerá muy bien el plan de Autoprotección. Asimismo contará con un conocimiento profundo de seguridad contra incendios, siendo importante disponga de buenas dotes de mando.



#### **4.3.2.9 Jefe de emergencia (JE).**

Es la máxima autoridad en el Establecimiento durante la emergencia. Actuará en el centro de control a la vista de las informaciones que reciba el Jefe de Intervención desde el lugar de la emergencia.

Poseerá sólidos conocimientos de seguridad contra incendios y del Plan de Autoprotección. Debe ser una persona con dotes de mando y localizable. Deberá decidir cuando evacuar el edificio.

#### **ESQUEMAS OPERACIONALES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN**

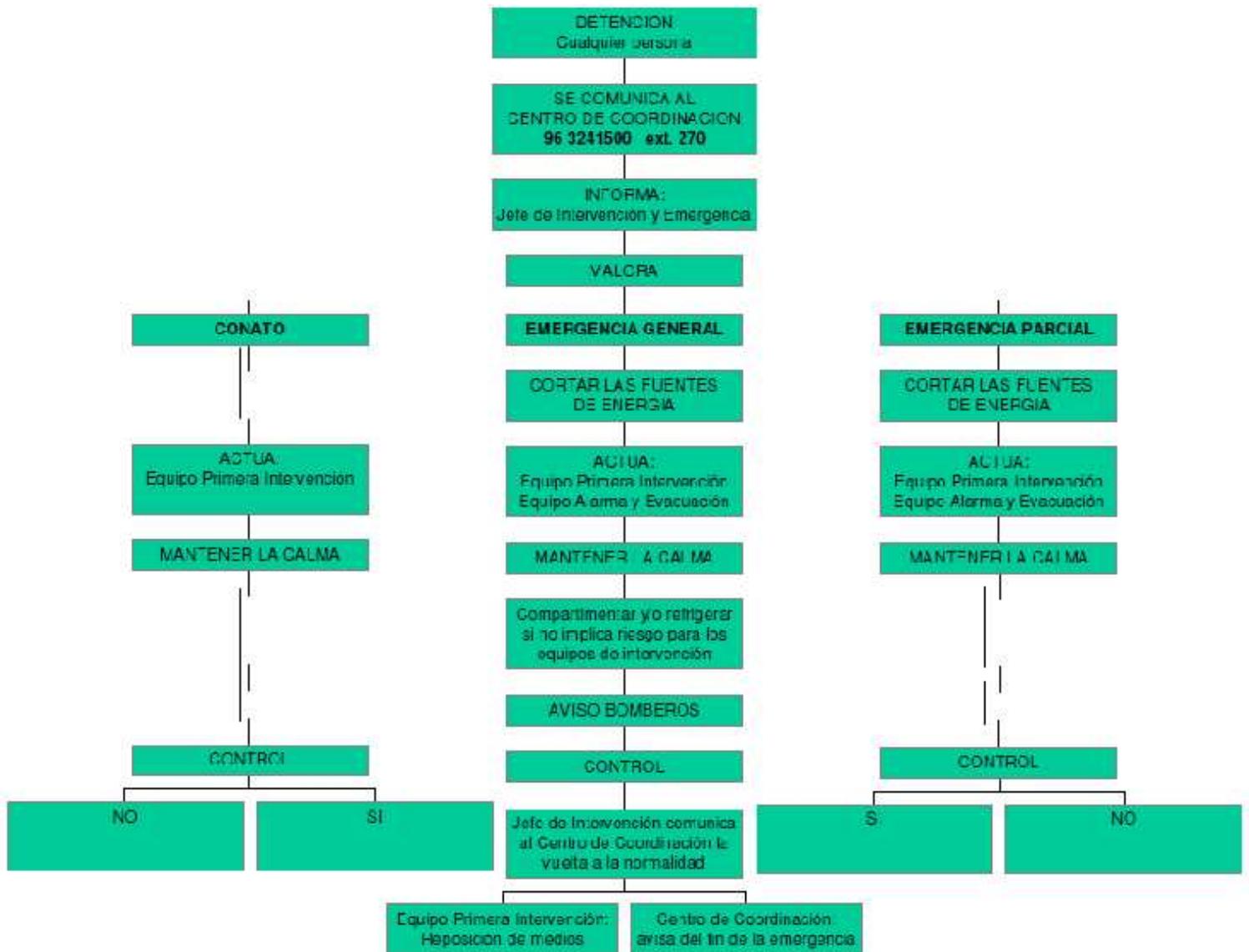
Con el fin de facilitar las diversas acciones a efectuar en caso de emergencia, se ejecutarán gráficos que indiquen de forma clara y concisa las misiones de los diversos equipos.

Son esquemas que establezcan las secuencias de actuaciones para llevar a cabo por cada uno de los equipos, en función de la gravedad de la emergencia.

Los esquemas se referirán a las operaciones a realizar en las acciones de alerta, alarma y apoyo entre la Jefaturas y los Equipos de Emergencia.



Como ejemplo tomamos un esquema operacional en caso de incendio.



