



MANUAL DE EXTINCION DE INCENDIOS BOMBEROS NAVARRA





Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak

En las siguientes paginas encontraras:

Indice completo del manual

Muestra del capitulo 1: El fuego

Muestra del capitulo 4: Combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

Muestra del capitulo 5: Productos, propagación, métodos de extinción

Muestra del capitulo 6: Normas básicas de actuación en los incendios

Muestra del capitulo 7: La Intervención

Muestra del capitulo 8: Incendio en sótanos

Muestra del capitulo 9: Incendios industriales

Muestra del capitulo 10: Incendios forestales

Muestra del capitulo 11: La intervención en túneles

Muestra del capitulo 12: Prevención de incendios

Muestra del capitulo 13: Investigación de incendios



**Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak**

Manual de Extinción de Incendios



Profesores:

José Javier Boulandier

Felix Esparza

Javier Garayoa

Carlos Orta

Pedro Anitua



Manual de Extinción de Incendios

Autores:

José Javier Boulandier Herrera. Oficial de Bomberos de Navarra.

Felix Esparza Fernández. Oficial de Bomberos de Navarra.

Javier Garayoa Gurruchagui. Oficial de Bomberos de Navarra.

Carlos Orta González-Orduña. Oficial de Bomberos de Navarra.

Pedro Anitua Aldecoa. Jefe de Bomberos de Vitoria.

Maquetación y Coordinación general:

Eduardo Jauregi Arbea. Bombero.

Mikel Oiaga Artajo. Cabo-Bombero.

Pamplona, a 11 de Abril de 2001.

Bibliografía

- Manual de Extinción de Incendios.*** Gobierno de Navarra. 1988
Manual de Material y Equipo. Gobierno de Navarra. 1988
Manual del Bombero. Fundación Mapfre. 1994
Manual Básico del Bombero. Gobierno Vasco. 1995
Manual de Protección contra Incendios. National Fire Protection Association. Editorial Mapfre. 1987
Manuales sobre Incendios Forestales del ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Manual de Sistemática de Intervención. Servicio de Formación de Bomberos de la Comunidad de Madrid.

Fotografías y dibujos:

Para la elaboración de este manual se han tomado dibujos y fotografías de los libros anteriormente citados, de la revista 080 de la Asociación Cultural Bomberos de Zaragoza; de distintos catálogos y revistas publicadas por fabricantes y distribuidores del material propio de los Servicios de Incendios y Salvamento; fotografías aportadas por Javier Garayoa y dibujos de Carlos Zaratiegui y Eduardo Jauregi.

Agradecer la colaboración de la Asociación Deportiva Cultural Bomberos de Navarra que ha cedido todas las fotos necesarias para la publicación de este manual.



INDICE

1. El fuego o combustión	
1.1. Definición.....	11
1.2. Introducción	11
1.3. Velocidad de reacción	11
1.4. Triángulo y tetraedro del fuego	12
1.4.1. Combustible.....	13
1.4.2. Comburente.....	13
1.4.3. Energía de activación	13
1.4.4. Reacción en cadena	13
2. El incendio	
2.1. Definición.....	15
2.2. Factores que influyen en la ignición	15
2.2.1. Según su temperatura.....	15
2.2.2. Según su concentración de combustible	16
2.3. Factores que influyen en la combustión	18
2.3.1. Poder calorífico	18
2.3.2. Reactividad	18
2.3.3. Velocidad de la combustión	19
2.3.4. Velocidad de propagación de la llama	19
3. Explosiones	
3.1. Definición.....	20
3.2. Efectos	20
3.3. Clasificación de las explosiones por su origen.....	20
3.3.1. Explosiones físicas	20
3.3.2. Explosiones químicas	20
3.3.3. Reacciones uniformes.....	20
3.3.4. Reacción de propagación	21
3.3.5. Deflagración	21
3.3.6. Detonación	21
3.3.7. BLEVE	21
3.3.8. Explosión térmica	21
3.4. BLEVE.....	22



4. Combustibles sólidos, líquidos y gaseosos	
4.1. Definición.....	27
4.2. Clasificación	27
4.3. Combustibles sólidos	27
4.3.1. Materias celulósicas	27
4.3.2. Plásticos	28
4.3.3. Metales	29
4.3.4. Polvos	30
4.4. Combustibles líquidos	31
4.5. Gases combustibles	32
5. Productos, propagación, métodos de extinción	
5.1. Productos de la combustión.....	37
5.1.1. Humo	38
5.1.2. Llama	39
5.1.3. Calor	39
5.1.4. Gases	43
5.2. Formas de propagación del calor	45
5.2.1. Conducción.....	47
5.2.2. Convección.....	48
5.2.3. Radiación	49
5.3. Métodos de extinción	50
5.3.1. Eliminación o dilución del combustible	50
5.3.2. Eliminación o dilución del comburente. Sofocación	50
5.3.3. Eliminación del calor. Enfriamiento	50
5.3.4. Eliminación de las reacciones intermedias en cadena	51
6. Normas básicas de actuación en los incendios	
6.1. Información, reconocimiento y evaluación.....	58
6.1.1. Primera etapa.....	58
6.1.2. Segunda etapa	59
6.2. Salvamentos y evacuación	60
6.2.1. Vías de evacuación	61
6.2.2. Medios de salvamento	62
6.3. Extinción.....	63
6.3.1. La contención	63
6.3.2. La extinción	63
6.3.3. Principios a seguir en la extinción	64
6.4. Ventilación	66
6.4.1. Ventilación por sobrepresión	68
6.4.2. Ventilación por depresión	68

6.5. Inspección	69
6.6. Consolidación.....	69
6.7. Investigación y desescombro.....	70
6.8. Reconocimiento final	70
6.9. Recogida de materiales y equipos.....	70
6.10. Retén de vigilancia.....	71
7. La Intervención	
7.1. Protocolo en incendio de vivienda sin columna seca	75
7.1.1. Desarrollo secuencial de la actuación	75
7.1.2. Metodología de la actuación	76
7.2. Protocolo en incendio de vivienda con columna seca.....	82
7.2.1. Desarrollo secuencial de la actuación	82
7.2.2. Metodología de la actuación	82
7.3. Protocolo en incendio de vivienda con apoyo de autoescala	84
7.3.1. Desarrollo secuencial de la actuación	84
7.3.2. Desarrollo secuencial sin necesidad de salvamento	84
7.4. Protocolo en incendio de vivienda en medio rural.....	86
7.4.1. Desarrollo secuencial de la actuación	86
7.4.2. Metodología de la actuación	86
7.5. Protocolo en incendio de vivienda con cuatro intervinientes.....	87
7.5.1. Desarrollo secuencial de la actuación	87
7.5.2. Metodología de la actuación	88
8. Incendio en sótanos	
8.1. Introducción	93
8.2. Aparcamientos subterráneos	95
8.2.1. Tipos de aparcamientos	95
8.2.2. Diferentes accesos a los aparcamientos	96
8.3. Material combustible en un aparcamiento	97
8.4. La extinción	98
9. Incendios industriales	
9.1. Introducción.....	103



10. Incendios forestales	
10.1. Recursos contra incendios en la Comunidad Foral de Navarra	111
10.2. Causas de los incendios	115
10.2.1. Rayos y otras causas naturales	115
10.2.2. Negligencias	115
10.2.3. Otras causas	116
10.2.4. Intencionados	117
10.2.5. Causas desconocidas	118
10.2.6. Determinación de la causa	118
10.2.7. Estadística en la Comunidad Foral de Navarra	124
10.3. Comportamiento del fuego forestal.....	127
10.3.1. Introducción	127
10.3.2. Influencia de la topografía en el tiempo atmosférico	127
10.3.3. Relación de la topografía con la vegetación	131
10.3.4. Influencia de la topografía en las variaciones del tiempo	131
10.3.5. Comportamiento del incendio	132
10.3.6. Resumen	134
10.3.7. Influencia de la climatología	137
10.3.8. Influencia del combustible	139
10.3.9. Formas de propagación del calor	143
10.3.10. Tipología de incendios.....	143
10.3.11. Partes de un incendio	144
10.3.12. Forma perimetral de propagación	145
10.4. Herramientas, extintores, bombas y autobombas	146
10.4.1. Herramientas	146
10.4.2. Agentes extintores.....	150
10.4.3. Equipos de bombeo	152
10.4.4. Autobombas forestales y nodrizas	155
10.5. Técnicas de intervención	157
10.5.1. Proceso de combustión de la madera	157
10.5.2. Acciones básicas para extinguir el fuego	158
10.5.3. La línea de control.....	159
10.5.4. Métodos de combate.....	160
10.5.5. El contrafuego	163
10.5.6. Cuando usar ataque directo o indirecto	166
10.5.7. El ataque indirecto.....	166
10.5.8. Consideraciones de la línea de defensa.....	167
10.5.9. Actuación después del incendio	176
10.5.10. Seguridad del personal	177
10.5.11. Precauciones generales	177
10.6. La prevención	179
10.6.1. Ley de patrimonio forestal de Navarra	179
10.6.2. Decreto foral de quema de rastrojeras	180

11.1. INTRODUCCION.....	189
11.1.1 Beneficios de los túneles	189
11.1.2 Breve descripción de las técnicas de construcción de un túnel.	
11.1.3 Problemática de los túneles	192
11.2. TIPOS DE TÚNELES.....	193
11.2.1 Urbanos y no urbanos.	193
11.2.2 En trinchera, recubiertos, excavados y prefabricados.	194
11.2.3 Terrestres, fluviales y marinos.....	194
11.2.4 Carreteros y ferroviarios.	194
11.2.5 Con tráfico en un único sentido y en los dos sentidos.	195
11.2.6 Revestidos y sin revestir.....	195
11.3. NORMATIVA SOBRE TÚNELES	
11.3.1 La normativa Española. IOS-98.	196
11.3.2 La normativa Francesa.....	198
11.3.3 Otras normativas	198
11.4. INVENTARIO DE TÚNELES CARRETEROS EN NAVARRA	
11.4.1 Relación de túneles carreteros existentes en Navarra	199
11.4.2 Mapa de situación	200
11.5. INSTALACIONES DE UN TÚNEL.....	201
11.5.1 Denominaciones de las partes de un túnel	201
11.5.2 Ventilación	201
11.5.3 Iluminación	201
11.5.4 Cámaras televisión.	201
11.5.5 Megafonía.....	202
11.5.6 Semáforos	202
11.5.7 Paneles de información	202
11.5.8 Comunicaciones	202
11.5.9 Opacímetros	202
11.5.10 Detección de incendios	202
11.5.11 Extinción de incendios	202
11.5.12 Señalización de Emergencia	203
11.5.13 Salidas de evacuación	203
11.6. SISTEMAS DE VENTILACIÓN EN LOS TÚNELES	204
11.6.1 Ventilación natural	204
11.6.2 Ventilación artificial o forzada.....	206
11.7 EQUIPOS RESPIRATORIOS PARA INTERVENCIÓN EN TÚNELES.	
11.7.1 Los equipos de respiración autónoma de circuito abierto	213
11.7.2 Los equipos de respiración autónoma de circuito cerrado....	214
11.7.3 Utilización de los diferentes equipos autónomos en fuegos de túneles	217
11.8. TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN EN INCENDIOS DE TÚNELES.	
11.8.1 ..Comportamiento del humo en un túnel con ventilación natural o con ventilación longitudinal simple.....	218
11.8.2. Información previa a la intervención	219



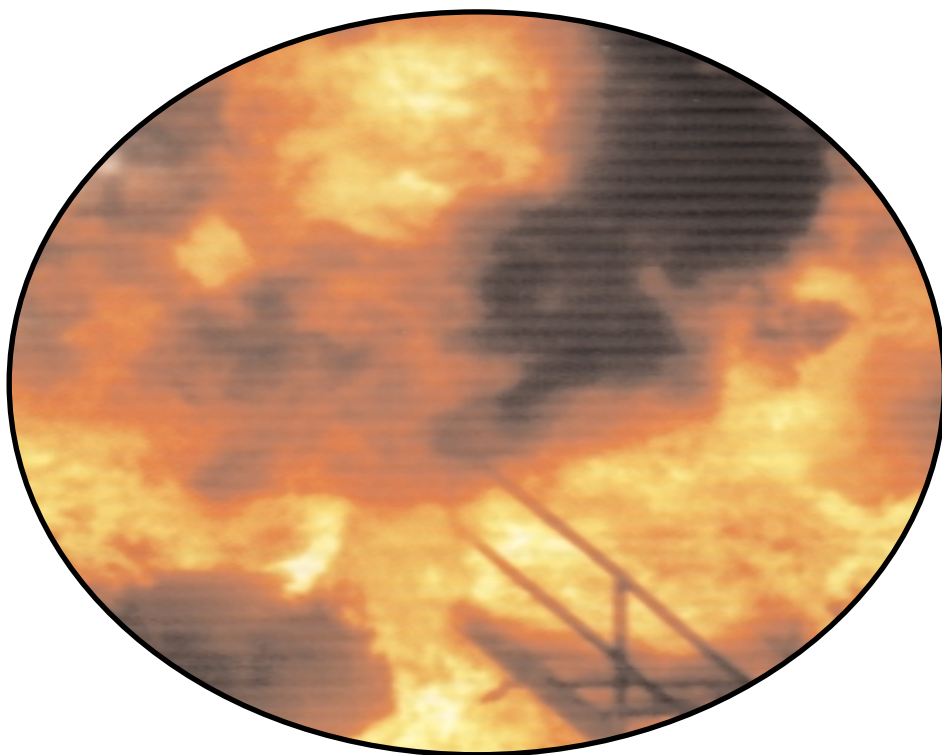
11.8.3 Forma de proceder	220
12. Prevención de Incendios	
12.1. Instalaciones de protección contra incendios	225
12.1.1. Hidrante	225
12.1.2. Hidrante de diametro 80.....	227
12.1.3. Boca de riego	227
12.1.4. Bocas de incendio equipadas	228
12.1.5. Columnas secas.....	229
12.1.6. Detectores de incendios.....	230
12.1.7. Pulsadores de alarma y centrales de detección	232
12.1.8. Instalaciones fijas de extinción.....	233
12.1.9. Instalación de alumbrado de emergencia	242
12.1.10. Instalación de ascensor de emergencia	243
12.1.11. Sistemas de evacuación de humo y calor	243
12.1.12. Instalaciones de extintores.....	244
12.2. Plan de emergencia y autoprotección	248
12.2.1. Objetivos y fines.....	248
12.2.2. Evaluación del riesgo	248
12.2.3. Comportamiento frente al fuego.....	250
12.2.4. Evacuación.....	251
12.2.5. Medios de protección	252
12.2.6. Medios de extinción	253
12.2.7. Plan de emergencia	255
12.2.8. Implantacion del plan de emergencia	257
13. Investigación de incendios	
13.1. Introducción	263
13.2. Objeto de la investigación	263
13.3. Objetivos generales	265
13.4. Equipo investigador	266
13.5. Intervención de los bomberos en el proceso de investigación	268
13.5.1. En el parque.....	268
13.5.2. De ruta al incendio	271
13.5.3. Llegada al lugar del incendio	271
13.5.4. La extinción	274
13.5.5. Después de la extinción	276
13.6. La inspección ocular como base de la investigación.....	278
13.6.1. Introducción	278
13.6.2. Definición	278
13.6.3. Metodología y requisitos	280
13.6.4. Objetivos específicos	281
13.6.5. Recogida de pruebas	284

13.7. Marcas	285
13.7.1. Definición	285
13.7.2. Origen.....	286
13.7.3. Marcas	286
13.7.4. Efecto de la carbonización	289
13.7.5. Otras marcas	290





Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



El fuego o combustión

Felix Esparza



1. El fuego o combustión

1.1. Definición:

El fuego o combustión es una rápida reacción química de oxidación de carácter exotérmico (y de luz), autoalimentada, con presencia de un combustible en fase sólida, líquida o gaseosa.

Según las Normas UNE: El fuego es una combustión caracterizada por una emisión de calor acompañada de humo, llamas o ambos.

Diccionario: Fuego es luz y calor producidos por la combustión.

Químicamente: Proceso de reacción química rápida, fuertemente exotérmica de oxidación-reducción, en las que participa una sustancia combustible y un comburente, que se produce en condiciones energéticas favorables y en la que se desprende calor, radiación luminosa, humo y gases de combustión.

1.2. Introducción:

El fuego es uno de los elementos más utilizados por el hombre para su trabajo, alimentación y bienestar. Sin embargo este fenómeno es útil y positivo cuando está controlado.

1.3. Velocidad de la reacción:

Según la velocidad de la reacción podremos establecer la siguiente clasificación:

-Si la reacción es lenta, es ***OXIDACIÓN***; no hay aumento de la temperatura (oxidación del hierro, amarilleo del papel). Se produce sin emisión de luz y poca emisión de calor que se disipa en el ambiente.

-Si la reacción es normal, es ***COMBUSTIÓN***; se produce con emisión de luz (llama) y calor, que es perceptible por el ser humano. El frente de llama tiene unos valores de varios centímetros por segundo.





-Si la reacción es rápida, es ***DEFLAGRACIÓN***; combustión que se produce cuando la velocidad de propagación del frente de llama es menor que la del sonido; su valor se sitúa en el orden de metros por segundo. Ondas de presión 1 a 10 veces la presión inicial.



-Si la reacción es muy rápida, es **DETONACIÓN**; combustión que se produce cuando la velocidad de la propagación del frente de llama es mayor que la del sonido; se alcanzan velocidades de kilómetros por segundo. Ondas de presión de hasta 100 veces la presión inicial.

El fuego se corresponde con la segunda denominación: Combustión.

A las dos últimas se les denomina explosiones.

<i>LENTA</i>	<i>NORMAL</i>	<i>RAPIDA</i>	<i>MUY RAPIDA</i>
			
	<i>CM/SEG.</i>	<i>M/SEG.</i>	<i>KM/SEG.</i>

1.4. El triángulo y tetraedro del fuego:

El estudio de la dinámica del fuego y de su extinción supone la utilización de disciplinas tales como la mecánica de fluidos, las transferencias de calor y materia y la cinética química. Sin embargo, con frecuencia los textos (desde Lavoisier) emplean un triángulo o un tetraedro para representar los elementos básicos del fuego, siendo ésta una forma intuitiva del fuego y de sus métodos de extinción.

Una simplificación gráfica habitual para describir el proceso de la combustión es el denominado triángulo del fuego.

Con él se quiso significar que el fuego no podía producirse sin que se unieran tres elementos: *el combustible, el comburente y la energía de activación (calor)*.



Y que podemos definir de la forma siguiente:

1.4.1. **Combustible:** Es cualquier sustancia capaz de arder en determinadas condiciones. Cualquier materia que pueda arder o sufrir una rápida oxidación.

1.4.2. **Comburente:** Es el elemento en cuya presencia el combustible puede arder (normalmente oxígeno). Sustancia que oxida al combustible en las reacciones de combustión.

El oxígeno es el agente oxidante más común. Por ello, el aire, que contiene aproximadamente un 21 % en volumen de oxígeno, es el comburente más habitual en todos los fuegos e incendios.

Algunas sustancias químicas que desprenden oxígeno bajo ciertas condiciones Nitrato Sódico (Na NO_3), Clorato Potásico (KClO_3), son agentes oxidantes cuya presencia puede provocar la combustión en ausencia de comburente; otros productos, como la nitrocelulosa, arden sin ser necesaria la presencia de aire por contener oxígeno en su propia estructura molecular.

1.4.3. **Energía de Activación:** Es la energía (calor) que es preciso aportar para que el combustible y el comburente reaccionen. Es la energía necesaria para el inicio de la reacción.

Para que las materias en estado normal actúen como reductores necesitan que se les aporte una determinada cantidad de energía para liberar sus electrones y compartirlos con los más próximos del oxígeno. Esta energía se llama “energía de activación” y se proporciona desde el exterior por un foco de ignición(calor).

De la energía desprendida en la reacción parte se disipa en el ambiente provocando los efectos térmicos derivados del incendio y el resto calienta a unos productos reaccionantes aportando la energía de activación precisa para que el proceso continúe.

La humedad, la luz, forma de apilado, temperatura ambiente, etc..., son factores que junto con las características físicas de los combustibles, hacen variar la energía de activación necesaria.

1.4.4. **Reacción en Cadena:**

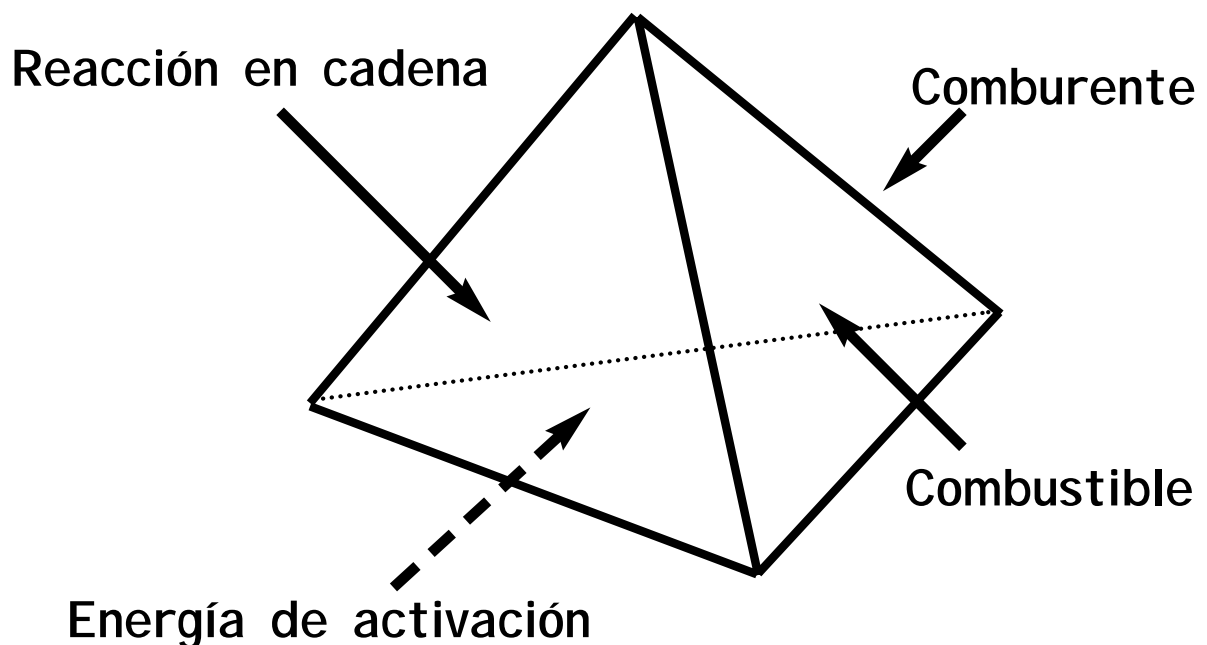
Esta sencilla representación en triángulo se aceptó durante mucho tiempo, sin embargo, se comenzaron a observar algunos fenómenos que no podían explicarse totalmente hasta que se descubrió un “nuevo factor”, la reacción en cadena.

Reacción en cadena es el proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de una mezcla comburente-combustible.



Una vez incluido este cuarto elemento, la representación del fuego se realizó mediante el denominado tetraedro del fuego.

Tetraedro del fuego



En este tetraedro del fuego, cada cara representa uno de los elementos básicos para que se produzca la combustión. Por tanto, bastará con eliminar una cara del tetraedro para romper el equilibrio y extinguir el fuego.

2. El Incendio

2.1. Definición

Es un fuego no controlado en el espacio ni en el tiempo. Como ejemplo podemos citar un fuego forestal. A diferencia el fuego podemos calificarlo como controlado en el espacio (combustible limitado) y en el tiempo (se apaga cuando se quiere); y como ejemplo una cerilla ardiendo.

Diccionario: Fuego grande que destruye lo que no debía quemarse

2.2. Factores que influyen en la ignición

Todos los combustibles que arden con llama, entran en combustión en fase gaseosa. Cuando el combustible es sólido o líquido, es necesario un aporte previo de energía para llevarlo al estado gaseoso.

La peligrosidad de un combustible respecto a su ignición va a depender de una serie de variables.

2.2.1. Según su temperatura

Todas las materias combustibles presentan 3 niveles de temperatura característicos que se definen a continuación:

2.2.1.1. Punto de Ignición

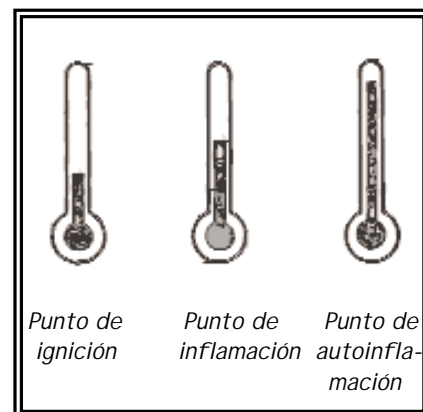
Es aquella temperatura mínima a la cual el combustible emite suficientes vapores que, en presencia de aire u otro comburente, se inflaman en contacto con una fuente de ignición, pero si se retira se apaga.

2.2.1.2. Punto de inflamación

Es aquella temperatura mínima a la cual el combustible emite suficientes vapores que en presencia de aire u otro comburente y en contacto con una fuente de ignición se inflama y siguen ardiendo, aunque se retire la fuente de ignición.

2.2.1.3. Punto de autoinflamación

Es aquella temperatura mínima a la cual un combustible emite vapores, que en presencia de aire u otro comburente, comienzan a arder sin necesidad de aporte de una fuente de ignición.



<i>Compuestos</i>	<i>Punto de inflamación</i>
<i>Líquidos</i>	
Alcohol etílico	18,2° C
Tolueno	4,4° C
Acetona	-18,0° C
Benceno	-11,0° C
Aguarras comercial	33,0° C
Sulfuro de carbono	-33,0° C
Gasolina	-43,0° C
Keroseno	37,0° C
Gasóleo	65,0° C
Gasolina	-39,0° C
<i>Sólidos</i>	
Madera de pino	225° C
Papel prensado	230° C
Polietileno	340° C
Poliamida	420° C

<i>Compuestos</i>	<i>Punto de autoinflamación</i>
<i>Gases</i>	
Acetileno	305° C
Amoníaco	630° C
Etileno	425° C
Propano	450° C
Metano	530° C
Hidrógeno	595° C
<i>Líquidos</i>	
Acetona	335° C
Alcohol etílico	423° C
Benceno	560° C
Tolueno	480° C
Aguarras comercial	232° C
Sulfuro de carbono	102° C
Gasolina	285° C
<i>Sólidos</i>	
Madera de pino	280° C

Inflamabilidad es la facilidad de un material combustible para arder con producción de llama.

2.2.2. Según su concentración de combustible

Para que sea posible la ignición, debe existir una concentración de combustible suficiente en una atmósfera oxidante dada. 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 dentro de un medio oxidante en cuyo seno puede producirse una combustión, es decir:

2.2.2.1. Límite superior de inflamabilidad: L.S.I.

Es la máxima concentración de vapores de combustible en mezcla con un comburente, por encima de la cual no se produce combustión.

2.2.2.2. Límite inferior de inflamabilidad: **L.I.I.**

Es la mínima concentración de vapores de combustible, en mezcla con un combu-
rente, por debajo de la cual no se produce la combustión

2.2.2.3. Campo de inflamabilidad

A las concentraciones intermedias entre ambos límites se denomina *rango o campo de inflamabilidad*, y son mezclas capaces de entrar en combustión.

Para explicar el significado de dichos límites, se puede citar como ejemplo un pro-
ducto de combustión presente en todos los fuegos, como es el monóxido de carbono
(CO). Sus límites varían del 12,5 % al 74 % de contenido de una mezcla con aire. Esto
significa que si la atmósfera del local contiene 12,5 % o más de CO pero no menos que
el 74 %, puede arder o explotar. Si el porcentaje es inferior al 12,5 % se considera que
la mezcla se encuentra por debajo del límite inferior de inflamabilidad L.I.I., es decir,
es demasiado pobre en combustible para arder. Cuando el contenido de CO es supe-
rior al 74 %, la mezcla se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad
L.S.I., es decir, es demasiado rica en combustible para arder.

	Substancia	L.I.I. % vol. aire	L.S.I. % vol. aire
Gases	Propano	2,2	9,5
	Cloruro de Vinilo	3,6	33
	Metano	5,0	15,0
	Propileno	2,4	11
	Acetileno	2,5	81
	Monóxido de carbono	12,5	74
	Butano	1,9	8,5
	Etano	3	12,4
	Hidrógeno	4	75
	Gas Natural	4,5	15
Líquidos	Tolueno	1,2	7,1
	Alcohol etílico	4,3	19,0
	Acetona	2,5	12,3
	Benceno	1,4	7,1
	Aguarrás	1,1	6,0
	Amoníaco	16	25
	Gasolina	1,5	7,6
	Pentano	1,5	7,8
	Bisulfuro de carbono	1,3	50
	Decano	0,8	5,4

Estos límites se miden con aparatos denominados explosímetros.
El rango máximo de un explosímetro corresponde al límite inferior
de inflamabilidad, es decir, nos avisará de peligro cuando la con-
centración de vapores llegue al L.I.I.



2.3. Factores que influyen en la combustión

Los factores más importantes que contribuyen a la peligrosidad de un combustible una vez inflamado son:

2.3.1. Poder calorífico

Es la cantidad de calor emitida por un combustible por unidad de masa. Generalmente se mide en megacalorías por kilogramo de combustible (Mcal/kg).

Ejemplos: La madera posee un poder calorífico de 4 Mcal/kg y el propano de 11 Mcal/kg.

A mayor poder calorífico del combustible mayor será la temperatura de los materiales provocando la propagación del fuego.

<i>Materiales</i>	<i>Poderes caloríficos Mcal./kg.</i>
Alcohol etílico	6,45
Propano	10,98
Tolueno	8,59
Serrín de pino	5,37
Virutas de madera	4,57
Papel prensa	4,37
Asfalto	9,87

2.3.2. Reactividad

Se consideran reactivos aquellos productos que pueden surgir por choque, frotamiento o reacción con productos incompatibles, reacciones de gran potencial energético, que en algunos casos derivan en explosiones.

Ejemplos:

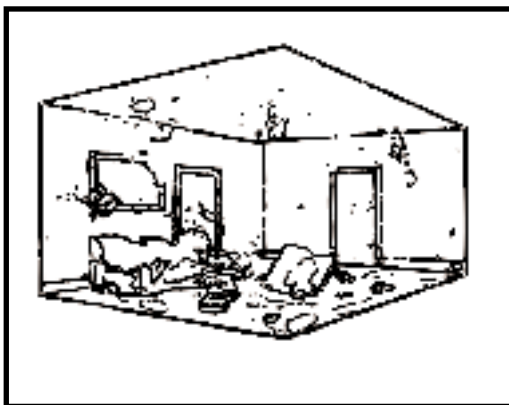
- Combustibles como carburos, peróxidos, sodio metálico y polvos de magnesio que en contacto con el agua reaccionan produciendo gases inflamables y liberando calor, produciendo llama.
- El Fluor que reacciona prácticamente con todas las sustancias orgánicas e inorgánicas a temperatura y presiones normales, formando llama.
- El Acetileno que generalmente se encuentra en recipientes y mezclado con acetona para su transporte y almacenamiento pueden reaccionar químicamente sobre si mismos cuando se les somete a calor y/o impactos (caída de la botella).

2.3.3. *Velocidad de la combustión*

Es una medida de la cantidad de combustible consumida por unidad de tiempo en unas condiciones dadas. La velocidad de la combustión depende en alto grado de la forma del combustible, cantidad de aire existente, contenido de humedad y otros factores relacionados con éstos; sin embargo, para que la combustión continúe, es siempre necesario que se produzca una evaporación progresiva de los sólidos y líquidos por su exposición al calor.

Cuando se produce una inflamación subita generalizada en la superficie del conjunto de los materiales combustibles en un recinto, nos encontramos con el fenómeno conocido como “**Flashover**”.

Puede ocurrir en efecto, que en un incendio de propagación lenta o una fuente de calor radiante desarrolle gradualmente en las paredes y en el techo suficiente energía para iniciar el proceso de descomposición con la consiguiente liberación de gases combustibles. Este estado recibe el nombre de “*preflashover*”. Cuando la mezcla de esos gases con el aire ambiental alcanzan el nivel de inflamación cualquier fuente de ignición puede hacer que toda la masa se inflame casi instantáneamente (Flashover).



Una habitación con presencia de fuego latente por falta de oxígeno, puede dar lugar a un flashover, con una pequeña chispa (interruptor).

2.3.4. *Velocidad de propagación de la llama*

Es la medida de la velocidad superficial de propagación de las llamas en un combustible e indica la capacidad de extensión y propagación de un fuego.

En comparación con los combustibles líquidos, la propagación del fuego sobre la mayor parte de los sólidos es bastante lenta. La principal razón de esta diferencia se deriva de la presencia de vapores fácilmente inflamables en los primeros. Además, los gases producidos por pirólisis, durante la combustión de los sólidos deben mezclarse con la debida proporción de aire para que puedan inflamarse. Por 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.

3. Explosiones

3.1. Definición

Es una súbita liberación de gas a alta presión en el ambiente. Su energía se disipa en forma de onda de choque cuando la velocidad de liberación es sónica o supersónica.

3.2. Efectos

Los efectos de la explosión en el ambiente dependen de:

- a) la velocidad de descarga.
- b) La presión en el momento de la liberación.
- c) El volumen de gas liberado.
- d) Factores direccionales que regulan la descarga.
- e) Efectos mecánicos coincidentes con la descarga.
- f) La temperatura del gas.

La intensidad inicial de la onda de presión (amplitud) depende de la presión del gas en el momento de la liberación. La presión se equilibra a la velocidad del sonido.

$$\text{La Energía Total} = f(V, P, T^a) = P \times V$$

La mayoría de las explosiones involucran algún medio de confinamiento. Al romperse el contenedor la onda de presión no suele ser igual en todas las direcciones.

Campo próximo ----- rotura
Campo lejano -----viento

3.3. Clasificación de las explosiones por su origen

3.3.1. **Explosiones Físicas**: No hay cambio de la naturaleza química de las sustancias. El gas a alta presión se genera por medios mecánicos o por el calor en un recinto confinado.

3.3.2. **Explosiones Químicas**: Se deben a reacciones exotérmicas. El gas a presión se genera por vaporización reactivos generación de nuevos elementos gaseosos o por expansión de gases presentes debido al calor liberado

3.3.3. **Reacciones Uniformes**: Las transformaciones químicas abarcan toda la masa reactiva Su vel. sólo depende la T^a y concentración de los agentes, y se mantiene constante en toda la masa reactiva. Se concentra más calor en el centro de la masa.

3.3.4. **Reacción de Propagación:** Existe un frente de reacción definido que separa el material sin reacción de los productos de la reacción, avanzando a través de la masa reactiva. Pueden diferenciarse 3 zonas:

- Zona de reacción. Llama.
- Zona de producto. Detrás de la llama.
- Zona sin reacción. Frente a la llama.

3.3.5. **Deflagración:** Velocidad de propagación subsónica. Con o sin confinamiento

3.3.6. **Detonación:** Velocidad de propagación supersónica

3.3.7. **Bleve:** Explosión de vapor en expansión de un líquido en ebullición confinado.

3.3.8. **Explosión Térmica:** Se debe a reacciones uniformes "autónomas" con fuerte liberación de calor y gases.

El potencial destructivo de una explosión se mide por comparación con detonaciones de TNT.

Los combustibles que pueden producir una explosión química por combustión son:

- Sólidos
 - Compactos
 - Polvos en suspensión
- Líquidos
 - Fase condensada
 - Niebla
- Gases y vapores

En toda potencial reacción explosiva se dan dos cuestiones:

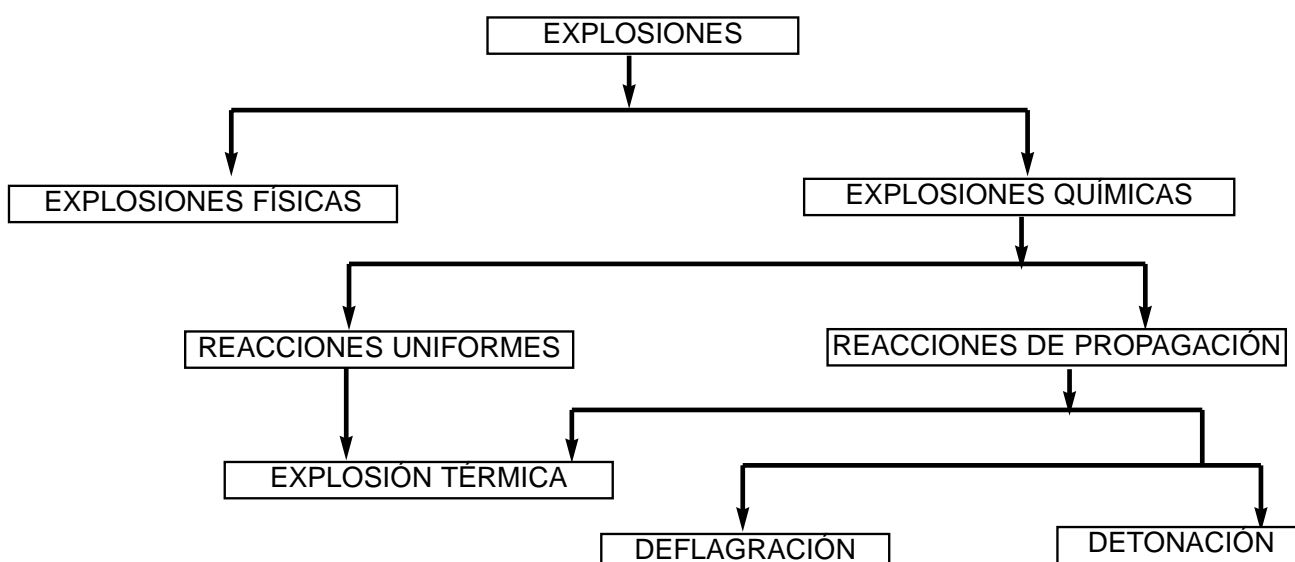
- Severidad. Tipo y potencia de la reacción
- Sensibilidad. Modos de iniciación y energías de activación.

El medio ambiente puede actuar en una explosión como aportador de riesgo (chispa, metralla...) o como receptor de riesgo (fallo de estructuras...)



- Contramedidas contra la explosión: Pueden agruparse en 5 tipos:

Contención
Enfriamiento
Amortiguación.
Ventilación



3.4. BLEVE

3.4.1. Definición

BLEVE son las iniciales inglesas de *Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion*, es decir, **explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición.**

Como su definición indica, se precisa de un líquido confinado en un recipiente, que sea capaz de emitir vapores al calentarse. Será el caso de todos los gases licuados, independientemente de que sean inflamables o no, los cuales en su almacenamiento dentro de un tanque cerrado, siempre están a una temperatura superior a la de su punto de ebullición, y a una presión superior a su presión de Vapor a temperatura ambiente. Si por cualquier razón, se produce una bajada de presión de la fase gaseosa, el líquido empezará a evaporar gas para así conseguir su equilibrio. De igual manera, si calentamos la fase líquida, haremos aumentar la presión de vapor del líquido.

Teniendo en cuenta estos parámetros, para que se produzca el BLEVE, son necesarias tres condiciones:

- 1.- Que la fase líquida esté sobrecalentada.
- 2.- Que se produzca una bajada brusca de presión en la fase gas.
- 3.- Que se den las condiciones de presión y temperatura que consigan la nucleación espontánea de toda la masa.

Intentaremos describir cada una de estas condiciones. En primer lugar decíamos que necesitamos un líquido sometido a presión y sobrecalentado. Todos sabemos que todos los líquidos tienen una temperatura en la cual empiezan a hervir y a emitir vapores, es la llamada Temperatura de Ebullición, pues bien, ésta temperatura de ebullición varía en función de la presión en la que se ve sometido, de manera que por ejemplo el agua, cuya temperatura de ebullición es de 100°C, si la sometemos a presión, no hervirá hasta alcanzar temperaturas superiores.

En el caso de los gases licuados, podemos decir que al aumentar la presión para almacenarlos, aumentamos su punto de ebullición, con lo cual si reducimos su presión a presión atmosférica, toda la fase líquida pasaría a fase de gas, herviría y se evaporaría a temperatura ambiente. Por tanto son líquidos que se les puede denominar "sobrecalentados".

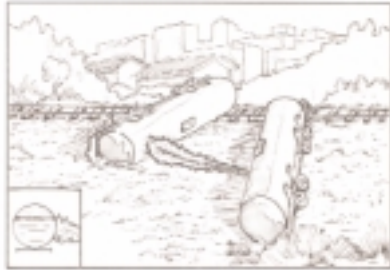
Si a estos gases licuados, se les aplica calor, aumentarán la presión de la fase gaseosa, lo cual se traduce en un aumento de la presión del líquido, con lo cual el punto de ebullición de la fase líquida aumentará. Este "círculo vicioso" se mantendrá estable siempre que el recipiente sea capaz de mantener su estanqueidad o su resistencia mecánica.

Decíamos, que para que se produzca la BLEVE, era necesaria una bajada brusca de la presión del recipiente. Esta bajada brusca se puede dar de diferentes maneras, como puede ser el fallo de la resistencia mecánica de recipiente por un golpe o punción, por fallo de resistencia mecánica por calentamiento excesivo del metal del que está construido, o incluso por la apertura de una válvula sobredimensionada que libere incontroladamente una cantidad excesiva de presión.

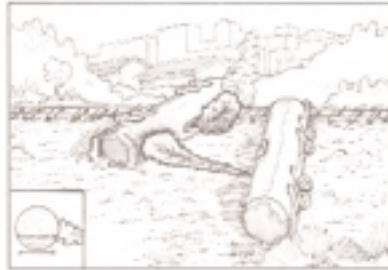
Por último, decíamos que era necesario que se den unas condiciones de presión y temperatura la que se pueda producir una evaporación instantánea de toda la fase líquida, si hacemos pasar al líquido a presión atmosférica.



BLEVE



Fuga incendiada y calentamiento de la fase líquida



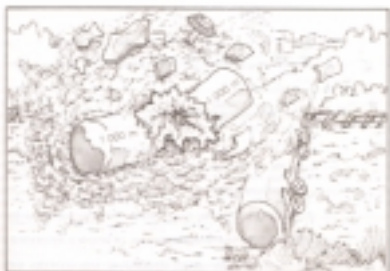
Sobrepresión y apertura de la válvula de seguridad



Calentamiento de la fase gaseosa



Deterioro del recipiente



Rotura del recipiente e inicio de



BLEVE



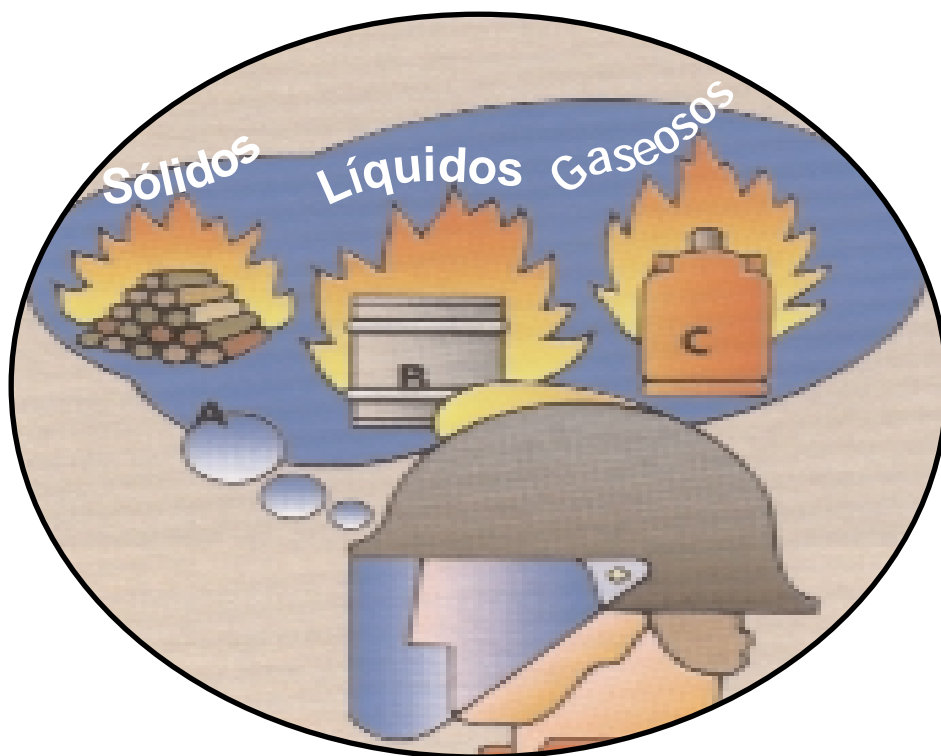
Bola de fuego



Incendios provocados por la bola



Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Combustibles Sólidos, Líquidos y Gaseosos

Felix Esparza



4. Tipos de Combustibles

4.1. Definición

Combustible es toda sustancia que emite o desprende energía por combustión controlada (energía química) o excisión nuclear (energía nuclear) capaz de plasmar su contenido energético en trabajo. Es también cualquier sustancia capaz de arder en determinadas condiciones (necesitará un comburente y una energía de activación).

4.2. Clasificación

Según la norma UNE 23010 se clasifican en:

- **Fuego de Tipo A:** Son fuegos de materiales sólidos, y generalmente de naturaleza orgánica donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas (madera, tejidos, etc).
- **Fuego de Tipo B:** Son fuegos de líquidos o sólidos licuables (gasolina, grasas, etc).
- **Fuego de Tipo C:** Son fuegos de gases. Por ejemplo butano, gas natural, ...

Un concepto que se debe tener presente es que ningún cuerpo arde en su masa o volumen, sino que lo que se quema son los vapores que se desprenden al alcanzar las temperaturas de ignición, inflamación o autoinflamación.

4.3. Combustibles Sólidos

Todos los sólidos combustibles queman produciendo cenizas. La combustión puede ser con llama a incandescente. Su combustibilidad depende de:

- Contenido húmedo del sólido
- Conductibilidad calorífica
- Aptitud y Temperatura de ignición
- Grado de combustión
- Velocidad de propagación
- Carga termina, etc.