### 4.3.3 Implantación.

#### 4.3.3.1 Responsabilidad.

Es un documento muy importante, ya que a menudo los planes fallan por una mala implantación.

Se procederá el programa siguiente de implantación:

- Realización del inventario en los factores que influyen sobre el riesgo.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Realización del inventario de los medios técnicos de autoprotección.
- Evaluación del riesgo.
- Confección de planos.
- Redacción del Manual de Emergencia y Planes de Autoprotección.
- Incorporación de medios técnicos de utilización previstos en el Manual.
- Redacción, realización y divulgación de consignas de prevención y actuación para los equipos de emergencia.
- Reuniones informativas para todo el personal del establecimiento.
- Selección, formación y adiestramiento de los componentes de los equipos de emergencia que preferentemente serán voluntarios.

El hecho de que un plan sea o no operativo, depende en gran manera de lo indicado en este documento. Posiblemente los planes que han podido fallar, sea debido a una inadecuada implantación. Para conseguir este objetivo, deben estar involucrados tanto la dirección de la empresa, como los diferentes departamentos y personal de la misma.

Unos y otros deben ir evolucionando a medida que lo hace la empresa, disponiendo siempre de un plan acorde a cada momento.

Para que el plan de autoprotección sea operativo es necesario un calendario para el mantenimiento del mismo. Deberá recoger las siguientes actividades:

1. Cursos periódicos de formación y adiestramiento de personal.
2. Mantenimiento de las instalaciones potencialmente peligrosas.
3. Mantenimiento de instalaciones de protección contra incendios.
4. Inspecciones periódicas por parte de las personas con mayor responsabilidad en el plan.
5. Realización de simulacros de emergencia con evacuación, como mínimo con periodicidad anual



Será responsabilidad del titular de la actividad la implantación del plan de autoprotección, junto con el personal directivo, técnico, mandos intermedios y trabajadores, conforme a lo previsto en la legislación vigente.

#### **4.3.3.2 Organización.**

El titular de la actividad podrá ejercer la coordinación de las acciones necesarias para la implantación y mantenimiento del plan de autoprotección en un jefe de seguridad que en caso de emergencia podrá asumir asimismo, las funciones de jefe de emergencia. Cuando por su importancia así se considere preciso, se creará el Comité de Autoprotección, cuya misión consistirá en asesorar sobre la implantación y mantenimiento del plan de autoprotección.

Serán miembros de dicho comité, el jefe de seguridad, el jefe de emergencia (si dichos cargos recaen en distintas personas), el jefe de intervención y los jefes de los equipos de emergencia que existan, además de los que se estimen oportunos.

#### **4.3.3.3 Medios técnicos.**

Las instalaciones, tanto las de protección contra incendio como las que son susceptibles de ocasionarlo, serán sometidas a las condiciones generales de mantenimiento y uso establecidas en la legislación vigente y en la Norma Básica de Edificación (Código Técnico de la Edificación, documento SI).

Cuando así lo exija la reglamentación vigente o el plan tipo para cada uso, se dotará al establecimiento de todas las instalaciones de prevención precisas.

Para la información de las ayudas externas en caso de emergencia, se dispondrá en los accesos al establecimiento de un juego de planos completo colocados dentro de un armario ignífugo con un rótulo (USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS).

#### **4.3.3.4 Medios humanos.**

Además de la constitución de los equipos a que se hizo mención:

a) Se harán reuniones informativas, a las que asistirán todos los empleados del establecimiento, en las que se aplicará el plan de emergencia, entregándose a cada uno de ellos un folleto con las consignas generales de autoprotección. Las consignas generales, se referirán al menos:



- Las precauciones a adoptar para evitar las causas que puedan originar una emergencia.
- La forma en que se les transmitirá la alarma en caso de emergencia.
- Información sobre lo que se debe hacer o no en caso de emergencia.

b) Los equipos de emergencia y sus jefaturas recibirán la formación y adiestramiento que les capaciten para desarrollar las acciones que tengan encomendadas en el plan de emergencia, se programarán al menos una vez al año, cursos de formación y adiestramiento para equipos de emergencia y sus responsables.

c) Se dispondrá de carteles con consignas para informar al usuario y visitantes del establecimiento sobre actuaciones de prevención de riesgos y comportamiento a seguir en caso de emergencia.

#### **4.3.3.5 Simulacros.**

Uno de los aspectos de mayor importancia en la implantación del Plan de emergencia es la realización de simulacros. Los objetivos que se persiguen son los siguientes:

1. Entrenamiento de los componentes de los equipos, así como del personal.
2. Detección de posibles circunstancias, no tenidas en cuenta en el desarrollo de la planificación de la emergencia o anomalías en el desarrollo de las funciones de los equipos.
3. Comprobación del correcto funcionamiento de los medios de protección existentes.
4. Medición de tiempos, tanto de evacuación como de intervención de los equipos de emergencia y de las ayudas exteriores, de la forma más real posible, para la obtención de las conclusiones pertinentes.

La preparación de simulacros debe ser un trabajo concienzudo en el que se debe tener en cuenta las eventualidades que puedan surgir durante su realización y haga posible la toma del mayor número de datos.

El nivel de información del personal y equipos debe ser total en un principio e ir disminuyendo gradualmente en los posteriores, con el fin de que llegue a realizarse sin



previo aviso. Se deben ensayar todos los posibles supuestos, así como los diferentes grados de gravedad de la emergencia.

Los simulacros generales se realizarán al menos una vez al año. Se pueden realizar simulacros que afecten solo a algunos equipos, sin alterar la actividad propia del centro.

## 5. NORMATIVA.

UNE 23007-1:1996

Sistemas de detección y alarma de incendio. Parte 1: Introducción.

UNE 23007-14:1996

Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.

UNE 23007-2:1998

Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 2: Equipos de control e indicación.

UNE 23007-2:1998 ERRATUM:2004

Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 2: Equipos de control e indicación.

UNE 23007-4/1M:2003

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 4: Equipos de suministro de alimentación.

UNE 23007-4:1998

Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 4: Equipos de suministro de alimentación.

UNE 23007-4:1999 ERRATUM

Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 4: Equipos de suministro de alimentación.



UNE 23008-2:1988

Concepción de las instalaciones de pulsadores manuales de alarma de incendio.

UNE 23032:1983

Seguridad contra incendios. Símbolos gráficos para su utilización en los planos de construcción y planes de emergencia.

UNE 23033-1:1981

Seguridad contra incendios. Señalización.

UNE 23034:1988

Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.

UNE 23035-1:2003

Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 1: Medida y calificación.

UNE 23035-2:2003

Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización.

UNE 23035-3:2003

Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 3: Señalizaciones y balizamientos luminiscentes.

UNE 23035-4:2003

Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación.

UNE 23062:1966

Material contra incendios. Escala de antepechos de madera, para trepa, tipo unigancho.

UNE 23063:1966

Material contra incendios. Escala extensible de corredera de madera.

UNE 23091-1:1989



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 1: generalidades.

UNE 23091-2A:1996

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2A: Manguera flexible plana para servicio ligero, de diámetro 45 mm y 70 mm.

UNE 23091-2B:1981

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2b: manguera flexible plana para servicio duro, de diámetros 25, 45, 70 y 100 mm.

UNE 23091-4/1M:1994

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.

UNE 23091-4:1990

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.

UNE 23091-4/2M:1996

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.

UNE 23110-15:2002

Lucha contra incendios. Extintores portátiles de incendios. Parte 15: Documento de interpretación de la Norma Europea EN 3.

UNE 23110-3:1994

Extintores portátiles de incendios. Parte 3: construcción, resistencia a la presión y ensayos mecánicos.

UNE 23110-6/1M:2000

Extintores portátiles de incendios. Parte 6: Procedimientos para la evaluación de la conformidad de los extintores portátiles con la norma EN 3, partes 1 a 5.

UNE 23110-6:1996



Extintores portátiles de incendios. Parte 6: Procedimientos para la evaluación de la conformidad de los extintores portátiles con la Norma EN 3, Partes 1 a 5.

UNE 23120:2003

Mantenimiento de extintores portátiles contra incendios.

UNE 23120:2003 ERRATUM:2004

Mantenimiento de extintores portátiles contra incendios.

UNE 23300:1984

Equipos de detección y medida de la concentración de monóxido de carbono.

UNE 23300:1984/1M:2005

Equipos de detección y medida de la concentración de monóxido de carbono

UNE 23301:1988

Equipos de detección de la concentración de monóxido de carbono en garajes y aparcamientos.

UNE 23400-1:1998

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 25 mm.

UNE 23400-2:1998

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 45 mm.

UNE 23400-3:1998

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 70 mm.

UNE 23400-3:1999 ERRATUM

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 70 mm.

UNE 23400-4:1998

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 100 mm.

UNE 23400-4:1999 ERRATUM

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 100 mm.



UNE 23400-5:1998

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión. Procedimientos de verificación.

UNE 23400-5:1999 ERRATUM

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión. Procedimientos de verificación.

UNE 23405:1990

Hidrante de columna seca.

UNE 23406:1990

Lucha contra incendios. Hidrante de columna húmeda.

UNE 23407:1990

Lucha contra incendios. Hidrante bajo nivel de tierra.

UNE 23410-1:1994

Lanzas-boquilla de agua para la lucha contra incendios. Parte 1: lanzas convencionales.

UNE 23500:1990

Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

UNE 23501:1988

Sistemas fijos de agua pulverizada. Generalidades.

UNE 23502:1986

Sistemas fijos de agua pulverizada. Componentes del sistema.

UNE 23503:1989

Sistemas fijos de agua pulverizada. Diseño e instalaciones.

UNE 23504:1986

Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos de recepción.

UNE 23505:1986



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos periódicos y mantenimiento.

UNE 23506:1989

Sistemas fijos de agua pulverizada. Planos, especificaciones y cálculos hidráulicos.

UNE 23507:1989

Sistemas fijos de agua pulverizada. Equipos de detección automática.

UNE 23522:1983

Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos para protección de riesgos interiores.

UNE 23523:1984

Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos para protección de riesgos exteriores. Tanques de almacenamiento de combustibles líquidos.

UNE 23526:1984

Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Ensayos de recepción y mantenimiento.