4.3.1. Materias celulósicas:

La celulosa es un hidrato de carbono CHO. Altamente polimerizado. Se presenta en forma alfa, beta o gamma según su grado de polimerización. Es el combustible históricamente más conocido. Es el principal componente de la madera, papel e infinidad de tejidos. Su punto de ignición es 230 °C.



Las temperaturas de ignición de la madera y derivados dependen de:

- 1º Densidad.
- 2º Características físicas (dimensiones y forma)
- 3º Humedad.
- 4º Velocidad y duración del calentamiento.
- 5º Naturaleza del foco de calor.
- 6º Suministro y velocidad del aire.

4.3.2. *Plásticos:*

Son materiales que contienen como ingrediente esencial una sustancia orgánica de alto peso molecular, normalmente en forma de polímero. Son poco resistentes al calor y frente a él se comportan según este orden:

- 1º Reblandecen
- 2º Deforman
- 3º Descomponen con o sin combustión.

El grado de combustibilidad depende de la estructura (C-H o C-H-O) y de sus aditivos. Durante su combustión:

- Generan gases tóxicos
- Gran volumen de humos densos
- Funden y escurren

Su poder calorífico es elevado (4.000 a 11.000 Cal/gr.). Por sus propiedades frente al calor, y como polímeros que son se clasifican en:

- Termoplásticos: Reblandecen, funden y endurecen sin perder propiedades.
- Termoestables: Con el calor sufren transformaciones químicas irreversible y su endurecimiento es permanente
- Elastómeros: Gomas naturales o sintéticas.

Propiedades físico-químicas:

- 1º Baja conductividad.
- 2º Baja densidad (0,8-2,3).
- 3º Flexibilidad y baja resistencia a la tracción.
- 4º Alta resistencia al desgaste y a la corrosión.
- 5º No suelen resistir más de 100 ° C.
- 6º Los termoplásticos resisten a los ácidos y los termoestables a los disolventes.
- 7º Elevada velocidad de propagación de llama.
- 8º Fusibilidad por debajo de 350°C.

Gases desprendidos en la combustión de plásticos:

CO, Fenol, Compuestos nitrogenados, Acido cianhídrico, Acido fórmico, NH₃.

4.3.3. *Metales:*

4.3.3.1. *Características generales:*

- 1ª Gran conductividad térmica y eléctrica
- 2ª Dúctiles y maleables, buenas cualidades mecánicas
- 3ª Brillo característico
- 4ª Suelen ser sólidos
- 5ª Admiten aleaciones
- 6ª Temperatura de fusión específica.

Todos los metales son combustibles en determinadas condiciones (estado de disgregación, temperatura, atmósfera, oxidante, etc.). Algunos incluso no necesitan la presencia de aire u O₂ y pueden arder en atmósferas de N, CO₂, vapor de agua.

Las características de los fuegos de metales son muy variadas en función de los humos, calores de ignición y combustión, condiciones propicias, etc.

El gran problema de los fuegos de metales es que generalmente no admiten los medios de extinción básicos, teniendo que recurrir a medios específicos.

Podríamos dividir los metales en pesados y ligeros, siendo éstos los más problemáticos por su mayor combustibilidad, dividiéndose a su vez en alcalinos y alcalinotérreos.

-**Magnesio:** Muy inflamable. Puede producir autoignición cuanto esté humedecido. Si el foco es pequeño se puede apagar con grandes cantidades de agua a chorro y si no con grafito, talco, polvo químico especial o gases específicos (trifluoruro de boro).

-**Metales alcalinos** (Na, K, Li): Se oxidan rápidamente en presencia de humedad. Pueden formar explosiones al contacto con el agua (Na). Medios de extinción: Grafito, arena, Gases (N, He, argón).

-**Calcio:** Comportamiento parecido al sodio.

-**Aluminio:** Solo arde en láminas o virutas. Descompone el agua durante su combustión. Medios de extinción; grafito, talco, polvo químico, polivalente.



4.3.3.1. *Normas Generales de Extinción:*

Si es posible, aislar la parte que está ardiendo del resto y dejar que se consuma, si no extinguir cada uno con sus medios específicos de extinción. Nunca agua, espuma, CO₂, o polvo químico universal.

En general son eficaces el grafito en polvo y la arena seca.



Aplicación de agente extintor a un fuego de metal mediante pala

Especial atención debemos prestar a los metales radiactivos por el peligro contaminante de sus gases de combustión. En algunos casos de reacción incontrolada pueden dar lugar a explosiones. Por lo demás sus características de combustión y extinción son parecidas a las del resto de los metales combustibles (Uranio, Torio y Plutonio).

Suelen arder lentamente. Precauciones: correcta evacuación, controlar la exposición personal y los productos de la combustión.

4.3.4. *Polvos*

Dada su gran superficie de reacción su velocidad de combustión suele ser elevada. Factores que influyen sobre la explosión de polvos.

- 1° Inflamabilidad del material.
- 2° Dimensiones de sus partículas.
- 3° Concentración.
- 4° Impurezas.
- 5° Concentración de oxígeno.
- 6° Potencia de la fuente de ignición.

4.4. Combustibles Líquidos

Punto de inflamación (Flash Point) es la T^a mínima bajo la cual un líquido en equilibrio con su vapor, pone una cantidad suficiente de éste para que en contacto con una fuente de ignición se encienda. Se consideran peligrosos aquellos líquidos cuyo punto de inflamación roza los 21°C.

Dado que lo que arde no es el líquido en él sino sus vapores, la velocidad de combustión y propagación varía en función de:

- la presión de vapor
- punto de inflamación y ebullición
- índice de evaporación
- además de factores ambientales (velocidad del viento, temperatura, presión).

Hay que prestar especial atención a ciertas características de los líquidos como:

- Calor latente de vaporización.
- Calor de combustión
- Viscosidad, densidad.
- Volatilidad.
- Límites de inflamabilidad.
- Punto de ebullición, presión de vapor.
- Capacidad de acumular cargas eléctricas
- Capacidad de producir explosiones.
- Energía necesaria de Ignición.

Combustibles líquidos	T ^a Autoignición	Limites explosividad % Aire	Punto de inflamación	Poder calorífico Mcal/Kg.
Tolueno	480	1,2-7,1	4,4	8,59
Alcohol etílico	423	-19	18,2	6,45
Acetona	335	2,6-12,8	-18	
Benceno	560	1,4-71,0	-11	
Aguarrás comercial	232	1,1-6,0	33	
Sulfuro Carbono	102	1,25-44,0	-33	
Gasolina	285	1,4-7,6	-43	
Keroseno		0,7-5,0	37	
Gasóleo		6,0-13		
Petróleo				9,79



4.5. Gases Combustibles

Son los combustibles más empleados. Presentan sobre los sólidos y líquidos ventajas de transporte y almacenamiento, así como mayor luminosidad de llama y mayor poder calorífico, debido a su mayor facilidad de mezcla con el comburente.

Gas es toda sustancia o mezcla que en estado líquido ejerza una presión de vapor mayor de 275 Klca a 38°C.

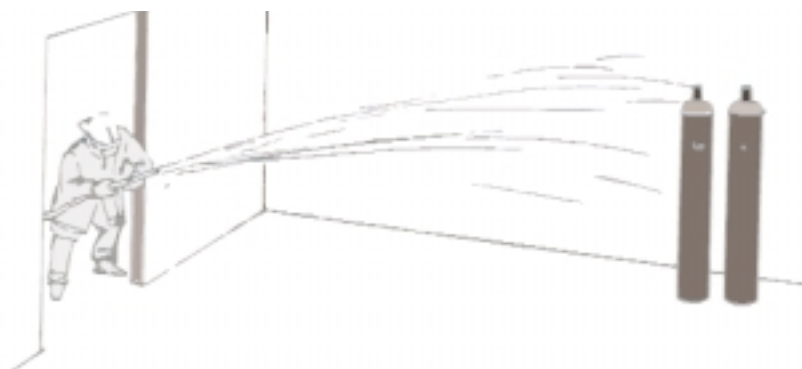
Gas inflamable es cualquier gas que pueda arder en concentraciones normales de oxígeno en el aire. Su inflamabilidad depende de sus límites de inflamación y de su T^a de ignición.

Según sus propiedades físicas se podrían clasificar en comprimidos, licuados y criogénicos. Según su origen en puros, (verdaderos) e industriales, (subproductos).

Importante tener en cuenta la capacidad de los gases combustibles de producir explosiones, a la hora de su extinción.

Veamos ahora algunos gases específicos:

- **Acetileno**: Reactivo, comprimido, industrial, inestable. Se descompone rápidamente formando carbono o H₂ y produciendo calor. Puede iniciarse la descomposición por impacto mecánico. Reacciona con ciertos metales producción carburos metálicos (explosivos). Se almacena y transporta en botellas rellenas de una masa porosa saturada de acetona.



Refrigeración de botellas de acetileno mediante posición de protección

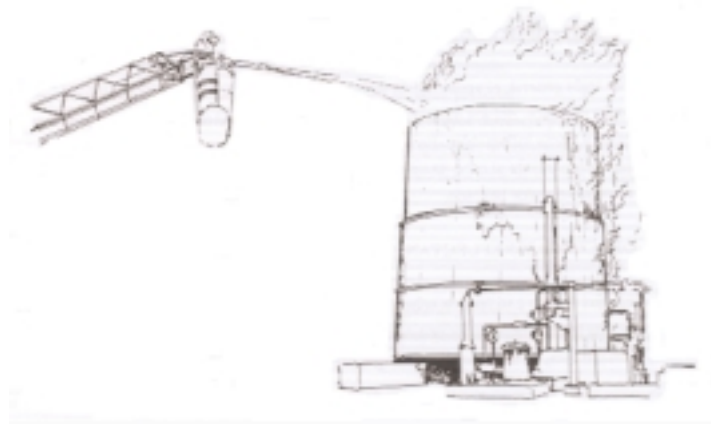
- **Amoniaco**: licuado, industrial. Combustibilidad limitada debido a su elevado límite inferior de inflamación y su bajo calor de combustión.

- **Etileno**: Comprimido, criogénico, industrial, reactivo. Margen de inflamabilidad muy amplia. Alta peligrosidad de combustión. Más denso que el aire a temperatura de ebullición.

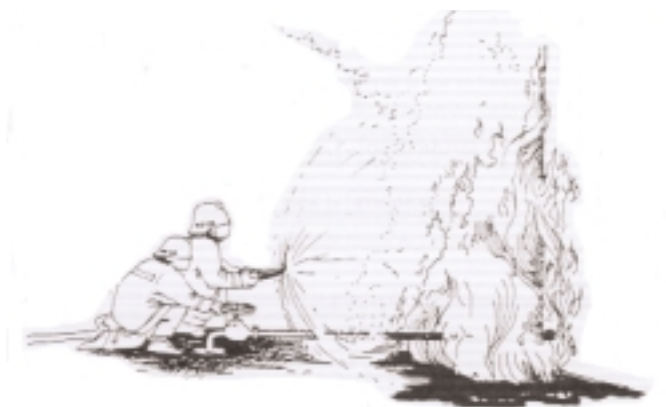
- **Hidrogeno**: Comprimido, criogénico, industrial. Tienen un margen de inflamación extremadamente amplio y la velocidad de combustión más alta de todos los gases. Su T^a de ignición es alta, pero su energía de ignición es muy baja, así como su calor de combustión. Llama poco luminosa.

- **Gas natural licuado**: Criogénico, combustible.

- **Gas licuado del petróleo**: Licuado, combustible.



Extinción de fuego de combustible líquido



Protección mediante cortina de agua para la aproximación y cierre de la valvula en fuego de gases







Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Productos, propagación, métodos de extinción

José javier Boulandier



5. Productos, propagación, métodos de extinción

5.1. Productos de la combustión

Cuando se produce una reacción química exotérmica, con la suficiente velocidad de reacción para que la podamos identificar como un incendio o un fuego, se establece una ecuación de unos elementos iniciales que reaccionan y cambian sus características químicas para dar lugar a unos productos, o elementos diferentes de aquellos que reaccionan inicialmente.

Ninguno de los elementos iniciales se destruye, sino que todos son transformados en mayor o menor medida. Aun cuando se encuentren dispersos, los productos de la combustión son iguales en peso y volumen a aquellas del combustible de la combustión. En definitiva, se puede decir que se cumple aquel famoso principio de la ciencia que asevera que "la materia ni se crea ni se destruye, tan sólo se transforma.

Cuando un material combustible se quema, se generan ciertos productos. Son los productos de la combustión. Y de forma general se clasifican dentro de cuatro grupos diferentes, a saber :

- Humo
- Llama
- Calor
- Gases. Productos volátiles de la combustión (Pvc)

Cada uno de estos grupos incide de forma importante tanto en la evolución de la reacción como en los efectos e interacciones con el organismo humano al que afecten en su progresión por el espacio anexo a su origen. Y por tanto, deben ser tenidos especialmente en cuenta en las intervenciones de los bomberos para adoptar las medidas necesarias de autoprotección. En este caso, las personas afectadas por la evolución del incendio están esperando ser auxiliadas por alguien. Debe ser el primer objetivo del bombero en la actuación ante un incendio y en general como protocolo en todas sus intervenciones el responder a la actuación en la que se le requiere. Llegar a ejercer de rescatador y no de víctima. Por eso es importante conocer los riesgos derivados del incendio y una vez conocidos adoptar las medidas de prevención y protección necesarias.

Evaluar a todos los efectos en sentido global es harto difícil. Efectos fisiológicos, psicológicos, ambientales, interacciones entre unos y otros, situaciones puntuales y específicas de cada momento, etc...



Sin embargo, siempre se pueden dar unas descripciones generales que podemos asumir como eso, normas generales de comportamientos y resultados pero acordándose de las variaciones propias de la naturaleza y evolución de los fuegos. Nunca se dan casos idénticos. Casi nunca se cumple que 2+2 sean 4.

5.1.1. *Humo*

Está compuesto por partículas sólidas y líquidas en suspensión en el aire. Con tamaños comprendidos entre 0.005 y 0.01 milimicras.

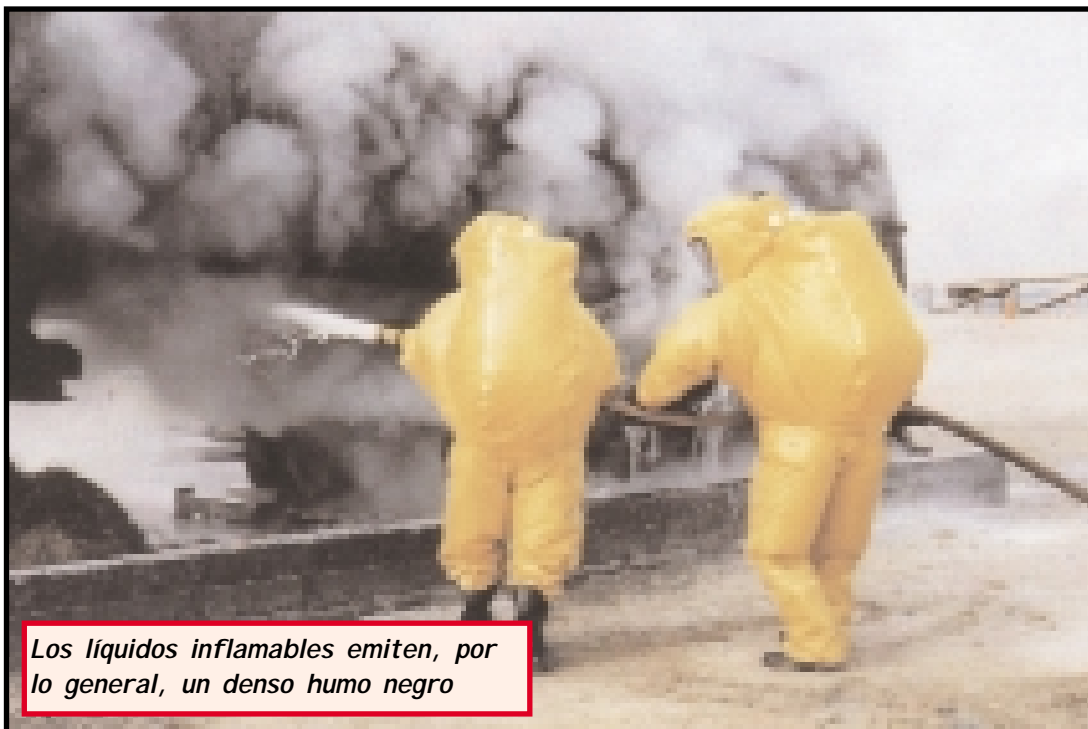
Tiene efectos irritantes sobre las mucosas. Provoca el lagrimeo de los ojos dificultando la visión.

A su vez evita el paso de la luz, complicando las tareas de extinción y salvamento, así como de evacuación de las personas afectadas. E incluso puede llegar a ser inflamable y/o explosivo cuando se den las condiciones adecuadas.

El humo constituye prácticamente el primer factor de riesgo en el desarrollo de un incendio, antes de poderse sentir un efecto de incremento de la temperatura.

En igualdad de condiciones, unos materiales emiten más humo que otros. Los líquidos inflamables emiten, por lo general, un denso humo negro.

Es muy difícil aventurar que por el color del humo se pueda saber lo que está ardiendo, ya que la percepción luminosa depende de muchos factores externos, ajenos al proceso de combustión.



5.1.2. *Llama*

Es un gas incandescente cuya temperatura es variable, dependiendo de factores como el tipo de combustible y la concentración de comburente.

En la mayoría de los incendios se producen llamas, aunque hay excepciones, por ejemplo la combustión del "coque".

Ardan combustibles en cualquier estado gaseoso en que se encuentren, las llamas se producen siempre en la fase gaseosa. Y siempre, los combustibles en estado líquido y gaseoso desprenden llamas. En el caso de los sólidos, no se puede asegurar esto de forma tajante.

Cuando un gas en combustión se combina con la adecuada cantidad de oxígeno, la llama se hace más caliente y menos luminosa.

Fundamentalmente provoca reacciones de histeria y nerviosismo en las víctimas. Y en ocasiones puede producir deslumbramientos en el trabajo propio del bombero, impidiendo igual que el humo la correcta percepción del entorno del fuego.



La llama se produce en la fase gaseosa

El factor tiempo es también de gran importancia ya que no disponemos de mucho en cuanto vemos las llamas, el desarrollo del incendio puede ser cuestión de segundos.

5.1.3. *Calor*

Los incendios son reacciones químicas exotérmicas. Es decir, desprenden calor durante el proceso de la reacción.

No hay que confundir, calor con temperatura. Ni mucho menos con el "sentido de calor" que pueda percibir una persona en un momento dado. Los condicionantes ambientales, los del propio trabajo y sobre todo los personales distorsionan mucho este sentido.

El calor es una forma de energía difícil de medir directamente.

El hecho de que calor y temperatura no son la misma cosa se puede apreciar en cuanto apliquemos una cerilla a un hilo de algodón y al tronco de un árbol. En ambos

casos la cerilla transfiere la misma cantidad de calor y sin embargo el hilo aumenta de temperatura e incluso llega a arder y el árbol apenas se nota ese cambio de temperatura. Parece pues que no existe una relación directa entre calor y temperatura. Hay que tener otra serie de factores en cuenta. Se habla así de capacidad de un cuerpo como el calor necesario para elevar su temperatura en 1 ° C. Y para comparar la capacidad de una sustancia con la de otra se habla de calor específico, que resulta ser la energía calorífica necesaria para elevar la temperatura de la unidad de masa de él en 1 ° C. El agua tiene un calor específico altísimo. Muy pocas sustancias tienen un valor mayor que éste.

Es preciso tener en cuenta que el calor va a elevar la temperatura de los gases que se desprenden de la combustión y estos si los respiramos nos van a quemar nuestras vías respiratorias y su efecto es muy difícil de subsanar.

La temperatura corporal se mantiene dentro de unos márgenes gracias al sistema termorregulador, que ejerce un equilibrio entre el calor que sufre el cuerpo y el que logra disipar gracias a la sudoración. Ante situaciones extremas se puede ver desbordado el sistema termorregulador llegando a sobrevenir el golpe de calor. Provoca un cuadro de estrés térmico, físico y psíquico tal que puede sobrevenir la muerte. ¡¡**OJO!!**, con el EPI (Equipo de protección individual) únicamente no lo evitamos. Hay que adoptar otro tipo de medidas.

En un incendio la temperatura ambiental puede oscilar entre 200 y 600 ° C ó incluso más. En recintos cerrados se estratifica normalmente de arriba hacia abajo, con un gradiente ascendente según se aumenta de cota.



El equipo de protección individual dificulta la regulación térmica orgánica

Uno de los riesgos que padecemos en los incendios es el estrés térmico. Las personas no variamos nuestra temperatura a la vez que varían las temperaturas ambientales. Necesitamos mantener nuestra temperatura en un margen estrecho de temperaturas. A su vez, en los incendios, recibimos calor desde el fuego y generamos nosotros por el esfuerzo físico del trabajo. Esos excesos de calor los regulamos a través, principalmente del sudor (evaporación). En los casos en que los aportes de calor son mayores que las pérdidas se producen acumulaciones de calor en el cuerpo y por tanto un exceso de temperatura corporal. Este aumento puede provocar importantes daños en nuestro organismo, tantos que según los casos pueden resultar mortales. Es el golpe de calor.

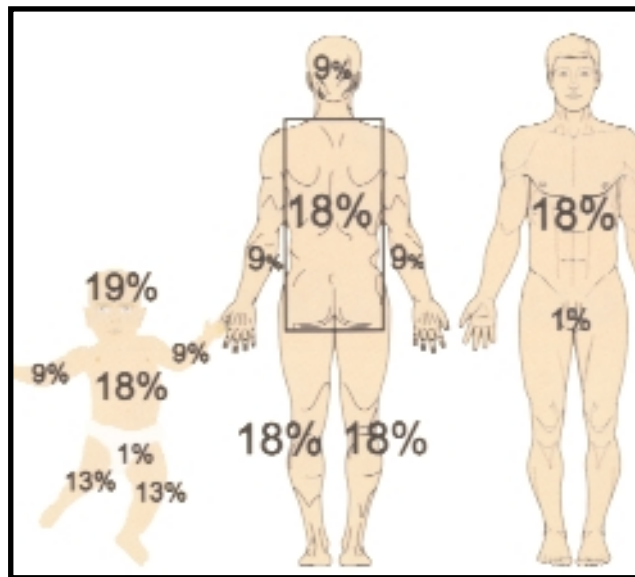
Una guía orientativa práctica sobre la relación de la temperatura ambiente y sus efectos en el organismo se puede reducir en la siguiente tabla :

- 38° C.....Peligro de abatimiento, desmayo o choque térmico.
- 43° C.....No se puede mantener el balance y equilibrio térmico.
- 49° C.....De tres a cinco horas de tolerancia.
- 54° C.....Tiempo de tolerancia inferior a cuatro horas, hipertermia, colapso vascular periférico.

Otro riesgo importante son las quemaduras. Estas dependen tanto del grado de temperatura como del tiempo de exposición. De lo que se desprende que no existe un nivel calórico absoluto al cual ocurran las quemaduras.

Cuando se valora la gravedad de una quemadura, la forma en que ocurre no es tan importante como la "extensión" y "profundidad" de la herida.

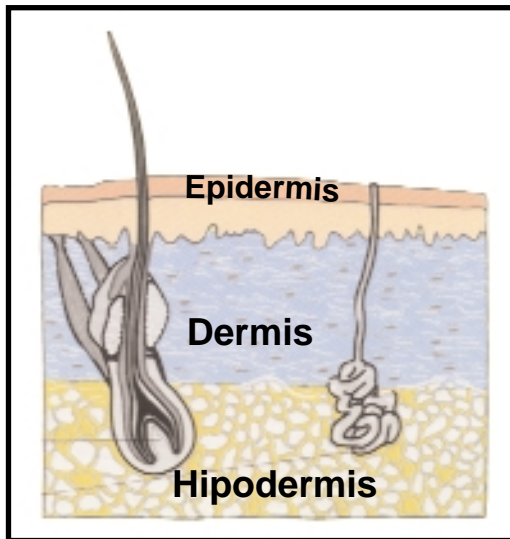
La "extensión de una quemadura" se refiere al porcentaje de superficie corporal afectada o dañada. Uno de los métodos más habituales de estimación de la superficie corporal quemada en adultos, es la "Regla de los Nueves" que asigna un porcentaje de 9% ó 18% a cada una de las zonas corporales (cabeza y cada brazo 9%, tronco anterior, tronco posterior y cada pierna 18%). En los niños se estima que la superficie de la palma de la mano del niño es un 1% y en función a esto e calcula "cuántas palmas de mano hacen falta para cubrir el área quemada".



La "profundidad de una quemadura" se refiere al espesor de la piel, hasta el cual ha penetrado la quemadura. La piel humana tiene dos capas; la epidermis y la dermis que están sobre el tejido subcutáneo.

Las quemaduras que destruyen la epidermis y la capa superior de la dermis se consideran superficiales, o "quemaduras de grosor parcial" y generalmente tienen apariencia rojiza. Estas se llaman quemaduras de 1^{er} Grado.





Las quemaduras de grosor parcial intermedio destruyen la epidermis y la mitad de la dermis. Estas quemaduras se caracterizan frecuentemente porque ampollan. Las heridas de grosor parcial profundo se extienden por la parte baja de la dermis. Estas quemaduras frecuentemente tienen una apariencia blanca jaspeada. Las heridas de grosor parcial profundo y las de grosor parcial intermedio se consideran generalmente quemaduras de 2º Grado.

Las quemaduras de grosor total se extienden a través de toda la dermis y pueden afectar a las estructuras inferiores

como la grasa, el músculo o el hueso. Estas heridas frecuentemente tienen apariencia de cuero seco, con los bordes deprimidos con respecto a la zona no quemada. Estas se consideran quemaduras de 3^{er} Grado y pueden ser de riesgo para la vida, dependiendo de la extensión y de la zona a la que afecten. Incluso cuando se elimina la fuente que ha producido la quemadura, el calor de la quemadura puede seguir alimentándose a sí mismo, profundizando en la piel.

Asociados a todos estos casos deberemos tener en cuenta la deshidratación, el déficit salino, etc... Y para todas ellas deberemos de tomar las medidas de protección adecuadas para que nuestra intervención sea lo más segura posible.

Los materiales desprenden diferente cantidad de calor en su combustión. Se denomina poder calorífico a la cantidad de calor emitida por un combustible por unidad de masa.

El calor producido en un incendio eleva la temperatura de los materiales provocando la propagación del fuego, así como daños (quemaduras) tanto a las personas como a los bienes.

Ese mismo calor hace variar el comportamiento de los gases que en condiciones normales evolucionarían de forma diferente.

Es el principal responsable de la propagación del fuego.

El calor se puede transmitir por una, dos o hasta cuatro formas o métodos diferentes y simultáneos.

5.1.4. Gases

En todas las combustiones gran parte de los elementos que constituyen el combustible forman compuestos gaseosos al arder. La gama y cantidad de gases que se producen en los incendios depende de los materiales presentes en la combustión. Suele ser el problema principal el total desconocimiento de las constantes y reacciones que se están produciendo en el siniestro.

Estos gases pueden ser, en parte, tóxicos y producir en las personas que lo respiran incapacidades físicas, pérdida de coordinación, los desorientación, envenenamientos e incluso la muerte.

Más del 80 % de las víctimas de incendios mueren por efecto de los gases. Produce por tanto más muertos que las otras tres juntas.

Los niveles de tolerancia para el organismo humano, de los distintos contaminantes, se hallan recogidos en la normativa vigente sobre Seguridad y Salud.

Los gases tóxicos se suelen dividir en 3 tipos : asfixiantes, irritantes y venenosos (tóxicos). La gravedad de los efectos depende de la dosis absorbida, de las condiciones fisiológicas de la persona afectada, etc

La expresión, gases de la combustión, engloba el conjunto de gases que se hallan en un recinto cuando éstos se enfrían.

La mayor o menor concentración de un determinado tipo de gas depende del tipo de combustible y de la cantidad de oxígeno disponible para la combustión y la temperatura. En todos los casos deberemos tener en cuenta que puede existir una insuficiencia de oxígeno.

La insuficiencia de oxígeno en el aire nos puede llevar a la asfixia. Dependiendo de la proporción de oxígeno presente en la atmósfera los síntomas o efectos sobre el organismo varían:

- 20%.....(Nivel de oxígeno en la atmósfera normal). Ausencia de síntomas.
- 17%.....Disminuye el volumen respiratorio, disminución de la coordinación muscular, aumento el esfuerzo para pensar.
- 12%.....Se corta la respiración, desvanecimiento y mareo. Aumenta la Frecuencia Cardiaca, pérdida de coordinación muscular.
- 10-12%..Nauseas y vómitos, parálisis.
- 6- 8 %..Colapso.
- < 6%.... Muerte en 6-8 minutos.



Entendiendo siempre que estos datos hay que extrapolarlos a la realidad, a las circunstancias del momento a analizar.

En los incendios existe una gran disminución de la proporción de oxígeno debido a los gases que se desprenden de la combustión. Este motivo puede obligar a plantear en la mayoría de los casos la rápida evacuación del personal que se pueda ver afectado en un local cerrado.

a) Monóxido de carbono. CO.

La mayoría de las muertes en los incendios se producen por envenenamiento con CO, más que por cualquier otro producto tóxico de la combustión. Al menos en lo que a datos aportados y estudiados en las autopsias. Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Presente en prácticamente todos los fuegos.

Una baja concentración de oxígeno en el ambiente de la combustión, una mala aireación favorecen la aparición de mayores concentraciones de CO. Son las combustiones incompletas del carbono las causantes del desprendimiento de CO.

El CO se combina con la hemoglobina de la sangre. Con una mayor avidez que el oxígeno. Por lo tanto desplaza a éste y lo suplanta. Haciendo llegar a las células en vez de O₂ el monóxido, provocando una rápida hipoxia del cerebro y de los tejidos que desencadenan en la muerte si no se suministra rápidamente oxígeno al afectado.

La exposición al monóxido no es acumulativa, sin embargo, el cuerpo necesita de algún tiempo para ir liberándolo. Así, la exposición a 2 o 3 fuegos diferentes a lo largo de una jornada de trabajo equivaldrá a la de uno de mayores proporciones.

Su densidad relativa respecto del aire es 0.97.

b) Dióxido de carbono. CO₂.

Es un gas asfixiante. Resulta de la combustión completa. Ignífugo, inodoro e incoloro.

Los fuegos que se genran al aire libre, en general, presentan mayores concentraciones de CO₂ que de CO.

Al aumentar la concentración de anhídrido carbónico, aumenta el ritmo respiratorio, y con ello la inhalación de otros gases tóxicos.

c) Cianuro de hidrógeno. CHN.

Es resultante de la combustión de sustancias que contienen nitrógeno, como por ejemplo el nylon, plásticos y fibras naturales, caucho, papel, etc...

Es un gas incoloro pero tiene un olor débil similar al de las almendras amargas.

Interfiere en la respiración a nivel de las células y de los tejidos, a diferencia del CO. Deja inoperativas determinadas enzimas esenciales para el funcionamiento de las células.

El tratamiento a las víctimas es el mismo que a las del monóxido de carbono. Administración inmediata de oxígeno.

d) **Cloruro de carbonilo. COCl_2 . Fosgeno.**

Se produce por el contacto de las llamas sobre los productos clorados (PVC), aislamientos de cables de instalaciones eléctricas, materiales refrigerantes como el freón, etc... . Es muy tóxico.

Es un gas incoloro, insípido y con un olor a heno húmedo. Este olor es perceptible en valores de 6 ppm.

El principal efecto del fosgeno se da en los pulmones: cuando se inhala se convierte en cloruro de hidrógeno al alcanzar los espacios alveolares y después en ácido clorhídrico y monóxido de carbono cuando se pone en contacto con los pulmones.

En definitiva es el clorhídrico que combinado con la humedad provoca un edema pulmonar, que limita el intercambio de oxígeno en los pulmones.

En una intervención se puede absorber una dosis letal sin que se noten efectos ni sin que el organismo tenga tiempo de reaccionar.

El fosgeno también se absorbe por la piel, sobre todo en altas concentraciones.

Tratamiento genérico de lavar sobre todo ojos y piel que haya estado en contacto con el gas con abundante agua y suministrar respiración asistida en los casos más graves.

e) **Sulfuro de hidrogeno. SH_2 .**

Se produce en la combustión incompleta de las materias orgánicas que contienen azufre (cauchos, neumáticos, lanas ...). También se encuentra a menudo en cloacas, plantas de tratamiento de residuos, debido a la descomposición de las materias orgánicas.

Es un gas incoloro y tiene un fuerte olor a huevos podridos.

La exposición a altas concentraciones de CH_4 pueden provocar fallos respiratorios e incluso la muerte.



El tratamiento general es aplicar agua sobre los vertidos sobre piel y ojos y suministrar respiración artificial en los casos más graves.

f) Anhídrido sulfuroso. SO_2 .

Se produce por la oxidación completa de las materias orgánicas que contienen azufre, se delata inmediatamente al ser irritante para los ojos y el sistema respiratorio. Esto lo convierte en un "gas amigo".

Es un gas incoloro. Cuando se combina con la humedad del tracto respiratorio se convierte en corrosivo, causando edemas a determinadas concentraciones.

La exposición a concentraciones de un 0,05% se consideran peligrosas incluso durante períodos breves.

El tratamiento general del resto de los gases para los afectados.

Efectos similares pueden provocar los óxidos de nitrógeno (NO , NO_2), también conocido este último como "gas del silo".

g) *Otros gases también pueden ser:*

Acroleína

Formaldehído

Benceno

Amoníaco

Etc...

5.2. Formas de propagación del calor.

Tal como se había comentado anteriormente es muy importante a la hora de plantear una intervención, la forma de transmisión previsible del fuego, es decir, por dónde se propagará el fuego, cómo evolucionará éste en el paisaje de la intervención de cara a evitar mayores daños.

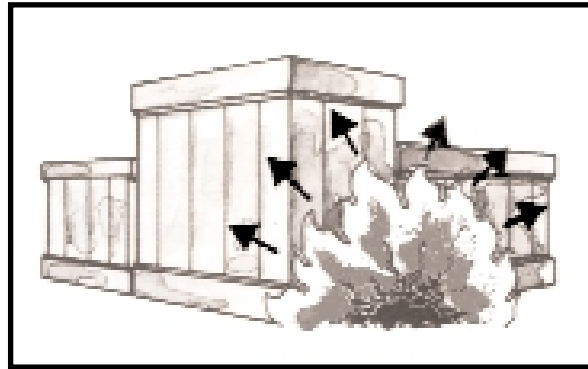
El calor se desplaza de los lugares de más temperatura a los de menos con el fin de estabilizar el sistema energético y conseguir un equilibrio de temperaturas.

El calor puede transmitirse por uno, dos tres o cuatro métodos. Estos pueden ser independientes o simultáneos y en mayor o menor proporción uno que otro en función de múltiples condicionamientos.

5.2.1. Conducción.

Puede darse en sólidos, líquidos o gases, aunque se presenta con mayor claridad en los sólidos. En la conducción, la energía calorífica se transmite desde una molécula a la contigua.

Las moléculas vibran alrededor de su posición media y transmiten la energía calorífica por choque con sus vecinas.



La energía calorífica se transmite desde una molécula a la contigua

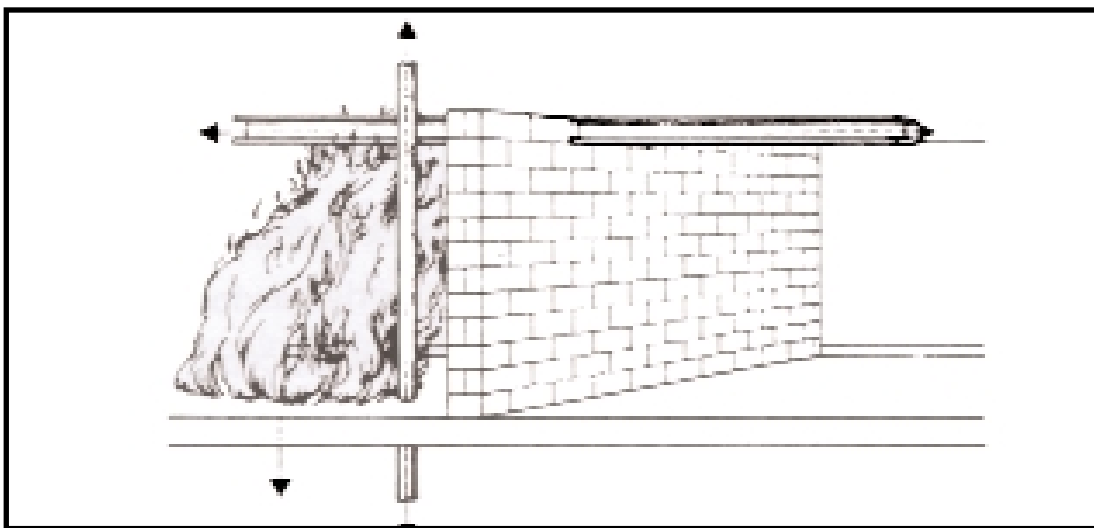
La capacidad de conducción de calor (conductividad térmica) varía con los materiales. Los mejores conductores son la plata y el cobre.

Los sólidos no metálicos son poco conductores y todos los líquidos (excepto el mercurio) y los gases, son muy poco conductores del calor.

En general, los buenos conductores de la electricidad son buenos conductores del calor y viceversa.

La capacidad de un material para conducir calor se puede medir experimentalmente y se denomina "conductividad térmica".

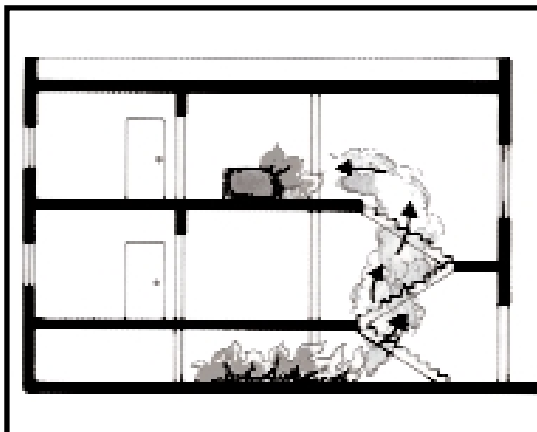
En situaciones de incendio, la conductividad térmica es importante en razón de; peligro de propagación del fuego. Una viga de acero atravesando de una a otra parte de una pared incombustible, podría ser la causa de propagación del fuego debido a la conducción del calor a lo largo de la viga.



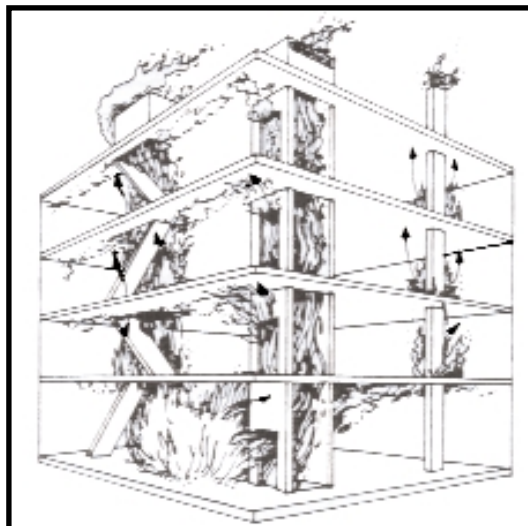
El calor que se transmite por conducción provoca la ignición en otras zonas

5.2.2. *Convección.*

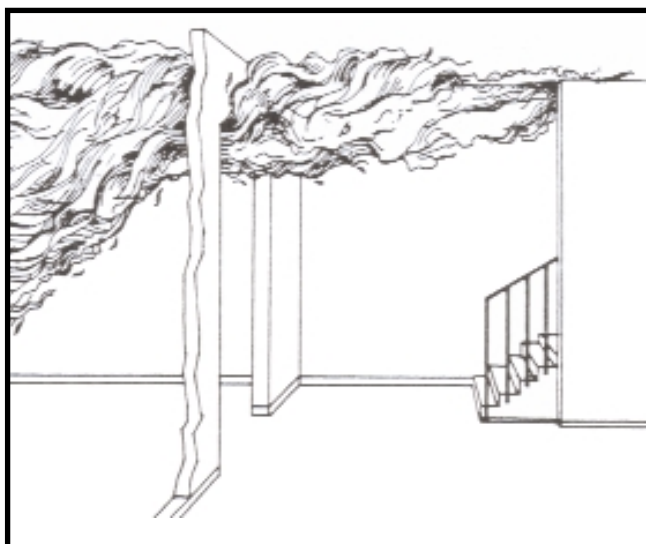
Ocurre únicamente en los gases. Cuando un líquido o un gas se calienta, se expande y así se vuelve menos denso, tendiendo a subir de nivel y desplazar al volumen más frío hacia abajo.



Se crea una corriente ascendente que va caldeando el ambiente de abajo hacia arriba.



Los productos de la combustión ascienden a través de aberturas.



El techo bloquea el movimiento vertical de las corrientes calientes de convección.

La energía calorífica se transmite por todo el fluido debido al movimiento de las moléculas hasta que se encuentre un estado de temperatura uniforme.

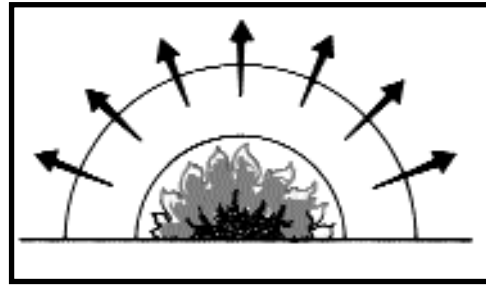
La expansión de un fuego por convección probablemente tiene más influencia que los otros métodos a la hora de definir la estrategia de intervención.

Por esta razón, el calor transmitido por convección tendrá en la mayoría de los casos, la dirección vertical, aunque el aire puede llevarlo en cualquier dirección.

5.2.3. Radiación.

Es el proceso de transmisión de calor de un cuerpo a otro a través del espacio en línea recta.

Es como el calor del sol que atraviesa el espacio y calienta la tierra.



Este tipo de transmisión no implica ningún contacto entre los cuerpos. Son ondas electromagnéticas similares a las ondas de la luz. No obstante, cuerpos que no emitan luz pueden radiar calor por ondas infrarrojas.

Todas las formas de energía radiante se propagan en línea recta a la velocidad de la luz. La intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia a la fuente de radiación.

Cuando la energía radiante incide sobre un cuerpo hay tres posibilidades

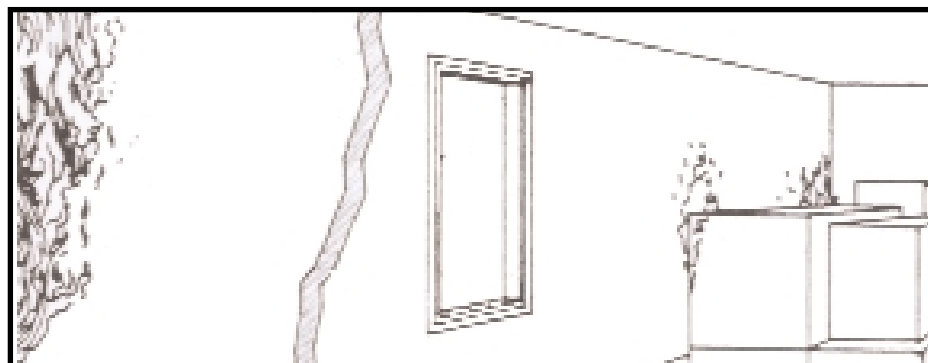
Transmisión, absorción y reflexión.

Las características de la superficie del cuerpo afectan a su capacidad para absorber o reflejar la radiación. Como norma general, los buenos reflectantes suelen ser malos absorbentes. Tener en cuenta los edificios con muchos ventanales con cristaleras.

El calor radiado viaja por el espacio hasta ser absorbido por un cuerpo opaco.

Contacto directo de la llama.

Si nos ponemos muy perfeccionistas, se puede llegar a diferenciar entre la transmisión a través del gas caliente que se desprende de la reacción y el calor que se transmite directamente de la llama al cuerpo que va a arder directamente sin contacto con un material conductor que haga de intermediario.



Las radiaciones de calor penetran los materiales translúcidos provocando igniciones en zonas apartadas del incendio original.

5.3. Métodos de extinción

Las actuaciones frente al desarrollo de un incendio pueden tener como finalidad controlarlo o extinguirlo.

Para que el incendio se produzca y exista continuidad todos los vértices del tetraedro deben de mantenerse unidos. Para apagarlo deberemos de actuar sobre alguno de los factores concurrentes en la combustión mediante cualquiera de los métodos de extinción que existen :

5.3.1. Eliminación o dilución del combustible.

Constituye un método de extinción de aplicación limitada a ciertos tipos de incendios. A veces, es solamente una medida de precaución para evitar el reencendido.

En los incendios de fluidos, suele ser el método preferible siempre que sea posible cortar el flujo saliente.

En el caso de fugas de gas antes de apagar el incendio es preceptivo tener claro que se podrá cerrar la fuga.

A veces no es necesario eliminar todo el combustible para que el incendio se extinga. Basta diluirlo a concentraciones que ya no resultan combustibles. Ejemplo de los incendios de alcoholes.

5.3.2. Eliminación o dilución del comburente. Sofocación.

Es un método aplicable a todos los tipos de fuegos.

La eliminación del combustible se consigue colocando una capa, una manta, un elemento que impida el contacto entre combustible y comburente.

Tampoco es necesario llegar a la eliminación total del comburente para que cese el proceso de combustión. Basta diluirlo hasta valores adecuados por debajo de los cuales la cantidad de comburente sea lo suficientemente pobre como para que no se inicie el incendio.

5.3.3. Eliminación del calor, de la energía de activación. Enfriamiento.

Seguramente el proceso más empleado de todos los presentados.

El incendio necesita calor para iniciarse y mantenerse. En cuanto se elimine la fuente de calor o se rebaje a determinados valores será suficiente para que el incendio no se desarrolle.

5.3.4. *Eliminación de las reacciones intermedias en cadena. Inhibición catalítica.*

Las reacciones intermedias de oxidación que tienen lugar en la llama pueden ser interrumpidas si actúa un producto químico catalizador negativo de las mismas.

Este método es muy eficaz, sólo hay que ver el efecto de un extintor de polvo sobre un fuego de líquidos. Pero no es aplicable para fuegos incandescentes, o de brasas en los que no hay llamas.