UNE 23570:2000

Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Requisitos generales.

UNE 23571:2000

Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor HFC 125.

UNE 23572:2000

Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor HFC 227ea.

UNE 23573:2000



Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor HFC 23.

UNE 23574:2000

Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor HFC 236fa.

UNE 23575:2000

Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor IG-01.

UNE 23576:2000

Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor IG-55.

UNE 23577:2000

Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor IG-541.

UNE 23577:2002 ERRATUM

Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor IG-541.

UNE 23580-1:2005

Seguridad contra incendios. Actas para la revisión de las instalaciones y equipos de protección contra incendios. Inspección técnica para mantenimiento. Parte 1: Generalidades.

UNE 23580-2:2005

Seguridad contra incendios. Actas para la revisión de las instalaciones y equipos de protección contra incendios. Inspección técnica para mantenimiento. Parte 2: Sistemas de detección y alarma de incendios.

UNE 23580-3:2005



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Seguridad contra incendios. Actas para la revisión de las instalaciones y equipos de protección contra incendios. Inspección técnica para mantenimiento. Parte 3: Abastecimiento de agua.

UNE 23580-4:2005

Seguridad contra incendios. Actas para la revisión de las instalaciones y equipos de protección contra incendios. Inspección técnica para mantenimiento. Parte 4: Red general: hidrantes y válvulas.

UNE 23580-5:2005

Seguridad contra incendios. Actas para la revisión de las instalaciones y equipos de protección contra incendios. Inspección técnica para mantenimiento. Parte 5: Red de bocas de incendio equipadas.

UNE 23580-6:2005

Seguridad contra incendios. Actas para la revisión de las instalaciones y equipos de protección contra incendios. Inspección técnica para mantenimiento. Parte 6: Sistemas de rociadores.

UNE 23580-7:2005

Seguridad contra incendios. Actas para la revisión de las instalaciones y equipos de protección contra incendios. Inspección técnica para mantenimiento. Parte 7: Sistemas de espuma

UNE 23580-8:2005

Seguridad contra incendios. Actas para la revisión de las instalaciones y equipos de protección contra incendios. Inspección técnica para mantenimiento. Parte 8: Sistemas de gases.

UNE 23580-9:2005

Seguridad contra incendios. Actas para la revisión de las instalaciones y equipos de protección contra incendios. Inspección técnica para mantenimiento. Parte 9: Extintores

UNE 23585:2004



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos en caso de incendio.

UNE 23600:1990

Agentes extintores de incendios. Clasificación.

UNE 23601:1979

Polvos químicos extintores. Generalidades.

UNE 23603:1983

Seguridad contra incendios. Espuma física extintora. Generalidades.

UNE 23604:1988

Agentes extintores de incendio. Ensayos de propiedades físicas de la espuma proteínica de baja expansión.

UNE 23635:1990

Agentes extintores de incendios. Agentes formadores de película acuosa.

UNE 23702:1988

Ensayos de reacción al fuego. Propagación de llama de los materiales de construcción.

UNE 23721:1990

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo por radiación aplicable a los materiales rígidos o similares (materiales de revestimiento) de cualquier espesor y a los materiales flexibles de espesor superior a 5mm.

UNE 23723:1990

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo del quemador eléctrico aplicable a los materiales flexibles de un espesor inferior o igual a 5 mm.

UNE 23724:1990



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo de velocidad de propagación de la llama aplicable a los materiales no destinados a ser colocados sobre un soporte. Ensayo complementario.

UNE 23725:1990

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo de goteo aplicable a los materiales fusibles. Ensayo complementario.

UNE 23726:1990

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayos en el panel radiante para revestimientos de suelos. Ensayo complementario.

UNE 23727:1990

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.

UNE 23728:1990

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Calibrado del quemador eléctrico.

UNE 23729:1990

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Calibrado del radiador.

UNE 23731:1983 EX

Ensayos de reacción al fuego. Determinación de la cualidad de ignifugado frente a la acción de lavados.

UNE 23732:1985 EX

Ensayos de reacción al fuego. Determinación de la cualidad de ignifugado frente a la acción mecánica de barrido y aspirado.

UNE 23733:1985 EX

Ensayos de reacción al fuego. Determinación de la cualidad de ignifugado frente a la variación de condiciones climáticas ambientales.

UNE 23735-1:1994 EX



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Procesos de envejecimiento acelerado. Parte 1: generalidades.

UNE 23735-2:1994 EX

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Procesos de envejecimiento acelerado. Parte 2: materiales textiles utilizados al abrigo de la intemperie.

UNE 23766-3:1998

Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 3: Sellados de penetraciones.

UNE 23801:1979

Ensayo de resistencia al fuego de elementos de construcción vidriados.

UNE 23806:1981

Ensayo de comportamiento frente al fuego. Ensayo de estabilidad al chorro de agua de los materiales protectores de estructuras metálicas.

UNE 23900:1983

Vehículos contra incendios y de salvamento. Especificaciones comunes.

UNE 23901:1983

Vehículos contra incendios y de salvamentos. Vehículo autobomba rural ligero (BRL).

UNE 23902:1983

Vehículos contra incendios y de salvamentos. Vehículo autobomba urbano ligero (BUL).

UNE 23903:1985

Vehículos contra incendios y de salvamentos. Vehículo autobomba rural pesado (BRP).

UNE 23904:1986



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Vehículos contra incendios y de salvamentos. Vehículo autobomba urbano pesado (BUP).

UNE 23905:1989 IN

Vehículos contra incendios y de salvamentos. Vehículo cisterna. Autobomba cisterna para agua (BCA). Autobomba cisterna para espuma (bce).

UNE-CEN/TR 14568:2004

EN 54. Sistemas de detección y alarma de incendios. Interpretación de capítulos específicos de la Norma EN 54-2: 1997

UNE-EN ISO 1182:2002

Ensayos de reacción al fuego para productos de construcción. Ensayo de no combustibilidad. (ISO 1182:2002).

UNE-EN ISO 11925-2:2002

Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única. (ISO 11925-2:2002).

UNE-EN ISO 13943:2001

Seguridad contra incendio. Vocabulario. (ISO 13943:2000)

UNE-EN ISO 14557:2003

Mangueras para lucha contra incendios. Mangueras de aspiración de elastómero y plástico y conjuntos de mangueras. (ISO 14557:2002).

UNE-EN ISO 1716:2002

Ensayos de reacción al fuego de los productos de construcción. Determinación del calor de combustión. (ISO 1716:2002)

UNE-EN ISO 9239-1:2002

Ensayos de reacción al fuego de los revestimientos de suelos. Parte 1: Determinación del comportamiento al fuego mediante una fuente de calor radiante. (ISO 9239-1:2002)



UNE-EN ISO 9239-1:2002 ERRATUM:2004

Ensayos de reacción al fuego de los revestimientos de suelos. Parte 1: Determinación del comportamiento al fuego mediante una fuente de calor radiante. (ISO 9239-1:2002)

UNE-EN 1028-1:2003

Bombas contra incendios. Bombas centrífugas contra incendios con cebador. Parte 1: Clasificación. Requisitos generales y de seguridad.

UNE-EN 1028-2:2003

Bombas contra incendios. Bombas centrífugas contra incendios con dispositivo de cebado. Parte 2: Verificación de requisitos generales y de seguridad.

UNE-EN 1147:2001

Escalas portátiles para uso en el servicio contra incendios.

UNE-EN 12094-10:2004

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 10: Requisitos y métodos de ensayo para presostatos y manómetros

UNE-EN 12094-11:2003

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 11: Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos mecánicos de pesaje.

UNE-EN 12094-1:2004

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos automáticos eléctricos de control y retardo .

UNE-EN 12094-12:2004

Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 12: Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos neumáticos de alarma.



UNE-EN 12094-13/AC:2002

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 13: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas de retención y válvulas antirretorno.

UNE-EN 12094-13:2001

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 13: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas de retención y válvulas antirretorno.

UNE-EN 12094-16:2003

Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 16: Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos odorizantes para sistemas de CO<sub>2</sub> a baja presión.

UNE-EN 12094-2:2004

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 2: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos automáticos no eléctricos de control y de retardo.

UNE-EN 12094-3:2003

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 3: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos manuales de disparo y de paro.

UNE-EN 12094-4:2005

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 4: Requisitos y métodos de ensayo para conjuntos de válvulas para depósitos y sus actuadores.

UNE-EN 12094-5:2001

Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 5: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO<sub>2</sub>.



#### UNE-EN 12094-5:2002 ERRATUM

Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 5: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO<sub>2</sub>.

#### UNE-EN 12094-6:2001

Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 6: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos no eléctricos de aborto para los sistemas de CO<sub>2</sub>.

#### UNE-EN 12094-7:2001

Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 7: Requisitos y métodos de ensayo para difusores para sistemas de CO<sub>2</sub>.

#### UNE-EN 12094-7:2001/A1:2005

Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 7: Requisitos y métodos de ensayo para difusores para sistemas de CO<sub>2</sub>.

#### UNE-EN 12094-8:2000

Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción por gas. Parte 8: Requisitos y métodos de ensayo para latiguillos flexibles para sistemas de CO<sub>2</sub>.

#### UNE-EN 12094-9:2003

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 9: Requisitos y métodos de ensayo para detectores especiales de incendios.

#### UNE-EN 12101-2:2004

Sistemas para el control de humos y de calor. Parte 2: Especificaciones para aireadores de extracción natural de humos y calor.

#### UNE-EN 12101-3:2002



Sistemas de control de humos y calor. Parte 3: Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos.

UNE-EN 12101-3:2002/AC:2006

Sistemas de control de humos y calor. Parte 3: Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos

UNE-EN 12101-6:2006

Sistemas para el control de humo y de calor. Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión. Equipos.

UNE-EN 12259-1:2002

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 1: Rociadores automáticos.

UNE-EN 12259-1:2002/A2:2005

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 1: Rociadores automáticos.

UNE-EN 12259-2/AC:2002

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 2: Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo

UNE-EN 12259-2/A1:2001

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 2: Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo.

UNE-EN 12259-2:2000

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 2: Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo.