Estos efectos se logran por medio de los denominados “**Agentes extintores**”.

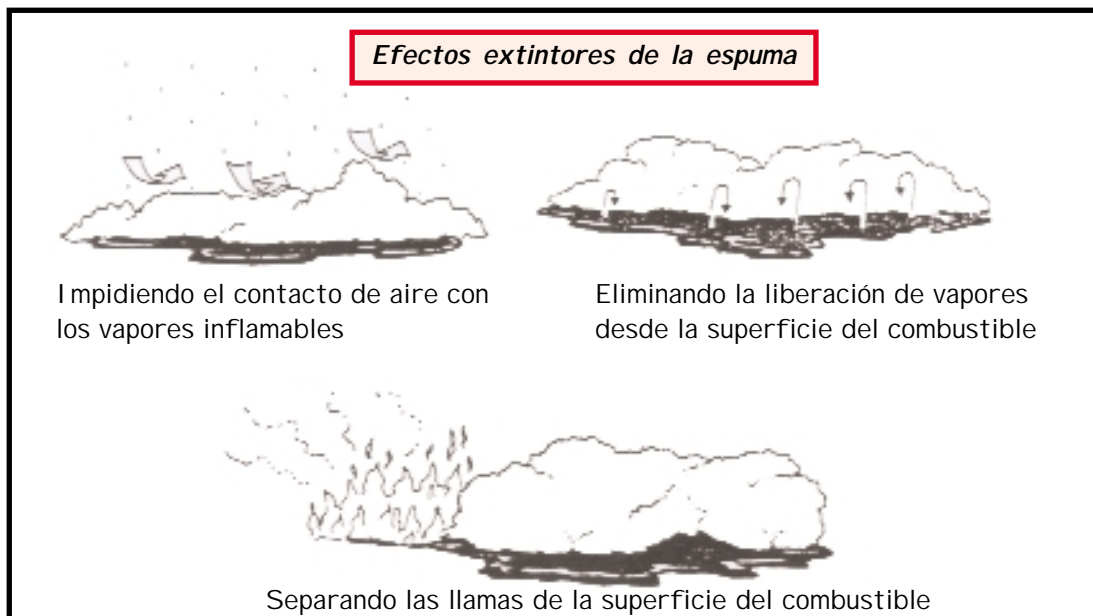
El éxito de la extinción de un incendio depende fundamentalmente de que se actúe cuando el fuego está iniciándose y que se emplee el agente extintor adecuado. Citaremos todos los que disponemos y nos centraremos en los agentes contenidos en los extintores más corrientes.

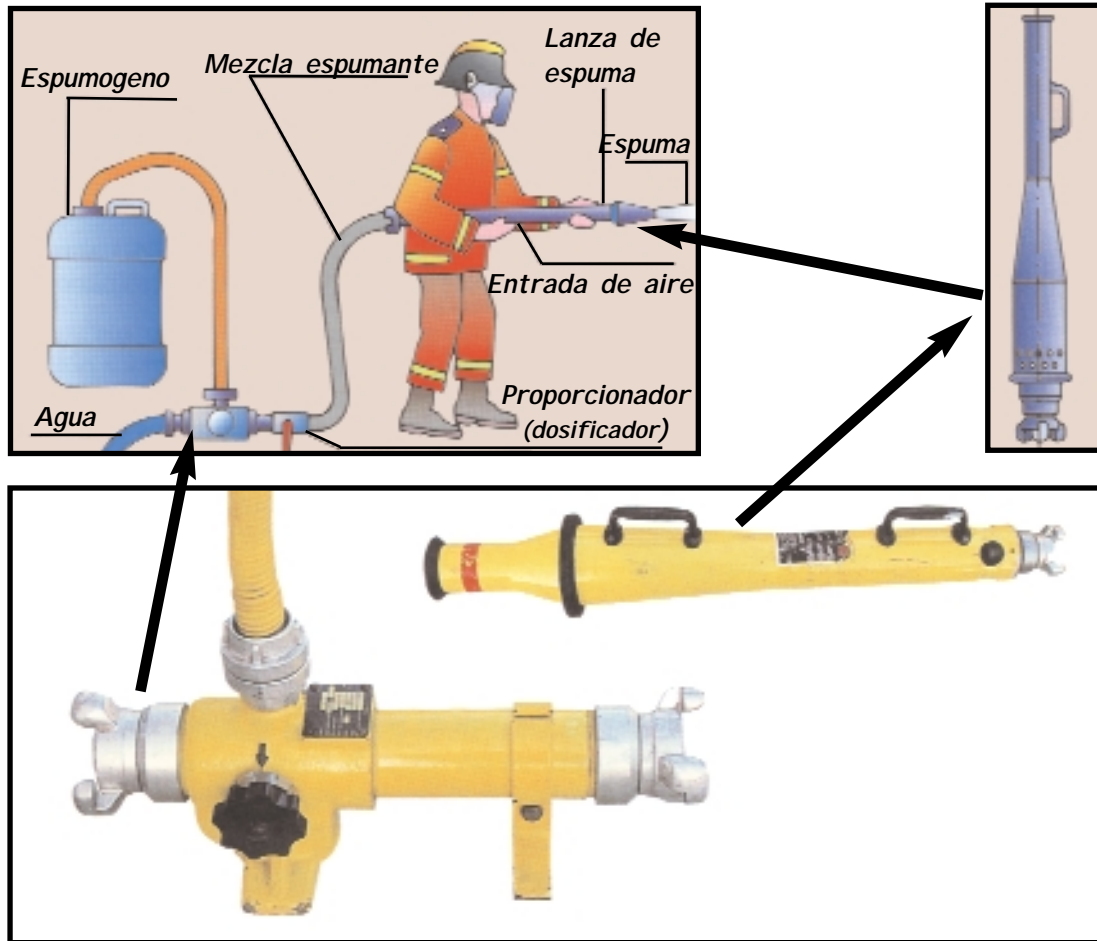
a) **Agua**.- Es el sistema más barato y apaga por enfriamiento (FUEGOS CLASE A).

El agua absorbe el máximo de calor en forma pulverizada



b) **Espumas**.- Actúan por sofocación. Es una mezcla de agua y una sustancia química llamada espumógeno (FUEGOS CLASE B y A).



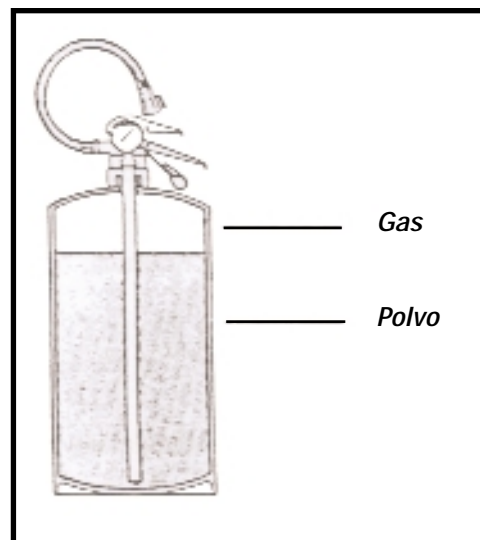


c) **Polvos químicos BC y ABC.**- Los hay de dos clases fundamentalmente BC (normal) y ABC (polivalente).

Las letras nos indican la clase de fuego para lo cual son útiles.

El polvo BC, es en su mayoría bicarbonato sódico (95-98%) y el resto aditivos para evitar el apelmazamiento. Actúa por sofocación e inhibición de la reacción. Extinción FUEGOS CLASE B.

El polvo ABC (polivalente o antibrasas) está compuesto por bisulfato amónico o fosfato amónico junto con los aditivos anteriormente mencionados para evitar el apelmazamiento. Actúa por sofocación e inhibición de la reacción, pero recubriendo el combustible (si es sólido) e impidiendo de forma relativa, la



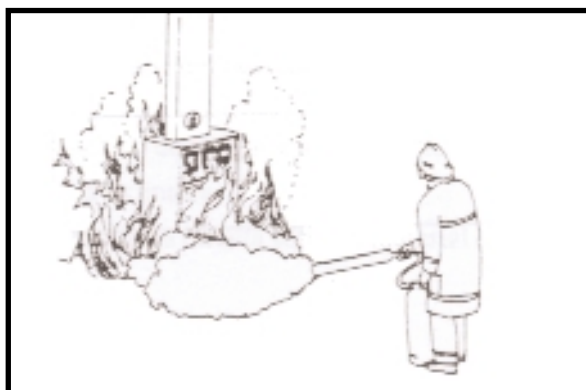
Extintor de polvo de presión incorporada

reignición de las brasas. No obstante siempre será necesario enfriar después el combustible sólido con agua. Extinción FUEGOS CLASE A y B.

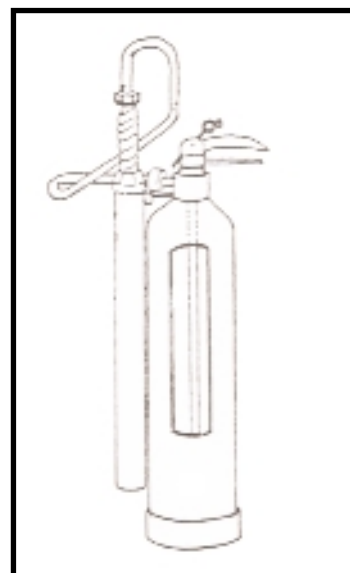
Los dos tipos de polvo BC y ABC también sirven para apagar FUEGOS DE CLASE C, pero la extinción no es aconsejable sino puede controlarse después la fuga. Es mejor refrigerar el recipiente pero no apagar.

d) **Anhídrido carbónico.**- Gas más pesado que el aire CO_2 .

Se utiliza como gas licuado a una presión de 62 kg/cm², que se evapora al salir del extintor absorbiendo calor y provocando un descenso de temperatura. Es muy mal conductor de la electricidad. Ventaja: extingue el fuego por sofocación no ensucia instalaciones y penetra en huecos y rendijas. Extinción FUEGOS CLASE B y los producidos en instalaciones eléctricas. No se debe proyectar directamente contra todo aquello que pueda resultar dañado por la baja temperatura.



Utilización de un extintor de anhídrido carbónico (CO_2) en la extinción de un incendio con presencia de tensión eléctrica.



e) **Derivados halogenados.**- Son productos de síntesis.

Extinguen por inhibición de la reacción se usan en instalaciones fijas para la protección de equipos eléctricos y electrónicos. Desventajas: son tóxicos y dañan la capa de ozono, por lo que su uso se encuentra en regresión. Extinción FUEGOS CLASE B.





Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Normas básicas de actuación

Carlos Orta



6. Normas básicas de actuación en los incendios

Las normas básicas de actuación en los incendios, tratan de establecer unas pautas genéricas a seguir en todo incendio. Estas normas no pretenden recoger detalladamente todas las circunstancias que se pueden presentar en la realidad, debido a que ello depende de infinidad de factores que aleatoriamente pueden manifestarse. Son, eso sí, una buena guía de la secuencia de acciones que habitualmente se han de establecer en casi todos los incendios, debiendo quedar claro que están abiertas a las matizaciones o variaciones que cada siniestro de incendio requiera.

Estas normas o pautas básicas las agruparemos en los siguientes puntos:

- 1.- INFORMACIÓN, RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN.
- 2.- SALVAMENTOS Y EVACUACIÓN.
- 3.- EXTINCIÓN.
- 4.- VENTILACIÓN.
- 5.- INSPECCIÓN.
- 6.- CONSOLIDACIÓN.
- 7.- INVESTIGACIÓN Y DESESCOMBRO.
- 8.- RECONOCIMIENTO FINAL.
- 9.- RECOGIDA DE MATERIALES Y EQUIPOS.
- 10.- RETÉN DE VIGILANCIA.

En un incendio podrán o no presentarse todas las partes anteriores, en función de las características de aquel, así por ejemplo en algunos incendios no será necesario establecer reten alguno, en otros no se necesitará realizar salvamentos, etc.

Una cuestión importante es el orden de seguimiento de cada una de las pautas expuesta. En general el orden es el reflejado anteriormente; por ejemplo será prioritario el salvamento de una persona en peligro sobre la extinción del incendio. Pero en función de las circunstancias que se presenten, podrá ser necesario variar el orden de las pautas básicas que se han indicado.



6.1. Información, reconocimiento y evaluación.

La evaluación de la situación esta condicionada por dos periodos o etapas bien diferenciadas. En una primera etapa se dispone de una primera información que se facilita sobre el incendio, es decir en el momento en que se efectúa la salida desde el parque. En una segunda etapa dispondremos de una segunda información que recogeremos al llegar al lugar del siniestro.

6.1.1. Primera etapa

Esta primera información ha de ser lo más precisa posible, pues condiciona en gran medida la decisión de la composición de la dotación de salida. En muchos casos la información facilitada está sesgada o es imprecisa, debido a múltiples razones (como por ejemplo el nerviosismo de la persona que llama al Centro de Coordinación de Emergencias, SOS Navarra, descripciones incorrectas de lo que sucede por tratarse de una comunicación con intermediarios, o una percepción errónea de lo que en realidad ocurre, etc.).



La exactitud de la primera información facilitada por el Centro de Coordinación de Emergencias es fundamental en la organización de la salida.

Por lo tanto, habrá que contar con cierto margen de incertidumbre respecto de lo que nos vamos a encontrar, y por consiguiente, acudir con una dotación adecuadamente dimensionada en medios humanos y materiales.

La información mínima que nos debe facilitar el Centro de Coordinación de Emergencias es la dirección a la que hay que acudir, el tipo de siniestro, que en este caso es un incendio y el tipo de inmueble o construcción (viviendas, oficinas, fábrica, garaje, etc.).

Por supuesto, cuanta más información adicional a la indicada se nos facilite, más acertada será la dotación de salida. Pero en esta cuestión hay que ser realista y aceptar que en no pocas ocasiones solo se dispone de la dirección a la que hay que acudir a realizar una extinción y del tipo de inmueble afectado.

Hasta aquí se habrá realizado una primera evaluación, en función de la información disponible, habiéndose dimensionado a continuación, por el mando correspondiente, la dotación de salida.

Primera información ➡ Primera evaluación ➡ Dotación de salida

6.1.2. Segunda etapa

Al llegar al incendio veremos por nuestros propios ojos lo que está sucediendo, es decir realizaremos el reconocimiento del escenario del incendio. La operación de reconocimiento es imprescindible, pues de ella depende en gran medida el éxito de nuestra intervención. El reconocimiento es un ejercicio de observación e identificación, que básicamente comprende lo siguiente:



Localizar los diferentes puntos donde hay fuego es una tarea ineludible para conseguir una extinción total. También es necesaria la identificación de puntos de riesgo.

a) Observar si existe la necesidad de rescatar a personas o animales que se encuentren en situación de riesgo o solicitando socorro.

b) Localizar los puntos de seccionamiento de las redes de suministro de gas y electricidad para proceder a su corte.

c) Identificar bien los diferentes focos de fuego del incendio.

d) Comprobar si existen riesgos adicionales, como depósitos de gases o líquidos inflamables con peligro de deflagración o de explosión, acumulaciones de combustibles sólidos, cables eléctricos caídos, posibles desplomes de tejados, de muros o de soleras, o caída de objetos a la vía pública. Las edificaciones colindantes pueden correr el riesgo de propagación, recalentamiento de instalaciones y demás riesgos que se pudieran presentar según circunstancias.

e) Buscar puntos de abastecimiento de agua (hidrantes, BIES, bocas de riego, aljibes, piscinas, acequias, etc.)

Reconocimiento → Segunda información → Segunda evaluación

Además debemos escuchar las indicaciones que nos van a facilitar las personas allí presentes. Estas indicaciones suelen ser muy valiosa pues nos informan de aspectos relevantes cara a la intervención, como por ejemplo las personas que han quedado atrapadas, riesgos existentes ocultos, puntos de abastecimiento de agua, etc.

Una vez realizado el reconocimiento y escuchadas las indicaciones de las personas allí presentes, tendremos ya una segunda información mucho más precisa que la primera que recibimos al salir del parque, y estaremos en condiciones de realizar una segunda evaluación mucho más correcta que la primera, lo que nos va a posibilitar llevar a cabo la intervención de una manera eficaz.



Una intervención eficaz también requiere, que la dotación que intervenga trabaje de forma coordinada, de forma tal que todos sus miembros tengan asignada una misión o tarea, consiguiéndose con ello que algunas de las pautas anteriormente expuestas se lleven a cabo simultáneamente. De esta manera se evitarán demoras innecesarias.

6.2. Salvamentos y evacuación

El salvamento es la acción mediante la cual trasladamos a una persona o animal de una zona de riesgo a otra carente de él. En los incendios, los salvamentos se realizan para alejar a los evacuados de riesgos que pueden producir quemaduras, asfixia, intoxicación, caídas en altura, electrocuciones, etc.



Para llevar a cabo un salvamento, hay que optar por una vía de evacuación y utilizar un medio de salvamento compatible con la vía elegida.

En todo incendio, tiene prioridad la operación de salvamento de personas sobre cualquier otra, y es probablemente la única que justifica correr mayores riesgos que ninguna otra.

Cuando no se tenga certeza sobre las personas que pueden encontrarse en el interior de un inmueble incendiado, hay que ir realizar un reconocimiento del interior a la vez que realizamos la extinción. Por supuesto si es viable realizar un reconocimiento de interiores previo a la extinción, este se llevará a cabo. Un lugar donde pueden haber quedado personas atrapadas y que no debemos olvidar es ¡el ascensor!. También es importante recordar que un comportamiento típico infantil ante la presencia de fuego, es ¡escondarse! debajo de una cama, mesa o sofá, o en el interior de un mueble (como por ejemplo un armario) en lugar de salir corriendo al exterior; por ello si se sospecha que puede haber niños en el inmueble, se debe prestar especial atención a los lugares mencionados.

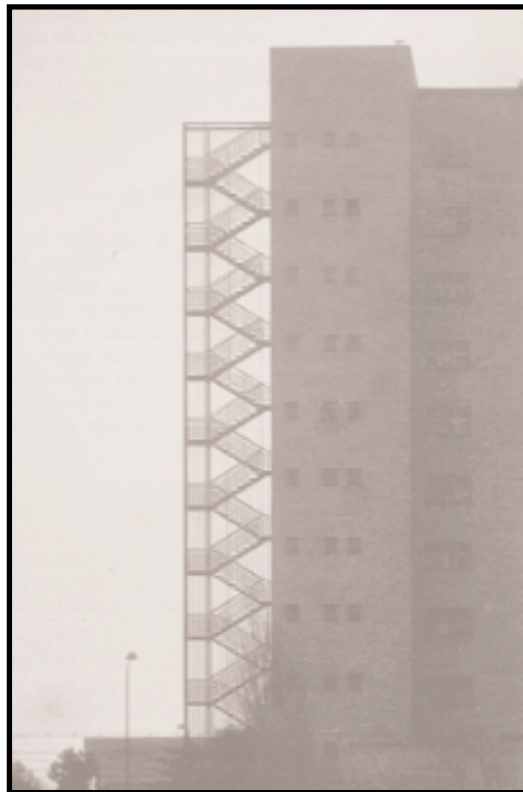
El salvamento comienza con la evacuación del lugar del incendio de los afectados y finaliza con la ubicación de estos en un lugar seguro exento de riesgos. Para llevar a cabo un salvamento, tendremos que optar por una vía de evacuación y por un medio de salvamento.

A continuación pasamos a definir ambas.

6.2.1. Vías de evacuación

Son los lugares por los que podemos acceder a un inmueble incendiado y también por donde evacuar a los afectados. Normalmente se puede optar por alguno de los siguientes:

- Ventanas
- Balcones
- Terrazas
- Azoteas
- Tejados
- Puertas exteriores “Salida de emergencia”
- Portales
- Claraboyas y exutorios
- Patios interiores
- Pasillos
- Escaleras interiores
- Escaleras de incendios



En algunas ocasiones el salvamento se realiza dentro de la propia edificación trasladando a los afectados de una zona a otra exenta de riesgo, como por ejemplo un patio interior, o un sector de incendios independiente (caso de un hospital).

Las escaleras de incendio son una vía de evacuación que discurre por el exterior de los edificios y dan acceso a todas las plantas. Son de fácil utilización por los ocupantes del edificio. Sin embargo hay que tener en cuenta que, en caso de incendio, algunas personas que tienen vertigo se resistirán a bajar por ellas.

Según las circunstancias que se presenten y en función de la vía de evacuación elegida, será necesario o no utilizar medios de salvamento concretos. Por ejemplo si existe falta de visibilidad pero las personas a evacuar pueden salir por su propio pie, la labor de salvamento se limitaría a guiar a las personas a través de las vías de evacuación, sin ser necesario utilizar ningún medio de salvamento especial.



6.2.2. *Medios de salvamento*

Los medios de salvamento son los medios que se emplean para llevar a cabo la evacuación a través de algunas de las vías mencionadas anteriormente. Habitualmente se utilizan los siguientes:



Un vehículo autoescalera es un medio de evacuación adecuado para conectar con los diferentes huecos que presentan las fachadas de los edificios.

- Camillas
- Arnés
- Cuerda
- Escalera Extensible
- Escalera de Ganchos
- Manga de evacuación (en desuso)
- Vehículo autoescalera
- Vehículo Brazo articulado
- Helicóptero

La elección de uno u otro medio dependerá del estado de la víctima o afectado, así como de la disponibilidad del medio de salvamento o no. También juega un papel importante las condiciones de entorno a la hora de utilizar un medio de salvamento; por ejemplo una autoescalera no podrá ser utilizada en calles muy angostas, o un helicóptero no podrá descender en una azotea llena de antenas.

En otras ocasiones la evacuación se lleva a cabo por el propio pie de los afectados, o bien a hombros, en brazos o en una silla, no siendo necesario ningún medio de salvamento especial.

Hay algo importante que tenemos que tener siempre presente en el tema de los salvamentos, y es que los ascensores no deben ser utilizados nunca como una vía de evacuación, pues debido a los sistemas de seguridad que poseen, se quedan bloqueados enseguida, dejando atrapadas a las personas en su interior en pleno incendio.

6.3. Extinción

La operación de combatir un incendio comprende dos acciones:

a) la contención.

b) la extinción.

6.3.1. *La contención*

es la operación mediante la cual se evita que el incendio se propague a otras zonas adyacentes. Se trata, como su propio nombre indica, de contener el incendio dentro de unos límites, impidiendo que se extienda a otros inmuebles o instalaciones. La contención comprende dos operaciones; por un lado se trata de mantener el foco del incendio para no permitirle generar excesivo calor, y por el otro se refrigera con agua las zonas que contornean el incendio.



En grandes incendios es necesario proceder a realizar una contención para evitar la propagación del fuego a otras zonas de los inmuebles. Evitada la propagación, y cuando la carga calorífica lo permita, se concluirá la extinción el fuego.

Otras veces la contención incluye, además de lo dicho, el traslado de combustibles de una zona a otra alejada de las llamas. La contención, como es fácil deducir, solo se lleva a cabo en grandes incendios donde no es posible realizar una rápida extinción. La contención es primordialmente un ataque indirecto del fuego. En definitiva se trata de aplicar el principio de *aislar el fuego*.

6.3.2. *La extinción* es la operación mediante la cual se apaga el fuego. Es un ataque directo sobre las llamas del incendio. En grandes incendios es posterior a la contención, puesto que no suelen ser extinguidos hasta que buena parte de los combustibles han ardido. En incendios pequeños solo existe extinción, no siendo necesaria la operación de contención.



6.3.3. *Principios a seguir en la extinción*

1. Utilizar el agente extintor adecuado.
2. Comprobar si existe columna seca y si se va a utilizar.
3. Observar si existen bocas de incendio equipadas (BIES).
4. Conectar la autobomba a un hidrante u otras fuentes de abastecimiento.
5. Presurizar la columna seca, o utilizar las BIES o decidir cuantas líneas de mangueras se van a instalar.
6. Establecer por donde discurrirán los tendidos de las líneas. Evitar codos, esquinas con aristas y colocar vados salvamangueras para el tráfico rodado



El ERA es indispensable en las labores de extinción.

7. Calcular bien las perdidas de carga y utilizar los diámetros de manguera de mayor a menor (siguiendo el principio de radio hidráulico). Una vez conectadas las mangueras y presurizada la instalación, el que maneje la bomba debe tener presente que, en caso de que se esté agotando el agua de la cisterna, debe avisar de este hecho con tiempo suficiente al compañero que está en punta de lanza, para que este no se encuentre repentinamente sin agua en medio de las llamas.

8. Extinguir el fuego lanzando el agua a la base de las llamas, pues este es el lugar donde se genera la combustión.

9. No utilizar cualquier lanza, sino la adecuada para el tipo de fuego a tratar (hay lanzas de uno, dos y tres efectos, de un solo caudal y de caudal variable, de presión constante, etc.). En unos casos interesará alcanzar las llamas alejadas, en otros refrigerar mucha superficie, en otros mojar con poca presión y mucho caudal, etc.



10. No despilfarrar el agua, sobre todo si hay limitaciones de abastecimiento.

11. Procurar no deteriorar los inmuebles mas de lo necesario (hay que intentar operar de forma cuidadosa).

El trabajo en parejas permite un mejor desenvolvimiento y aumenta la seguridad de la intervención.

12. Progresar en parejas por cada línea de mangueras. El primero maneja la lanza y soporta del 20% al 30% los empujes de reacción de la manguera, mientras que el segundo soporta del 70% al 80% los empujes de la manguera. Si es posible, y sobre todo con mangueras de 45 milímetros o más, es preferible trabajar con un tercero sujetando la manguera unos 5 metros detrás del segundo, cuya misión es arrastrar la manguera o retirarla, según lo pida el de punta de lanza.

13. Utilizar los transeptores para las comunicaciones entre autobomba y punta de lanza.

14. Tener en cuenta que la mayor protección personal contra el fuego se consigue lanzando el agua en cortina y no a chorro. Se pueden solapar 2 ó más cortinas para conseguir mayor frente de protección, pero en este caso habrá que realizar un avance sincronizado de las líneas para evitar que se desolapen y perdamos la protección. Se debe poner especial cuidado en no tocar con los dedos la cortina formada, pues se abriría un hueco en la cortina de agua por donde nos penetrarían las llamas.

15. Antes de penetrar por la puerta, ventana o hueco de un local o habitación de la que sale humo, conviene tomar precauciones ante la posible producción de una explosión de humo (backdraft). Si se va a abrir una puerta, hay que colocarse en un lateral y agacharse, con la lanza en posición cortina, protegiéndonos de la posible producción de una lengua de fuego. Al penetrar permanecer agachados. Recordar que la explosión de humo se puede producir con cierto retardo respecto de la apertura de un hueco.



La cortina de agua nos protege bien del calor y de las llamas.

La apertura de huecos en fuegos que están confinados, debe realizarse desde una posición de protección, estando prevenidos ante la posible aparición de una explosión de humo.



16. Utilizar siempre el equipo de respiración autónomo y las prendas de protección, (Chaquetón , botas, guantes y casco, siendo aconsejable un cubre pantalón y un verdugo bajo el casco).

En caso de presentarse dificultades de orientación usar una cuerda guía. Cuando no se tenga visibilidad por la gran cantidad de humo producida, caminar palpando con una mano y un pie, preferiblemente pegados a la pared, ya que cerca de ella se está más protegido de desplomes y además será más fácil volver a salir en caso de desorientación.

17. Para localizar focos de fuego en locales de gran superficie con mucho humo puede ser útil la cámara de imágenes térmicas. Utilizarla también para localizar focos latentes bajo la madera o paredes de diversos materiales, y en los huecos de los falsos techos y suelos flotantes.

18. Poner atención a la caída de placas, arenillas y a los crujidos, pues pueden significar el aviso de un desplome de una estructura. Los marcos de las puertas suelen ser buenas posiciones para permanecer bajo ellos lanzando agua, ya que en caso de un desplome de solera quedan más libres de impactos. No obstante, hay que tener mucho cuidado con los forjados y demás estructuras susceptibles de caer encima, cuando ya han estado expuestas al fuego un buen rato, ya que aunque no se escuchan ruidos pueden venirse abajo, por lo que no debemos fiarnos de su aparente estabilidad, y por lo tanto no arriesgarnos inútilmente colocándonos bajo ellas.

19. Si nos encontramos líquidos inflamables, y mientras se monta una línea de espuma, podremos forzar las llamas hacia adelante lanzando agua, pero habrá que hacerlo poniendo mucha atención para que al avanzar no se reinicie el fuego detrás de nosotros. En este caso recordar que el agua no apagará el fuego, sino que tan solo lo controlará para que no se propague por otras zonas.

20. El tacto, es un sentido muy útil para detectar temperatura en paredes, puertas y ventanas, lo que evidenciará la existencia de un foco de calor al otro lado.



La cámara de infrarrojos nos puede ayudar a localizar los focos de un incendio en espacios grandes en los que falte visibilidad debido al humo.



El tacto puede sernos muy util para detectar focos de calor en el interior de recintos.

21. Por último recordar que, aparte de la vista, el tacto y el oído, el olfato es un buen aliado para detectar olores que evidencian situaciones de riesgo (como por ejemplo, escapes de gas, fugas de ácidos, etc.)

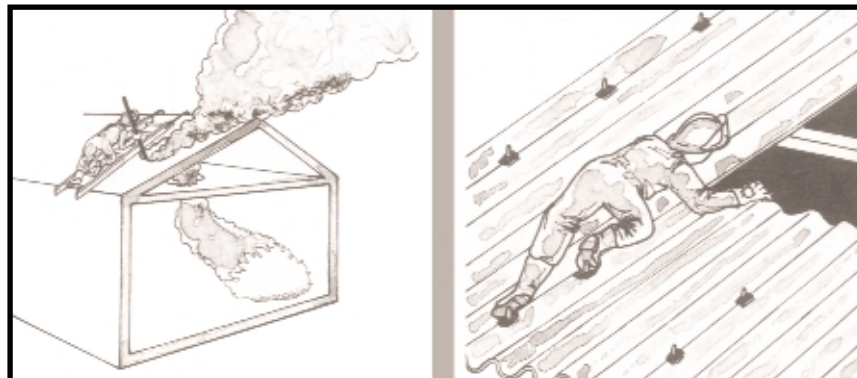
6.4. Ventilación

La ventilación es una operación que tiene por finalidad mejorar las condiciones de intervención en el interior de un local. Concretamente mejora la visibilidad, que siempre queda disminuida por el humo que todo incendio produce, mejora la habitabilidad al rebajar la temperatura que el fuego ha elevado y mejora la respirabilidad del aire, el cual en los incendios queda con una baja proporción de oxígeno y una alta concentración de gases tóxicos.

La ventilación de un local incendiado produce un aporte de aire del exterior y por lo tanto una oxigenación. Esta oxigenación favorecerá la combustión, pero también mejorará las condiciones de visibilidad y de habitabilidad térmica. En conjunto las condiciones de intervención mejorarán sensiblemente por lo que, para nosotros los bomberos, en la mayoría de las actuaciones será preferible ventilar.

La forma más común y en general la más efectiva de ventilar, es abrir manualmente las ventanas o puertas del local incendiado. En otras ocasiones se abren de forma automática los exutorios y claraboyas situadas en los techos o cubiertas. En otras ocasiones no hay más alternativa que practicar orificios en las partes superiores para dar salida a los gases de combustión.

Si se abre el tejado para ventilar, hay que hacerlo en el punto más alto, pero nunca encima del foco del incendio



Cuando no es posible provocar la circulación natural del aire por alguno de los métodos anteriores descritos, entonces se recurre a sistemas de circulación forzada del aire. Esto se consigue con extractores o ventiladores los cuales son capaces de hacer circular el aire que pasa a través de ellos, subcionandolo por uno de sus lados e impulsándolo por el otro.

Existen dos métodos o formas de ventilar:

- *por sobrepresión*
- *por depresión.*

6.4.1. *Ventilación por sobrepresión.*

Consiste en crear una presión positiva en el interior del recinto a ventilar. Para conseguirlo se instala el ventilador en un hueco del local incendiado que de al exterior, y se inyecta un flujo de aire que sobrepresiona la atmósfera del interior del local. Al mismo tiempo, hay que preparar otro hueco por donde salga al exterior el aire sobrepresionado. La mejor disposición, es la colocación del ventilador en la parte más baja del local a ventilar, y la apertura del hueco de salida del aire en la parte más alta, estando ambos puntos lo más separado posible para que el vaciado de humo se verifique en todo el volumen del local.

6.4.2. *Ventilación por depresión.*

Consiste en crear una presión negativa en el interior del recinto a ventilar. Para conseguirlo se instala el ventilador en un hueco que de al exterior, pero ahora lo que se realiza es un subcionado del aire del interior del local. También en este caso debe de existir algún hueco por donde penetre el aire limpio y fresco del exterior hacia adentro del local. La disposición ideal seria colocando el extractor en el punto más alto del local, pues es en las zonas superiores donde se acumula más humo y calor. Este tipo de ventilación tiene el inconveniente de que los gases calientes atraviesan el extractor, con lo cual puede acabar dañado debido a la cantidad de calor que tiene que soportar.

Expulsión de humo con la lanza.

Al margen de los dos métodos de ventilación que hemos visto, podemos utilizar la línea de agua con la que estamos extinguiendo el incendio para expulsar el humo de un pequeño local o una habitación. Para ello no hay más que colocar la boquilla de la lanza en una posición tal que produzca una cortina de agua ajustada al marco de una ventana u otro hueco. Para que este método funcione correctamente, el agua debe salir ajustada al marco pero sin tocarlo. De esta manera se crea un efecto de succión que expulsa el humo junto con el agua que sale proyectada al exterior

6.5. Inspección

Una vez concluida la extinción y la ventilación, es cuando se puede proceder a realizar una inspección de todo el escenario del incendio. Se trata de inspeccionar puntos donde el fuego halla quedado latente en forma de brasas, descubrir fugas de líquidos, localizar víctimas ocultas y evaluar daños de en las estructuras del edificio. Esta operación la podremos llevar a cabo cuando las condiciones de visibilidad hallan mejorado lo suficiente como para poder apreciar visualmente todo estos detalles en el interior del local siniestrado.



Acabada la extinción, no hay que olvidar inspeccionarlo todo

Para localizar focos latentes puede ser conveniente realizar una inspección de lugares poco accesibles o con huecos ocultos con la cámara de imágenes térmicas.

6.6. Consolidación

La consolidación es un conjunto de acciones que persiguen evitar que se colapsen las estructuras que habiendo resultado afectadas por el fuego aún permanecen en pie. Comprende la colocación de durmientes, tornapuntas, zapatas, sopandas, apeas, etc. Las tareas de reforzar y sujetar muros, tabiques, soleras y tejados, se llevan a cabo una vez concluida la fase de inspección.

En base a esta inspección se determina que partes de la construcción necesitan consolidarse provisionalmente hasta que se proceda a su rehabilitación. En algunos casos simplemente se tratará de consolidar para evitar riesgos de derrumbes o caída de objetos que puedan herir a los viandantes, o dañar a una edificación o instalación anexa a la incendiada.



La consolidación evita riesgos



6.7. Investigación y desescombro

La investigación tiene por finalidad averiguar la causa del incendio, su origen y como se ha propagado. La investigación se realiza una vez que no existen riesgos en el lugar a investigar. Es importante que los equipos de extinción procuren no destruir los escenarios del incendio, porque si se remueven demasiado los objetos, luego es muy difícil llevar a cabo la investigación. Ha de procurarse que las cosas queden lo más parecido a como estaban en el momento de llegar para apagar el fuego.

El desescombro es la operación mediante la cual se extraen de una edificación los restos de materiales que ha destruido el incendio. Estos escombros están constituidos por cascotes de yeso y cemento, ladrillos, tejas, travesaños de madera y diversos objetos de papel, plástico, metal, porcelana, vidrio, etc. La finalidad del desescombro es variada. En unos casos se busca la remoción de objetos para localizar focos de fuego latentes; en otros se persigue sacar al exterior los objetos quemados para que dejen de emitir humo en el interior del local incendiado; en otras ocasiones solo se pretende dejar una casa libre de obstáculos para poder empezar con su rehabilitación; otras veces se hace para buscar pruebas del inicio del incendio que han quedado ocultas. Por supuesto la finalidad también podría ser rescatar un cadáver sepultado por los escombros.

6.8. Reconocimiento final

El reconocimiento final tiene por finalidad dar por concluida la intervención para poder iniciar el retorno al parque. Se realiza una rápida comprobación de la edificación en general y de su entorno por si se hubiera pasado por alto algún riesgo adicional. De no presentarse ninguna novedad adicional, se procede a la retirada de los equipos humanos y materiales de intervención.

6.9. Recogida de materiales y equipos

La recogida de todo lo utilizado durante la intervención, debe realizarse procediendo al recuento y para ello nada mejor que colocar cada cosa en su sitio, pues la forma de ver si se echa en falta algo. Por otro lado, conviene echar un último vistazo por el escenario de la intervención, por si se deja algo olvidado. Si las mangueras han quedado con barro o muy sucias, se pueden recoger haciendo un ovillo, llevándolas al parque para nada más llegar proceder a su limpieza, enrollado y colocación.

Todo aquello que no dejemos en orden, repercutirá en detrimento de la siguiente intervención. Una cosa en cada sitio, y un sitio para cada cosa.

Al recoger los materiales y equipos hay que fijarse bien en todo aquello que requiera un repostado (gasolinas, aceites, etc.), una carga eléctrica (talkys, linternas, etc.) o una limpieza o reparación, con la finalidad de que al llegar al parque se proceda a realizarla.

6.10. Retén de vigilancia

Un dotación de retén tiene por finalidad vigilar el escenario del incendio durante las siguientes horas a su extinción, para evitar que se reinicie a partir de los puntos calientes que quedan en todo incendio como consecuencia de la inercia térmica adquirida durante su desarrollo.

La dotación que queda retenida debe estar suficientemente dimensionada en vehículos y personal, de forma que quede distribuida estratégicamente alrededor del inmueble incendiado. La espera en el retén debe realizarse de una manera activa, recorriendo periódicamente el interior de los locales siniestrados y procediéndose a relevos del personal no demasiado largos, para evitar perder la falta de atención por cansancio.







Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



La intervención en incendios

Felix Esparza



7. La intervención

7.1. Protocolo de intervención en incendio de vivienda sin columna seca.

7.1.1. Desarrollo secuencial de la actuación

7.1.1.1. a) Dotación de la Bomba Urbana o Rural Pesada

- Mando de la unidad: M 1
- Conductor de la BUP o BUR: C 1
- Bombero nº 1: B1
- Bombero nº 2: B2
- Bombero nº 3: B3
- Bombero nº 4: B4



b) Dotación del vehículo ligero del mando de guardia

- Mando de guardia: M

7.1.1.2. Recepción de la llamada

Sos Navarra alarma al parque aportando los datos necesarios.

7.1.1.3. Salida de la dotación del parque

Se comunicará oralmente por radio la salida desde el parque al siniestro; esta función la desempeñará el mando indicando los indicativos de los vehículos que toman parte en esta actuación.

7.1.1.4. Confirmación de datos

Durante el trayecto de ida hacia el siniestro, el mando llamará al centro de coordinación de emergencias SOS Navarra para confirmar y ampliar la información ya recibida.

7.1.1.5. Llegada al siniestro

- C 1:**
- Envía estatus de llegada al siniestro.
 - Colocación del vehículo adecuada.
 - Conexión de la bomba.
 - Realización de la primera instalación.



M y M1: Evaluación del siniestro.
Recogida de información adicional.
Ejecución del "plan de acción".
Asignación de las tareas.

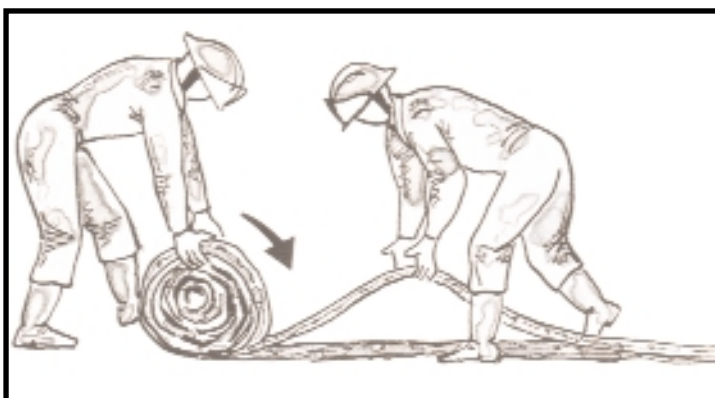
B1 y B4: Rescate de víctimas y extinción del fuego; estos bomberos irán provistos de equipo de respiración autónoma y se comunicarán con el mando mediante talky.

B2 y B3: Tendido de mangueras y apoyo técnico.
B3 buscará el hidrante más cercano.

7.1.1.6. *Labores posteriores a la extinción*

Una vez realizada la extinción se procederá a la ventilación y reconocimiento posterior para nuevas posibles tareas, p.ej. búsqueda de víctimas, desescombros, consolidación, etc.

7.1.1.7. *Recogida de el material empleado;* dando especial importancia al completo llenado del tanque de agua de la BUP o BUR.



Después de toda actuación se recogerá el material; y una vez en el parque se hará constar todo aquel que sea necesario reponer o reparar.

7.1.1.8. *Regreso al Parque,* avisando a SOS Navarra mediante estatus de la finalización de la intervención.

7.1.1.9. *Llegada al Parque.* Repostado y reposición de los materiales empleados y/o limpieza de estos; elaboración del informe pertinente por el mando contactando con SOS Navarra para dar por finalizada la actuación y envío de estatus.

7.1.2. *Metodología de la actuación*

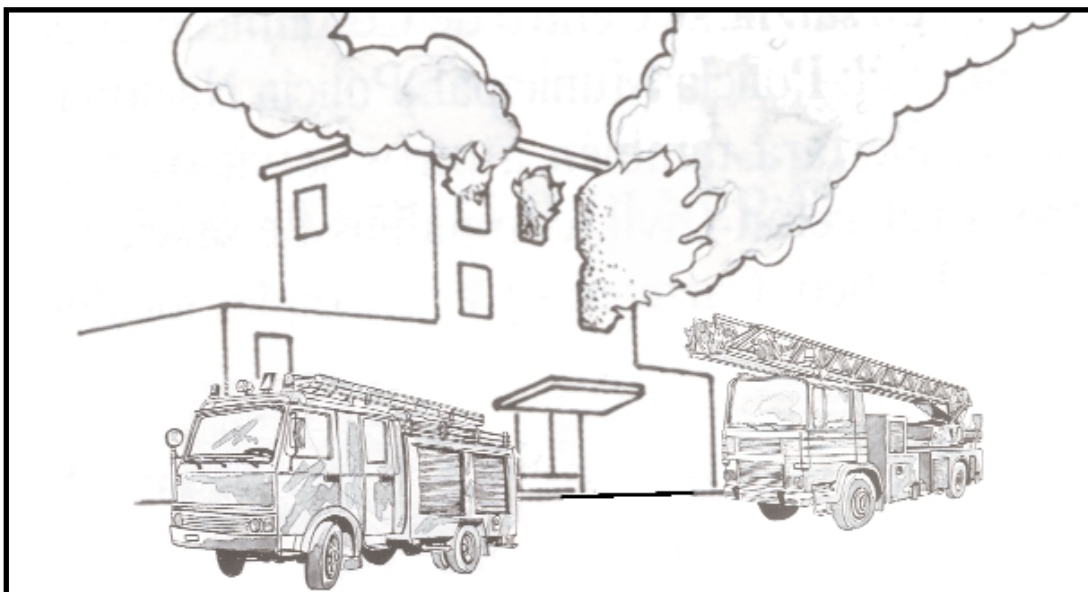
7.1.2.1. *Recepción de la llamada;* una vez producida la alarma desde el centro de coordinación de emergencias SOS Navarra, se recibirán todos aquellos datos que sean necesarios para su perfecta localización: lugar exacto, población, dirección, referencias del itinerario; personas involucradas; tipo del edificio, vivienda, altura, accesos, etc.

Es la labor más importante para comenzar la intervención

7.1.2.2. **Confirmación de datos;** durante el desplazamiento el mando de la dotación confirmará la ubicación del siniestro y completará la información sobre éste, posibles modificaciones de algún dato si lo hubiera, presencia de Policía, Servicios Sanitarios u otros.

7.1.2.3. **Llegada al siniestro y actuación.** Se deberá tener en cuenta el emplazamiento del vehículo.

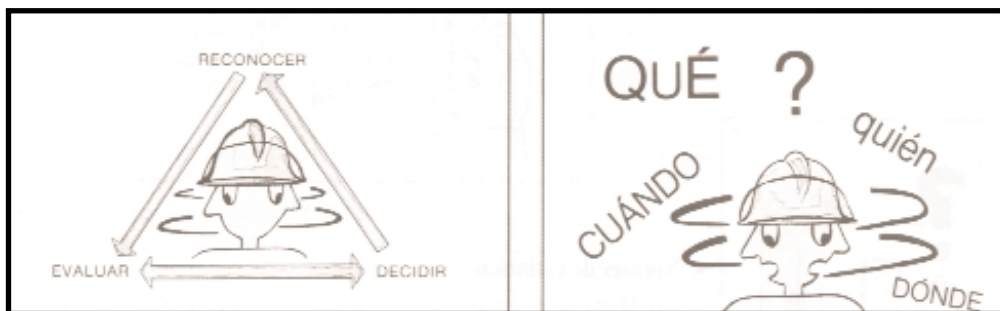
- el vehículo se colocará "a fuego pasado"; es decir, si el siniestro es en una vivienda situada en una calle; con el vehículo se sobrepasará el portal de acceso a la vivienda afectada, dejando una zona de trabajo entre la bomba y el portal.



La BUP o BUR se colocará a "fuego pasado"

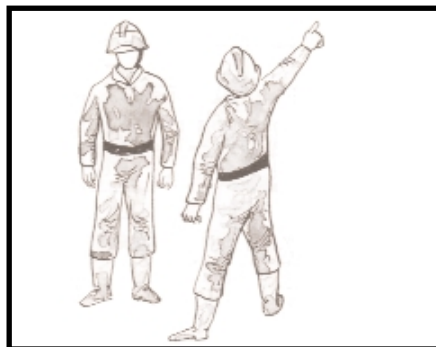
- El vehículo debe tener su máxima operatividad. Dejaremos éste colocado de tal manera que el acceso a los armarios del vehículo sea el óptimo.
- El vehículo debe estar protegido de los efectos del siniestro para evitar la caída de posibles objetos del edificio afectado y la radiación de calor del fuego.
- El vehículo debe tener garantizada una evacuación que le permita una salida rápida de la zona si la situación lo requiere.
- El vehículo no debe entorpecer la labor de otros vehículos, especialmente la autoescala, que se posicionará enfrente de la fachada de la vivienda y reservando espacio libre en la zona próxima al acceso, para poder trabajar sin saturar la entrada.