UNE-EN 12259-3/A1:2001

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 3: Conjuntos de válvula de alarma para sistemas de tubería seca.

UNE-EN 12259-3:2001

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 3: Conjuntos de válvula de alarma para sistemas de tubería seca.

UNE-EN 12259-4/A1:2001

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 4: Alarmas hidromecánicas.

UNE-EN 12259-4:2000

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 4: Alarmas hidromecánicas.

UNE-EN 12259-5:2003

Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 5: Detectores de flujo de agua.

UNE-EN 12416-1:2001

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo. Parte 1: Especificaciones y métodos de ensayo para los componentes.

UNE-EN 12416-1:2001/A1:2005

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo. Parte 1: Especificaciones y métodos de ensayo para los componentes.

UNE-EN 12416-2:2001



Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo. Parte 2: Diseño, construcción y mantenimiento.

UNE-EN 12416-2:2002 ERRATUM

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo. Parte 2: Diseño, construcción y mantenimiento.

UNE-EN 12845:2004

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento

UNE-EN 12845:2005

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento

UNE-EN 13204:2006

Herramientas de rescate hidráulicos de doble acción para uso de los servicios contra incendios y de rescate. Prescripciones de seguridad y de funcionamiento.

UNE-EN 13238:2002

Ensayos de reacción al fuego para productos de construcción. Procedimiento de acondicionamiento y reglas generales para la selección de sustratos.

UNE-EN 13501-1:2002

Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

UNE-EN 13501-2:2004

Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.

UNE-EN 13565-1:2005



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas espumantes. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo de los componentes.

UNE-EN 1363-1:2000

Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 1363-2:2000

Ensayos de resistencia al fuego. Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales.

UNE-EN 1364-1:2000

Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes. Parte 1: Paredes.

UNE-EN 1364-2:2000

Resistencia al fuego de elementos no portantes. Parte 2: Falsos techos.

UNE-EN 1364-3:2004

Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes. Parte 3: Fachadas ligeras. Tamaño real (configuración completa).

UNE-EN 1365-1:2000

Resistencia al fuego de elementos portantes. Parte 1: Paredes.

UNE-EN 1365-2:2000

Ensayos de resistencia al fuego de los elementos portantes. Parte 2: Suelos y cubiertas

UNE-EN 1365-3:2000

Ensayos de resistencia al fuego de los elementos portantes. Parte 3: Vigas.

UNE-EN 1365-4:2000

Ensayos de resistencia al fuego de los elementos portantes. Parte 4: Pilares.

UNE-EN 1365-5:2005

Ensayos de resistencia al fuego de los elementos portantes. Parte 5: Balconadas y pasarelas.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

UNE-EN 1365-6:2005

Ensayos de resistencia al fuego de los elementos portantes. Parte 6: Escaleras.

UNE-EN 1366-1:2000

Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 1: Conductos.

UNE-EN 1366-2:2000

Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 2: Compuertas cortafuegos.

UNE-EN 1366-3:2005

Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 3: Sellantes de penetración.

UNE-EN 1366-5:2004

Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 5: Conductos para servicios y patinillos.

UNE-EN 1366-6:2005

Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 6: Pavimentos elevados registrables y pavimentos huecos.

UNE-EN 1366-7:2006

Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 7: Cerramientos para sistemas transportadores y de cintas transportadoras.

UNE-EN 1366-8:2005

Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 8: Conductos para extracción de humo.

UNE-EN 13823:2002

Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Productos de construcción excluyendo revestimientos de suelos expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo.

UNE-EN 14135:2005



Recubrimientos. Determinación de la capacidad de protección contra el fuego.

UNE-EN 14339:2006

Hidrantes contra incendios bajo tierra.

UNE-EN 14384:2006

Hidrantes de columna

UNE-EN 14466:2006

Bombas de lucha contra incendios. Motobombas portátiles. Seguridad y requisitos de funcionamiento, ensayos.

UNE-EN 14540:2006

Mangueras de lucha contra incendios. Mangueras planas estancas para sistemas fijos

UNE-EN 14604:2006

Alarmas de humo autónomas

UNE-EN 14710-1:2006

Bombas para lucha contra incendios. Bombas centrífugas sin cebador para lucha contra incendios. Parte 1: Clasificación. Requisitos generales y de seguridad.

UNE-EN 14710-2:2006

Bombas para lucha contra incendios. Bombas centrífugas sin cebador para lucha contra incendios. Parte 2: Verificación de los requisitos generales y de seguridad

UNE-EN 1568-1:2001

Agentes extintores. Espumógenos. Parte 1: Especificación para espumógenos de media expansión para aplicación sobre la superficie en líquidos no miscibles con el agua.

UNE-EN 1568-2:2001

Agentes extintores. Espumógenos. Parte 2: Especificación para espumógenos de alta expansión para aplicación sobre la superficie en líquidos no miscibles con agua.

UNE-EN 1568-3:2001



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Agentes extintores. Espumógenos. Parte 3: Especificación para espumógenos de baja expansión para aplicación sobre la superficie de líquidos no miscibles con agua.

UNE-EN 1568-4:2001

Agentes extintores. Espumógenos. Parte 4: Especificación para espumógenos de baja expansión para aplicación sobre la superficie en líquidos miscibles con agua.

UNE-EN 1634-1:2000

Ensayos de resistencia al fuego de puertas y elementos de cerramiento de huecos. Parte 1: Puertas y cerramientos cortafuegos

UNE-EN 1634-3:2006

Ensayos de resistencia al fuego y de control de humo de puertas y elementos de cerramiento de huecos, ventanas practicables y herrajes para la edificación. Parte 3: Ensayos de control de humo para puertas y elementos de cerramiento.

UNE-EN 1846-1:1998

Vehículos contra incendios y de servicios auxiliares. Parte 1: Nomenclatura y designación.

UNE-EN 1846-2:2003

Vehículos contra incendios y de servicios auxiliares. Parte 2: Especificaciones, seguridad y prestaciones.

UNE-EN 1846-2:2003/A1:2005

Vehículos contra incendios y de servicios auxiliares. Parte 2: Especificaciones, seguridad y prestaciones.

UNE-EN 1846-2:2003/A2:2006

Vehículos contra incendios y de servicios auxiliares. Parte 2: Especificaciones, seguridad y prestaciones.

UNE-EN 1846-3:2003

Vehículos contraincendios y de servicios auxiliares. Parte 3: Equipos instalados permanentemente. Seguridad y prestaciones.

UNE-EN 1869:1997



Mantas ignífugas.

UNE-EN 1947:2003

Mangueras de lucha contra incendios. Mangueras semirrígidas de descarga y conjuntos de manguera con accesorios de unión para bombas y vehículos de lucha contra incendios.

UNE-EN 2:1994

Clases de fuego. (Versión oficial EN 2:1992).

UNE-EN 2:1994/A1:2005

Clases de fuego.

UNE-EN 25923:1995

Protección contra incendios. Agentes extintores. Dióxido de carbono. (ISO 5923:1989).

UNE-EN 3-7:2004

Extintores portátiles de incendios. Parte 7: Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo.

UNE-EN 54-10:2002

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 10: Detectores de llama. Detectores puntuales.

UNE-EN 54-11:2001

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 11: Pulsadores manuales de alarma.

UNE-EN 54-12:2003

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 12: Detectores de humo. Detectores de línea que utilizan un haz óptico de luz.

UNE-EN 54-13:2006

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 13: Evaluación de la compatibilidad de los componentes de un sistema.



UNE-EN 54-3/A1:2002

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 3: Dispositivos de alarma de incendios. Dispositivos acústicos.

UNE-EN 54-3:2001

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 3: Dispositivos de alarma de incendios. Dispositivos acústicos.

UNE-EN 54-5/A1:2002

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 5: Detectores de calor. Detectores puntuales.

UNE-EN 54-5:2001

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 5: Detectores de calor. Detectores puntuales.

UNE-EN 54-7/A1:2002

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 7: Detectores de humo: Detectores puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización.

UNE-EN 54-7:2001

Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 7: Detectores de humo: Detectores puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización.

UNE-EN 615/A1:2001

Protección contra incendios. Agentes extintores. Especificaciones para polvos extintores (excepto polvos de clase D).

UNE-EN 615:1996

Protección contra incendios. Agentes extintores. Especificaciones para polvos extintores (excepto polvos de clase D).

UNE-EN 615:1996/AC:2006



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

Protección contra incendios. Agentes extintores. Especificaciones para polvos extintores (excepto polvos de clase D).

UNE-EN 671-1:2001

Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 1: Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas.

UNE-EN 671-2:2001

Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2: Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.

UNE-EN 671-2:2001/A1:2005

Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2: Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.

UNE-EN 671-3:2001

Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 3: Mantenimiento de las bocas de incendio equipadas.

UNE-EN 671-3:2001 ERRATUM

Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 3: Mantenimiento de las bocas de incendio equipadas.

UNE-EN 694:2001

Mangueras de lucha contra incendios. Mangueras semirrígidas para sistemas fijos.

UNE-EN 694:2001/AC:2006

Mangueras de lucha contra incendios. Mangueras semirrígidas para sistemas fijos.

UNE-ENV 1187:2003

Métodos de ensayo para cubiertas expuestas a fuego exterior.

UNE-ENV 13381-2:2004



Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 2: Membranas protectoras verticales.

UNE-ENV 13381-3:2004

Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 3: Protección aplicada a elementos de hormigón.

UNE-ENV 13381-4:2005

Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 4: Protección aplicada a elementos de acero.

UNE-ENV 13381-5:2005

Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 5: Protección aplicada a elementos mixtos de hormigón/chapa de acero perfilada.

UNE-ENV 13381-6:2004

Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 6: Protección aplicada a columnas de acero huecas rellenas de hormigón.

UNE-ENV 13381-7:2006 EX

Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 7: Protección aplicada a vigas de madera.

UNE-ENV 1363-3:2000

Ensayos de resistencia al fuego. Parte 3: Verificación del comportamiento del horno.

## **6. CONCLUSIONES.**

Para hacer un balance general y sacar las ideas principales sobre el presente proyecto podemos decir que la prevención y extinción de incendios juega un papel fundamental en la seguridad de las personas en su vida cotidiana.