7.1.2.4. **Funciones del mando M:** Por parte del mando se realizará un reconocimiento ("lo que se ve"). Para ello observara los siguientes aspectos que forman parte del plan de acción:



El mando reconocerá, evaluará y decidirá

- La existencia o no de personas que se encuentren en peligro.
- Identificación de riesgos.
- Tipo de edificio y alturas.
- Altura de la planta incendiada.
- Establecer prioridades.
- Asignar funciones y tareas.
- En función de está evaluación podrá solicitar ayuda a la Central de Coordinación de emergencias SOS Navarra.



Asignación de tareas

En este punto conviene recordar los objetivos fundamentales de las operaciones de extinción de incendios y de salvamento:

- Salvar vidas.
- Eliminar o neutralizar las causas del origen y desarrollo del siniestro.
- Reducir al mínimo los daños y pérdidas provocados por el siniestro.
- Restaurar, en la medida de lo posible, las condiciones existentes en el lugar siniestrado, antes de producirse el siniestro.

7.1.2.5. **Funciones del mando M1**

- Durante el trayecto se colocará el equipo de respiración autónoma (ERA)
- Deberá ir provisto de equipo de transmisiones (talky) y linterna
- Cortará el suministro de luz y de gas
- Dirigirá la intervención de B1 y B4
- Puente de comunicación con el mando M

7.1.2.6. Funciones del conductor C 1

- Envío de los estatus predeterminados al Centro de Coordinación de emergencias SOS Navarra.
- La anteriormente citada correcta colocación del vehículo.
- Conexionará la bomba antes de bajar del vehículo.



Puente de comunicaciones



Primera instalación

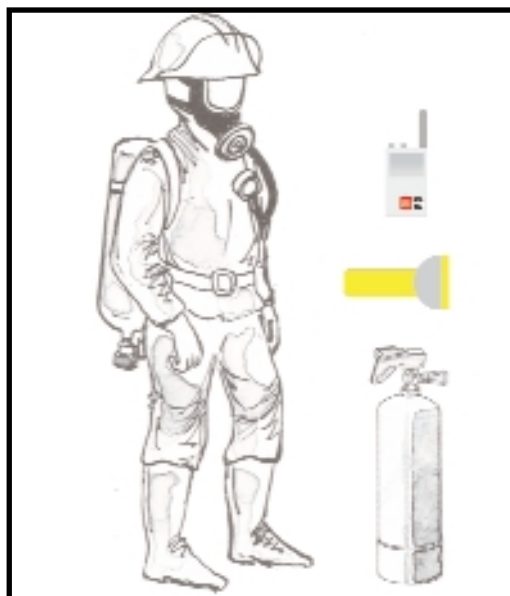


El conductor estará a la expectativa a pie de bomba para dar agua.

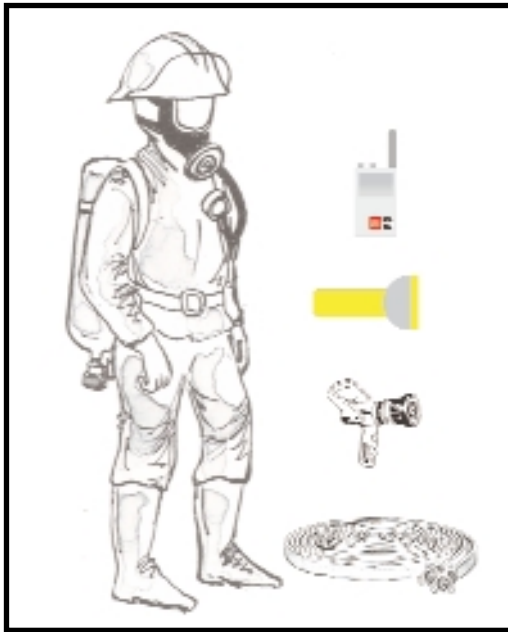
- Realizará la primera instalación del tendido de mangueras hasta la bifurcación.
- Estará a la expectativa a pie de bomba para dar agua.
- Podrá efectuar labores de apoyo, como puente de comunicaciones.

7.1.2.7. Funciones de los Bomberos 1 y 4

- Durante el trayecto se colocarán el equipo de respiración autónoma (ERA)
- Deberán ir provistos del equipo de transmisiones (Talky), extintor (en fuegos de poca envergadura) y linterna.
- En caso de que en el acceso a la vivienda por el hueco de la escalera este comprometido por el humo estos bomberos llevarán una lanza y mangueras de 25mm para realizar la instalación de mangueras en la zona con humo, siempre dejando un bucle de reserva.
- Esperarán las instrucciones del mando para introducirse en la zona afectada y pedirán suministro de agua al conductor.



Bombero equipado con ERA, talky, linterna y extintor.



En el caso de existir humo en el hueco de la escalera, irán equipados con ERA, Talky, linterna y con mangueras de 25 mm y de lanza.

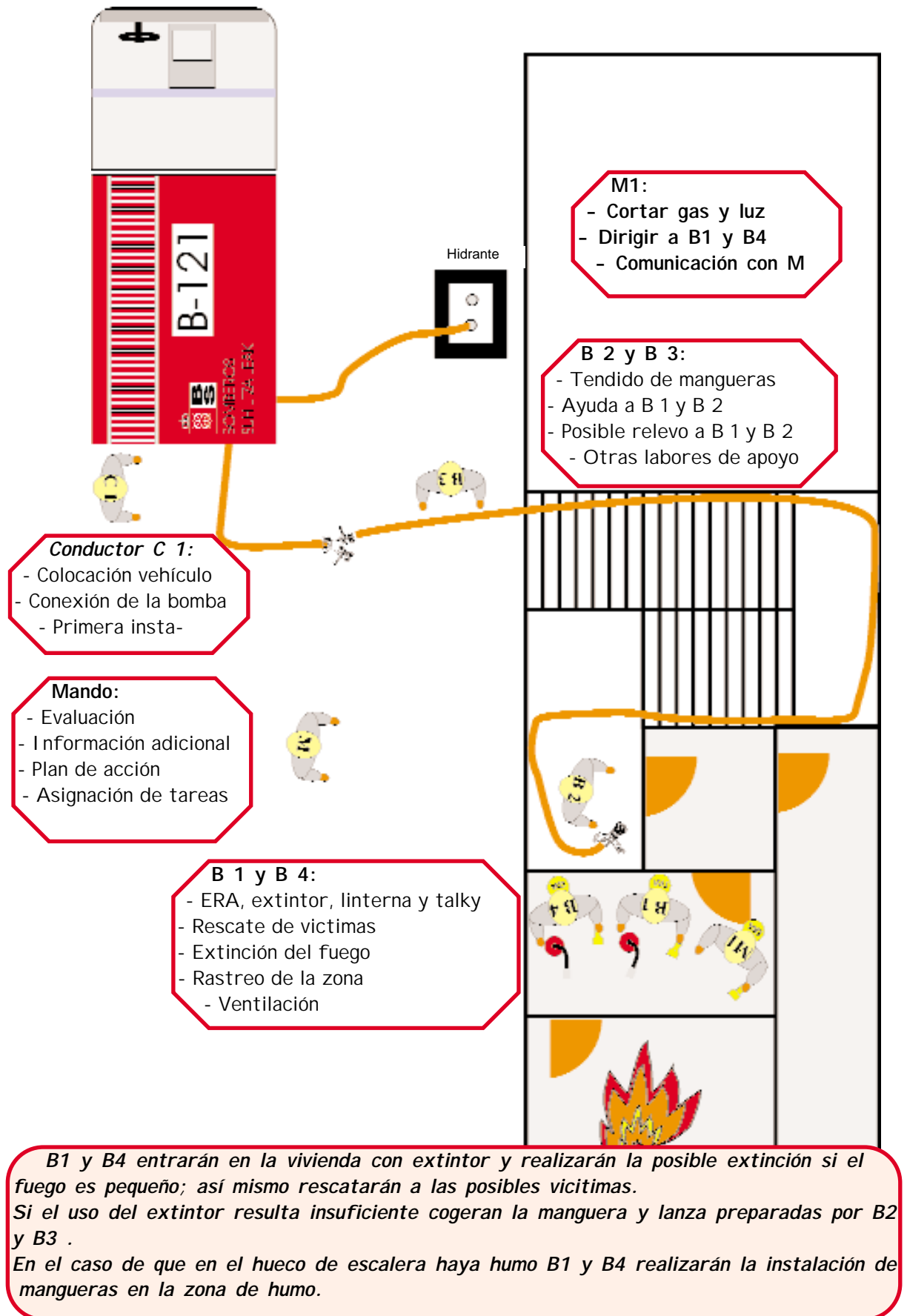
- En su recorrido hacia el fuego, rastrearán para localizar posibles víctimas. En caso de encontrar alguna, dejarán el tendido en el suelo, en ese punto, y procederán a evacuar a la víctima, comunicándolo al mando para que prepare el apoyo necesario.
- Una vez localizado el fuego y antes de aplicar agua se aprovechará el resplandor del fuego para comprobar que no existen personas próximas y ver el tipo de combustible que está ardiendo..
- Extinción y rastreo de la zona afectada.
- Comunicarán al mando todas las incidencias, localización de personas, características del fuego, posibles peligros, etc.
- Dependiendo de las dimensiones del fuego y de la cantidad de humo que dificulta la visibilidad podrá ser recomendable el uso de la cámara de imágenes térmicas.
- Una vez extinguido el fuego se consultará al mando sobre la conveniencia de ventilar la zona.

7.1.2.8. *Funciones de los bomberos 2 y 3*

- Realizarán el tendido de mangueras desde la zona con humo hasta la bifurcación.
- Realizarán tareas de avituallamiento a los bomberos 1 y 4, cuando el mando lo requiera, por ejemplo, herramientas ligeras, camilla para evacuar heridos, etc
- Si el mando lo requiere se colocarán el ERA para efectuar el relevo a los bomberos 1 y 4, posible ventilación de la caja de escaleras si esta afectada por el humo y/o ayuda en la intervención de la extinción.
- Estarán a la expectativa de otras labores de apoyo, como por ejemplo, búsqueda de hidrante para abastecer al vehículo.



B2 y B3 estarán a la expectativa de otras labores de apoyo, como por ejemplo, búsqueda de hidrante o boca de riego para abastecer al vehículo.



7.2. Protocolo de intervención en incendio de vivienda con columna seca

7.2.1. Desarrollo secuencial de la actuación

Este será similar al de incendio en vivienda sin columna seca, solamente variará la metodología de actuación en las tareas de instalación de mangueras.

7.2.2. Metodología de la actuación

7.2.2.1. Funciones del conductor C 1

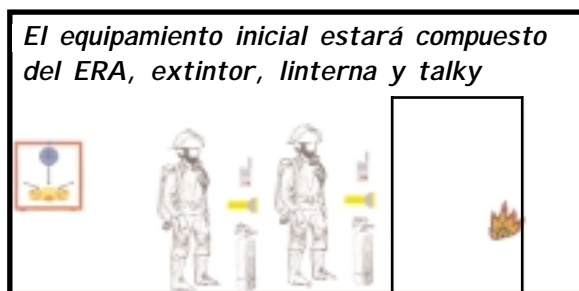
- Las mismas que en incendio de vivienda sin columna seca, a excepción de la primera instalación de mangueras.
- La primera instalación a realizar del tendido de mangueras se hará desde la bomba del vehículo a la toma de columna seca en la fachada con manguera de 70 mm de diámetro.



7.2.2.2. Funciones de los bomberos 1 y 4

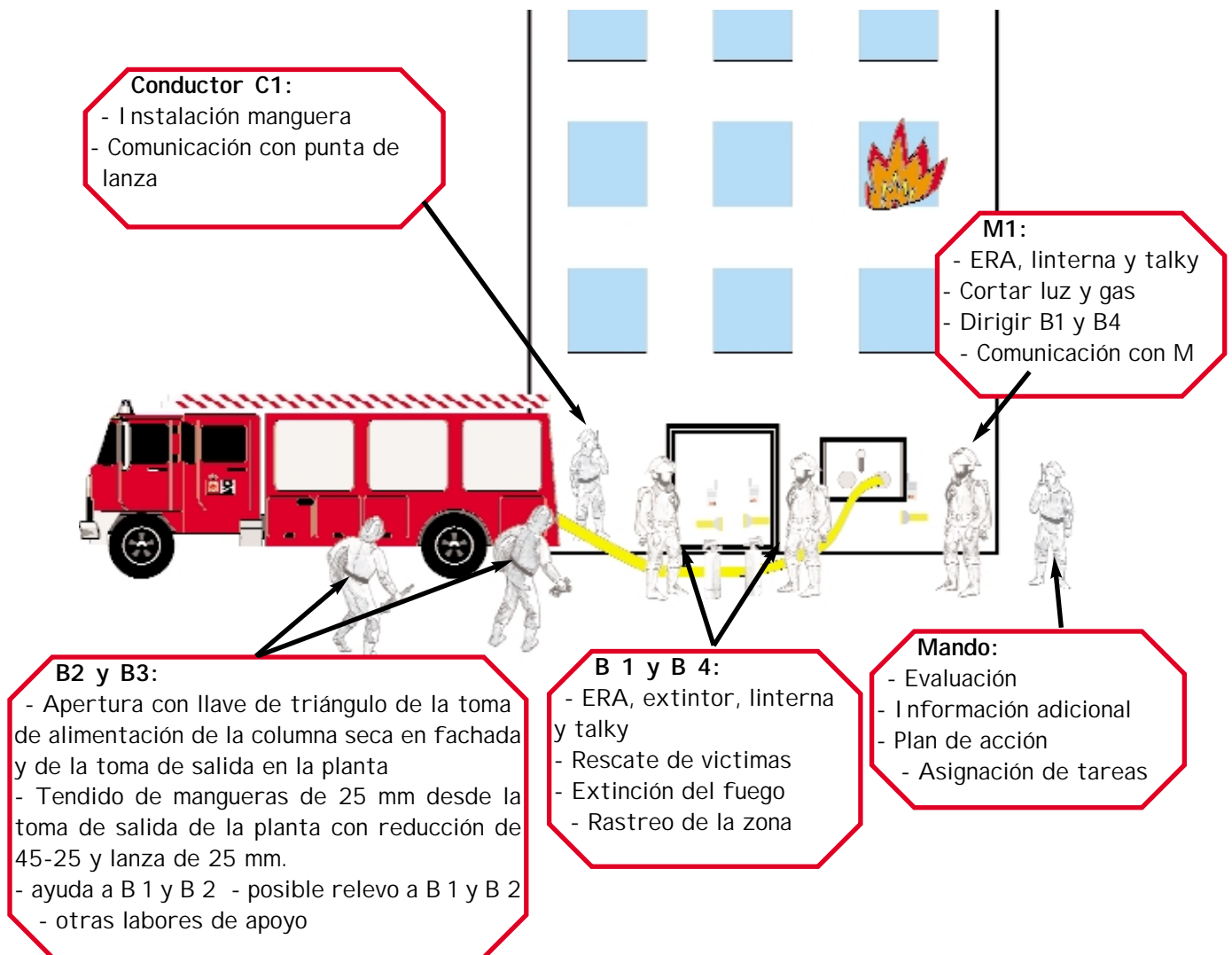
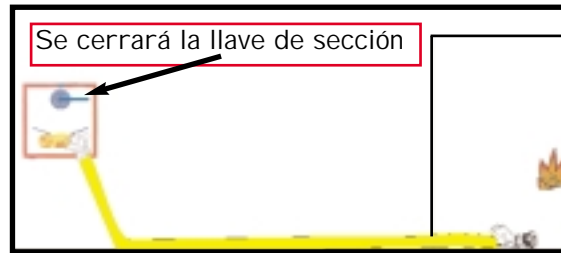
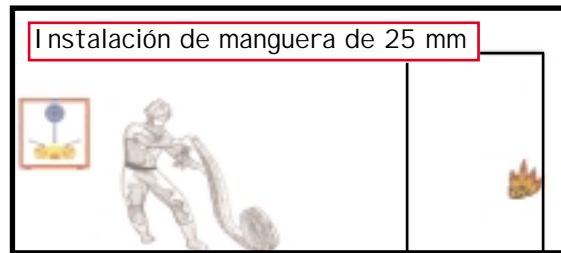
- Las mismas que en el incendio de vivienda sin columna seca, la única diferencia es que si la caja de escalera está invadida por el humo, éstos serán los encargados de realizar la instalación de mangueras desde la toma de salida de la columna seca en la planta hasta el fuego.

- En el caso de necesitar instalación de mangueras para realizar el ataque al fuego, accederán a la vivienda con una instalación de mangueras de 25 mm aportada por los bomberos 2 y 3.



7.2.2.3. **Funciones de los bomberos 2 y 3**

- Las mismas que en el incendio de vivienda sin columna seca, a diferencia de la instalación de mangueras.
- El nº 3 recogerá la llave de apertura del armario de la columna seca, primero abrirá el armario de la fachada y después subirá a la planta del piso con fuego.
- Realizarán la instalación desde la salida de la columna seca de la planta en la que se encuentra el incendio; para ello subirán mangueras y lanza de 25 mm.
- Después, el bombero nº 3 cerrará la llave de sección superior de la columna; la cual se encuentra en las plantas pares; con esto se consigue no tener pérdidas de presión de agua.



7.3. Protocolo en incendio de vivienda con apoyo de autoescala.

7.3.1. Desarrollo secuencial de la actuación con salvamento

7.3.1.1. Dotación de la autoescala

- Conductor: C2
- Bombero nº 5: B5



7.3.1.2. Funciones del conductor C 2:

- Colocará el vehículo lo más cercano posible al lugar del incendio, siempre y cuando no afecte a su maniobrabilidad y deje espacio suficiente de trabajo a los bomberos intervinientes; como se ha recalcado anteriormente este vehículo tiene prioridad en la colocación respecto a los demás.
- Conectará la bomba de accionamiento de la autoescala
- Asegurará la autoescala extendiendo las patas
- Dirigirá las maniobras de aproximación al piso desde la cesta
- Realizará labores de rescate y evacuación en fachada con la siguiente prioridad:
 - 1º Personas en zona de incendio
 - 2º Personas en zona afectada por humo
 - 3º Personas con pánico

7.3.1.2. Funciones del bombero 5

- Apoyo en las tareas a realizar por el conductor de la autoescala.

7.3.2. Desarrollo secuencial de la actuación sin necesidad de salvamento o ya efectuado.

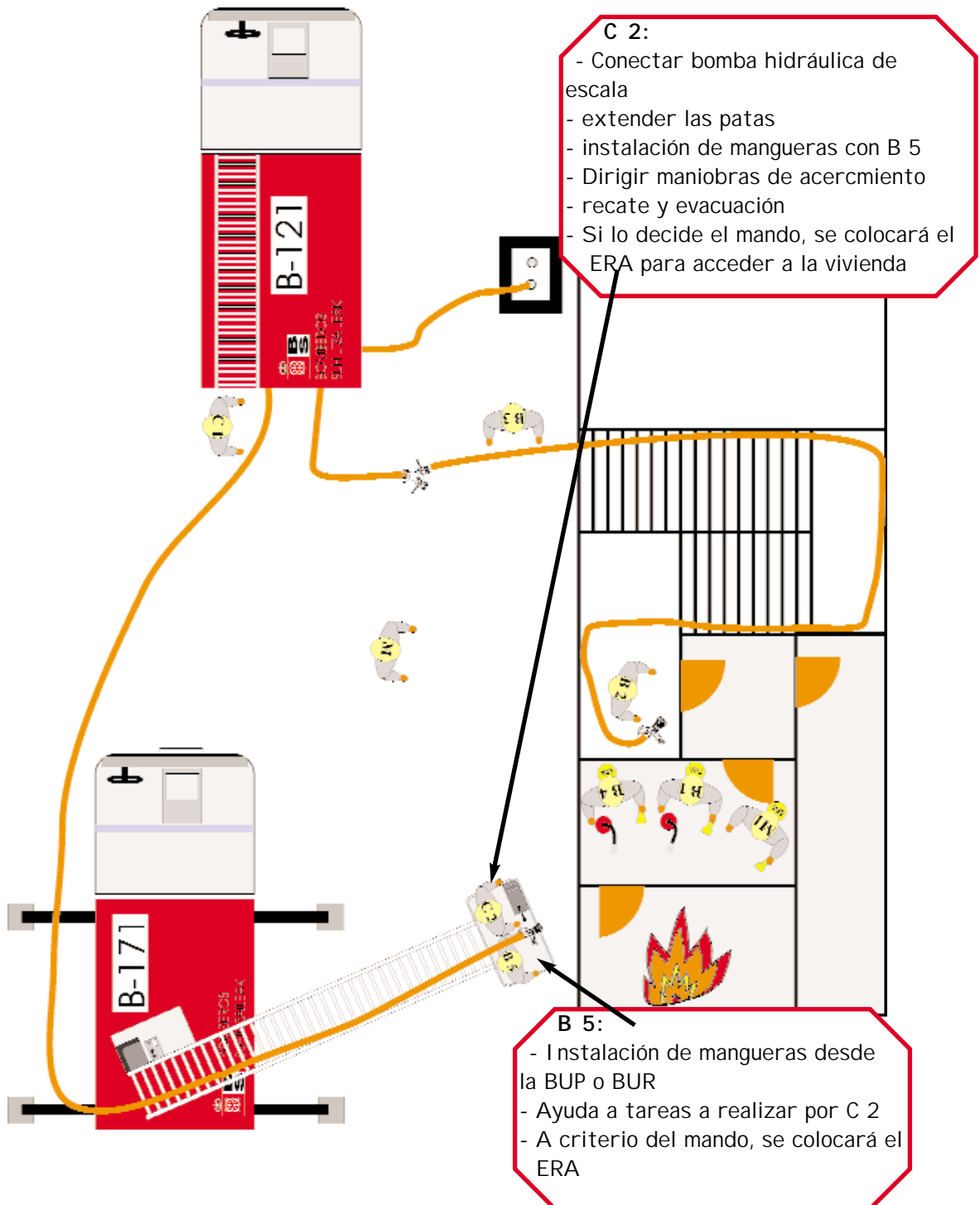
7.3.2.1. Funciones del conductor C 2

- Una vez asegurada la autoescala mediante las patas apoyara al B5 en la instalación de la línea de mangueras

7.3.2.2. Funciones del bombero 5

- Realizará la instalación de mangueras desde el vehículo BUP o BUR hasta la escala y posteriormente y con la ayuda del conductor hasta llegar a la cesta.

- Se deberá dejar suficiente manguera de reserva, ya que al extender la autoescala aumentarán los metros de la línea de manguera y actuar con precaución para evitar posibles pellizcos en la manguera.
- Se pondrán a las ordenes del mando en cuanto a la intervención en la extinción del incendio, en algunos casos se efectuará el ataque desde el exterior, en otros, sin embargo, deberán acceder a la vivienda por lo que tendrán que ir equipados como los bomberos 1 y 4; todo esto será a criterio del mando.



7.4. Protocolo de intervención en incendio de vivienda en medio rural

7.4.1. Desarrollo secuencial de la actuación.

Se seguirá el mismo desarrollo indicado en el protocolo de intervención en incendio de vivienda sin columna seca.

7.4.2. Metodología de la actuación.

En este tipo de incendios deberemos de tener en cuenta los siguientes aspectos:

a) Confirmación de datos: En este supuesto será necesario recabar información sobre el tipo de vivienda, si está aislada, si su estructura es de madera, si el acceso es por carretera o pista forestal, si dentro de ella guardan ganado, si hay presencia de combustibles sólidos (paja, hierba,...) en el desván, etc...

b) Tiempo de respuesta: En algunos casos, debido a la distancia desde el parque y el tiempo empleado en llegar, nos encontraremos con una carga de fuego importante.

c) Abastecimiento de agua: Al no haber hidrantes cercanos, necesitaremos saber si existe algún posible abastecimiento de agua cercano (deposito, río, pozo...) o solicitaremos el envío de un vehículo cisterna.

d) Estructura: Se tendrá en consideración que la estructura de estas viviendas generalmente es de muros de carga de piedra con vigas de madera.

e) Evacuación: En muchos casos será necesaria la evacuación de animales domésticos (vacas, ovejas, etc.)

f) Apoyo de vehículos especiales. Si los accesos lo permiten, se podrá utilizar un vehículo de altura , Brazo articulado) para la extinción de la zona alta de la vivienda (tejado, alero..).

7.5. Protocolo de intervención en incendio de vivienda con cuatro intervinientes.

7.5.1. Desarrollo secuencial de la actuación

7.5.1.1. Dotación de la Bomba Urbana o Rural Pesada

- Mando de la unidad: M 1
- Conductor de la BUR: C 1
- Bombero nº 1: B1
- Bombero nº 2: B2



7.5.1.2. Recepción de la llamada

Sos Navarra alarma al parque aportando los datos necesarios.

7.5.1.3. Salida de la dotación del parque

Se comunicará oralmente por radio la salida desde el parque al siniestro; esta función la desempeñará el mando indicando los indicativos de los vehículos que toman parte en esta actuación.

7.5.1.4. Confirmación de datos

Durante el trayecto de ida hacia el siniestro, el mando llamará al centro de coordinación de emergencias SOS Navarra para confirmar y ampliar la información ya recibida.

7.5.1.5. Llegada al siniestro

- C 1:**
 - Envía estatus de llegada al siniestro.
 - Colocación del vehículo adecuada.
 - Conexión de la bomba.
 - Realización de la primera instalación.
 - Búsqueda de hidrante

- M 1:**
 - Evaluación del siniestro.
 - Recogida de información adicional.
 - Ejecución del "plan de acción".
 - Asignación de las tareas.

M 1 y B 1: Rescate de víctimas y extinción del fuego; estos bomberos irán provistos de equipo de respiración autónoma y se comunicarán mediante talky.

B2 : Tendido de magueras y apoyo técnico.

7.5.1.6. *Labores posteriores a la extinción*

Una vez realizada la extinción se procederá a la ventilación y reconocimiento posterior para nuevas posibles tareas, p.ej. búsqueda de posibles víctimas, desescombro, consolidación, etc.

7.5.1.7. *Recogida de el material empleado;* dando especial importancia al completo llenado del tanque de agua de la BUR.

7.5.1.8. *Regreso al Parque,* avisando a SOS Navarra mediante estatus de la finalización de la intervención.

7.5.1.9. *Llegada al Parque.* Repostado y reposición de los materiales empleados y/o limpieza de estos; elaboración del informe pertinente por el mando contactando con SOS Navarra para dar por finalizada la actuación y envío de estatus.

7.5.2. *Metodología de la actuación*

7.5.2.1. *Recepción de la llamada;* una vez producida la alarma desde el centro de coordinación de emergencias SOS Navarra, se recibirán todos aquellos datos que sean necesarios para su perfecta localización: lugar exacto, población, dirección, referencias del itinerario; personas involucradas; tipo del edificio, vivienda, altura, accesos, etc.

7.5.2.2. *Confirmación de datos;* durante el desplazamiento el mando de la dotación confirmará la ubicación del siniestro y completará la información sobre éste, posibles modificaciones de algún dato si lo hubiera, presencia de Policía, Servicios Sanitarios u otros.

7.5.2.3. *Llegada al siniestro y actuación.* Se deberá tener en cuenta el emplazamiento del vehículo.

- el vehículo se colocará "a fuego pasado"; es decir, si el siniestro es en una vivienda situada en una calle; con el vehículo se sobrepasará el portal de acceso a la vivienda afectada, dejando una zona de trabajo entre la bomba y el portal.
- El vehículo debe tener su máxima operatividad. Dejaremos éste colocado de tal manera que el acceso a los armarios del vehículo sea el óptimo.
- El vehículo debe estar protegido de los efectos del siniestro para evitar la caída

de posibles objetos del edificio afectado y la radiación de calor del fuego.

- El vehículo debe tener garantizada una evacuación que le permita una salida rápida de la zona si la situación lo requiere.
- El vehículo no debe entorpecer la labor de otros vehículos, especialmente la autoescala, que se posicionará enfrente de la fachada de la vivienda y reservando espacio libre en la zona próxima al acceso, para poder trabajar sin saturar la entrada.

7.5.2.4. Funciones del mando: Por parte del mando se realizará un reconocimiento ("lo que se ve"). Para ello observará los siguientes aspectos que forman parte del "plan de acción":

- La existencia o no de personas que se encuentren en peligro.
- Identificación de riesgos.
- Tipo de edificio y alturas.
- Altura de la planta incendiada.
- Establecer prioridades.
- Asignar funciones y tareas.
- En función de esta evaluación podrá solicitar ayuda a la Central de Coordinación de emergencias SOS Navarra.

En este punto conviene recordar los objetivos fundamentales de las operaciones de extinción de incendios y de salvamento:

- Salvar vidas.
- Eliminar o neutralizar las causas del origen y desarrollo del siniestro.
- Reducir al mínimo los daños y pérdidas provocados por el siniestro.
- Restaurar, en la medida de lo posible, las condiciones existentes en el lugar siniestrado, antes de producirse el siniestro.

7.5.2.5. Funciones del conductor C 1

- Envío de los estatus predeterminados al Centro de Coordinación de emergencias SOS Navarra.
- La anteriormente citada correcta colocación del vehículo.
- Conexión de la bomba antes de bajar del vehículo.
- Realizará la primera instalación del tendido de mangueras hasta la bifurcación.
- Estará a la expectativa a pie de bomba para dar agua.
- Abastecerá al vehículo desde el hidrante más cercano.
- Podrá efectuar labores de apoyo, como puente de comunicaciones.
- Podrá ayudar en la instalación de mangueras al bombero 2

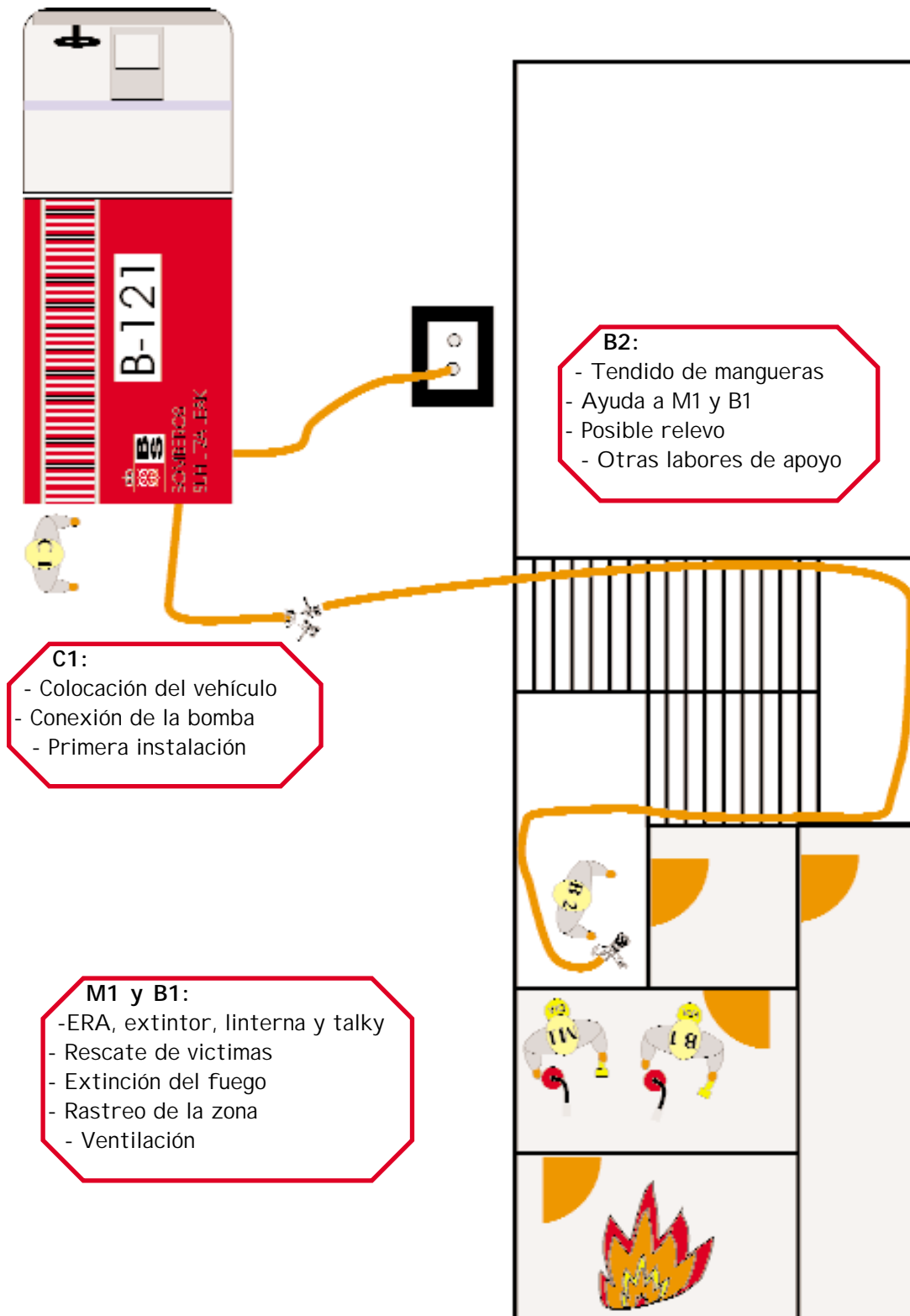


7.5.2.6. Funciones del Mando y del bombero 1

- Durante el trayecto se colocarán el equipo de respiración autónoma (ERA)
- Deberán ir provistos del equipo de transmisiones (Talky), extintor (en fuegos de poca envergadura) y linterna.
- En caso de que en el acceso a la vivienda por el hueco de la escalera este comprometido por el humo estos bomberos llevarán una lanza y mangueras de 25mm para realizar la instalación de mangueras en la zona con humo, siempre dejando un bucle de reserva.
- Pedirán suministro de agua al conductor.
- En su recorrido hacia el fuego, rastrearán para localizar posibles víctimas. En caso de encontrar alguna, dejarán el tendido en el suelo, en ese punto, y procederán a evacuar a la víctima, comunicándoselo al personal que se encuentra en el exterior para que prepare el apoyo necesario.
- Una vez localizado el fuego y antes de aplicar agua se aprovechará el resplandor del fuego para comprobar que no existen personas próximas y ver el tipo de combustible que esta ardiendo..
- Extinción y rastreo de la zona afectada.
- Dependiendo de las dimensiones del fuego y de la cantidad de humo que dificulta la visibilidad podrá ser recomendable el uso de la cámara de imágenes térmicas.
- Una vez extinguido el fuego el mando decidirá sobre la conveniencia de ventilar la zona.

7.5.2.7. Funciones del bombero 2

- Realizará el tendido de mangueras desde la zona con humo hasta la bifurcación.
- Realizará tareas de avituallamiento al equipo interviniente cuando el mando lo requiera, por ejemplo, herramientas ligeras, camilla para evacuar heridos, etc.
- Si el mando lo requiere se colocará el ERA para efectuar el relevo a los intervinientes, posible ventilación de la caja de escaleras si esta afectada por el humo y/o ayuda en la intervención de la extinción.
- Estará a la expectativa de otras labores de apoyo, como por ejemplo, búsqueda de hidrante para abastecer al vehículo.



- C1:**
- Colocación del vehículo
 - Conexión de la bomba
 - Primera instalación

- B2:**
- Tendido de mangueras
 - Ayuda a M1 y B1
 - Posible relevo
 - Otras labores de apoyo

- M1 y B1:**
- ERA, extintor, linterna y talky
 - Rescate de víctimas
 - Extinción del fuego
 - Rastreo de la zona
 - Ventilación

M1 y B1 entrarán en la vivienda con extintor y realizarán la posible extinción si el fuego es pequeño; así mismo rescatarán a las posibles víctimas. Si el uso del extintor resulta insuficiente cogerán la manguera y lanza preparadas por B2. En el caso de que en el hueco de escalera haya humo M1 y B1 realizarán la instalación de mangueras en la zona de humo.





8. Incendio en sótanos

8.1. Introducción

La importancia que tiene el factor de localización relativa respecto a las consecuencias de un incendio (según la zona del edificio) puede ahora mencionarse un conjunto de locales que siempre tendrán una peligrosidad definida y concreta por el solo hecho de su ubicación: es el de los situados bajo rasante (los sótanos) en los que los huecos de comunicación al exterior son escasos y faltan por completo en las cotas inferiores. La normal ausencia de huecos de ventilación natural en estos locales hace que se produzca una mayor concentración de calor y de humos al no poder disiparse éstos con rapidez, y esto dificulta extraordinariamente los trabajos de extinción manual, pues las posibilidades de orientarse visualmente en estas condiciones para llegar al foco del incendio son casi siempre nulas. La consecuencia natural es que se invierta más tiempo en iniciar el ataque al fuego y entre tanto éste aumenta su extensión y magnitudes.

A este glosario de inconvenientes (calor, humo, falta de oxígeno, monóxido de carbono-CO-, accesos dificultosos o complicados, escasas salidas de emergencia, etc.) que presentan este tipo de siniestros en cuanto a su ubicación, hay que añadir, por supuesto el riesgo de los posibles materiales de la combustión, por cuanto la diversidad de funciones que pueda tener un sótano es innumerable, (almacenes, tiendas, bodegas, discotecas, garajes, etc.) pudiendo encontrarse en ellos los materiales de combustión más diversos. Sin embargo, estos materiales pueden ser específicos en el supuesto de sótanos destinados a garaje, en cuyo caso serán automóviles.

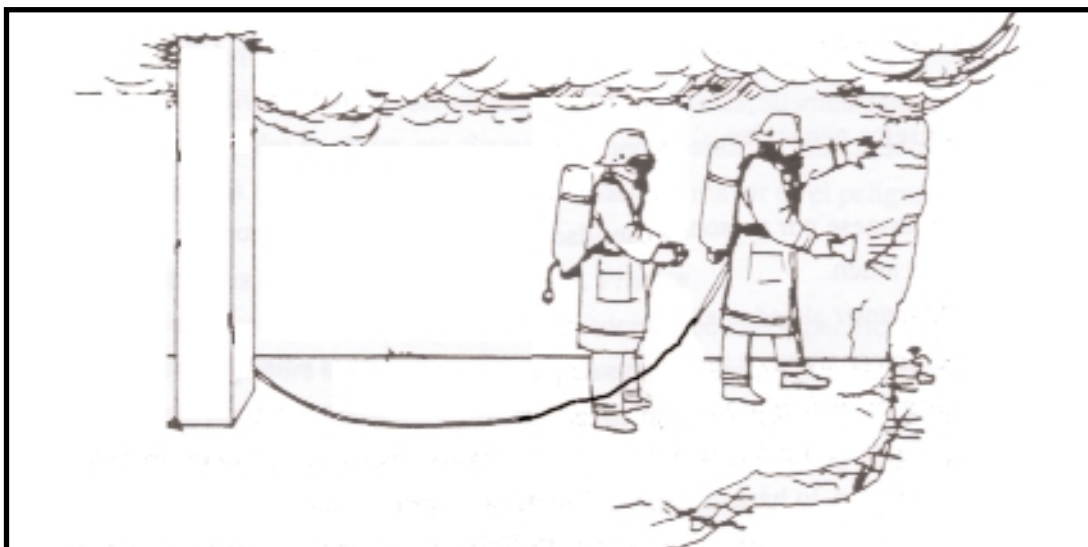
En un sótano el humo producido por un fuego pequeño, inunda completamente todo el volumen del local, comenzando por las partes altas. Eso es peligrosísimo en locales destinados a recoger gran número de personas y que tienen las salidas por encima de los niveles de uso, caso de muchas discotecas y de centros comerciales

Para evitar la intoxicación, cada componente del equipo de bomberos que acuda a estos siniestros, ha de ir protegido con equipos autónomos de respiración.

En cuanto al acceso a los sótanos, este generalmente se realiza mediante escaleras, pero muchas veces nos encontramos que al llegar a dicha planta arrancan varios pasillos, puertas o existen impedimentos (almacenajes, etc.) con el consiguiente problema de orientación. Para orientarnos y evacuar el local tendremos que tener la precaución de tender *cuerdas guías* para la salida. En la mayoría de los casos pueden servir las propias instalaciones de mangueras para el ataque.

El problema de la visibilidad y la respiración se agrava por el vapor de agua generado en la extinción, incluso puede llegar a producir quemaduras por su alta concentración y temperatura.





El avance en sótanos se realizara con cuerda guía y equipos de respiración autónoma.

Ya hemos dicho anteriormente, que en los sótanos la falta de ventilación es una nota característica debido a carecer total o parcialmente de puertas y ventanas que comuniquen con el exterior. Esta falta de ventilación y renovación de aire, con la salida del humo, que nos impide ver, la subsanaremos practicando agujeros en las paredes o en el techo y mediante ventiladores o extractores de humos, lograremos una ventilación forzada. Hay que tener siempre muy presente, esto con carácter general, que la renovación de aire ventilación del local, solamente se puede realizar si tenemos el incendio completamente dominado o estamos inundando el local con espuma, puesto que en caso contrario lo único que lograríamos al realizar esta fase, sería avivar el incendio.

En la actualidad con los generadores de espuma de alta expansión se pueden inundar los sótanos con espuma que se empuja lentamente hacia aquellas partes o zonas en ignición y a las que tiene que cubrir o tapar. La teoría dice que con este aparato no es necesario que el bombero ponga pie en el lugar donde se está originando el fuego, esto en la práctica es difícil de cumplir, pero cuando el bombero acceda al sótano, el humo habrá sido desalojado y los salvamentos y la extinción final serán menos difíciles.

El sistema se basa en cubrir totalmente, en volumen, el local que está ardiendo y proteger aquellas partes que aún no han entrado en combustión. Sofoca el incendio, refrigera y permite el tránsito de equipos de salvamento a través de la espuma.

Un problema importante a tener en cuenta en los siniestros con víctimas, gente atrapada, o que haya que evacuar es el del pánico. Lo primero que vamos a tratar de conseguir, sea como fuere es que no aparezca. Esto como vimos en incendios anteriores de locales públicos hay que lograrlo a toda costa y por encima de todo lo lograremos con sosiego, orden y disciplina. No nos debe preocupar si alguna persona

desobedece las normas que le damos y trata por ejemplo de encontrar una maleta o cualquier otro objeto de más o menos valor, pues es uno y al lado tenemos un grupo más numeroso que sí nos hace caso y que hemos de salvar. Debemos intentar convencerle de que nos acompañe haciéndole ver que lo importante es su seguridad personal, pero en caso negativo, debemos dar prioridad al grupo más numeroso. ***Se ha de anteponer la seguridad del grupo a la de un individuo.***

Una vez extinguido el siniestro, se inspeccionará detenidamente el sótano por dentro y por fuera si es posible, ya que debido a las altas temperaturas en el interior, han podido aparecer grietas o deformación que afecten a la estructura y estabilidad del mismo.

8.2. Aparcamientos subterráneos

8.2.1. Tipos de aparcamientos

En el caso de los aparcamientos subterráneos se ha llegado a producir en la actualidad la suficiente variedad morfológica como para tener que exponer, de forma resumida, los tipos más frecuentes, todos ellos en función del camino que ha de recorrerse desde el exterior, para alcanzar cualquier punto del aparcamiento, ya que este es el factor que condiciona las mayores o menores dificultades para la extinción.

Inicialmente se consideran dos grandes grupos de aparcamiento subterráneos: los dedicados únicamente a este fin y que están constituidos por construcciones destinadas a este único uso, y los que forman parte de un edificio desarrollado sobre rasante.

a) Aparcamientos públicos. En éstos normalmente se elimina un gran peligro, que es el de la propagación del humo a las plantas sobre rasante, puesto que generalmente no existen viviendas sobre este tipo de aparcamiento. Sin embargo, en su contra se da el hecho de que suelen ser construcciones de gran desarrollo superficial y con varias plantas, lo que obliga a efectuar amplios recorridos de reconocimiento, con el posterior tendido de instalaciones de agua de larga longitud. Por otra parte, pueden ofrecer la ventaja de que sus recorridos interiores sean conocidos al menos por alguno de los miembros del equipo de intervención, que haya acudido en anteriores ocasiones a hacer uso particular de estos aparcamientos.

b) Aparcamientos privados. Por lo general son aparcamientos de los vecinos residentes en el inmueble. En éstos se introduce un nuevo elemento de riesgo, que es la conexión entre las dos partes de la edificación a través de las cajas de escalera o ascensores por las posibilidades de propagación del fuego y del humo a través de ellos.



8.2.2. *Diferentes accesos a los aparcamientos*

La mayor o menor dificultad para extinguir un incendio en este tipo de construcciones depende básicamente de su accesibilidad desde el exterior, lo que permite agruparlos por las siguientes formas de acceso:

a) Con montacoches y escalera interior

Esta forma de aparcamiento suele darse en edificios levantados en solares entre medianerías donde la superficie disponible es pequeña y por lo mismo cada planta de aparcamiento es de dimensiones reducidas, lo que produce, en el caso de incendio de un automóvil una elevada densidad en la concentración de humos. Tanto el recinto del aparato elevador como el de la caja de escalera forman barreras naturales a la expansión del humo, sobre todo si el camarín del montacoches está situado en la planta más alta, por lo cual se convierte este tipo de aparcamiento en el de más difícil entrada a los equipos de extinción ya que sólo se dispone para ello de la caja de escalera y aún en el caso de que existan vestíbulos de aislamiento en el acceso a cada planta y ventilación natural al exterior la densidad del humo siempre será elevada como consecuencia de las circunstancias señaladas anteriormente.

Este tipo de aparcamiento es el de más difícil entrada a los equipos de extinción.

b) Con rampa; con o sin caja de escalera

Esta modalidad se suele dar en edificios de pequeñas superficies por planta, generalmente en los de viviendas, y lo normal es que haya una sola planta de sótano.

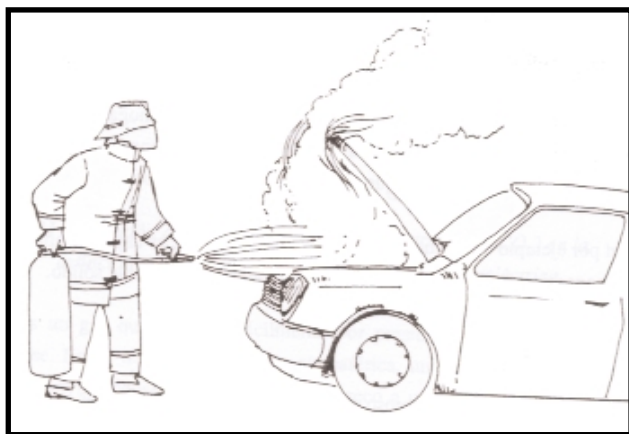
En estos casos el mejor acceso es por la rampa. Las dimensiones de la misma, al ser su sección mayor que la de una caja de escalera, favorecen la disipación del humo y su salida al exterior en menos tiempo. Por otra parte, el camino a recorrer se efectúa por terreno liso, sin escalones, mejorándose así las condiciones para efectuar el reconocimiento inicial.

En un aparcamiento con acceso por la caja de escalera, la existencia de vestíbulos de aislamiento, con las puertas correctamente cerradas posibilita una llegada rápida hasta la planta donde tiene lugar el incendio.

8.3. Material combustible en un aparcamiento

Cuando un vehículo es el foco de inicio de un incendio, su peligrosidad, aún siendo evidente, es inferior a la que generalmente se le atribuye.

Es una idea muy común pensar que los numerosos depósitos de gasolina situados en un aparcamiento constituyen la base del peligro de incendio, cuando los ensayos realizados sobre vehículos en condiciones reales han puesto de manifiesto que la capacidad relativa de resistencia al fuego de la carrocería y de las propias paredes del depósito protegen a éste de la inflamación directa; que la sobrepresión causada por el calor ha escapado por las válvulas de seguridad del depósito y que la gasolina se ha consumido a través de las juntas del propio depósito cuando resultan fundidas por el calor. En consecuencia, la explosión del depósito es un hecho de baja probabilidad.



Extinción de fuego en vehículo con extintor

Los puntos de inicio de un incendio, donde se sitúan básicamente son en el motor, carburador y bomba de la gasolina; y en el habitáculo interior, formado por componentes textiles y plásticos en proporción variada. La carga de fuego que supone un vehículo de turismo actual de carrocería metálica, dependiendo de su tamaño, oscila alrededor del equivalente a 300 Kg de madera -se expresa en esta unidad por ser más intuitivo que en megacalorías- y en el caso de

carrocería enteramente de plástico puede llegar a duplicarse. Sin embargo esta cifra no debe inducir a error ya que en una planta de aparcamiento enteramente ocupada, los pasos destinados a la circulación y las distancias que se dejan entre coche y coche crean numerosas superficies vacías, llegando a obtenerse una carga de fuego para el local del orden de 17 Kg de madera por m², debiendo observarse, además, que en los aparcamientos no hay revestimientos y acabados combustibles dignos de mención, es decir que toda la carga térmica está en los propios automóviles.

En cuanto a la propagación a los vehículos próximos, además de la separación existente entre uno y otro se cuenta con el retardo que proporciona la carrocería metálica hasta que penetra el fuego en el interior del habitáculo. Puede añadirse como factor de propagación el propio volumen del aparcamiento: si la planta es de grandes dimensiones hay una disipación del calor que no se da en los de superficie reducida, sobre todo si el acceso es con montacoches, pero en este caso la concentración del humo en el poco espacio disponible dificulta la aportación de oxígeno al foco retardando la combustión y por tanto la concentración de calor. Por todo ello, la propagación a los vehículos próximos es más bien lenta y la mayor parte de las veces evitable.



Si se tiene en cuenta que el aire necesario para la combustión de 1 Kg de madera viene a ser el orden de 20 m³, los 300 Kg de carga térmica de un automóvil consumirán aproximadamente 6.000 m³ de aire, que para una altura libre de aparcamiento de 2,20, suponen una superficie en planta de 2.700 m², es decir, se quedarían sin oxígeno, que sería reemplazado por humo y gases no respirables, dos plantas completas de un aparcamiento que tuviese 1.350 m² por planta que es una superficie ya de por sí notable.

LA COMBUSTION DE UN SOLO VEHICULO PUEDE LLENAR DE HUMO, EN SU TOTALIDAD DOS PLANTAS DE APARCAMIENTO DE 1.350 M² CADA UNA.

En cuanto a la naturaleza de los productos en suspensión, estos son fundamentalmente monóxido de carbono, bióxido de carbono, partículas de hollín y humos, y gases irritantes con componentes de cloro que atacan los ojos y las mucosas de las vías respiratorias.

Como ya se ha indicado anteriormente, el incendio de un solo vehículo puede absorber el oxígeno contenido en 6.000 m³ de aire, por lo que sin una enérgica ventilación se descienden rápidamente a concentraciones de oxígeno inferiores al 10 por 100 que son ya mortales para el organismo humano.

8.4. La extinción

Cuando se trata de extinguir un incendio localizado en un sótano, hay, que contar de antemano con los problemas que son comunes a todos los sótanos que responden a la siguiente enumeración:

- a) Falta de aire respirable, provocando situaciones de asfixia que obligarán al empleo de equipos autónomos de respiración.
- b) Falta de visibilidad, tanto para localizar el foco como para reconocer la estructura del edificio y su protección.
- c) Necesidad de hacer la penetración en sentido descendente, es decir, el inverso del que recorre el humo en su tiro natural.
- d) Salida de una gran masa de humo que no se puede controlar.
- e) Concentración de calor, en función del volumen por planta, con influencia sobre la estabilidad de la estructura.

f) Carencia absoluta de orientación en el interior únicamente superable si se conoce perfectamente el local y el punto del incendio, así como los posibles obstáculos existentes en el camino.

g) Imposibilidad de localizar víctimas, si las hay hasta que se disipe el humo, ya que se desconoce en qué punto han podido caer desvanecidas.

La extinción de fuego en los sótanos es el más penoso y arriesgado que existe, de todos los que hay que efectuar en cualquier clase de incendios, pues hay que luchar contra la falta de visibilidad, el desconocimiento del terreno y la inseguridad sobre la respuesta de la estructura, que en definitiva se traduce en el empleo de tiempo con el único fin de encontrar el punto del incendio. El resultado es que frente a otros incendios, el de un sótano, a igualdad de combustible es el que más tiempo necesita para su extinción y de ahí radica su peligrosidad.

La forma de localización consiste las más de las veces en recorrer planta a planta todo el aparcamiento hasta encontrar el vehículo o vehículos incendiados, salvo que se reciba la información, no muy habitual, de alguna persona conocedora del local y de la posición del punto donde se originó el incendio. Aún así hay ocasiones en que no se localiza fácilmente, pues la densidad del humo puede llegar a extremos de no poder ver la propia mano a 50 cm. de distancia.

Uno de los medios materiales al alcance de los bomberos para la localización del foco del incendio es la cámara de imágenes térmicas por rayos infrarrojos. Esta cámara nos permite visualizar el fuego, aún sin visibilidad, y dirigirnos a él para su extinción. También nos servirá para la búsqueda y rescate de personas en el interior del aparcamiento.



En un recinto sin visibilidad, tan importante es encontrar el foco como orientarse en el trayecto de salida. Para ello el que va en cabeza se provee de manguera y lanza que, sus compañeros extienden y aportan. Esta manguera tendida en el suelo es el indicador del recorrido tanto para la ida como para la vuelta, aunque también es práctica usual que además de la manguera se utilice la cuerda guía, a la que se ata el primero que entra.

El material extintor más adecuado para estos incendios es el agua. El empleo de espuma de alta o baja expansión, rara vez resulta necesario utilizar, ya que para cubrir estos locales tan amplios se exigirían grandes cantidades de espuma y tiempo.

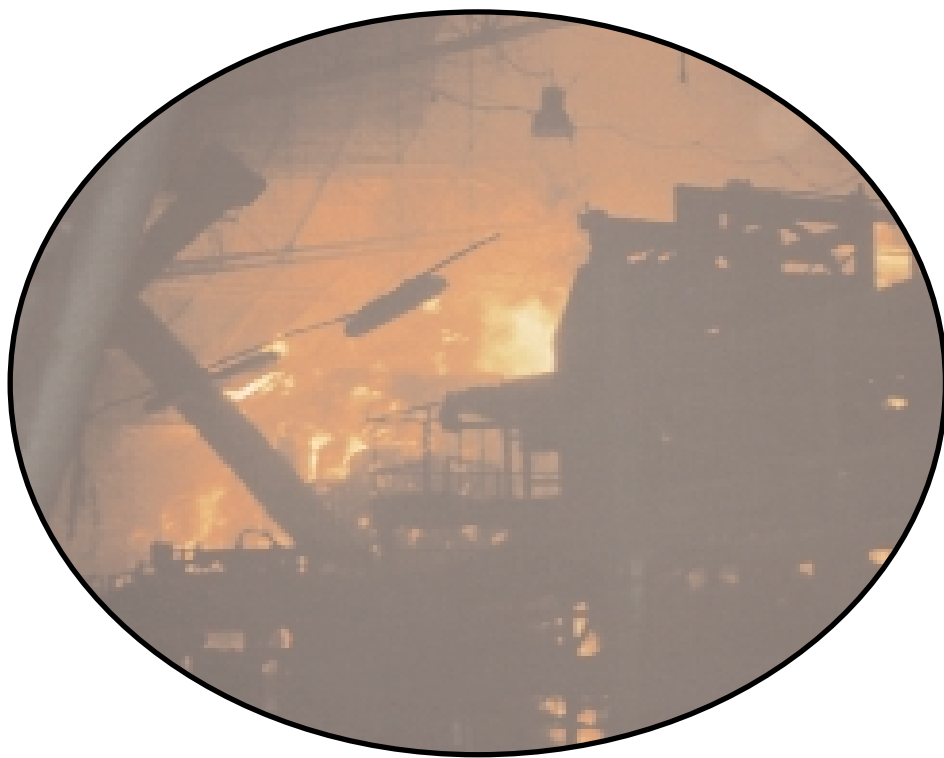
En los trabajos en el interior con equipo respiratorio autónomo aumenta la fatiga y el estrés emocional de las personas, por lo que ha de observarse la buena práctica de ir relevando al personal cada 20 minutos aproximadamente.



Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Incendios industriales

José Javier Boulandier



9. INCENDIOS INDUSTRIALES.

Si en algún momento se ha dicho que no se pueden generalizar ciertos comportamientos en la intervención frente a un incendio es el caso de un incendio industrial.

Como ejemplo la larga trayectoria de la Normativa prevencionista de Condiciones para la Protección Contra Incendios para el caso específico de las industrias. Así como llevamos años de la mano de la ya famosa y arraigada NBE-CPI del año que corresponda, según sus revisiones y actualizaciones, hoy es el día en que todavía nada se ha avanzado en el sector específico de la industria dada la particular idiosincrasia de cada uno de los casos que seamos capaces de plantearnos.

Es así desde el momento en que las industrias aún del mismo ramo raramente comparten características comunes, vgr : superficie construida, riesgo de incendio, materiales constructivos, instalaciones eléctricas, personal en plantilla, zonas dedicadas a oficinas y su ubicación, almacenes, combustibles empleados como fuente energética, y un larguísimo etcétera, tan largo como estemos dispuestos a entrar en detalles.



Todo ello nos da idea de la complicación y de la falta de bases profundas para establecer unos criterios generales frente a un posible desarrollo de un incendio en todos y cada uno de los casos posibles.

Sin embargo si se pueden establecer unas pautas mínimas de cara a plantearse una intervención en ambientes industriales.

FASE DE ALERTA

FASE DE ALARMA

- **ACCESO AL LUGAR**
- **RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**
 - **EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN**

- RIESGO

INMEDIATO

MEDIATO

EQUIPOS DE PROTECCIÓN

- **INTERVENCIÓN**
 - **ACTUACIÓN**
 - **PROCEDIMIENTOS/PROTOCOLOS DE INTERVENCIÓN ESPECÍFICOS**
- **RECUPERACIÓN DE LA NORMALIDAD EN LA ZONA DE INTERVENCIÓN**
- **RETIRADA**
- **CUMPLIMENTACIÓN DE PARTES**
- **PUESTA A PUNTO DE LOS EQUIPOS DE INTERVENCIÓN**

FASE DE ALERTA

Hay que estar seguro de disponer de la información concreta y necesaria para localizar el siniestro sin pérdida de tiempo.

Todo el equipo de protección personal que podamos llevar ahora lo podremos emplear más tarde.

Durante la aproximación al lugar de intervención, se debe recabar la máxima información posible del suceso :

- Víctimas
- Desarrollo real de la situación, extensión, intensidad, tipo de combustibles, etc...
- Acordarse de la situación real del día y la hora en que suceda , así como condiciones ambientales existentes
- Intentar preveer el desarrollo de los acontecimientos, durará mucho, necesitaremos iluminación, otros equipos y/o materiales que no dispongamos con nuestros medios, peligros inminentes, etc...
- Elección y uso de la ruta adecuada para el momento.
- Recordar que se trata de llegar y poder prestar el auxilio que se nos demanda. No que nos lo tengan que prestar a nosotros también.

A la llegada al lugar es importante establecer contacto con el centro de control de comunicaciones a fin de que sepan y puedan controlar las dotaciones existentes realmente en el siniestro, de cara a poder gestionar más eficazmente posibles siniestros futuros o la simple evolución del actual.

Una vez en el lugar es primordial terminar de atar toda la información necesaria que permita establecer una evolución del suceso a corto-medio plazo, así como hacerse una idea de la importancia real del suceso, número exacto de víctimas en ese momento, de posibles afectados futuros, etc...Recabar información de las personas allí presentes, etc...

No dar por supuesto nada. Comprobarlo y ver lo que es realmente. En el ambiente industrial nos puede ayudar muchísimo el encargado de mantenimiento de la empresa, el técnico en seguridad etc...

Se trata de valorar los riesgos y de poder establecer con una cierta garantía de seguridad el nivel de protección de los intervinientes.

En cuanto a los recursos necesarios suele ser probable el empleo de medios de altura con el fin de trabajar desde zonas altas. Tener prevista una fuente de aprovisionamiento de agua.





Seguramente se necesitarán un número importante de dotaciones de personal y de vehículos. Dejar la vía expédita para que puedan circular posibles vehículos sin problemas.

No dejar los vehículos en una posición que impida la maniobra de otros. Igualmente prever la evolución del siniestro y ubicarlos, en la medida de lo posible en lugares en los que no sea necesario estar cambiándolos continuamente de localización.

Al trabajar con medios de altura pensar en equipos de protección respiratoria y anti-caídas.

En incendios de grandes proporciones, habrá que prever la utilización de un número importante de dotaciones de personal y vehículos, como la autoescala o el brazo articulado.

Como norma general se deberá trabajar con un nivel 1 como mínimo.

Puede ser adecuado establecer una zonificación del escenario de la intervención.

Decidir las primeras acciones y el protocolo a llevar a cabo. Establecer la estrategia y poner el plan de acción en marcha.

No olvidar en ningún momento la seguridad y autoprotección de todo el personal.

Constantemente mantener un feed-back de lo que está ocurriendo y como va evolucionando el siniestro, con el fin de ir modificando o estar en disposición de modificar las pautas iniciales de intervención. Estar con una visión amplia del lugar de intervención. Lo más normal es que surjan novedades de riesgos que no se habían contemplado



No olvidar en ningún momento la seguridad y autoprotección de todo el personal

inicialmente, vgr : botellas de acetileno, conducciones de gas, otro tipo de materias peligrosas, inexactitud de los planos con los que se esté trabajando, etc...



Trabajar en la medida de lo posible por parejas, nunca individualmente. Si es preciso esto último, que alguien sepa nuestro lugar de trabajo y procurar estar siempre comunicados, vía emisora u otra alternativa.

Puede ser prudente encargarse alguien de comprobar constantemente la situación de la estructura del edificio, de revisar el entorno, el medio ambiente, etc...

Importantísimo el asegurarse del control exacto del número de víctimas.

Muchas veces se puede plantear la conveniencia de contener el incendio antes que intentar su extinción.

Tras el control de la situación se debe pensar en volver a instaurar las condiciones iniciales al siniestro en la medida de lo posible, al menos de los servicios básicos. Suministro de corriente eléctrica, luz, protección de la intemperie, ayuda en la restauración del proceso de fabricación, etc...

Lo mismo en cuanto a los materiales y equipos empleados en la intervención. Se deberán reponer depósitos de combustible, puesta a punto de maquinaria empleada, reposición, en su caso, de equipos usados por otros sin usar por ejemplo ERAs), limpieza y control de todo el equipamiento para una nueva intervención.

Elaboración del parte de intervención y aviso al centro de control de que los medios están disponibles para su empleo en otra emergencia.







Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Incendios forestales

Carlos Orta



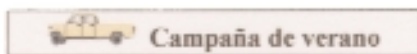
10. INCENDIOS FORESTALES

10.1. Recursos contra incendios en la Comunidad Foral de Navarra

RED DE PARQUES PROFESIONALES DE BOMBEROS



DISPOSITIVO DE REFUERZO DE LOS PARQUES DE BOMBEROS DURANTE LAS CAMPAÑAS DE INCENDIOS FORESTALES



RED DE INFRAESTRUCTURAS AÉREAS QUE UTILIZA EL SEIS



RED DE OBSERVATORIOS DE VIGILANCIA PARA DETECCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES



10.2. Causas de los incendios

10.2.1. Rayos y otras causas naturales

Esta causa se refiere a los incendios provocados por rayos caídos sobre el monte.

Aunque son muy improbables, se incluirán aquí los incendios por combustión espontánea de vegetales o residuos en el monte y los producidos por volcanes.

10.2.2. Negligencias

Son descuidos en la utilización del fuego en el monte que dan lugar a un incendio.

Las negligencias pueden producirse con infracción de reglamentos o sin infracción. Por ejemplo, una quema agrícola realizada en invierno con índice de peligro bajo, no infringe ningún reglamento. Sin embargo, si no se toman las precauciones adecuadas al caso, el fuego se puede escapar causando un incendio. Será una negligencia sin infracción. La misma quema realizada en verano, con índice de peligro alto, ya infringe una norma porque estará prohibida. Si origina un incendio será una negligencia con infracción. Desde luego la negligencia supondrá siempre una infracción, que puede ir acompañada de otra en el acto que dio lugar a ella o no.

Las negligencias se clasifican del siguiente modo:

a) ***Quemas agrícolas***: Son las quemas de residuos agrícolas, quemas de rastrojos, etcétera, para preparación del terreno, realizadas sin tomar las precauciones necesarias, de manera que el fuego se pasa al monte, quemando lo que no estaba previsto. Si se hacen sin permiso serán negligencia con infracción; si se hacen con permiso serán negligencias sin infracción.

b) ***Quema de pastos***: Son las quemas para regeneración de pastizales realizadas sin tomar las precauciones necesarias, de manera que el fuego se corre al monte, quemando lo que no estaba previsto. Si se hacen sin permiso serán negligencia con infracción; si se hacen con permiso serán negligencia sin infracción.

c) ***Trabajos forestales***: Son las quemas de residuos de corta, quemas de matorral para su eliminación con vistas a reducir el combustible peligroso o para preparar el terreno para repoblar, realizadas sin tomar las precauciones necesarias, de manera que el fuego se pasa al monte, quemando lo que no estaba previsto. Si se hacen sin permiso serán negligencia con infracción; si se hacen con permiso serán negligencia sin infracción.

En otros trabajos, como apertura de pistas, obras, etcétera, con empleo de explosivos, motores, etcétera, puede haber algún descuido que origine un incendio. En general serán negligencias sin infracción, ya que en ellos el empleo del fuego será accesorio y no requerirá permiso especial.



Las operaciones para la saca de maderas, el aprovechamiento de leñas, la de resinas, la saca de corcho, el aprovechamiento de plantas aromáticas, las carboneras, las canteras, las colmenas, etcétera. Pueden suponer el empleo de fuego en el monte, que, si no se toman precauciones adecuadas, puede pasarse a lo que no estaba previsto quemar. Si no se tiene permiso o adjudicación para el aprovechamiento será negligencia con infracción; si hay permiso será negligencia sin infracción.

d) **Hogueras**: Son los fuegos prendidos para calentar la comida y proporcionar luz o calor y que se pasan al monte por no tomar las precauciones necesarias. Si están hechos en la época de peligro o en lugar prohibido serán negligencia con infracción; en caso contrario serán sin infracción.

e) **Fumadores**: Se consideran causados por fumadores los incendios en que el foco inicial es una colilla o cerilla arrojada sin apagar al pasto seco. En general serán siempre negligencias con infracción, porque el Reglamento de Incendios Forestales prohíbe tirar colillas o cerillas al transitar por zonas forestales.

f) **Quemas de basuras y otras negligencias**: Incluyen los incendios originados por basureros mal acondicionados o mal emplazados mantenidos con fuego; los incendios originados por niños jugando o por enajenados, etcétera. Los basureros darán generalmente negligencias con infracción; no obstante en un basurero correcto un golpe de viento puede sacar materiales ardiendo que prendan en el monte contiguo; en este caso no habría infracción.

En esta clase se puede incluir el incendio provocado por la combustión iniciada por concentración casual de rayos solares por reflejo en vidrios, botellas, etc.

También se incluyen los incendios causados por cohetes o por globos de combustión que caen en terreno forestal. Aquí puede haber una infracción de reglamento si estaba prohibido lanzarlos.

10.2.3. Otras causas

Son sucesos que producen desprendimiento de energía, que da lugar a combustión, sin que hubiera voluntad deliberada de encender un fuego. Pueden comprender los siguientes tipos:

a) **Ferrocarril**: Se refiere a los fuegos producidos por escape de chispas de las máquinas o rozamientos. Los incendios causados por fumadores que tiran colillas desde el tren o la hoguera hecha por personal que trabaja en la vía se consideran negligencias.

b) **Líneas eléctricas**: Se refiere a los incendios producidos por líneas que caen sobre la vegetación o que rozan arbolado. Aquí puede haber una infracción de reglamentos si no estaba bien mantenida la faja cortafuegos.

c) **Motores y máquinas:** Se refiere a los incendios causados por el escape de un motor, por un accidente de automóvil o de avión en el que arde el depósito de combustible, etcétera.

d) **Maniobras militares:** Se refiere a los incendios causados por ejercicios de tiro, la explosión de un polvorín, etcétera. Los incendios producidos por fumadores o por hogueras, aunque sean dentro de las maniobras, se considerarán negligencias.

10.2.4. Intencionados

Se refiere a los incendios causados voluntariamente con ánimo de destruir el monte. Para calificar un incendio como intencionado se precisa:

a) Bien que existan pruebas fehacientes.

b) Bien que existan circunstancias que permitan sospechar fundadamente la intencionalidad, como son:

- Que el fuego se haya iniciado de noche o en lugar no transitado; es decir, en circunstancias que no permitan sospechar actividad humana normal que pueda ir acompañada de negligencia.
- Que el fuego se haya iniciado por varios puntos a la vez o que se observe la aparición de focos nuevos cuando se está apagando otros sin que haya viento que justifique la propagación.

Es conveniente que estas circunstancias sean valoradas por más de una persona antes de afirmar la intencionalidad. Especialmente conviene que haya coincidencia entre el personal forestal y los Servicios de Intervención cuando ambos se encuentren en el incendio.

Para la prevención es muy interesante conocer las motivaciones más probables alegadas por los incendiarios, que se clasifican del siguiente modo:

1. Incendios provocados por campesinos para eliminar matorral y residuos agrícolas (rastrojeras, ribazos, etcétera) que se dejan arder incontrolados pasando al monte.
2. Incendios provocados por pastores y ganaderos para regenerar el pasto y que de forma incontrolada se dejan arder hasta pasar, al monte.
3. Incendios provocados por venganzas.
4. Incendios provocados para ahuyentar animales (lobos, jabalíes) que producen daños en los ganados o en cultivos.
5. Incendios provocados por cazadores para facilitar la caza.
6. Incendios provocados contra el acotamiento de la caza.
7. Incendios provocados por disensiones en cuanto a la titularidad de los montes públicos o privados.



8. Incendios provocados como represalia al reducirse las inversiones públicas.
9. Incendios provocados para obtener salarios en la extinción de los mismos y en la restauración posterior de las áreas incendiadas.
10. Incendios provocados por pirómanos.
11. Incendios provocados para hacer bajar el precio de la madera.
12. Incendios provocados para obtener la modificación del uso del suelo, convirtiéndolo en urbanizable.
13. Incendios provocados por grupos políticos para crear malestar social o como forma de protesta.
14. Incendios provocados por animadversión contra repoblaciones forestales.
15. Incendios provocados por delincuentes, etcétera, para distraer a las Fuerzas de Seguridad.
16. Otras motivaciones.

10.2.5. Causas desconocida

Cuando no se puede demostrar o suponer ninguna de las otras causas se dice que el incendio tiene causa desconocida. Debe advertirse que:

- a) No se debe confundir «autor desconocido» o «causa desconocida».
- b) Siempre es preferible indicar la «causa probable» de acuerdo con los indicios que calificar la causa como «desconocida».

10.2.6. Determinación de la causa

Para determinar la causa del incendio se debe seguir el siguiente procedimiento:

a) Circunstancias del incendio

Se deben anotar todos los datos del incendio:

- Fecha y hora de iniciación.
- Lugar donde fue detectado, según la persona que dio la noticia.
- Personas que se encontraban en el monte.
- Personas que viven cerca de la zona incendiada.
- Vehículos vistos en la zona del incendio.
- Dirección del viento cuando comenzó el fuego.
- Extensión del incendio cuando llegaron los primeros medios de extinción.
- Testigos y sus declaraciones.

b) Origen del incendio

Se debe tratar de determinar el punto por donde se inició. Para ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- *Viento*: El fuego se mueve en la dirección del viento. Teniendo en cuenta el viento al comenzar el fuego y el lugar donde fue detectado se puede determinar la dirección de donde procedía.
- *Pendiente*: El fuego tiende a subir ladera arriba. Este efecto, combinado con el del viento, ayuda a determinar de dónde venía el fuego.
- *Combustibles*: El fuego avanza más deprisa en los combustibles secos. Al principio del incendio la vegetación tiene su humedad natural y se quema peor, quedando más restos.
- *Indicadores*: Se ven en los siguientes dibujos.

Hierbas y tallos delgados: Cuando empieza el fuego y no es muy fuerte chamusca los tallos debilitándolos y haciéndolos caer hacia el origen del fuego



Combustible protegido: Cuando empieza el fuego y no es muy fuerte, quema el lado de las matas por donde llega, reduciéndolo a cenizas, mientras que el otro lado queda incompletamente quemado y ennegrecido



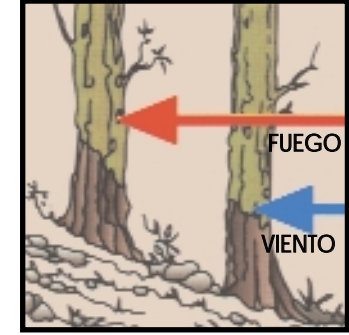
Si el fuego pasa sobre un tronco, éste protege la vegetación que queda a sotavento (B), mientras que por el lado A se quema completamente



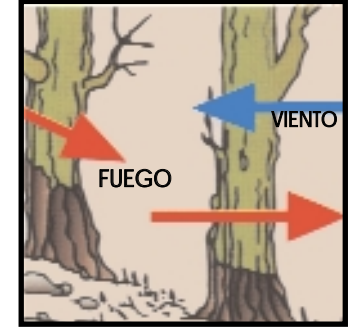
Tocones: El fuego quema intensamente el tocón por donde empieza. A sotavento queda ennegrecido, pero no penetra el fuego



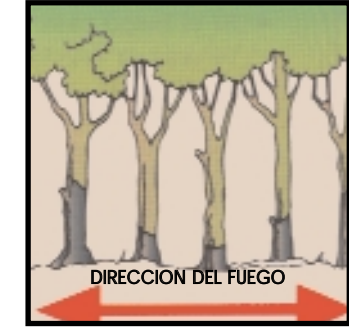
Troncos: A sotavento sube más la mancha de corteza ennegrecida por un doble efecto. El tronco provoca un vacío, que induce a la llama a subir. Además hay calor radiante del fuego que ha pasado y que se suma al otro



Si el fuego baja por la ladera o está en terreno horizontal, la mancha negra tiene un borde paralelo al suelo



Si el fuego se mueve quemando el matorral bajo el arbolado, la mancha subirá más o menos según la altura de éste. Su borde superior indicará hacia dónde soplab el viento



En los fuegos de copas el incendio pasa desde el suelo hasta lo alto del árbol. Habrá, por tanto, copas intactas con troncos ennegrecidos antes de que se vean copas quemadas



Postes: Por el lado donde sopla el viento la madera se carboniza y cuartea



Ramas: Se suelen inclinar hacia donde avanzaba el fuego



Rocas: Se ennegrecen más por el lado desde donde venía el fuego



Alambres de cercas: Se ennegrecen más por el lado desde donde venía el fuego





CLASIFICACIÓN DE CAUSAS DE LOS INCENDIOS FORESTALES

(Según la estadística nacional de incendios forestales)

10 RAYOS

20 NEGLIGENCIAS

- 21 Quemadas agrícolas
- 22 Quema de pastos
- 23 Trabajos forestales
- 24 Hogueras
- 25 Fumadores
- 26 Quema de basuras
- 27 Otras negligencias

30 OTRAS CAUSAS

- 31 Ferrocarril
- 32 Líneas eléctricas
- 33 Motores y máquinas
- 34 Maniobras militares

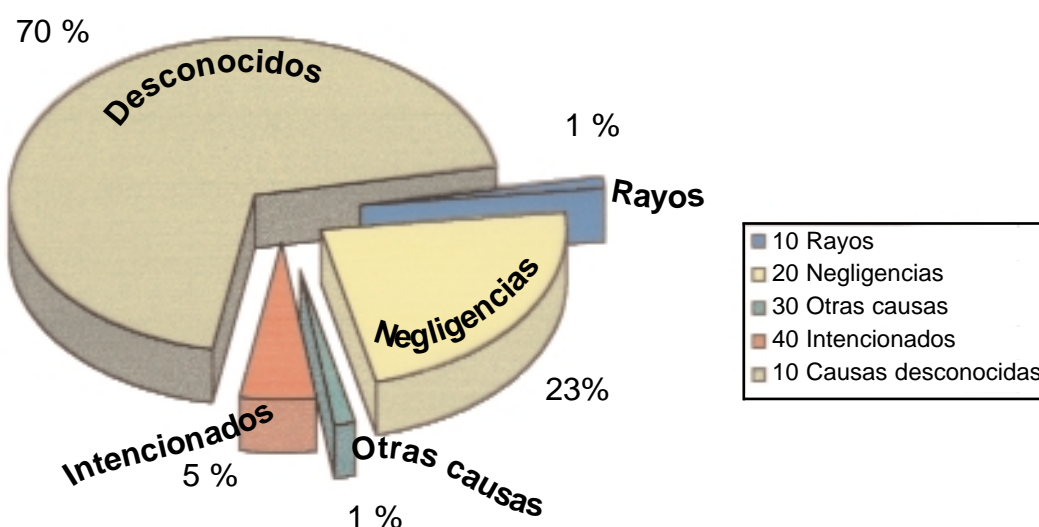
40 INTENCIONADOS

50 CAUSAS DESCONOCIDAS



10.2.7. La Estadística de la Comunidad Foral de Navarra

NUMERO DE INCENDIOS. AÑO 2000 (Del 1 de enero al 30 de septiembre) **CLASIFICADOS POR CAUSAS**

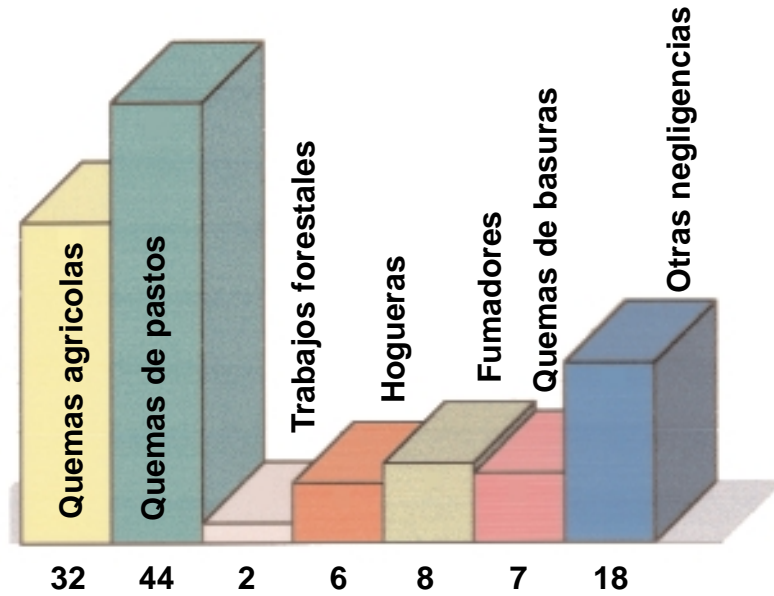


CAUSAS	Número de incendios
10 Rayos	5
20 Negligencias	117
30 Otras causas	7
40 Intencionados	25
50 Causas desconocidas	350
Total año 2000	504

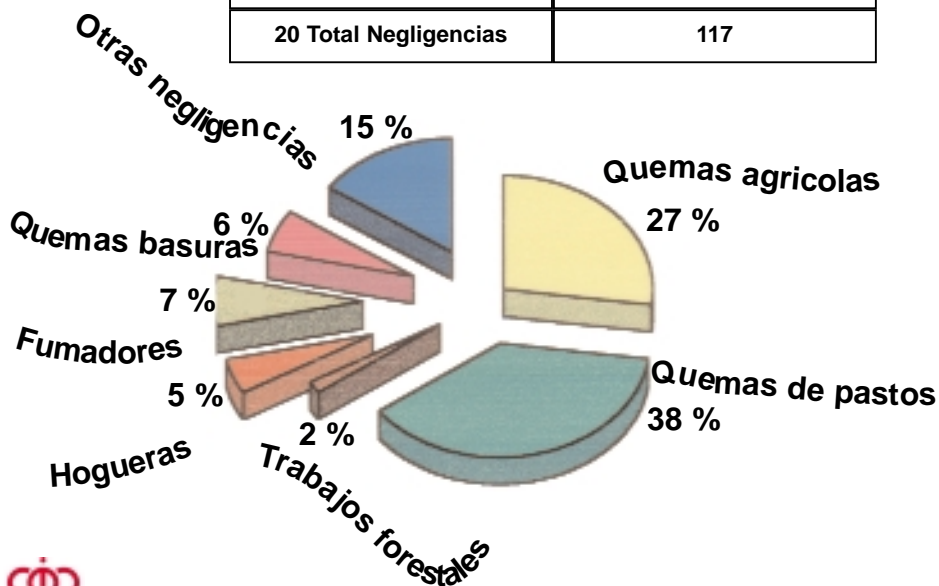
NUMERO DE INCENDIOS. AÑO 2000

(Del 1 enero al 30 septiembre)

20 NEGLIGENCIAS



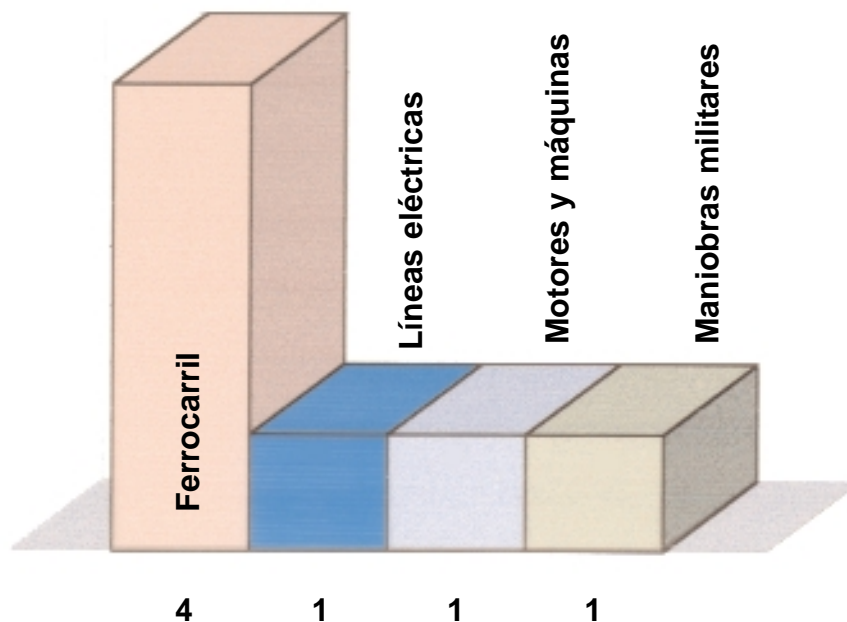
CAUSAS	Número de incendios
21 Quemadas agrícolas	32
22 Quema de pastos	44
23 Trabajos forestales	2
24 Hogueras	6
25 Fumadores	8
26 Quemadas de basuras	7
27 Otras negligencias	18
20 Total Negligencias	117



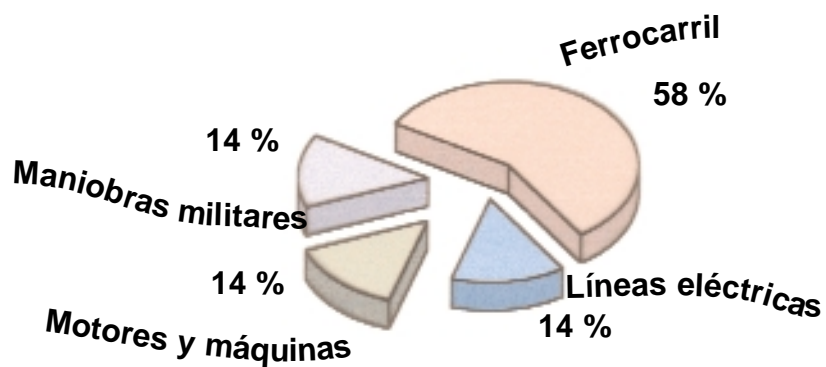
NUMERO DE INCENDIOS. AÑO 2000

(Del 1 enero al 30 septiembre)

30 OTRAS CAUSAS



CAUSAS	Número de incendios
31 Ferrocarril	4
32 Líneas eléctricas	1
33 Motores y máquinas	1
34 Maniobras militares	1
Total año 2000	7



10.3. Comportamiento del fuego forestal

10.3.1. Introducción

- a) La topografía es uno de los componentes de la Gran Tríada: Combustible, Tiempo atmosférico y Topografía.
- b) La Topografía tiene una gran influencia en el comportamiento del fuego.
- c) La Topografía es el más constante de los tres componentes de la Gran Tríada y tiene gran influencia en las modificaciones de los otros dos.



Triángulo de los factores que condicionan el desarrollo de un incendio forestal.

10.3.2. Influencia de la topografía en el tiempo atmosférico

a) *Humedad atmosférica*

El agua para cambiar de estado sólido a líquido y de éste a gaseoso requiere aporte de calor que es liberado al invertir el proceso.

Cuanto más alta sea la temperatura mayor es la cantidad de humedad que puede mantener el aire.

El punto de rocío es la temperatura a la que se debe enfriar el aire para llegar al punto de saturación

La humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor de agua en un volumen de aire y la que podría mantener si estuviera saturado a la misma temperatura.

Regla práctica: Al aumentar 10° C la temperatura, la humedad relativa se reduce a la mitad.

b) *Temperatura*

En vertical, la temperatura disminuye al aumentar la altitud (gradiente vertical).

- La gradiente vertical seca es de -1° C cada 100 m.
- La gradiente vertical húmeda varía entre -0,4° y 1° C cada 100 m.
- La gradiente vertical normal es próxima a -0,6° C cada 100 m.

El proceso diabático describe los efectos dinámicos de la atmósfera al desplazarse el aire en la vertical .

En la parte baja el aire está más comprimido, es más denso, y, como consecuencia, está más caliente a causa de la actividad molecular. Al ascender, una parcela de aire se expande, se enfría y, si tiene vapor de agua, se condensa. Al descender, una parcela de aire se comprime, se calienta y, si tiene humedad, se seca.

c) *Viento*

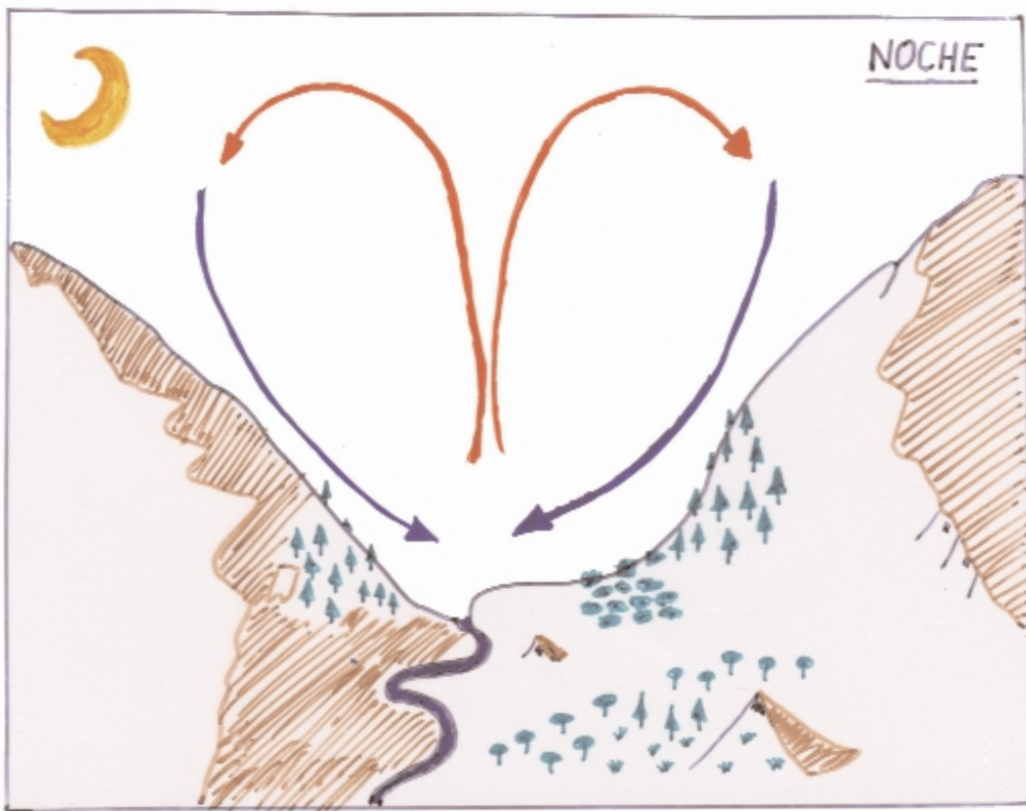
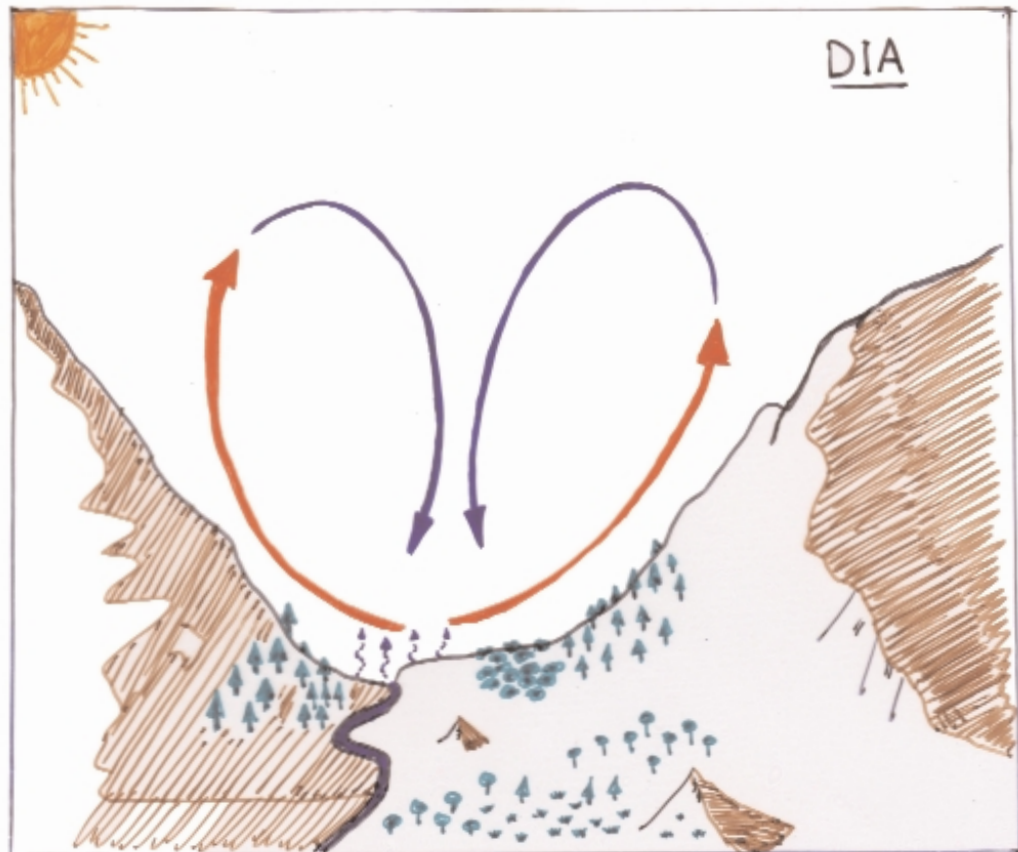
La topografía tiene una función significativa en la velocidad y dirección del viento general.

Como consecuencia de las diferencias de temperatura entre el aire próximo a una ladera y el que está lejos de ella, pero al mismo nivel, se producen vientos locales diarios ascendentes y descendentes.