Analizadas las causas, circunstancias, etc, se ha podido comprobar que en muchas ocasiones en mayor o menor medida, existían una serie de medios contra



incendios, pero no siempre había en el centro una organización racional contra este riesgo.

La planificación para cualquier tipo de emergencia debe producirse desde el mismo momento que comienzan las actividades de la empresa, si bien el riesgo de incendio debe ser tenido en cuenta mucho antes, ya en la fase de proyecto.

No solo es así en el caso de incendios, sino en todo aquello que se relaciona con la seguridad del centro a considerar. El análisis y la evaluación del riesgo que puede afectar a un centro de trabajo debe abordarse desde los primeros momentos, teniendo en cuenta no solo aquellos que tienen origen en el mismo centro, sino aquellos que pueden venir desde el exterior, tanto de origen natural (Inundaciones, Seísmos...) como tecnológicos (Industrias próximas...).

Para todo ello y que todo funcione con sinergia se ha visto en dicho proyecto la cantidad de medios tanto técnicos como humanos que hacen falta para la prevención y lucha contra incendios. Conforme avanza la tecnología los medios, herramientas y soluciones técnicas también son más sofisticadas lo que ayuda a minimizar los riesgos de incendio y en caso de desarrollarse éste, combatirlo originando el menor número de daños tanto materiales como humanos posible.

Para finalizar, comentar que la prevención de incendios no solo está en manos de técnicos, bomberos, ingenieros, etc., sino que es un tema en el que todos podemos poner de nuestra parte y así hacer más segura nuestra vida cotidiana.

## **7. BIBLIOGRAFÍA.**

### **Principales manuales consultados.**

- Manual de Ventilación de la NFPA (Tactic Ventilation).
- Incendios de Interior. Técnicas de extinción y Flashover.(I.S.B.N.84-95034-53-0)(José Manuel Menéndez 2004).
- Manual de Ventilación (SPEIS Consorcio Valencia).
- Manuales comerciales de ventiladores (Leader-Tempest).



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- Curso de Instructores Räddningsverket. Suecia 1994.
- CONSELLERIA D'AGRICULTURA I PESCA. 1988. Los incendios forestales en la Comunidad Valenciana. Generalitat de Valencia.
- EIMFOR, 1996. Técnico de brigada helitransportada. Madrid.
- ELVIRA, L.M. et al., 1989. Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque. I.N.I.A. Madrid.
- MAPA, 1980. Manual de prevención y lucha contra los incendios forestales. ICONA. Madrid.
- MAPA, 1981. Técnicas de defensa contra incendios forestales. Monografía nº 24. ICONA. Madrid
- MAPA, 1989. Clave fotográfica para la identificación de modelos de combustible. ICONA. Madrid.
- MAPA, 1995. Motivaciones de los incendios forestales intencionados. ICONA. Madrid.
- MAPA, 1982, a. Manual para determinación de causas de incendios forestales. ICONA. Madrid.
- MAPA, 1982, b. Manual de prevención de incendios mediante tratamiento del combustible forestal. ICONA. Madrid.
- MAPA. 1982, c. Manual de seguridad personal en los trabajos de defensa contra incendios forestales. ICONA. Madrid.
- MAPA, 1982, d. Manual para el primer ataque a un incendio forestal. ICONA. Madrid.
- MARTINEZ, E. 1996. Manual de valoración de pérdidas y estimación del impacto ambiental por incendios forestales. DGCONA
- MARTINEZ, E. 1997. Manual del contrafuego. Edic. TRAGSA
- MARTINEZ, E. 2001. Manual de quemas controladas. El manejo del fuego en la prevención de incendios forestales. Edic. TRAGSA.



ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
MEMORIA DESCRIPTIVA

- PORRERO RODRÍGUEZ, M.A. 2000. Incendios forestales. I Investigación de causas. Mundi Prensa.
- SALAS, F. 1993. Manual de formación para la lucha contra incendios. Getisa
- VARIOS AUTORES, 1994. Jornadas multidisciplinarias sobre incendios forestales. Un futuro con bosques. Universidad Politécnica de Valencia.
- VELEZ, R. 2000. La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias. McGraw Hill. Madrid.
- Manual de ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales. VARIOS AUTORES. Edición Mundi-prensa.
- Manual Adams. Ediciones Valbuena, S.A.

#### **Principales paginas web consultadas.**

- [www.cortafuegos.com](http://www.cortafuegos.com)
- [http://mediorural.xunta.es/es/areas/forestal/incendios\\_forestales/](http://mediorural.xunta.es/es/areas/forestal/incendios_forestales/)
- [www.tecnifuego-aespi.org](http://www.tecnifuego-aespi.org)
- [www.incendiosforestales.com](http://www.incendiosforestales.com)
- <http://effis.jrc.ec.europa.eu>
- [www.wildfireman.com](http://www.wildfireman.com)
- [www.wwf.es](http://www.wwf.es)
- [www.greenpeace.org/espana/](http://www.greenpeace.org/espana/)
- Ministerio de medio ambiente. [www.marm.es](http://www.marm.es)
- <http://firestation.wordpress.com>