Vientos ascendentes se producen durante el día, especialmente en laderas de solana (velocidad: entre 13 y 19 kms/h)

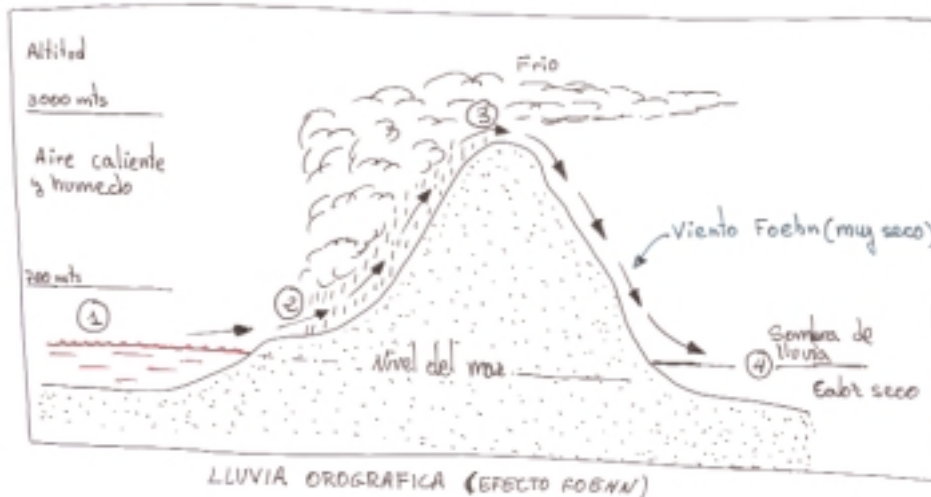
Vientos descendentes se producen durante la noche (velocidad entre 1 y 8 kms/h).

Por las mismas razones, pero a mayor escala que en el caso de laderas, son los vientos de valle (velocidad: vientos ascendentes de día, de 16 a 32 kms/h; vientos descendentes de noche, de 12 a 25 kms/h).



Los vientos citados son locales. El viento general amplía o retarda, según su dirección y fuerza, el efecto de los vientos locales.

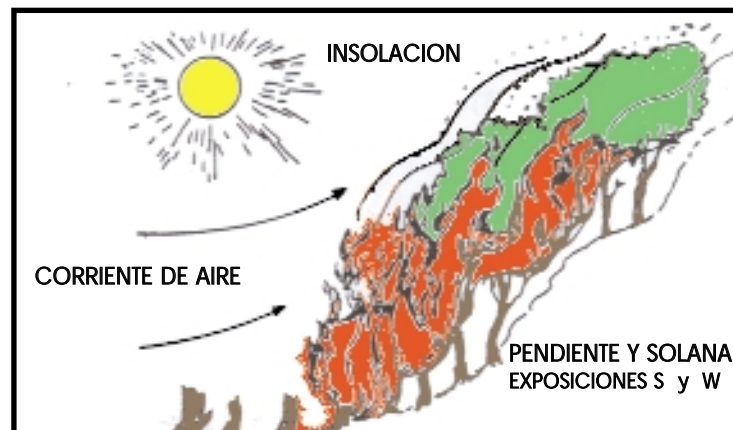
El viento foehn o viento pendiente ocurre cuando un viento húmedo sopla sobre una cordillera, asciende perdiendo humedad, y desciende al otro lado de las montañas cálido y seco



d) Factores topográficos y tiempo atmosférico

- Altitud: Las partes superiores de las cordilleras tienen mayor precipitación que las inferiores.

- Exposición: Las laderas con orientación de solana tienen mayor temperatura y, como consecuencia, menor humedad relativa y menos cantidad de agua que la de umbría.

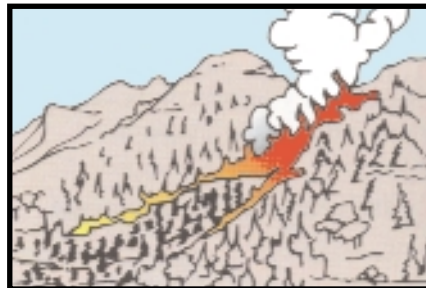


Propagación del incendio favorecida por la orientación (sur y oeste)

- Relieve: Tiene especial influencia en los regímenes de vientos y en el microclima. Los terrenos montañosos presentan la máxima fricción a los vientos y obstaculizan su movimiento. El relieve de una montaña influye en el comportamiento del viento: una cumbre redondeada altera en bajo grado el flujo del aire, mientras que una cumbre abrupta origina turbulencias con numerosos remolinos a sotavento.

- Pendiente: Factor muy importante. Cañones y chimeneas de fuerte pendiente son origen de vientos ascendentes intensos.

Las vaguadas profundas y pendientes, al favorecer el tiro, actúan como verdaderas chimeneas.



10.3.3. Relación de la topografía con la vegetación

a) *Altitud*

La altitud es factor determinante del desarrollo de la vegetación. Como norma general, la cantidad de combustible disminuye al aumentar la altitud.

b) *Exposición*

Igualmente tiene gran influencia en el desarrollo de la vegetación. Las laderas de solana, como norma general, están más secas y tienen menos combustible que las de umbría.

c) *Pendiente*

Gran influencia al favorecer la continuidad vertical de los combustibles.

10.3.4. Influencia de la topografía en las variaciones del tiempo atmosférico en el transcurso del día

La exposición es el factor determinante de las variaciones del tiempo atmosférico en el transcurso del día. Al cambiar la posición del sol varía la temperatura, viéndose afectadas también la humedad relativa, el contenido de humedad de los combustibles y la velocidad y dirección de los vientos locales.

En regiones montañosas se forman en ocasiones durante la noche cinturones térmicos. El proceso es el siguiente:

Durante el día el aire caliente ocupa las capas más bajas y el frío las altas.

Al caer la tarde aire fresco y pesado penetra en el fondo del valle empujando hacia arriba al aire caliente, que queda comprimido entre dos bandas de aire a menor temperatura.

El cinturón térmico tiene el promedio de temperatura más alto y el de humedad más bajo. Este efecto suele producirse durante días y noches despejadas.

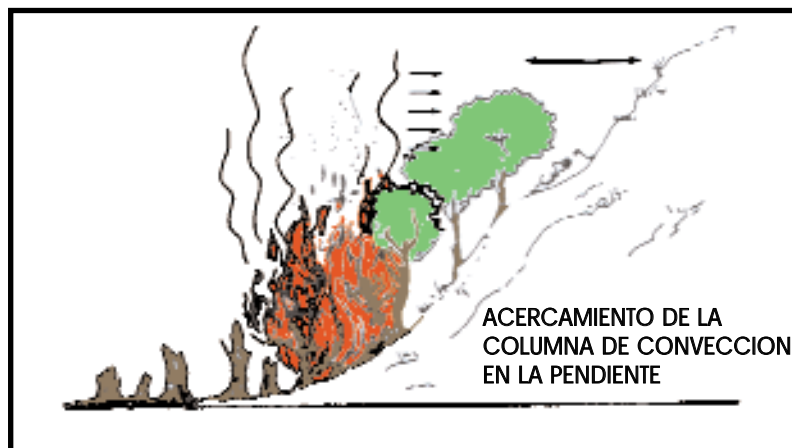


10.3.5. Comportamiento del incendio como consecuencia de la topografía

a) *Pendiente*

Es el principal factor. Con pendiente fuerte se acelera la propagación, ya que:

- Los combustibles están más cerca de las llamas.
- El precalentamiento del combustible es más rápido.
- La velocidad del viento aumenta.
- Se desarrolla rápidamente la columna de convección.



Corrientes de convección que resecan el combustible ladera arriba

b) *Altitud*

Las laderas se dividen en tres zonas:

- Tercio inferior, que incluye el valle. En él las temperaturas son más altas y generalmente hay más combustible. Alta intensidad del fuego.
- Tercio intermedio. Menos combustible, pero posibilidad de formación en él de un cinturón intermedio.
- Tercio superior. Propagación más lenta por menos disponibilidad de combustible, pero es la zona a veces más conflictiva porque es donde ocurren cambios bruscos de viento.

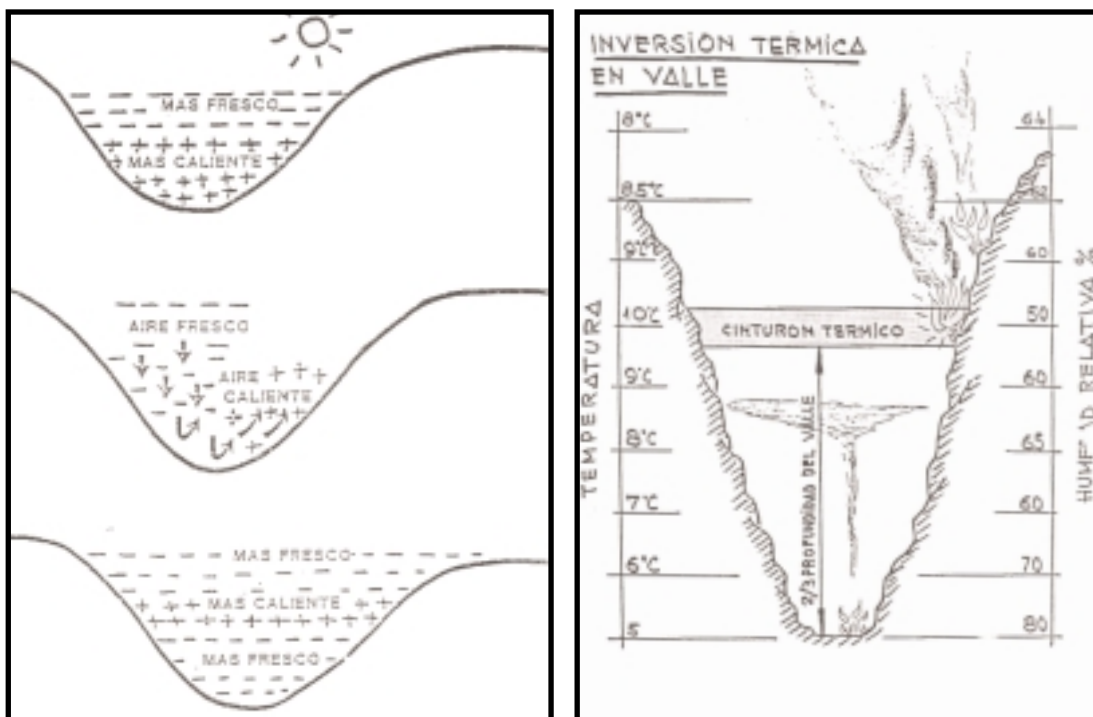
c) *Exposición*

Diferente propagación en solana que en umbría, en razón de la diferente cantidad de combustible y diferencias de humedad.

d) *Relieve*

El comportamiento del incendio está muy influenciado por la configuración del terreno. Ejemplos:

- Cuando el viento sigue el sentido de un cañon o quebrada, en las curvas pueden esperarse remolinos.
- En cumbres muy quebradas también pueden esperarse remolinos y turbulencias a sotavento.
- En valles estrechos las laderas tienen un precalentamiento más rápido. Puede presentarse una situación explosiva.
- En incendios en fondo de valles puede arder lentamente durante la noche a causa de la inversión térmica. Los gases y el aire caliente quedan atrapados por el cinturón térmico. Los combustibles se calientan, pero les falta oxígeno para arder. Una ruptura de la inversión a media mañana puede producir una situación explosiva.



La inversión térmica es una capa de aire caliente y estática situada entre dos más frías. Esta banda más caliente se denomina Cinturón Térmico y se suele situar a los 2/3 del fondo del valle.



10.3.6. Resumen

a) ***Tres factores del tiempo atmosférico influenciados por la topografía:***

- Humedad.
- Temperatura.
- Viento.

b) ***Relación de la topografía con la vegetación:***

- Altitud. Factor determinante en el desarrollo vegetal.
- Exposición. Cantidad de combustible.
- Pendiente. Continuidad vertical.

c) ***Variaciones diarias del tiempo atmosférico por influencia de la temperatura:***

- Exposición. Variaciones de la temperatura.
- Relieve. Formación de cinturones térmicos.

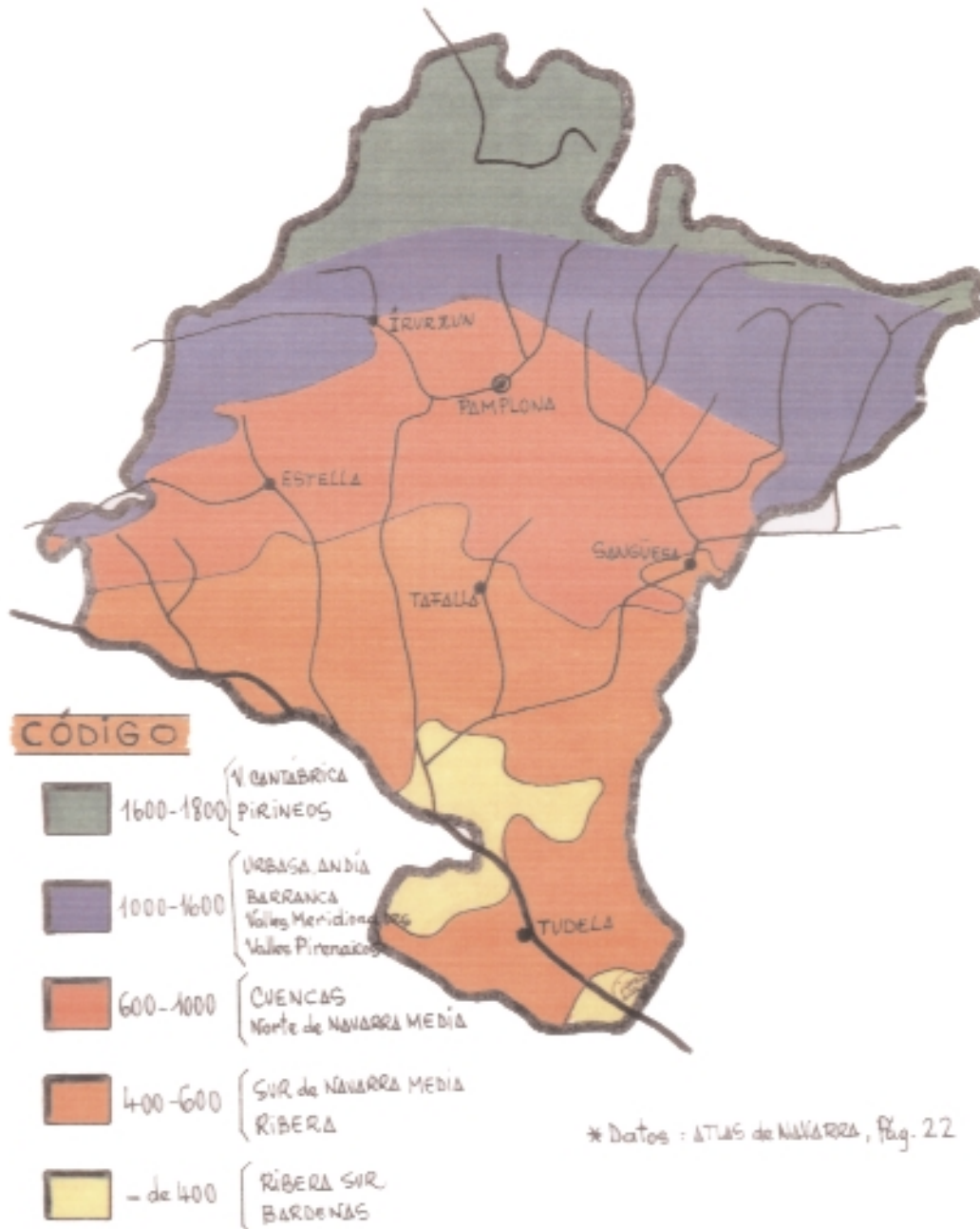
d) ***Comportamiento del fuego como consecuencia de la topografía:***

- Pendiente. Factor más importante. Gran influencia en la velocidad de propagación y en el desarrollo de la columna de convección.
- Altitud. Influye sobre las características de la vegetación y cantidad de combustible
- Exposición. Influye también en las características de la vegetación y en la humedad de los combustibles.
- Relieve. Influencia especial en los regimenes de vientos y el microclima local.

Influencia de la topografía en el comportamiento del fuego forestal en la Comunidad Foral de Navarra.



PRECIPITACIONES de NAVARRA



10.3.7. Influencia de la climatología en el comportamiento del fuego forestal

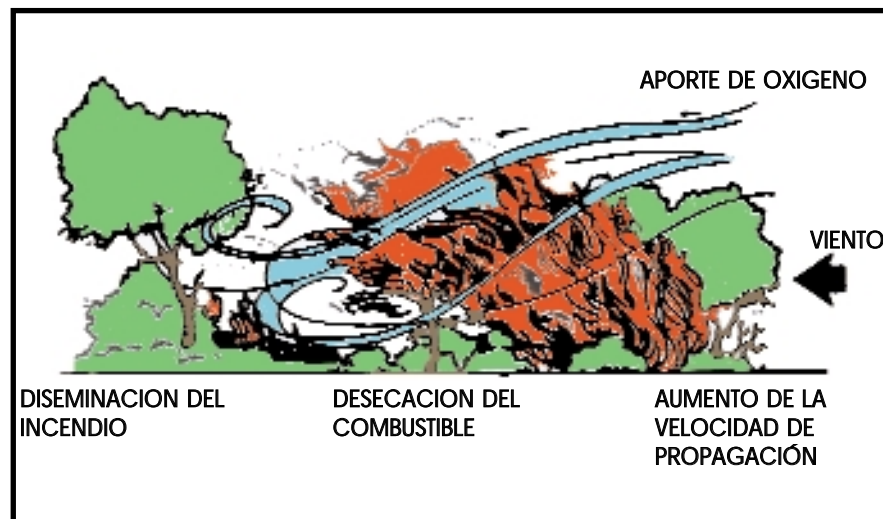
a) Influencia de la temperatura

Los efectos de la temperatura, sobre todo cuando es a la vez elevada y persistente, se traducen en una desecación progresiva de la vegetación que puede alcanzar extremos de sequía y en la aparición de corrientes de aire que se elevan desde los suelos caldeados. Tales efectos son naturalmente más acusados en los meses de verano y, dentro de ellos, a mediodía y primeras horas de la tarde.

b) Influencia del viento

La acción del viento se manifiesta en tres formas diferentes:

- Aportando oxígeno a la combustión en cuantía tanto mayor cuanto más fuerte es, intensificándose aquélla en consecuencia.



La influencia del viento en la propagación es muy intensa porque activa la combustión al renovar más frecuentemente el aire, adelanta la ignición al aproximar las llamas a la vegetación aún no quemada y lanza chispas más allá de los bordes del incendio

- Aproximando las llamas a los árboles que aún no arden, adelantando así su quema.
- Desplazando chispas y pavesas a zonas del monte aún no incendiadas dando origen a nuevos focos.

Un incendio, en su comienzo, adopta las siguientes formas características:

- Cuando sopla viento en una sola dirección, el perímetro recuerda a una elipse, cuyo eje mayor es paralelo a dicha dirección.

- Cuando el viento es variable, se extiende y variará con la dirección del viento.



El contorno de un incendio varía con la dirección del viento

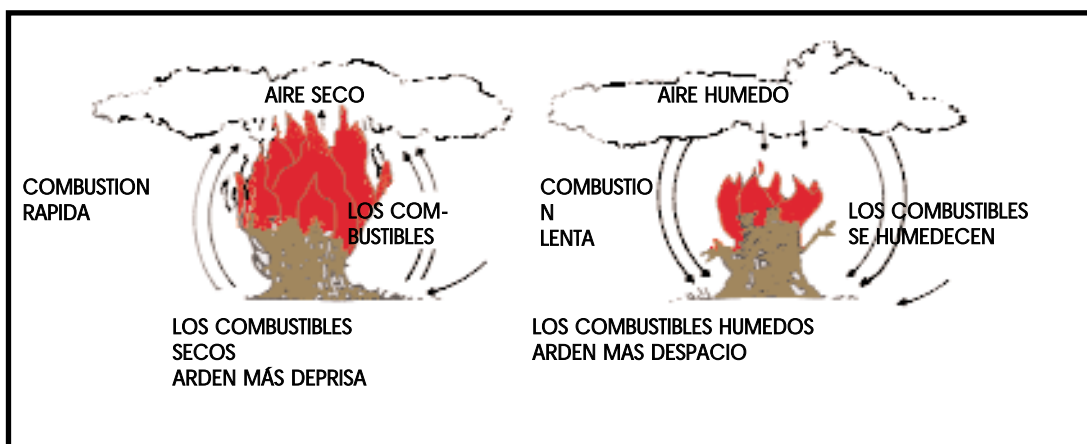
c) *Influencia de la humedad*

La tendencia de los vegetales leñosos es la de buscar el estado de equilibrio de humedad con el medio circundante y recordando que sus resistencia a arder está en función del agua que contienen. Por lo tanto, es evidente la influencia de la humedad en la propagación del fuego si bien sus efectos son más atenuados que los del viento o la pendiente.

Teniendo en cuenta el proceso de combustión:

- Los combustibles secos arden más deprisa, porque pueden pasar antes de los 200 ° C.

- Si el aire es seco, la combustión es más rápida, porque absorbe el vapor de agua desprendido por el combustible.



Efecto de la humedad sobre los combustibles

10.3.8. Influencia del combustible en el comportamiento del fuego forestal

Dado el distinto comportamiento de las especies vegetales, en razón de su combustibilidad, fácilmente se deduce la importancia de la composición botánica de los montes en la difusión de los incendios a su través, pues la mayor o menor abundancia de combustibles ligeros y de plantas resinosas aumentará la velocidad de propagación.

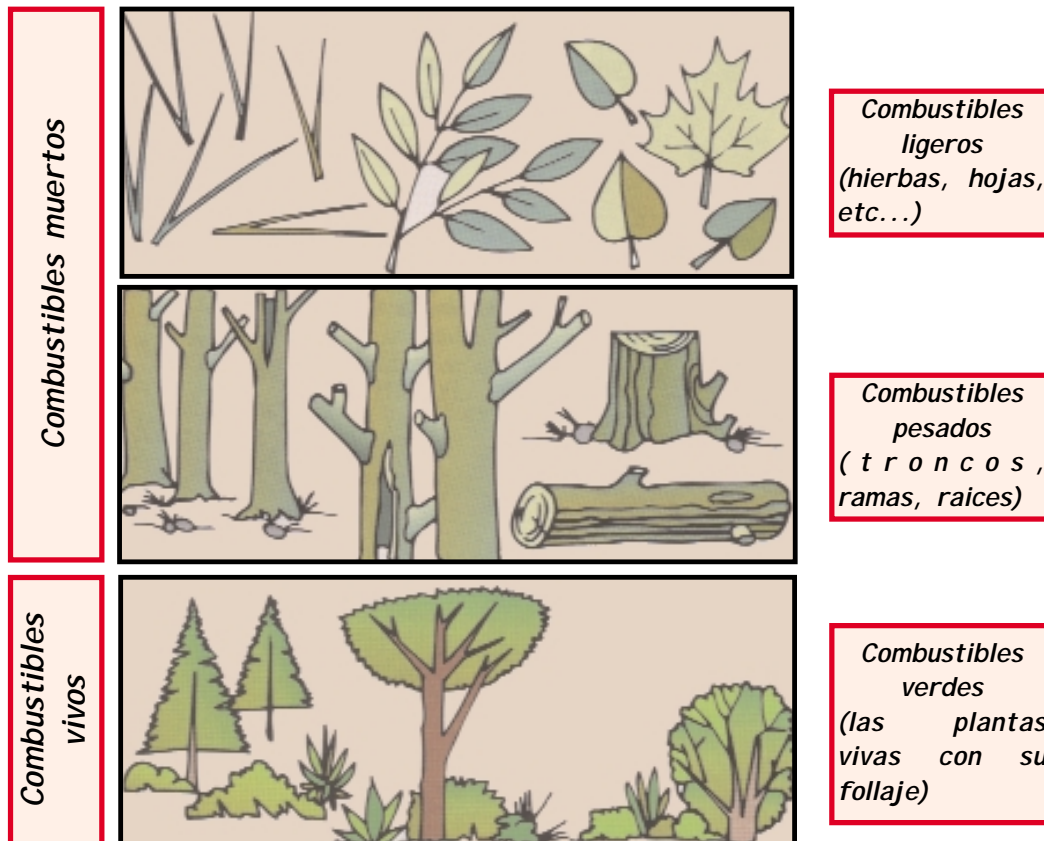
Asi mismo, influye notablemente la densidad de la vegetación por unidad de superficie, pues los efectos del calor llegan más rápidamente y menos amortiguados cuanto mayor sea la proximidad de unas plantas a otras.

Tampoco resulta ajena al avance de las llamas la distribución vegetal por estratos herbáceos, arbustivos y arbóreos.

Análogamente, las masas puras de pinos oponen menos resistencia al paso del fuego que las mezcladas con frondosas.

De aquí la importancia de realizar en cada caso una estimación de las anteriores consideraciones antes de decidir el sitio y la manera de actuar contra el fuego.

a) **Tipos de Combustibles:** Esta clasificación es importante en relación con la rapidez del proceso de combustión que disminuye desde el primero hasta el ultimo.



b) *Disposición horizontal de los combustibles*



Continuidad horizontal



Separación horizontal

c) *Disposición vertical de los combustibles*



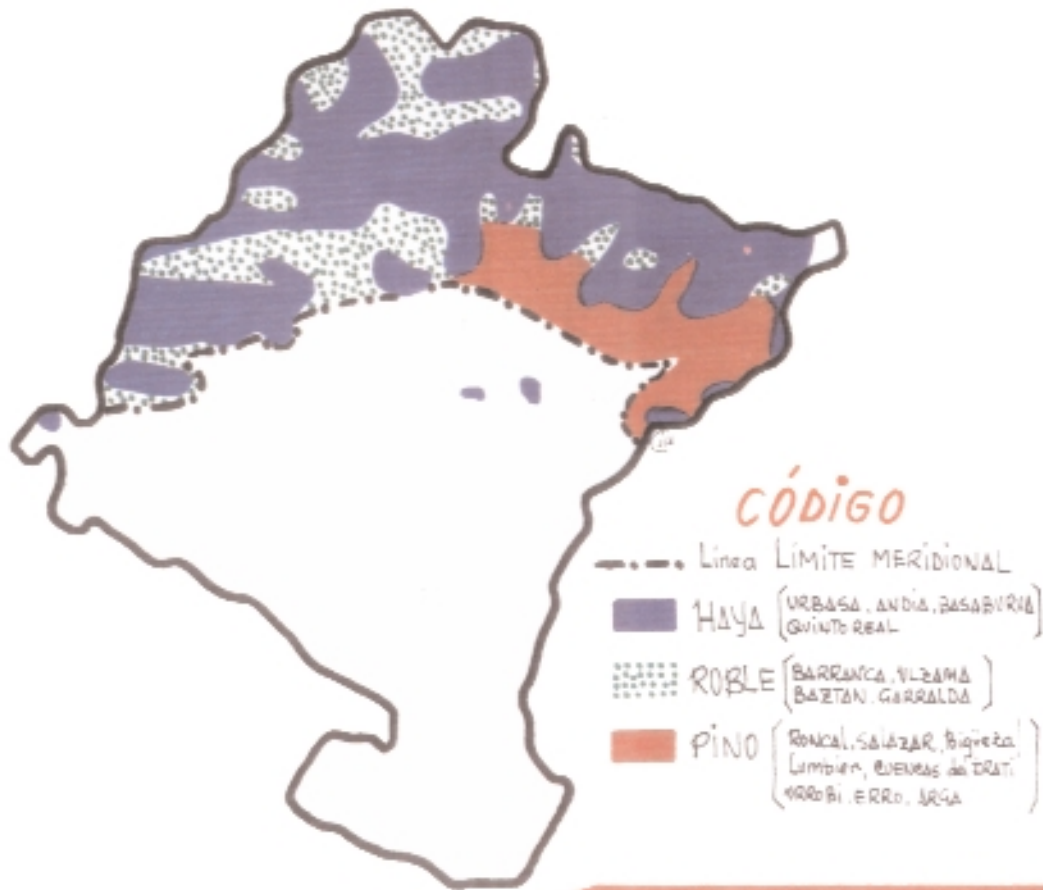
Continuidad vertical



Separación horizontal

Estas disposiciones son importantes en relación con la propagación del calor.

PRINCIPALES ESPECIES ARBOREAS de la MONTAÑA



LOCALIZACIÓN de ASERRADEROS

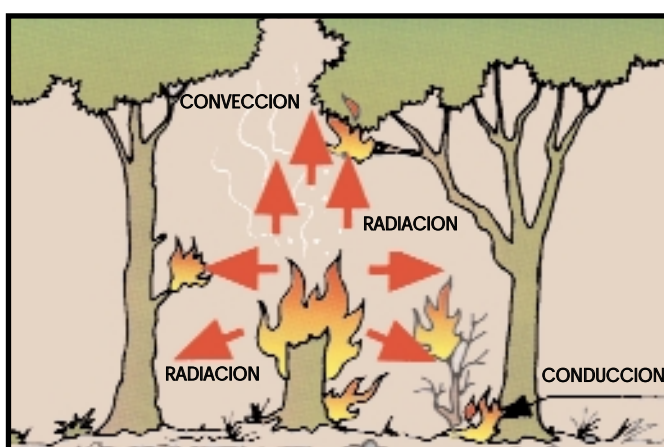




10.3.9. Formas de propagación del calor

El calor se propaga de tres formas:

- Por **convección**: transportado por el aire, que se mueve por diferencia de densidad (el aire caliente sube)
- Por **radiación**: el calor pasa a través de las moléculas del aire, sin que éste se desplace.
- Por **conducción**: el calor pasa a través de las moléculas de un cuerpo sólido, sin que éstas se desplacen.

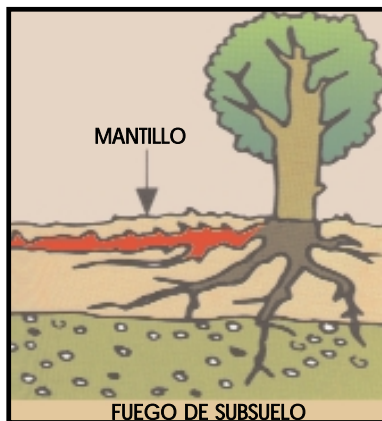


10.3.10. Tipología de incendios forestales

a) **Fuego de suelo**. Se extienden quemando el tapiz herbáceo y matorral. Son los más frecuentes debido a que este tipo de vegetación acusa más rápidamente la falta de humedad y arde con facilidad. Gran número de incendios tienen su origen en este tipo de fuegos.



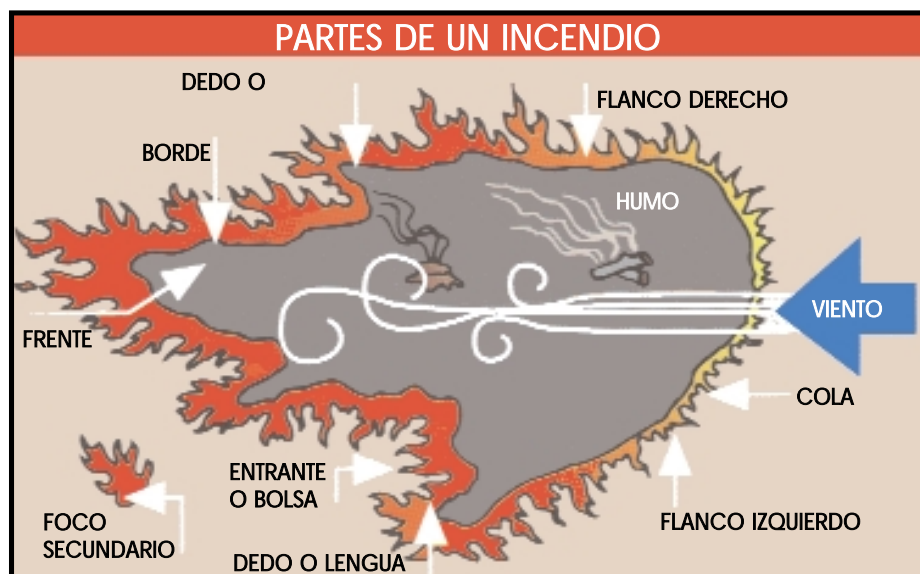
b) *Fuego de copas.* El que pasa desde la superficie hasta las copas de los árboles. Avanzan más rápidamente que el de suelo, le afecta el viento.



c) *Fuego de subsuelo.* Se propagan bajo la superficie alimentados por materia orgánica seca, raíces o turba. Su desplazamiento es lento, yendo detrás de los de superficie.

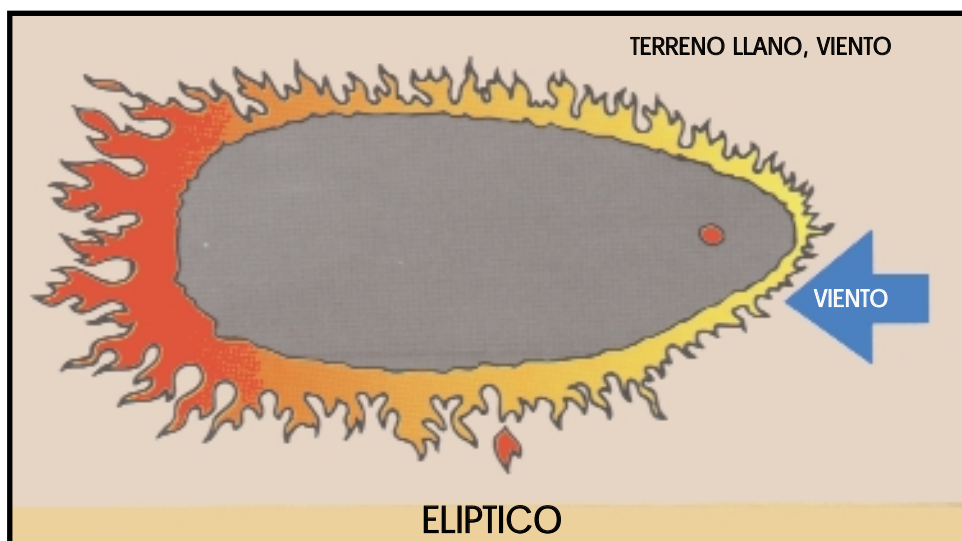
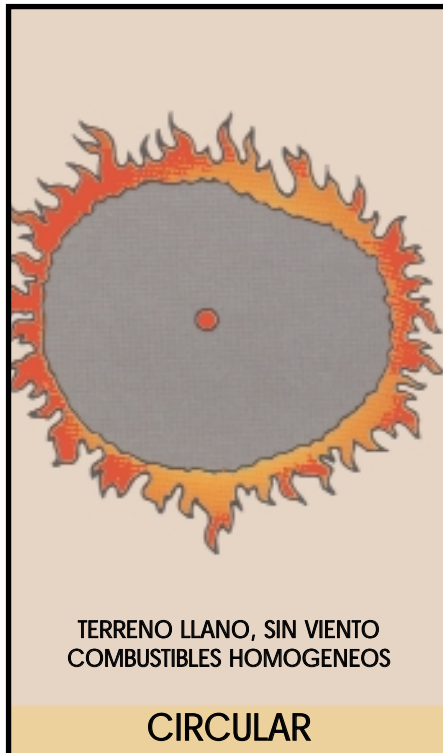
10.3.11. Partes de un incendio

- a) *Borde:* Perímetro del incendio que se encuentra en llamas.
- b) *Frente:* La parte del borde por donde el fuego avanza con más rapidez e intensidad.
- c) *Cola:* La zona que menos progresa.
- d) *Flancos:* Los contornos laterales.



10.3.12. Forma perimetral y manera en que se propaga un incendio

- a) **Circular:** en terreno llano, con poco viento y combustible homogéneo.
- b) **Elíptico:** en terreno llano, con viento de dirección constante y combustible homogéneo.
- c) **Irregular:** en terreno con pendiente, viento irregular y combustible heterogéneo.



10.4. Herramientas, agentes extintores, equipos de bombeo y autobombas forestales

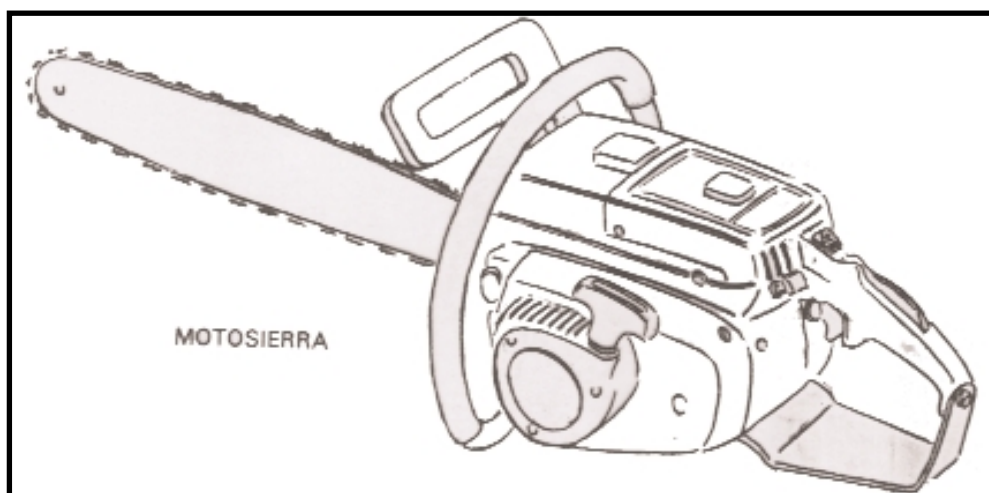
10.4.1. Herramientas

a) Hachas

El hacha se emplea para todas las operaciones de apertura de línea de defensa en las que se necesita cortar troncos, ramas, raíces, etcétera. Para cortar árboles se suele preferir la motosierra. Si no se dispone de ella, hay que utilizar un hacha pesada. Para trabajos auxiliares es más interesante un hacha pequeña del tipo que se acostumbre en cada lugar.

b) Sierras

Para cortar se emplean también diversas clases de sierras. La sierra de arco es tradicional, pero de baja velocidad, lo cual es un inconveniente en la extinción que precisa un rendimiento alto.



La motosierra que se utiliza en extinción es de tipo ligero (4-5 Kg.), ya que no se trata generalmente de apear grandes árboles, sino de despejar la línea.

Al utilizar la motosierra en extinción es recomendable trabajar en equipos de dos: uno corta y otro dispone el material combustible donde convenga para despejar la línea. Además pueden turnarse en el empleo de la máquina cada treinta minutos para disminuir la fatiga.

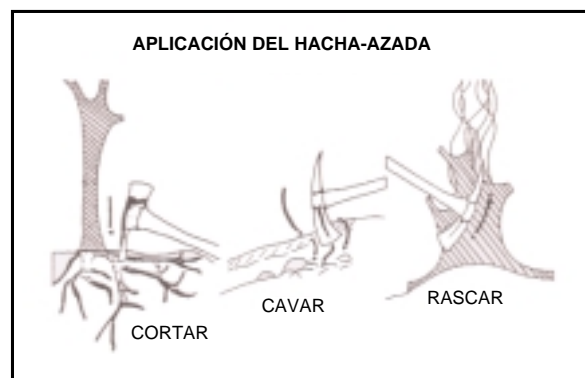
c) *Palas*

La pala sirve para cavar, rastrillar, cortar y lanzar la tierra. Se emplea en el ataque directo para echar tierra sobre el fuego y en el ataque indirecto para limpiar la línea de defensa.

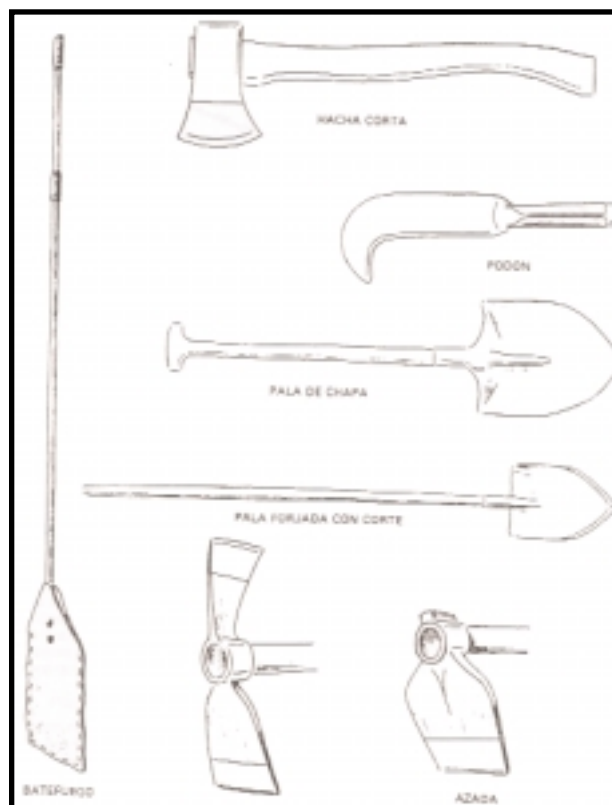
La palas para incendios son en pico y con borde cortante, por si es necesario usarlas para cortar una rama que sirva de batefuegos y para las operaciones indicadas.

d) *Picos y azadas*

Existen numerosos modelos. Para incendios se ha diseñado el hacha-azada (pulaski), que combina dos herramientas. Tiene el inconveniente de que, al ser herramienta poco habitual y pesada, el personal se resiste algunas veces a su empleo. Es conveniente acostumbrarlo a esta herramienta en los trabajos preparatorios de las cuadrillas-retén antes de prever su uso en extinción.

e) *Otras herramientas*

Se pueden citar los rastrillos para limpiar la línea. Asimismo existen herramientas de uso local, como los «fouciños» gallegos, los podones, las hoces, etcétera, que tienen utilidad para los matorrales de cada región. Por ser más conocidos por el personal que compone las brigadas de extinción conviene prever su uso y la dotación con el mismo.



f) *Batefuegos*

Bien formados por ramas verdes, bien de goma, los batefuegos son muy útiles para el ataque directo. Para sacarles rendimiento es preciso que el personal esté habituado a utilizarlos, lo que debe conseguirse mediante ejercicios antes de la campaña de incendios.

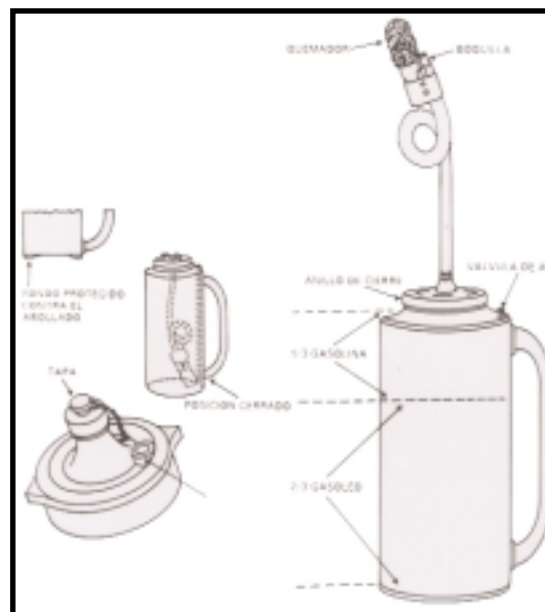


Con los batefuegos se dan golpes secos contra la base de las llamas, reteniendo momentáneamente el batefuego sobre el suelo para sofocarlo. El golpe debe dirigirse hacia la superficie quemada para que caigan en ella las pavesas que salten.

g) *Antorcha de goteo*

La antorcha de goteo se emplea para dar los contrafuegos con más comodidad y seguridad que con los simples mecheros de gas o con los sopletes de butano.

Consta de un depósito de 4,5 litros, aproximadamente, que se llena con una mezcla de 2/3 de gasóleo y 1/3 de gasolina. No debe usarse más gasolina porque es peligroso. Tampoco debe aumentarse la proporción de gasóleo porque es difícil de prender. Puede emplearse también keroseno puro.

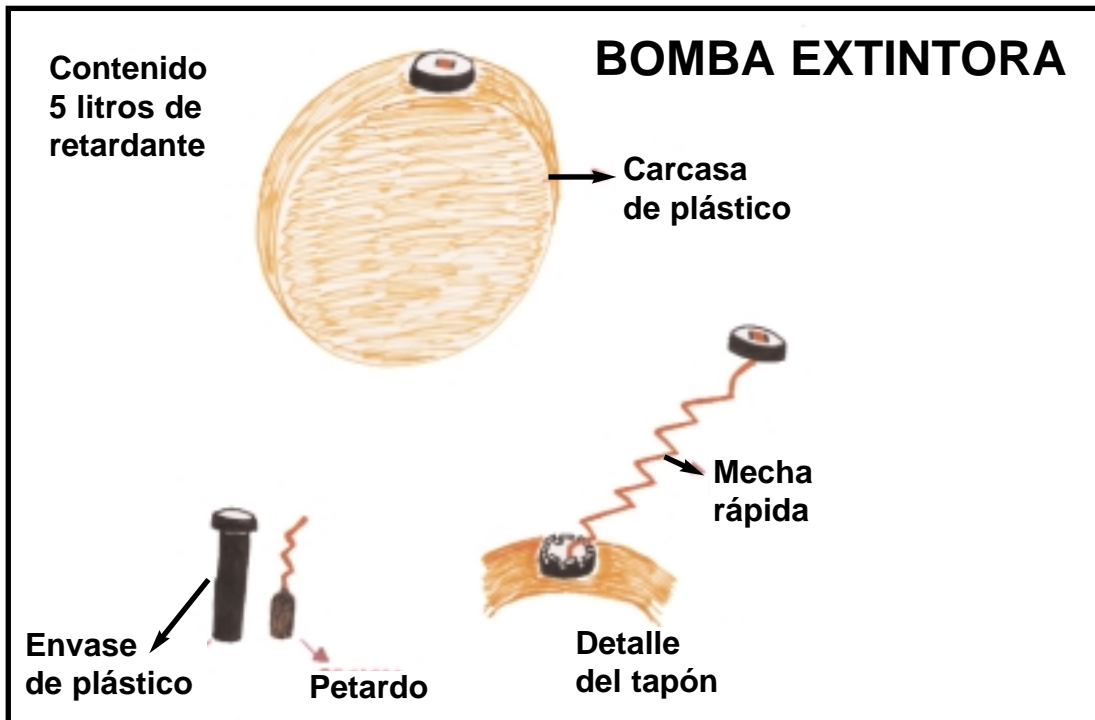
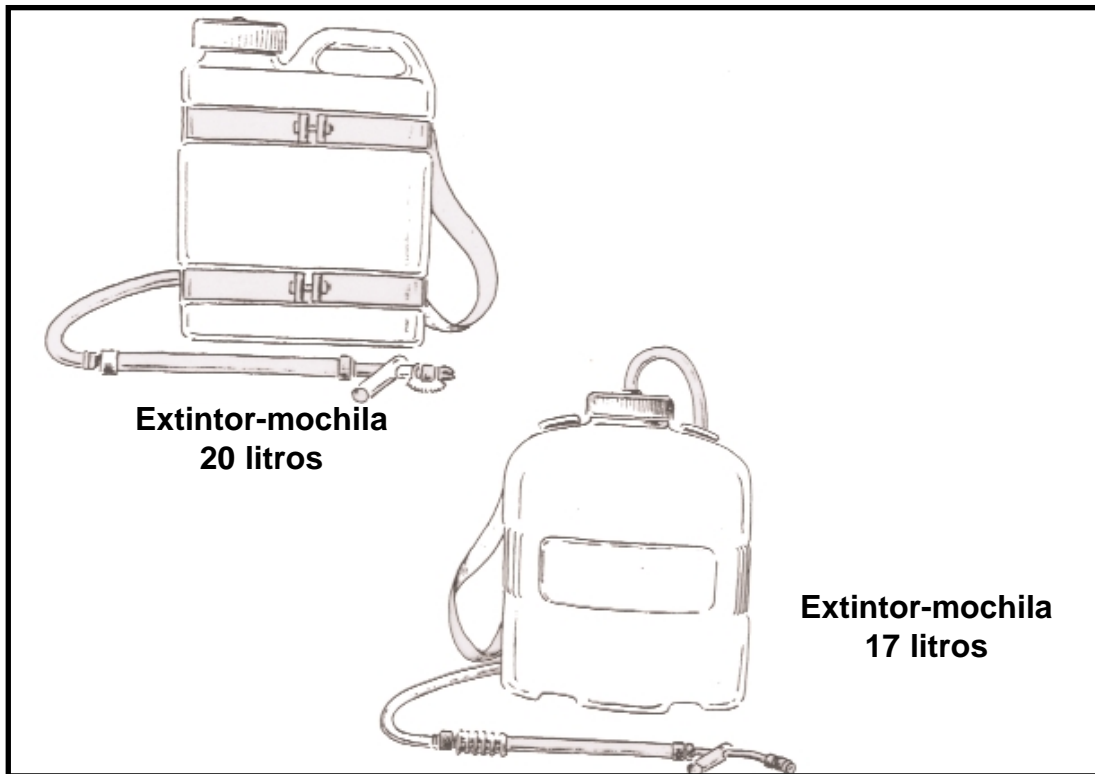


La mezcla desciende por un tubo con sistema antirretorno y gotea sobre el quemador, que consiste en una esponja de amianto. Para prenderla se deja que se empape el quemador y se enciende con una cerilla o un mechero, regulando la válvula del aire. Se facilita el encendido dejando gotear la mezcla sobre el combustible seco que se desea quemar, encendiendo éste con una cerilla y prendiendo luego el quemador en la llama de dicho combustible leñoso.

Cuando se termina de usar, se apaga soplando fuerte contra el quemador. Se deja enfriar bien éste y luego se desenrosca, guardándose en el interior del

depósito. No se debe apagar metiendo el quemador en arena, lo que lo deterioraría. No se debe meter el quemador caliente en el depósito, ya que éste puede contener mezcla combustible o simplemente vapores de la misma.

h) *Extintor mochila y bomba extintora*



10.4.2. Agentes extintores

Como se ha dicho, una vez declarado el incendio el propio fuego se autoalimenta de calor si hay combustible adecuado. La eliminación del calor no consistirá por ello en retirar la fuente que provocó el incendio, generalmente muy débil en comparación con éste, sino en inhibir la reacción exotérmica, retrasando la emisión de gases inflamables. Ello se consigue aplicando productos sobre el combustible, que por su efecto se denominan retardantes.

El retardante más común es el agua, que puede utilizarse de dos formas:

Si se arroja sobre el fuego, se evapora bruscamente, consumiendo calor (540 Kcal/l. de agua), Si la cantidad de agua es suficiente, el fuego se extinguirá, En todo caso, la temperatura se reduce y el incendio disminuye su avance.

Si se arroja sobre el combustible antes de que arda, aumentará su contenido en humedad, dada la higroscopicidad de la materia vegetal. Al llegar el fuego, su calor se gastará en evaporar dicha agua. Hasta que no se deseque no comenzará la pirólisis del combustible y se mantendrá la temperatura por debajo de los 200° C. Siendo el punto de inflamación superior a los 300° C, se ve claramente que el agua retardará la progresión del incendio.

El agua presenta un inconveniente grave en el caso de los incendios forestales: es escasa. Por ello se aplican otros productos que, mezclados con ella, mejoran su rendimiento o bien tienen un efecto retardante propio más intenso. Los primeros son los retardantes de corto efecto; los segundos son los de efecto prolongado.

a) *Retardantes de corto efecto*

Los retardantes de corto efecto son de dos tipos:

- ***Humectantes***, que reducen la tensión superficial del agua (wet water), mejorando su penetración y recubrimiento sobre la superficie de los combustibles. Se utilizan en fuegos de subsuelo, de pastos y de matorral, así como en operaciones de liquidación.

Son humectantes los detergentes domésticos, utilizados en concentraciones de 0,1 a 0,5 por 100. Al emplearlos deben tenerse en cuenta sus propiedades corrosivas y tóxicas.

- ***Viscosantes***, que al mezclarse con el agua forman una mezcla de mayor viscosidad, reduciendo la dispersión y evaporación de la masa de agua que se arroja sobre el combustible y formando una capa sobre el mismo más gruesa que el agua limpia.

Son viscosantes algunas arcillas, como la bentonita y la sepiolita, utilizadas en concentraciones de 0, 1 a 0,2 Kg/l. También se emplean gelatinas derivadas de algas.

Al utilizar los viscosantes debe tenerse en cuenta que producen superficies resbaladizas, lo cual puede causar peligro para el personal de extinción en su movimiento sobre el terreno.

b) *Retardantes de efecto prolongado*

Los productos anteriores se mezclan con el agua para mejorar las propiedades de ésta, perdiendo su efectividad cuando el agua se evapora. En esta segunda clase el agua sólo sirve de vehículo para el producto, que tiene efecto retardante propio.

Su forma de actuar consiste en favorecer la formación de compuestos volátiles, principalmente vapor de agua y amoníaco, que se desprende de la materia vegetal antes de alcanzar el punto de ignición.

De esta manera se va formando carbón, que arde lentamente y casi sin llamas, dificultando la propagación del incendio.

Los productos más utilizados son el fosfato diamónico, el polifosfato amónico y el sulfato amónico, que se mezclan con agua, un agente viscosante, un inhibidor de la corrosión para proteger los depósitos de almacén y aplicación y un colorante de óxido de hierro para marcar sobre el terreno la zona tratada. Las formulaciones varían según las casas comerciales.

Para aplicarlos desde aviones, la viscosidad debe ser mayor, con el fin de aumentar su persistencia sobre el arbolado. Si se aplican desde tierra, se les puede añadir un humectante para aumentar su penetración en el matorral y el pasto.

Cuando estos productos son adquiridos en polvo, contenidos en sacos de papel, deben almacenarse en sitio cubierto y seco. Si vienen en recipientes de plástico pueden estar al exterior. Las disoluciones preparadas son corrosivas, atacando incluso al bronce y al cinc, por lo que al final de las operaciones de cada día debe lavarse bien con agua limpia todo el equipo de mezclado y de aplicación (bombas, depósitos, mangueras, etcétera).

Estas disoluciones, preparadas duran varios meses. Sin embargo, les afectan las temperaturas muy altas o muy bajas, por lo que no es conveniente contar con más cantidad que la necesaria para una campaña o bien adquirirla en polvo y preparar la disolución diariamente.



10.4.3. Equipos de bombeo

a) *Motobombas*

Las motobombas, montadas sobre un vehículo o transportadas por hombres, son las máquinas que permiten transportar y lanzar agua sobre el fuego en lugares donde no se dispone de dicha agua.

Llevan un grupo motor, que acciona una bomba, dotado de mangotes, manguera y pistola.

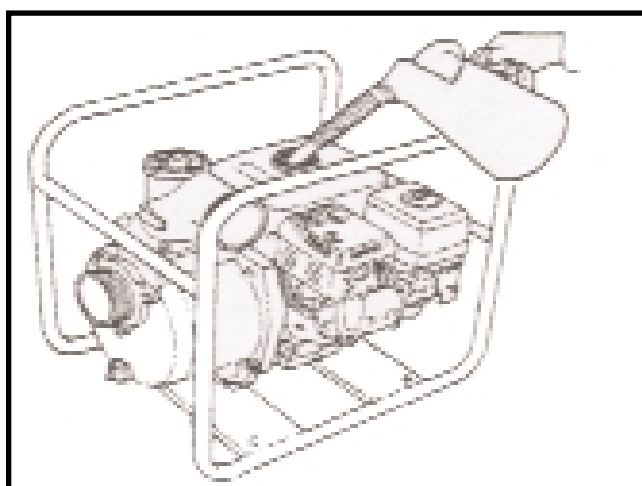
Es muy importante, utilizar combustible adecuado para motores de dos tiempos.

Se producen frecuentes averías por no utilizar el aceite adecuado en mezcla. Utilizar siempre aceite especial para motores de dos tiempos (Shell, Mobil-Oil, Esso, Caltex, BP, CS ...) tipo SAE 30-40. No utilizar «nunca» aceite normal para motores de cuatro tiempos, detergentes o multigrados.

No preparar «nunca» la mezcla dentro del depósito. No añadir nunca el aceite «a ojo». La razón de estas advertencias es que el aceite para dos tiempos es especial para ser quemado en la cámara de combustión y el de cuatro tiempos no está preparado para ello.

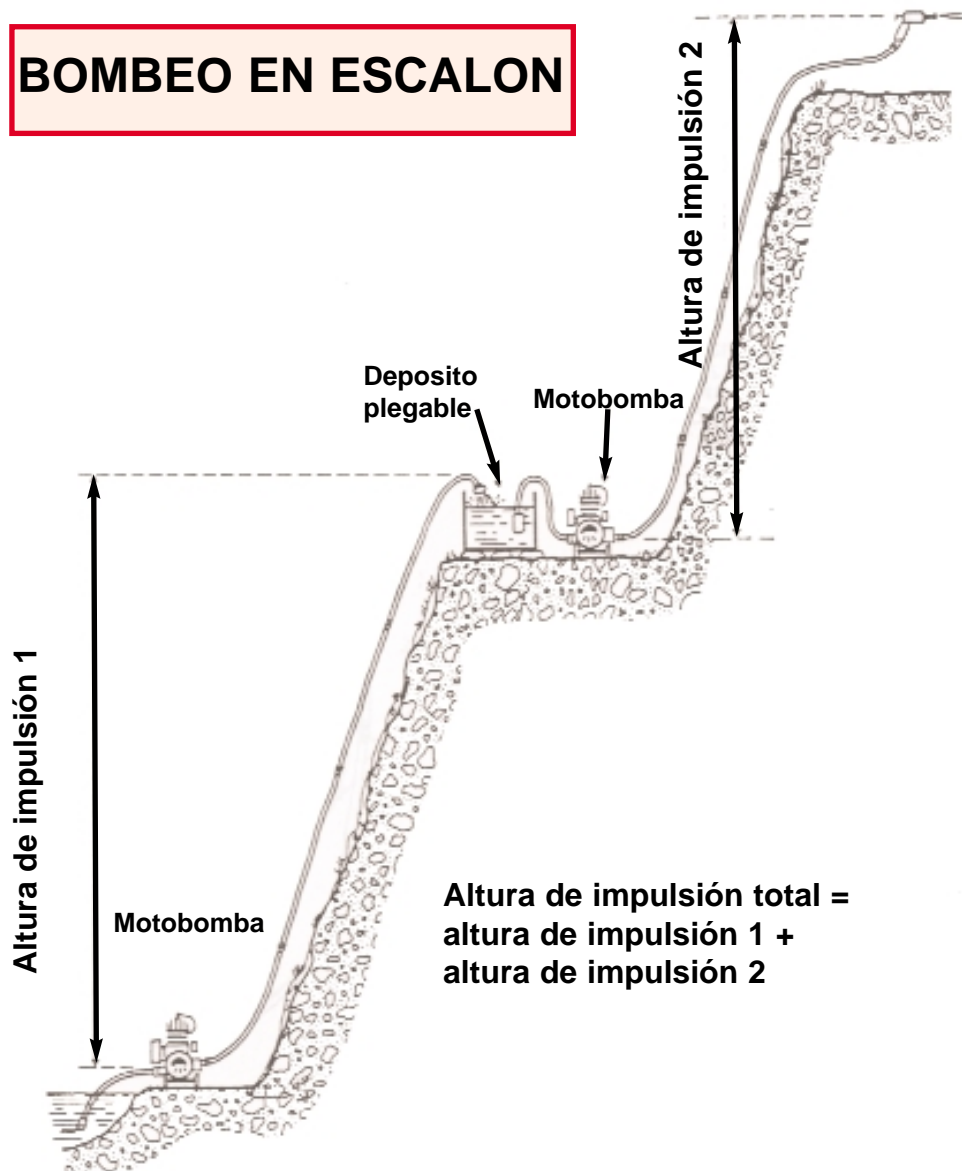
Este último, al quemarse, deja sobre los segmentos, el pistón y las lumbreras de escape una sustancia negra parecida a barniz o laca, que actúa como aislante térmico, no transmitiéndose el calor durante la explosión, trabajando, pues, el motor demasiado caliente, pudiendo llegar a «griparse».

Para hacer la mezcla seguir siempre las instrucciones del fabricante. Generalmente suele oscilar en la proporción de un litro de aceite cada 16-20 litros de gasolina. Mezclados ambos productos, agítense enérgicamente.



Se deberá repostar la motobomba de combustible después de cada uso.

BOMBEO EN ESCALON



Un grupo motobomba en horizontal puede impulsar a través de un tendido de casi 5 Km. por manguera de 25 mm., sin presión a la salida, fluyendo solamente el agua.

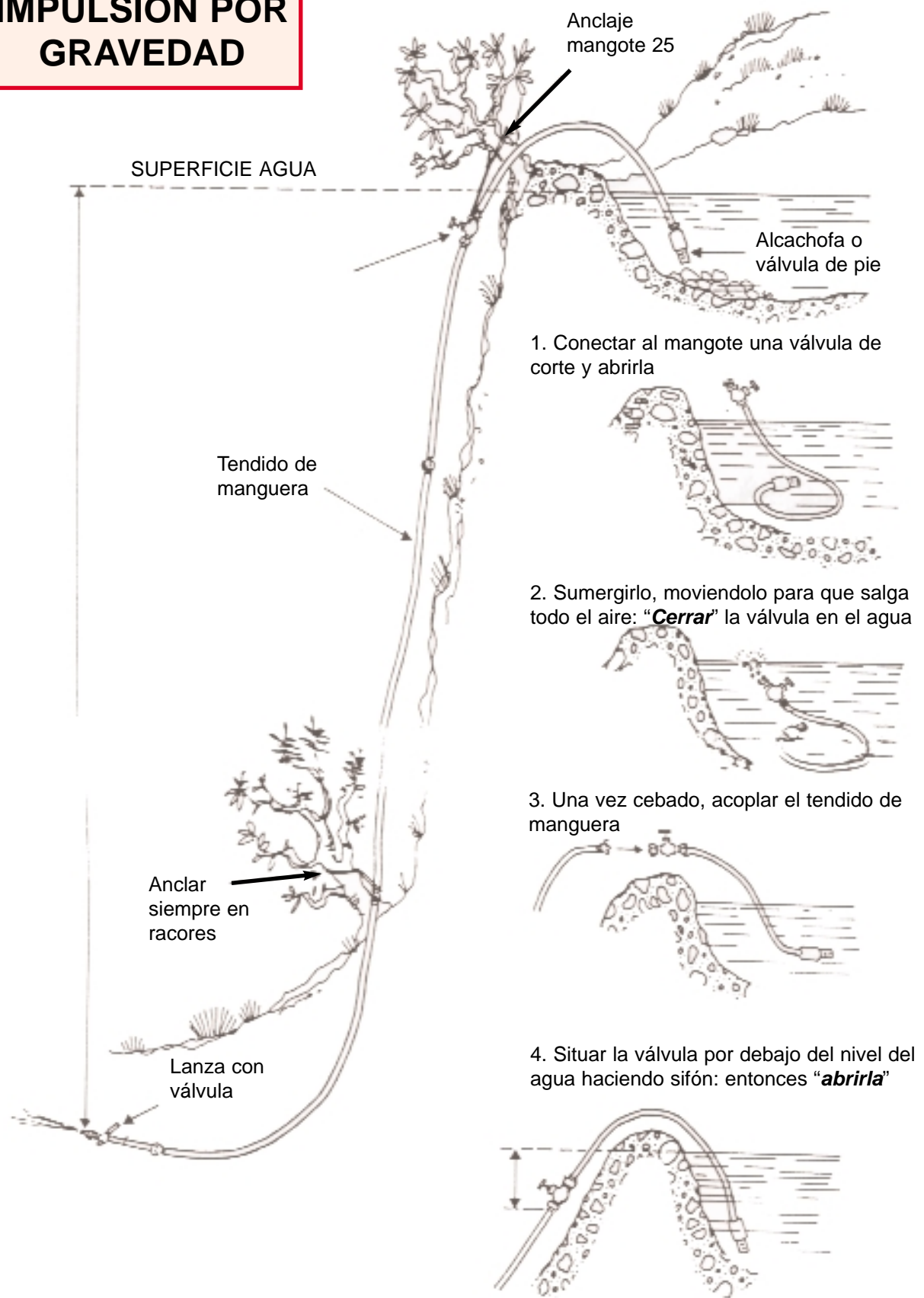
Puede subir agua a través de un tendido de 800 m., salvando un desnivel de 250 m., también sin presión a la salida, fluyendo solamente el agua.

Si se necesita salvar un desnivel superior a las posibilidades M grupo motobomba, se puede recurrir a alimentar con un grupo un depósito portátil, y con un segundo grupo aspirar de este depósito y realizar una segunda impulsión.

En este caso es conveniente que los dos hombres que manejan los grupos se vean o estén en contacto por medio de emisoras.



IMPULSION POR GRAVEDAD



10.4.4. Autobombas forestales y nodrizas.

a) Autobomba Forestal Ligera y Pesada:

Son vehículos diseñados para acceder por pistas y monte a través. Estos, tienen la posibilidad de ser traccionados a sus dos ejes y opcionalmente bloqueo de diferenciales para superar pasos difíciles.

Disponen de cabrestante incorporado en su parte delantera.

La capacidad del deposito de agua oscilará entre 2000 litros, la autobomba ligera y 3500 litros la pesada.

Estos vehículos llevan una bomba combinada que puede proporcionar agua a baja o alta presión, siendo esta última posibilidad la más utilizada en este tipo de fuegos.

Como dotación de material llevará.

- Motobomba con un aporte de agua aproximado de 1300 litros/minuto.
- Motosierra
- Batefuegos
- Bombas extintoras
- Azadas, palas, hacha-azadas, polasky, etc.
- Mangueras de 25 mm principalmente



BFL (Mercedes Unimog)

BFL (Uro)



BFP (Pegaso "Egipcio")



b) *Autobomba Nodriza*

Son vehículos diseñados para transportar grandes cantidades de agua y dar suministro a las autobombas forestales.

Dispondrán de tracción a todos sus ejes para poder acceder por pistas.

La capacidad del depósito de agua oscilará entre los 8.000 litros en la nodriza ligera y 13.000 en la pesada.

Estos vehículos llevan una bomba combinada.

Como dotación de material llevarán:

- Motobomba con un aporte de agua aproximado de 1300 litros/minuto.
- Motosierra
- Batefuegos
- Bombas extintoras
- Azadas, palas, hacha-azadas, polasky, etc.
- Mangueras de 25, 45 y 70 mm.



BNP (Iveco)

10.5. Técnicas de intervención

10.5.1. Proceso de combustión de la madera

- **Fase de precalentamiento:** El calor exterior eleva la temperatura del combustible hasta algo más de 100 ° C, lo que produce la pérdida de vapor de agua.

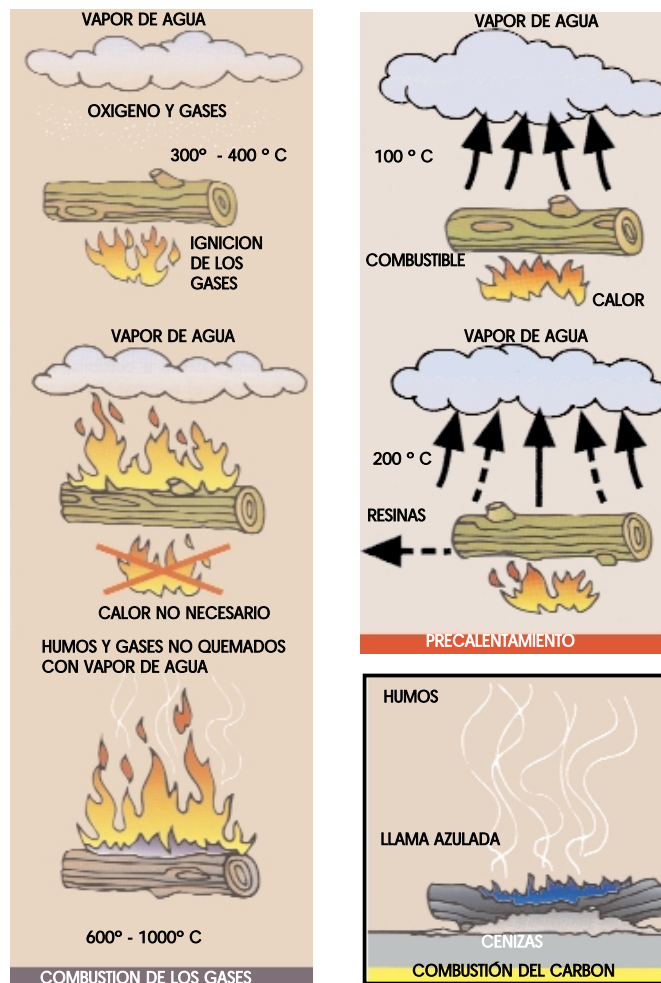
La temperatura continúa subiendo hasta 200 ° c, eliminando toda el agua y des-tilándose las resinas.

- **Fase de combustión de los gases:** La temperatura se sitúa entre 300 y 400 ° C. Se desprenden gases inflamables, que forman las llamas.

La temperatura continúa subiendo hasta los 600-1000 ° C. Además de los gases, se desprende calor, que mantiene por sí solo la combustión.

La madera arde con llama azulada. se desprende humo, formado por gases no quemados, dióxido de carbono y vapor de agua.

- **Fase de combustión del carbón:** La madera arde, consumiéndose su contenido en carbono y quedando las cenizas, formadas por sustancias minerales que no arden.



10.5.2. Acciones básicas para extinguir el fuego

Los lados del Triángulo de Fuego son: Oxígeno contenido en el aire, el Combustible y el Calor necesario para iniciar y mantener la combustión.

En el caso de un incendio forestal, dos de estos tres elementos están en el ambiente: el oxígeno del aire y el combustible constituido por vegetación viva o muerta en condiciones de arder. El calor inicial es aportado en forma natural (rayos) o por acción humana.

Al unirse estos 3 elementos, en adecuada proporción, se inicia el proceso de la combustión.

El calor generado por el propio proceso mantiene la combustión.

El propósito de todos los esfuerzos de extinción del fuego tiende a romper o debilitar, directa o indirectamente, uno o más la dos del Triángulo de Fuego.

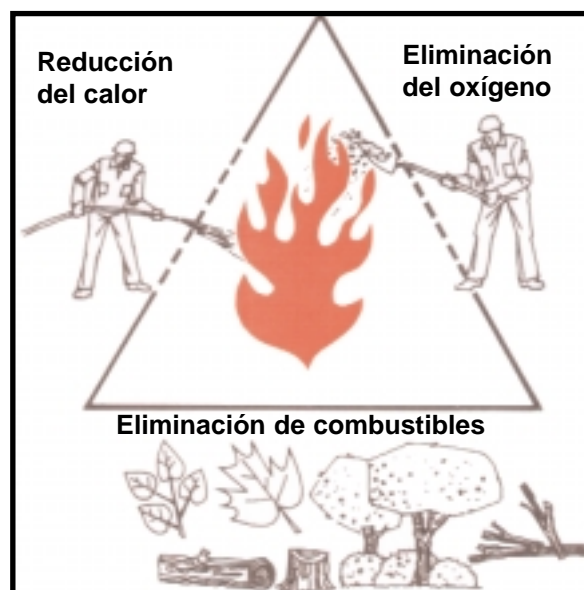
Las acciones a realizar son:

a) *Sobre el Oxígeno*

1. Sofocar las llamas aislando el combustible del aire, por ejemplo cubriendo el combustible con tierra, usando un batefuego cubriendo con agua, etc.
2. Desplazar violentamente y por unos instantes la masa de aire en contacto con los combustibles en llamas, por ej. con una explosión, batiendo una rama.
3. Disminuir la proporción de oxígeno del aire aumentando la del vapor de agua, por ejemplo lanzando agua pulverizada.

b) *Sobre el Calor*

Enfriar, reducir la temperatura del combustible en llamas. La mayor capacidad del enfriamiento la tiene el agua y más aún si es aplicada en forma pulverizada. El calor se consume intentando evaporar el agua. Pero no siempre el agua está disponible y es difícil de transportar y aplicar. El suelo



Principios de lucha contra el fuego

mineral es un sustituto del agua y por ello es importante su utilización aunque su efecto sea parcial.

d) ***Sobre el combustible***

La permanente presencia del oxígeno y la común carencia de agua concentran las acciones sobre el combustible:

1. Cortando la continuidad del combustible en la trayectoria del incendio, mediante el establecimiento de una faja libre de combustible entre lo quemado, con un ancho suficiente que impida la ignición por radiación o convección.
2. Modificando su contenido de humedad al lanzar agua.
3. Impidiendo su combustión al cubrirlo con productos químicos.

10.5.3. La línea de control

Línea de Control es el conjunto de barreras naturales y construidas, así como de bordes extinguidos del fuego que se utilizan para controlar al incendio.

Una o varias líneas de fuego son parte de la línea de control. Una línea de fuego se "*construye*". La línea de control se "*establece*".

Muy útiles para contener al incendio son todas las barreras naturales (ríos, roquedales, arenales, etc.) y artificiales (camino, líneas férreas, vallas) espacios libres de vegetación entre masas forestales (también llamados cortafuegos, etc.) tanto las que están presentes en el área, como las que se construyen durante el incendio, por ej. La línea de defensa.

Control de un incendio significa encerrar al fuego dentro de una Línea de Control, evitando su propagación más allá de esta. Una etapa posterior, la liquidación, extinguirá totalmente al fuego.



10.5.4. Métodos de combate

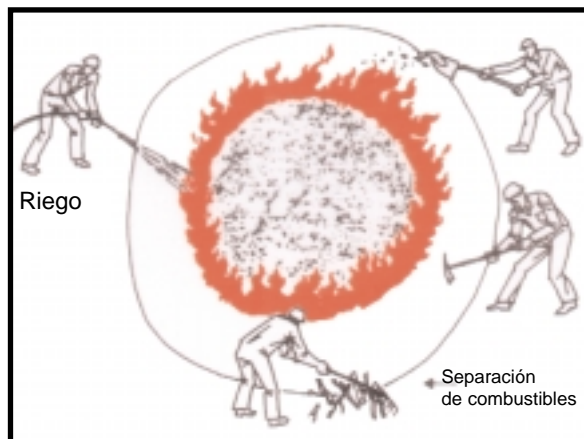
Tanto en los primeros momentos del combate, o sea en el ataque inicial, como en el proceso de rodear o encerrar al fuego en la línea de control, e incluso en algunos momentos de la liquidación, el combate al fuego podrá realizarse en dos modalidades generales, dependiendo de la distancia de la Línea de Control al borde del incendio.

a) Método Directo

1. Definición

La Línea de Control se establece interviniendo en el borde mismo del incendio, al actuar principalmente sobre las llamas y sobre el combustible inmediato a ellas.

El método directo, también llamado ataque directo, implica:



a. Enfriar el combustible con agua, productos químicos o tierra.

b. Desplazar al oxígeno del aire cubriendo con tierra.

c. Cortar la continuidad del combustible próximo a las llamas, mediante una línea del fuego que, en este caso, no se amplía con quema de ensanche.

En ocasiones el combustible ardiendo es empujado al interior del área quemada.

2. Uso

El ataque directo se usa principalmente en incendios incipientes, superficiales, o en focos pequeños de un incendio mayor, en los cuales no haya demasiado desprendimiento de humo y calor. Se emplean herramientas de sofocación, de corte y de raspado.

3. Ventajas

a. Permite reducir los daños del fuego a un mínimo de superficie.

b. El trabajo es efectivo y deja un borde frío que, prácticamente, no requiere liquidación.

c. En incendios extendidos es, a veces, más seguro para el combatiente, ya que éste puede alcanzar rápidamente áreas quemadas y frías atrás del fuego, en caso de producirse una explosión incendiaria.

d. Si se dispone de agua es el método más efectivo.

4. Desventajas

a. Expone a los combatientes a radiación calórica y humo, especialmente en la cabeza o frente de avance.

b. En topografía abrupta el desplazamiento del personal es peligroso.

c. La emisión de pavesas puede originar focos secundarios que pueden encerrar al combatiente. Mayor riesgo si esto ocurre en laderas.

d. Al seguir el borde del incendio, se requiere más trabajo.

e. El agrupamiento de personal en focos pequeños puede ocasionar accidentes.

5. Ataque a los focos críticos

Esta acción realizada en incendios pequeños está asociada al combate directo.

Consiste en prestar primero atención a los focos que amenazan encender nuevos combustibles.

Su propósito es reducir o detener la propagación y la intensidad lineal del fuego para hacer más manejable la situación, antes de establecer la línea de control.

6. Enfriamiento del borde

Otro término o acción asociada al ataque directo es 'el de "enfriar el borde" o "senda fría". Cuando el fuego se ha extinguido en el borde por alguna condición desfavorable (humedad nocturna, cambio de pendiente, etc.), se ejecuta una revisión para extinguir puntos calientes, principalmente ocultos, que pueden reactivarse súbitamente.

Es trabajo lento, cuidadoso y requiere seguir las irregularidades del borde.



PRINCIPIOS DEL USO DEL AGUA

1. UTILIZARLA RACIONALMENTE
2. DIRIGIRLA HACIA LA BASE DE LA LLAMA
3. QUE PERSONAL CON HERRAMIENTAS MANUALES TRABAJE JUNTO A LANZAS
4. BUENA COMUNICACION ENTRE LANZAS Y ORIGEN DEL AGUA
5. ACCESORIOS CORRECTOS PARA EL TRABAJO
6. ABASTECIMIENTO DE AGUA PERMANENTE
7. NO OBSTRUIR EL CAMINO CON COCEES BOMBAS
8. NO DEPENDER SOLO DEL AGUA

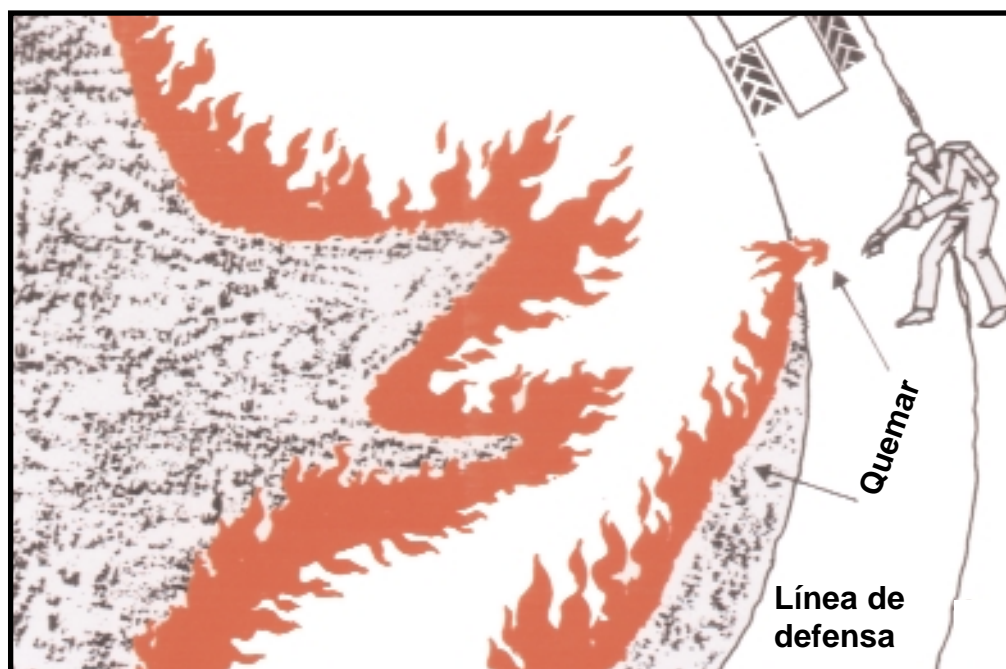
b) *Método indirecto*

1. Definición

Consiste en establecer la Línea de Control a cierta distancia del borde del incendio y considera el uso del fuego para eliminar el combustible intermedio.

En este método se aprovechan todas las barreras naturales y artificiales presentes carentes de combustibles y se construyen las líneas de defensa que sean necesarias a fin de completar la línea de control.

Algunos autores denominan como Método o ataque paralelo a la acción de construir líneas de defensa para borde y especialmente por los flancos de un incendio. Otros autores ven al ataque paralelo como una combinación de directo e indirecto.



2. Uso. Se utiliza cuando:

- a. El calor y el humo impiden el trabajo del personal próximo al borde
- b. La topografía es abrupta
- c. La vegetación es densa
- d. El borde es tan irregular que requiere excesivo trabajo y la vegetación en llamas es de escaso valor.
- e. Hay rápida propagación del fuego, amplio frente y gran emisión de pavesas.
- f. En incendios de copas.

3. Ventajas

- a. Trabajo más seguro de los combatientes
- b. Las condiciones de trabajo más confortables para el personal aseguran sostener productividad durante períodos más largos.

4. Desventajas

- a. Sacrificar vegetación intermedia que puede ser valiosa
- b. Mayor perímetro de la línea de control al cual se debe prestar atención a fin de evitar que el fuego la sobre pase.

16.5.5. El contrafuego

Utilizado en el combate indirecto consiste en crear un fuego de gran magnitud desde una barrera existente o desde una línea de defensa que tenga una amplitud suficiente, a fin de que el fuego creado avance hacia el incendio principal atraído por corrientes de succión.

El combustible intermedio es quemado y el incendio se extingue cuando se encuentran los dos fuegos:

Difiere de la quema de ensanche en su magnitud, aún cuando el concepto es el mismo: utilizar fuego para eliminar combustible.

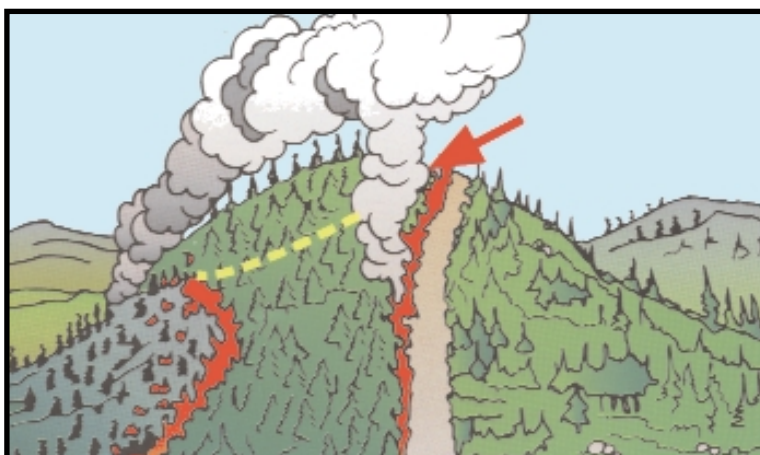
Requiere una cuidadosa evaluación de la situación para decidir su correcta aplicación. Puede originar un segundo incendio y complicar todo el combate.

Aplica técnicas y elementos de encendido semejantes a los utilizados en quemas prescritas.

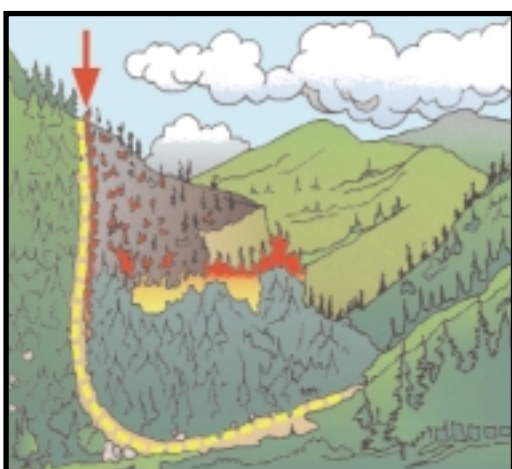


PRINCIPIOS DEL CONTRAFUEGO

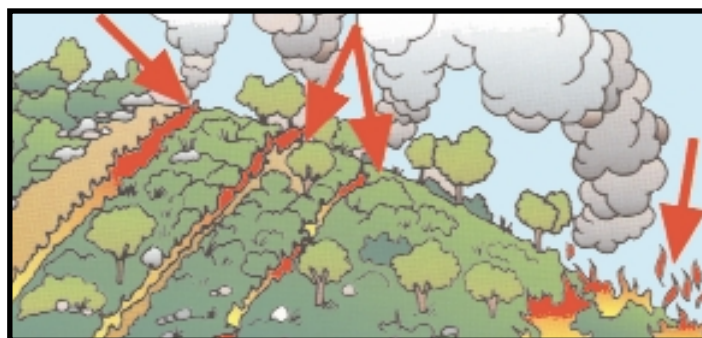
- A) USAR PERSONAL CALIFICADO
- B) LOCALIZACION Y CONSTRUCCION APROPIADA DE LA LINEA
- C) MEDIR EL TIEMPO DE LA OPERACION CORRECTAMENTE
- D) APROVECHAR LAS CORRIENTES DE AIRE CREADAS POR EL INCENDIO Y LA PENDIENTE
- E) COMENZAR EN EL SECTOR MAS ALTO DE LA LINEA
- F) EVITAR ANGULOS CERRADOS DE LA LINEA
- G) USAR CONTRAFUEGOS AUXILIARES SI EL CLIMA ES DESFAVORABLE
- H) DETENER LA QUEMA CUANDO EL CONTRAFUEGO NO RESULTA
- I) USAR EQUIPO ESPECIALIZADO
- J) USAR TIERRA Y AGUA COMO AYUDAS PARA MANTENERLO
- K) QUE TODO EL PERSONAL CONOZCA EL PLAN



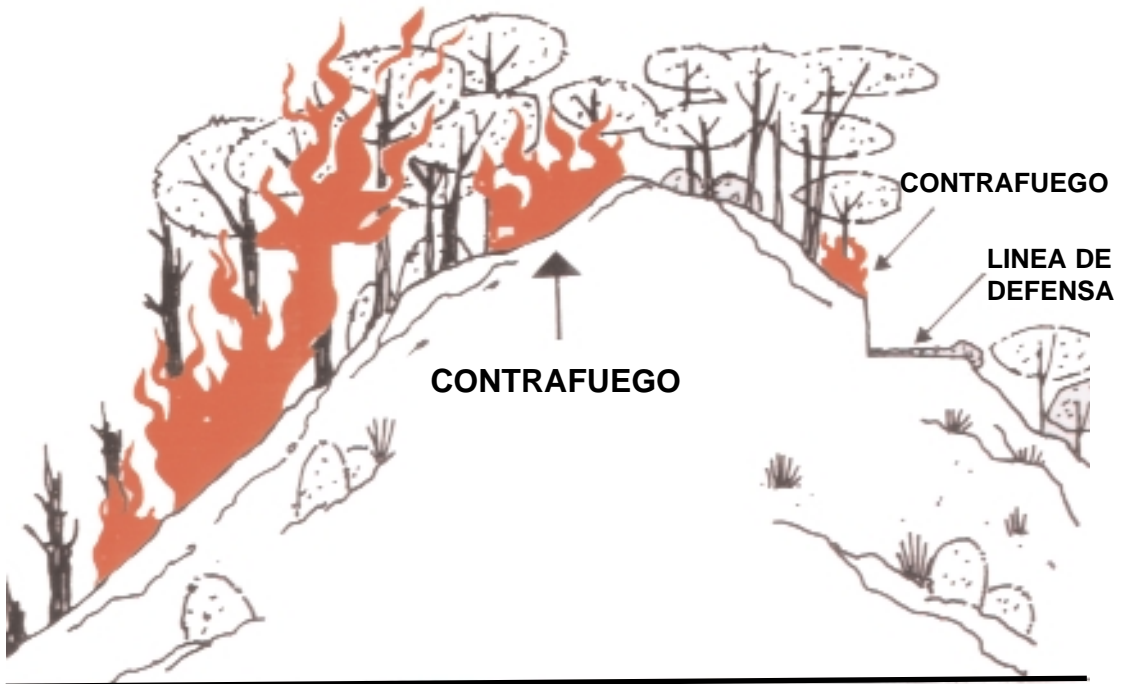
Incendio que sube por fuerte pendiente. Se abre una línea de defensa algo detrás de la cumbre y se da contrafuego.



Incendio en fuerte pendiente. Se abre una línea de defensa algo detrás de la cumbre y se da contrafuego



Contrafuegos auxiliares. El contrafuego, a veces, no avanza fácilmente hacia el incendio. Se puede provocar quemaduras auxiliares que atraigan el contrafuego.



10.5.6. Cuando usar ataque directo y ataque indirecto

a) Quien decide

El Mando en el incendio al llegar al lugar afectado analiza la situación: es el Reconocimiento. Y decide que hacer: es la Planificación.

b) Cuando y donde

Tanto en los primeros instantes del combate, como en cualquier momento del mismo, incluso en la liquidación, se usarán las modalidades de ataque directo e indirecto según sean las condiciones de cada zona del incendio. Así, en un sector se podrá trabajar en ataque indirecto, en tanto que en otro menos conflictivo se podrá combatir con método directo.

Es decir, en las tres etapas claves del combate:

- El ataque inicial
- El control
- La liquidación

10.5.7. El ataque indirecto

El ataque indirecto tiene por objetivo establecer la línea de control a una cierta distancia del borde del incendio cuando las condiciones del mismo no permiten un ataque directo.

El método indirecto se apoya o aprovecha todas las barreras existentes, ya sea naturales o artificiales, que carezcan de combustible en una amplitud suficiente para impedir la propagación del fuego. A estas barreras se les llama, en conjunto, *cortafuegos*, existiendo variados tipos específicos por ejemplo: cortafuego mineral (amplias fajas desprovistas de vegetación hasta el suelo mineral); cortafuego verde (zona de vegetación resistente al fuego); cortacombustible (zona de vegetación reducida sin romper el suelo), etc.

El método indirecto considera, además, la construcción de líneas de fuego mediante el trabajo del personal con herramientas de mano y motosierras o por acción combinada con maquinaria pesada. La línea de defensa es, en último término, la base para la quema del combustible intermedio a fin de ampliar la faja desprovista de combustible. Dependiendo de la magnitud de este fuego aplicado, se hablará de quemas de ensanche o contrafuego.

La construcción de la o las líneas de defensa que el Mando en el incendio decida utilizar, requiere de acciones claramente identificadas y, además, necesita una

adecuada organización del personal para trabajar de forma eficiente y segura.

En ataque o método directo, la línea de defensa presenta algunas variaciones que, en todo caso, no alteran el concepto.

10.5.8. Consideraciones básicas en la construcción de la línea de defensa en ataque indirecto

La línea de defensa debe ser planificada de tal forma que, por una parte, pueda ser construida antes que el fuego llegue hasta ella y, por la otra, que sea efectiva en contenerlo.

En la construcción de la línea debe considerarse:

a) Tamaño del incendio

La magnitud del área a combatir determinará la longitud de la o las líneas de fuego a construir.

Una acción realizada por el mando en el incendio, llamada reconocimiento, permitirá a este visualizar la situación, ver si existen barreras utilizables, medir a pasos o estimar el perímetro, calcular la superficie, etc., y, además, calcular la longitud de la línea de defensa a construir, si decide aplicar el método indirecto de establecimiento de la línea de control.

b) Velocidad de propagación

Es en este aspecto donde se conjugan ya conocidos factores que afectan al comportamiento del fuego: velocidad del viento, topografía y combustibles.

Conocer la velocidad de propagación, así como pronosticar su incremento o disminución, permitirá determinar a que distancia debe localizarse.

b) La localización

1. Concepto

Consiste en decidir el trazado que sobre el terreno tendrá la línea, después que el mando en el incendio, en el reconocimiento, ha optado por este método de combate y ha definido, a grandes rasgos, la trayectoria de la o las líneas de defensa a construir.

- Si el fuego sube por una ladera debe localizarse inmediatamente detrás de la cumbre.

- Si el fuego baja por una ladera debe localizarse en el fondo del valle.

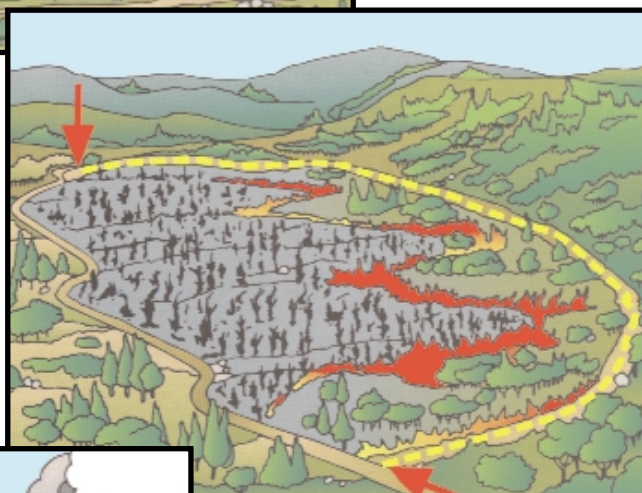


- La línea debe apoyarse en las barreras naturales, tales como ríos o embalses, masas frondosas, rocas, etc.
- La línea debe apoyarse en caminos, pistas o cortafuegos que sirvan de acceso a los medios de extinción y de escape en caso de necesidad.
- La línea no debe tener entrantes y salientes.
- La línea debe contornear los focos secundarios.
- La línea debe estar suficientemente separada del frente de fuego, teniendo en cuenta su velocidad.



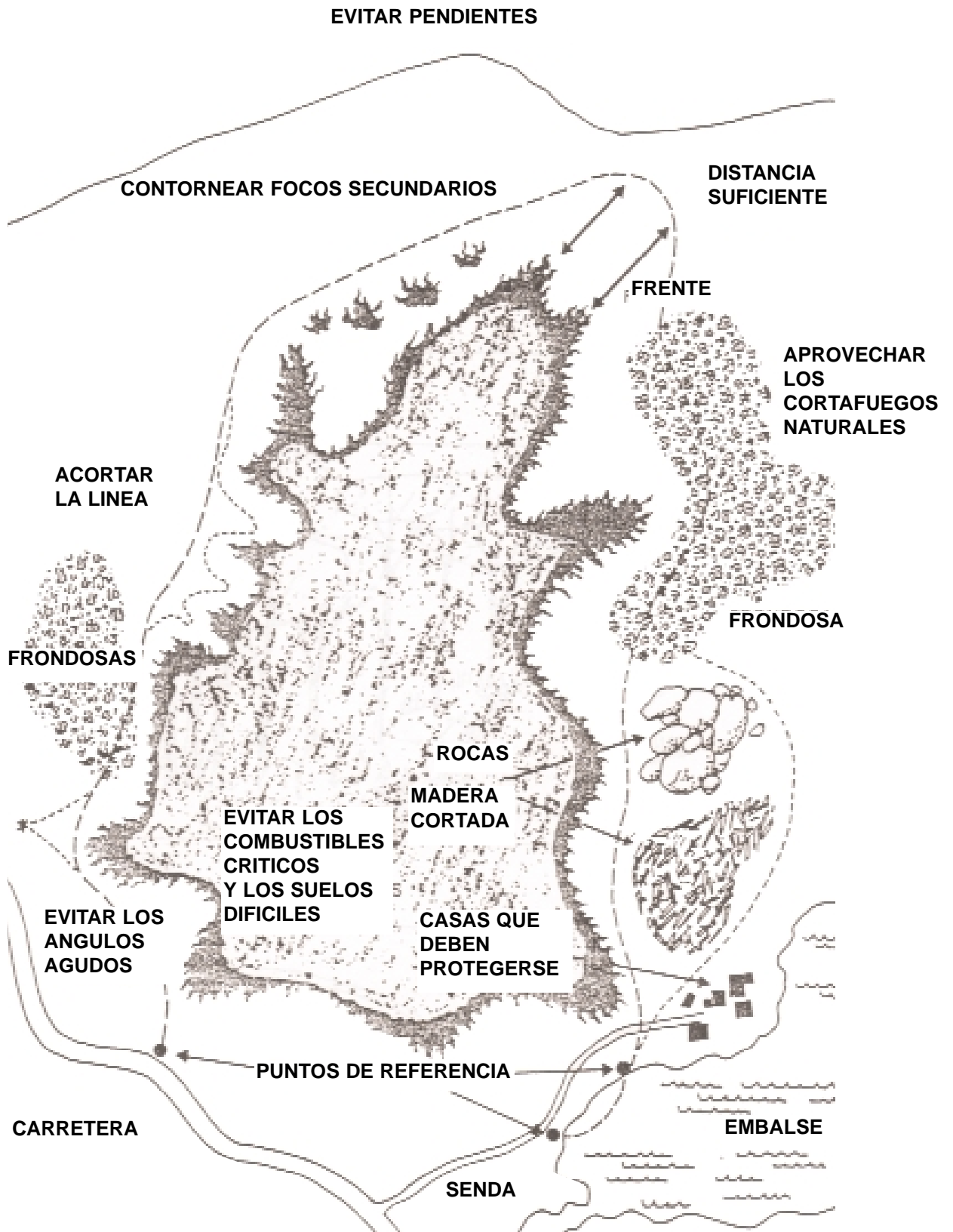
Incendio en pendiente moderada. Se abre una línea de defensa por el frente, lo más cerca posible del borde. Luego se va rodeando. Cuando el calor lo permita, se da ataque directo.

Incendio de contorno muy irregular. Se abre una línea de defensa encerrando los dedos del incendio y se quema desde la línea hacia el frente.



Incendio que baja por una cuesta. Se abre una línea de defensa al otro lado de la garganta.

Localización de una línea de defensa



c) *La construcción*

1. *Con herramientas de accionamiento manual* (herramientas manuales) y motosierras.

La construcción misma de la línea de fuego comprende, por definición, las siguientes acciones:

1a. *Corta o clareo del combustible aéreo y superficial.*

Se realiza con herramientas de corte como hacha, machete, Pulaski, rozón y con motosierras de largo de espada adecuado.

Se eliminan ramas bajas, arbustos, lianas árboles pequeños y otros materiales livianos. El material extraído se deposita en el lado exterior de la línea, o sea al lado opuesto al incendio.

La corta o clareo no considera la remoción de combustibles pesados y de gran tamaño ya que el Localizador debe marcar la línea rodeando las densas acumulaciones de combustibles para reducir la corta a un mínimo. Se ahorra tiempo.

Sin embargo, torzas, ramas y otros materiales que no pueden ser evitados, deben removerse de la línea y ser dispersados lo más lejos posible del borde exterior de ella.

La amplitud del clareo dependerá del tamaño de los combustibles. Puede ser de 1 a 3 ó 4 m.

1b. *Corta y raspado del combustible superficial hasta el suelo mineral*

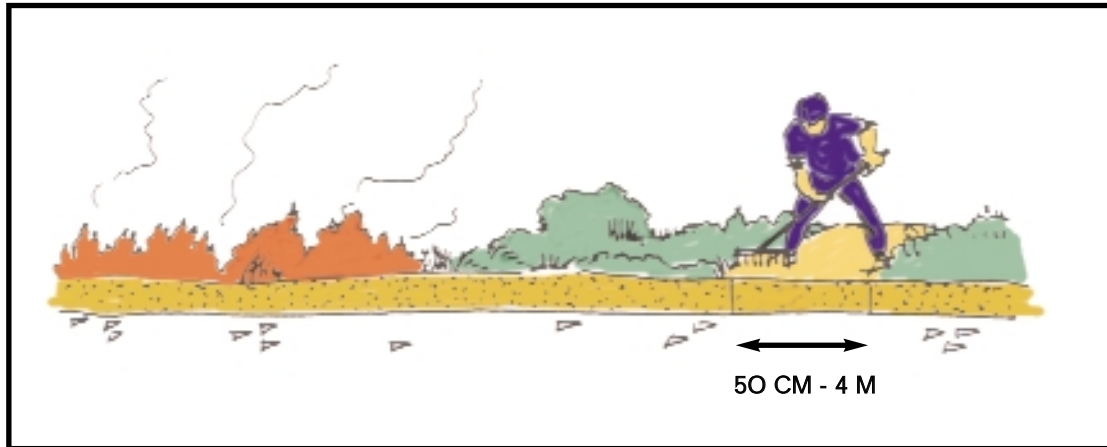
Con herramientas de raspado, como rastrillo, Pulaski y pala, se corta y se arrastra el combustible del piso, cortando raíces y cavando el terreno hasta el suelo mineral. Este último aspecto es muy importante para evitar propagación por humos o raíces.

El material extraído se deposita en el borde exterior.

El ancho del terreno raspado varía de 50 cm. a 1 m. o algo más, dependiendo de la situación.

Líneas a través de matorral deben ser más anchas que líneas en bosque abierto.

Líneas en ladera sobre el fuego deben ser más anchas que líneas bajo el fuego.



Apertura de franja en fuego de suelo

A mayor velocidad del viento, mayor ancho.

En laderas, y con líneas que la cruzan de lado a lado, se deberá cavar, además, una zanja y estructurar con suelo mineral un borde alto que detenga el material rodante encendido.

2. Con bulldozer

La tremenda capacidad de trabajo de la maquinaria pesada agiliza el trabajo de apertura de líneas. El concepto es, sin embargo, el mismo.



Apertura de franja en fuego de copas con maquinaria pesada

3. *Línea de Superficie*

Siguiendo el mismo principio de cortar la continuidad del combustible y cuando el terreno es suelto, arenoso y libre de pedregosidad, luego del clareo de la vegetación el terreno es cubierto con tierra o arena suelta, en un ancho de 40 a 50 cm. y con un espesor de 5 cm. La arena se extrae de hoyos cavados en el lado exterior o de una zanja a lo largo de la línea.

De esta faja se inicia luego la quema.

Este tipo de línea también puede ser construido con bulldozer.

d) *Quema de ensanche*

Se realiza para ampliar la zona desprovista de combustible sin trabajo adicional de la brigada o maquinaria.

Siempre debe ejecutarse. La línea y se utilizan elementos y técnicas de encendido semejantes a las utilizadas en quemas prescritas.

Se considera buena práctica que la quema se realice a medida que se construye la línea, evitando anticiparse quemando terreno aún no preparado ni demorar el encendido para luego hacerlo apresuradamente creando un borde interior con abundancia de fuego difícil de vigilar y controlar.

Si la línea asciende una ladera, la quema debe hacerse por secciones desde arriba hacia abajo.

Con la quema de ensanche en progreso debe vigilarse la propagación del fuego a fin de evitar que provoque la ignición del combustible en el borde exterior, sobrepasando la línea.

Debe tenerse siempre agua a la mano y montones de tierra suelta preparada para lanzarse con palas. El personal debe estar siempre atento.

PRINCIPIOS DE LA LOCALIZACION DE LA LINEA DE DEFENSA

- 1. DISTANCIA ADECUADA**
- 2. TIEMPO ADECUADO**
- 3. LO MAS CORTA POSIBLE**
- 4. RUTA MAS FACIL**
- 5. SORTEAR LOS MAYORES PELIGROS**
- 6. EVITAR LINEAS SINUOSAS**
- 7. UTILIZAR BARRERAS NATURALES**
- 8. USAR MAQUINARIA DONDE SEA POSIBLE**
- 9. SEGURIDAD DEL PERSONAL**
- 10. CIRCUNSCRIBIR EL AREA DE FUEGOS SECUNDARIOS**
- 11. CONSIDERAR EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE**

PRINCIPIOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA LINEA DE DEFENSA

- 1. NO MAS ANCHA DE LO NECESARIO**
- 2. DESPEJAR HASTA EL SUELO MINERAL**
- 3. ESPACIAR BRASAS Y MATERIAL QUE SE QUEMA DENTRO DEL AREA DEL INCENDIO**
- 4. CONSTRUIR TRINCHERAS PARA DETENER MATERIAL RODANTE**
- 5. AUMENTAR EFECTIVIDAD DE LA ANCHURA ENFRIANDO EL FUEGO CERCANO CON TIERRA O AGUA**
- 6. CUBRIR TRONCOS Y TOCONES**
- 7. BAJAR ALTURA DEL COMBUSTIBLE CERCANO**

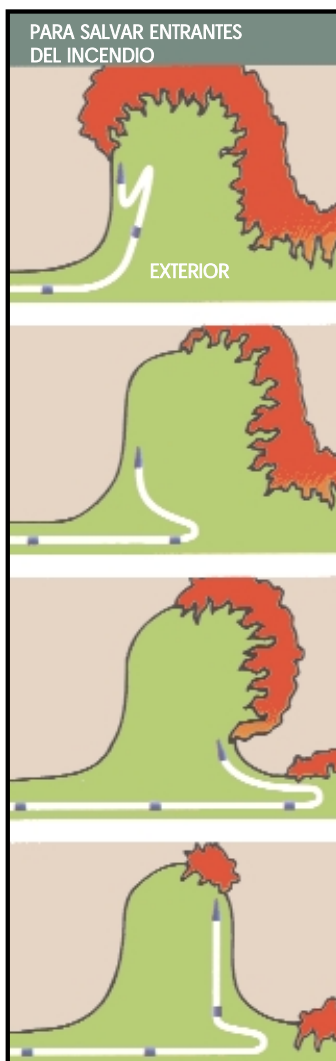


PRINCIPIOS DEL USO DE MAQUINARIA PESADA

- 1. QUE ESTE EN BUENAS CONDICIONES***
- 2. PERSONAL CALIFICADO***
- 3. APROVECHAR COMBUSTIBLES Y TOPOGRAFIA FAVORABLES***
- 4. TRABAJAR LOS TRACTORES EN TANDEM CUANDO SEA POSIBLE***
- 5. USAR MOTOSIERRA PARA CORTAR TRONCOS Y ARBOLES SI FUERA NECESARIO***
- 6. EMPUJAR MATERIAL ENCENDIDO FUERA DE LA LINEA DEL TRACTOR***
- 7. TRABAJAR SOLO CON PERSONAL AUTORIZADO***
- 8. DURANTE LA LIQUIDACION EMPUJAR TRONCOS GRANDES O MONTONES CALIENTES AL AREA QUEMADA***
- 9. MANTENER INFORME DE TIEMPO DE OPERACION***
- 10. QUE EL PERSONAL USE SEÑALES CONVENIDAS***
- 11. MINIMIZAR SU USO EN LUGARES SUSCEPTIBLES DE EROSION***

PRINCIPIOS DEL USO DEL AGUA

1. UTILIZARLA RACIONALMENTE
2. DIRIGIRLA HACIA LA BASE DE LA LLAMA
3. QUE PERSONAL CON HERRAMIENTAS MANUALES TRABAJE JUNTO A LANZAS
4. BUENA COMUNICACION ENTRE LANZAS Y ORIGEN DEL AGUA
5. ACCESORIOS CORRECTOS PARA EL TRABAJO
6. ABASTECIMIENTO DE AGUA PERMANENTE
7. NO OBSTRUIR EL CAMINO CON COCHES BOMBAS
8. NO DEPENDER SOLO DEL AGUA



En estas figuras se muestra la forma de trabajar con la manguera cuando hay que eliminar una lengua de incendio o salvar un entrante para evitar que el tendido se alargue innecesariamente o la manguera se queme.

10.5.9. Actuación después del incendio

Para evitar reproducciones del fuego después de sofocarlo se deben formar retenes de 10 a 12 personas que conozcan la zona y que recorran el perímetro del incendio hasta que todo el combustible se haya consumido o se haya enfriado al borde de lo quemado.

Con palas y rastrillos removerán el suelo para apartar los combustibles pesados, y echarán tierra sobre lo que está aún en ignición para sofocar el fuego.

También usarán extintores de mochila para enfriar con agua.

Esta operación es absolutamente imprescindible para poder dar como extinguido el incendio.

Es preferible no utilizar para ella el mismo personal de la extinción, que debe retirarse para descansar. Se puede dedicar otro personal con menos experiencia.

El que haya dirigido la extinción debe solicitar al alcalde, si no es la misma persona, que envíe gente para esa misión. Si éste no lo hace, será responsable de posibles reproducciones del incendio.

Esta operación terminará con la consunción total del fuego.



Consunción del fuego. Una vez sofocado el fuego, se debe patrullar con extintores y palas para sofocar cualquier reproducción hasta que pueda dar por extinguido el incendio.

10.5.10. Seguridad del personal

Los incendios deben combatirse agresivamente, pero teniendo en cuenta primero la seguridad del personal. No se debe atacar si no se puede hacer con seguridad. También deben protegerse los vehículos. Se deben aparcar en un lugar seguro con las ventanas cerradas, pero accesibles a otros conductores para que puedan ser movidos si fuera necesario.

10.5.11. Precauciones generales

La extinción de incendios forestales se desarrolla en condiciones difíciles, pues la naturaleza del siniestro obliga actuar urgentemente, los trabajos son penosos y agotadores, se desarrollan casi siempre en ambiente de precipitación y nerviosismo y en gran parte son ejecutados por personas no habituadas a desenvolverse en el monte, no acostumbradas a trabajos tan duros y desconocedoras del manejo de las herramientas que en ellos se emplean.

Por tanto, resulta oportuno señalar las medidas que deben adoptarse en tales casos:

- a) Al llegar al fuego, lo primero que debe determinarse es el camino para escapar si fuera necesario.
- b) Se deben colocar vigías que avisen de variaciones en el fuego, caída de rocas o de árboles, etc.



- c) Debe preverse un sitio para descansar y comer apartado del fuego y de vehículos en movimiento.
- d) Las cuadrillas que vayan a trabajar de noche deben llegar al fuego antes de que oscurezca para reconocer el terreno con luz.
- e) El personal no debe trabajar más de doce horas seguidas, incluyendo viaje de ida y vuelta al fuego. El descanso no debe ser menor de ocho horas seguidas.

f) Dentro de las posibilidades físicas de cada uno, se ha de actuar con energía, pero sin llegar nunca a la fatiga ni al agotamiento.

g) El manejo de herramientas cortantes se hará con precaución para no herir a los demás. Si se emplea la motosierra, no se debe caminar con ella en marcha.

h) Los trabajos y marchas nocturnas se auxiliarán con linternas.

i) Cuando haya que actuar en las inmediaciones de tendido de alta tensión, será acertado solicitar el corte de la corriente, con lo que se suprimirán los riesgos de que queden electrocutados quienes lanzan agua con mangueras o extintores y de que se produzcan accidentes si hay que apeaar árboles.



j) Los trabajos en parajes que caen dentro de polígonos de tiro o que fueron frente de guerra están siempre expuestos al peligro de explosión de artefactos, por lo que habrá que restringir al máximo la frecuencia en ellos.

k) Es preferible trabajar en equipo, a ser posible en parajes abiertos y desde luego teniendo siempre previsto un camino de retirada. Hay que cuidar de no aislarse nunca del grupo.

l) Si las llamas se echan encima o hay peligro de verse rodeados por ellas, nunca se buscará la huida ladera arriba, sino por los flancos. Si es preciso, habrá que intentar atravesar el borde del fuego por un punto débil, con un pañuelo húmedo protegiendo la cara para pasar a la zona ya quemada.

m) El que dirige la extinción debe estar informado de los posibles cambios meteorológicos que influyen en el incendio.

10.6. La prevención de los incendios forestales

En cualquier sociedad que quiera preservar su naturaleza y con ello, su riqueza, se dictan leyes o se regulan normas para evitar la propagación y el aumento de incendios forestales. En la Comunidad Foral de Navarra, ya desde el año 1990, se han regulado las quemas controladas con el fin de evitar los fuegos forestales.

10.6.1. Ley de patrimonio forestal de Navarra

La primera norma es la Ley Foral 13/1990, de 31 de diciembre de 1990, de protección y desarrollo del patrimonio forestal de Navarra.

Dentro de esta Ley existe un apartado dedicado a los incendios forestales y entre otros, cabe señalar como importantes los siguientes puntos:

- Queda prohibido el uso de fuego como tratamiento para mejora de los pastos naturales.
- Queda, asimismo, prohibida la quema de ribazos, expuendas, cerros y en general la quema de arbustos y vegetación.
- Queda prohibido el uso del fuego cualquiera que sea su finalidad, en los terrenos sometidos a cultivo agrícola que constituyan enclaves en los montes.
- La administración Forestal podrá, excepcionalmente, autorizar el uso del fuego como tratamiento previo a la realización de mejoras en el monte en los casos en que no pueda ser sustituido racionalmente por otros medios. En estos casos, la quema se realizará bajo la dirección de personal de la Administración Forestal, con la presencia y colaboración del Servicio de Extinción de Incendios.
- En ningún caso se podrá tramitar expediente de cambio de uso de montes o terrenos forestales incendiados, debiendo ser restaurada la cubierta vegetal arbórea, en su caso, mediante reforestación artificial, cuando la regeneración natural, tras un nuevo ciclo vegetativo de observación, no sea viable.
- Las entidades locales serán responsables del acondicionamiento de sus vertederos de tal modo que no puedan ser origen de incendios. En el caso de que el mal mantenimiento de los vertederos fuese causa del incendio, la responsabilidad de éste caerá sobre las Entidades Locales titulares de los mismos.



10.6.2. Decreto foral de quema de rastrojeras

La Ley Foral 13/1990 de 1990, anteriormente citada, establece que la Administración promoverá el gradual abandono de la práctica generalizada de la quema de rastrojeras y, con la colaboración de las Entidades Locales, procederá a su planificación y regulación antes del 1 de Julio de 1991.

Con tal motivo, se dicta el Decreto Foral 236/1991, de 27 de junio, por el que se fomenta el abandono de la quema de rastrojeras y se fomenta esta práctica.

a) Fomento del abandono de la quema de rastrojeras:

- Se establecen premios anuales a aquellas cooperativas cerealistas de Navarra, que se distinguen en el respeto al medio natural.

- Se establece una subvención para la adquisición de picadoras de paja para facilitar las labores de enterrado sin quema de los restos de la cosecha anterior.

b) Planificación y regulación de las quemas de rastrojeras:

- Se entiende por quema de rastrojeras la acción de quemar los restos vegetales de cosechas agrícolas que quedan fijos al terreno o separados del mismo pero extendidos en su superficie como consecuencia de las labores de recolección.

- No se entenderá como quema de rastrojeras la acción de eliminación, mediante quema en hogueras, de despojos vegetales (sarmientos, matas de espárragos, restos de podas, etc.) previamente apilados y sin continuidad con restos vegetales adheridos al terreno.

- La quema de rastrojeras no podrá iniciarse en ningún término municipal de Navarra antes de las fechas que en desarrollo del presente Decreto Foral se señalen por Orden Foral del Consejero de Agricultura, Ganadería y Montes.

- Se establece la prohibición absoluta de quema de rastrojeras en una franja de 300 metros exterior, continua y periférica a los espacios naturales protegidos.

- Prohibición absoluta de quema de rastrojeras los domingos y días festivos en toda la Comunidad Foral.

- Cada agricultor autorizado deberá cumplir con el máximo rigor las medidas mínimas de seguridad siguientes:

a) No se podrá quemar cosa distinta al rastrojo, poniéndose especial cuidado en proteger ribazos, regatas, cunetas, arbolado lineal o bosquetes que existen en sus fincas o lindes de las mismas.

b) El fuego no se iniciará antes de salir el sol y quedará totalmente extinguido antes de las 19 horas.

c) En la quema de rastrojeras y previo al inicio del fuego, se formará un contrafuegos en el límite de la zona a quemar mediante la remoción de la totalidad del suelo en una franja de tres metros de anchura como mínimo.

d) En toda quema se deberá contar con personal y material suficiente para el debido control del fuego que, como mínimo, será de cinco personas por cada quema de rastrojeras.

e) No podrá iniciarse quema alguna en los días de viento y si, iniciados los trabajos, se produjera la aparición del mismo, se suspenderá inmediatamente la operación, procediendo a apagar el fuego.

f) No se abandonará la vigilancia en la zona quemada hasta que el fuego este totalmente apagado y hayan transcurrido dos horas sin que se observen llamas o brasas.

g) Los agricultores autorizados que pretendan realizar la quema de rastrojeras en fincas colindantes con autopistas o carreteras, se abstendrán de realizar dicha quema si la dirección del humo o fuego incide en la seguridad vial.

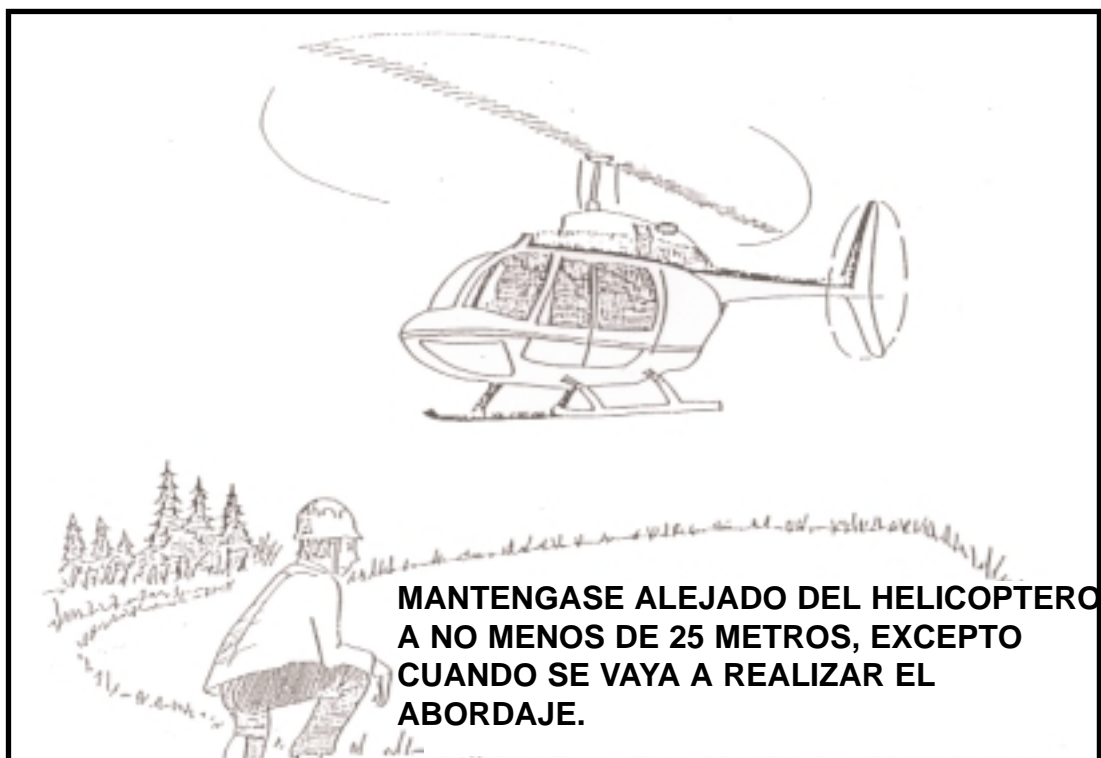
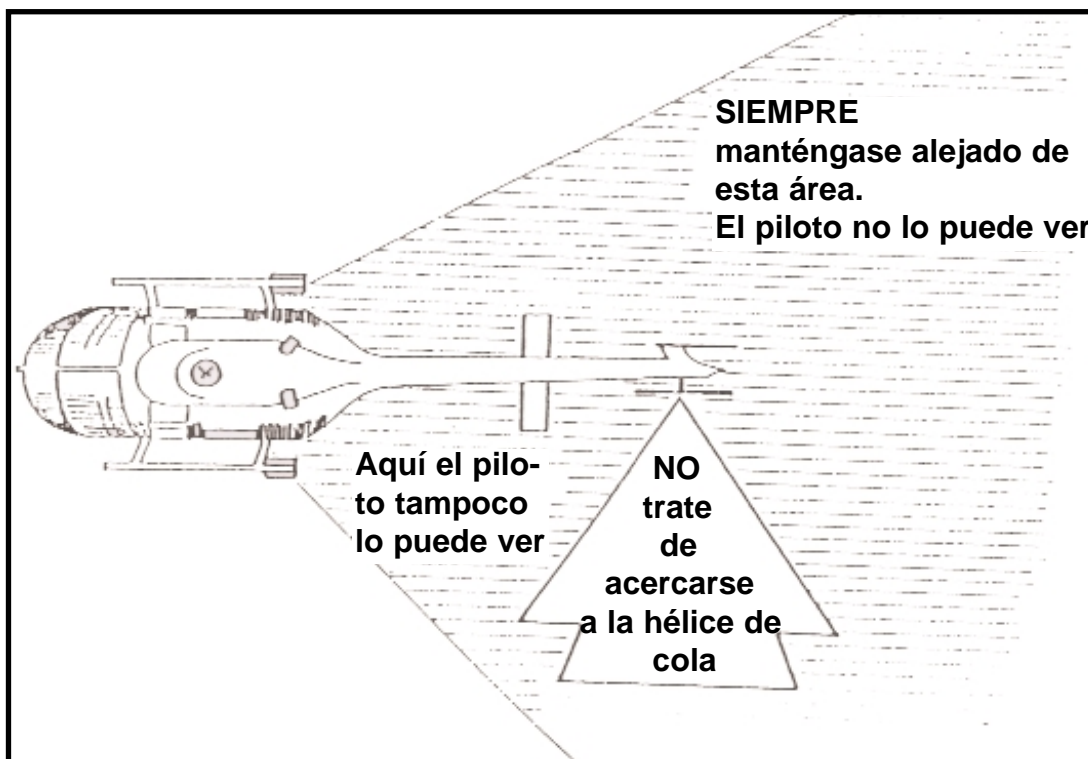
c) *Infracciones y sanciones*

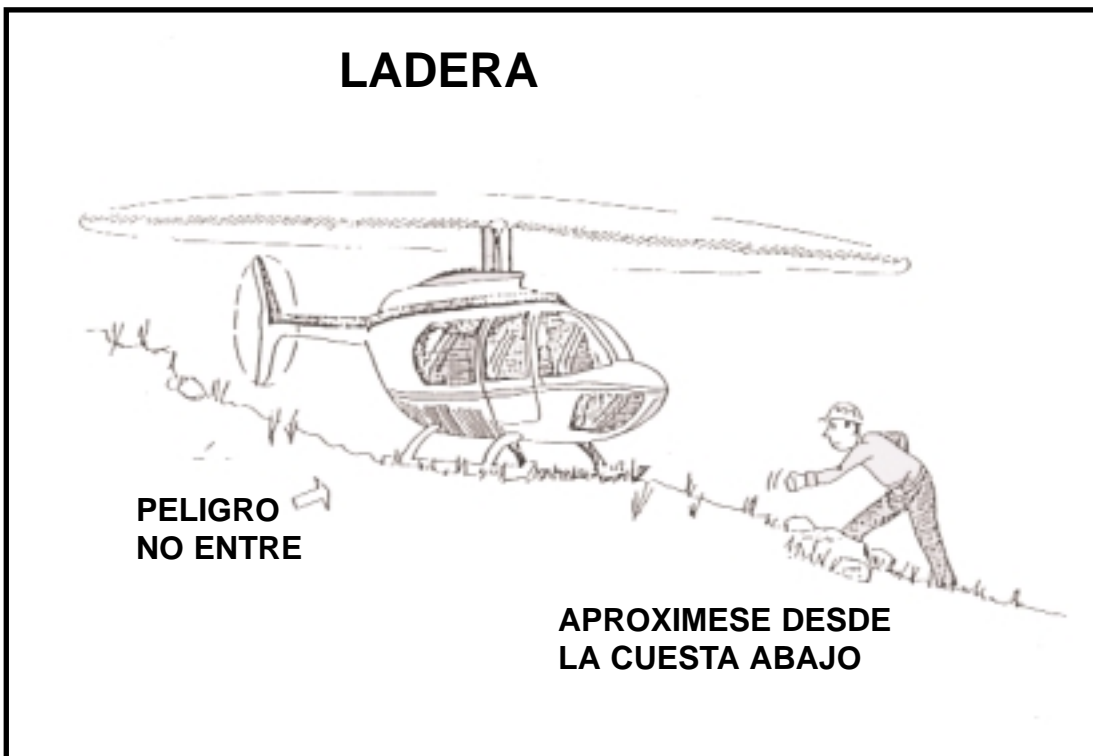
Dentro de estas dos leyes está previsto que quien no cumpla alguno de estos requisitos incurrirá bien en infracciones leves, graves o muy graves; que serán motivo de sanción.

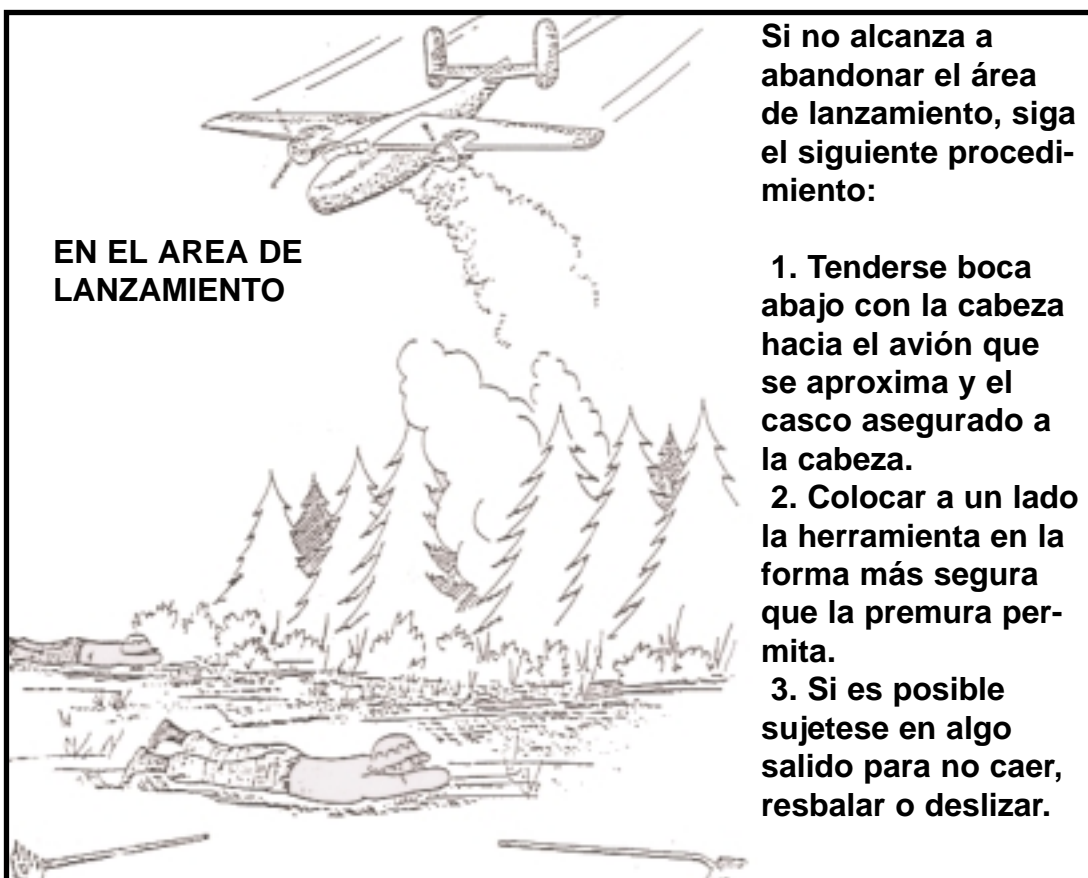
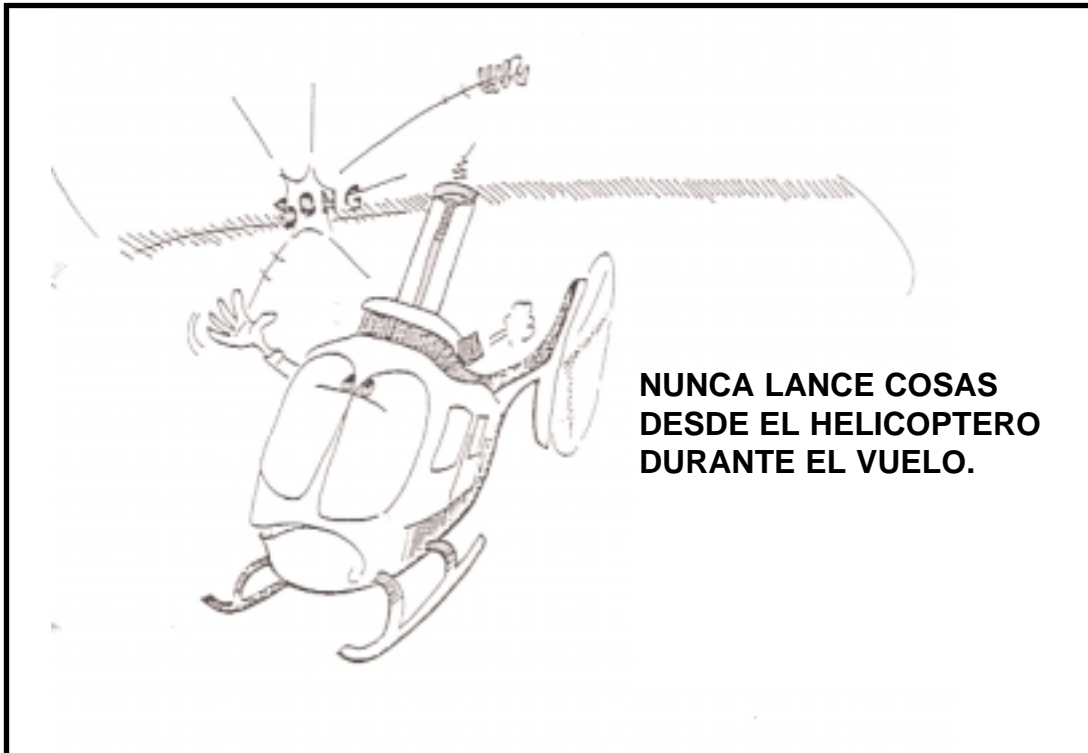
Estas infracciones y sus correspondientes sanciones están tipificadas dentro del Decreto Foral recientemente mencionado.



10.7. Normas de actuación con empleo de aeronaves

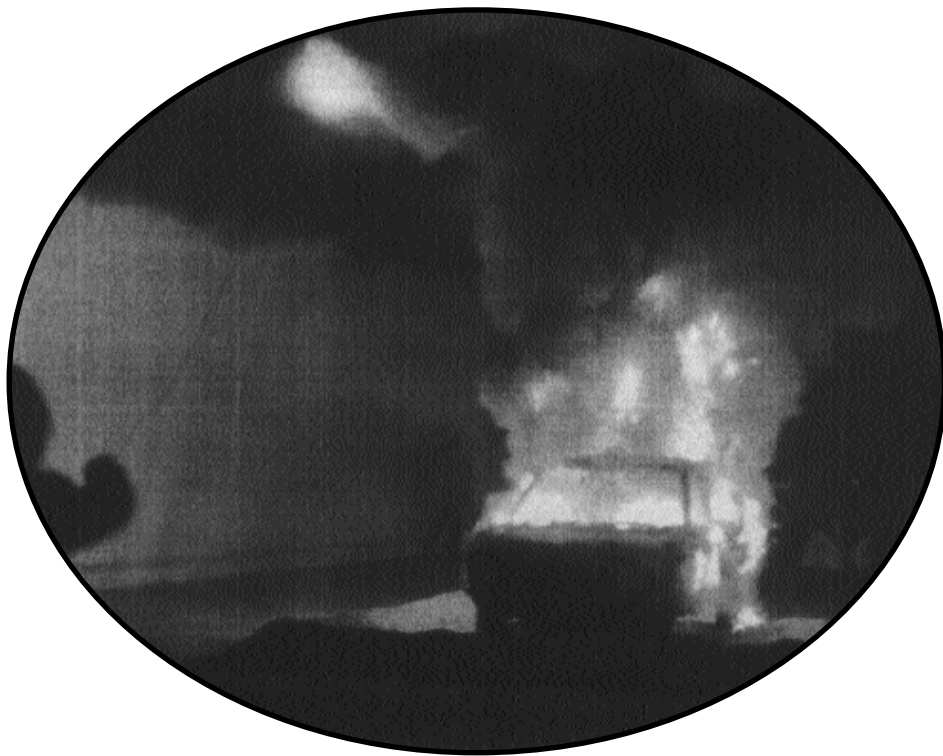








Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Incendios en túneles

Carlos Orta



Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak

11. LA INTERVENCIÓN EN INCENDIOS DE TÚNELES

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Beneficios de los túneles.
- 1.2 Breve descripción de las técnicas de construcción de un túnel.
- 1.3 Problemática de los túneles.

2. TIPOS DE TÚNELES.

- 2.1 Urbanos y no urbanos.
- 2.2 En trinchera, recubiertos, excavados y prefabricados.
- 2.3 Terrestres, fluviales y marinos.
- 2.4 Carreteros y ferroviarios.
- 2.5 Con tráfico en un único sentido y en los dos sentidos.
- 2.6 Revestidos y sin revestir.

3. NORMATIVA SOBRE TÚNELES

- 3.1 La normativa Española. IOS-98.
- 3.2 La normativa Francesa.
- 3.3 Otras normativas.

4. INVENTARIO DE TÚNELES CARRETEROS EN NAVARRA

- 4.1 Relación de túneles carreteros existentes en Navarra.
- 4.2 Mapa de situación.

5. INSTALACIONES DE UN TÚNEL.

- 5.1 Denominaciones de las partes de un túnel
- 5.2 Ventilación.
- 5.3 Iluminación.
- 5.4 Cámaras televisión.
- 5.5 Megafonía.
- 5.6 Semáforos.
- 5.7 Paneles de información.
- 5.8 Comunicaciones.
- 5.9 Opacímetros.
- 5.10 Detección de incendios.
- 5.11 Extinción de incendios.
- 5.12 Señalización de Emergencia.
- 5.13 Salidas de evacuación.



6. SISTEMAS DE VENTILACIÓN EN LOS TÚNELES.

- 6.1 Ventilación natural.
- 6.2 Ventilación artificial o forzada.
 - 6.2.1 longitudinal simple.
 - 6.2.2 longitudinal con toberas Saccardo.
 - 6.2.3 longitudinal con pozo central de extracción.
 - 6.2.4 transversal.
 - 6.2.5 semitransversal.
 - 6.2.6 semitransversal-transversal.

7. EQUIPOS RESPIRATORIOS PARA INTERVENCIÓN EN TÚNELES.

- 7.1 Los equipos de respiración autónoma de circuito abierto.
- 7.2 Los equipos de respiración autónoma de circuito cerrado.
- 7.3 Utilización de los diferentes equipos autónomos en fuegos de túneles.

8. TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN EN INCENDIOS DE TÚNELES.

- 8.1 Comportamiento del humo en un túnel con ventilación natural o con ventilación longitudinal simple.
- 8.2 Forma de proceder.
 - 8.2.1 Generalidades.
 - 8.2.2 Túneles de un solo tubo.
 - 8.2.3 Túneles de dos tubos paralelos.
 - 8.2.4 Equipo humano de intervención
 - 8.2.5 Protección respiratoria para los rescatados.

11.1. INTRODUCCIÓN

11.1.1 Beneficios de los túneles.

Los túneles, proporcionan hoy en día, unas facilidades de comunicación que se traducen, en una reducción de tiempos de desplazamiento, de consumos de combustibles y de cierto tipo de riesgos viarios (caídas en taludes por salirse los vehículos de la calzada en puertos de montaña, etc.). Todo ello, se traduce en una mayor eficiencia económica y en una mayor seguridad y comodidad para los conductores.

Pero los túneles, en el caso de que se produzca un incidente circulatorio en su interior, también conllevan un mayor riesgo para los usuarios, respecto al resto de la carretera a cielo abierto. El incidente más peligroso que puede ocurrir en un túnel es la aparición de un fuego.

Para comprender mejor como debemos actuar en caso de incendio en el interior de un túnel, vamos a estudiar las características de estos y como se comportan el calor y los humos en su interior.

11.1.2 Breve descripción de las técnicas de construcción de un túnel.

La construcción de un túnel consta básicamente, de las cuatro fases siguientes:

- a. Proyecto.
- b. Excavación.
- c. Sostenimiento.
- d. Revestimiento.

a.) *Proyecto.*

La fase de proyecto es de vital importancia, pues todo lo que no se haya tenido en cuenta en ella, difícilmente será modificable después de construido el túnel. Es por ello, que tiene tanta importancia la participación de un equipo multidisciplinar, en el cual deben estar presentes los Servicios de Extinción de incendios, pues somos los profesionales más adecuados para asesorar en materia de seguridad contra incendios. En la actualidad, a nivel internacional, son ya muchas las instituciones que cuentan con los Servicios de Extinción de Incendios a la hora de proyectar las infraestructuras e instalaciones de seguridad contra incendios en los túneles.

En Navarra, desde finales del año 2000, se empezó ya a contar con el SEIS para proyectar las infraestructuras de los túneles (salidas de evacuación, señalización de emergencia,...) y sus instalaciones (ventilación, situación del cableado, sistema de detección, red de extinción y características de las fuentes de abastecimiento).



b.) *Excavación.*

Los túneles, en su mayoría, son excavados en el terreno por dos procedimientos:

- b.1) - Con explosivos.
- b.2) - Con una Tuneladora.

b.1) Para la excavación con explosivos, se utiliza una máquina denominada Yumbo, que tiene unos barrenos, que sirven para abrir en el terreno unos orificios donde se alojan las cargas pirotécnicas. Estas, al explosionar, rompen el terreno, quedando en el suelo toda la tierra y rocas disgregadas. A continuación, una pala cargadora recoge todo el material disgregado y lo carga en camiones. El pirotécnico o artificiero, ha de ser bastante experto, para conseguir que la excavación resultante tenga la sección adecuada. Este método de excavación se utiliza, sobre todo, cuando el terreno es muy duro (roca).

b.2) Las máquinas denominadas tuneladoras, consisten en un cilindro (en general del mismo diámetro que el del túnel a excavar), en uno de cuyos extremos, que se denomina frente, existe un escudo que gira sobre un eje central. Este escudo, lleva unas garras o topos que, al girar con este, disgregan el terreno en su movimiento circular. La tuneladora, lleva también unos gatos hidráulicos, que sirven para que el escudo presione contra el terreno. La tuneladora, recoge el material excavado a través de unos huecos o ventanas que existen en su escudo junto a las garras, extrayéndose este material excavado, a través de una cinta transportadora o de una tubería (según los casos).



Los escudos de las tuneladoras pueden ser abiertos o cerrados. Las tuneladoras de escudo cerrado, son las máquina más seguras que actualmente existen para los trabajadores que excavan un túnel, pues en caso de que fallara la sustentación de la bóveda ya excavada o el frente de excavación (el frente es lo realmente más problemático, pues es muy inestable), los trabajadores se encontrarían bien protegidos en su interior.

c.) Sostenimiento.

El sostenimiento tiene por misión darle estabilidad estructural al túnel, es decir, trata de conseguir que no se produzcan desprendimientos en su interior. Para ello, se utilizan una serie de elementos de sujeción del terreno (bulones, cerchas, mallazos, gunita, etc.).

d.) Revestimiento.

El revestimiento, persigue darle al túnel un acabado visual agradable y una impermeabilización, que evite la caída de agua proveniente de las filtraciones del terreno. El revestimiento puede consistir en unas láminas impermeabilizadoras o también, en un hormigonado de unos 30 a 50 centímetros de espesor. Últimamente, se está prefiriendo el hormigonado, pues aun saliendo más caro, supone una mayor protección para lo usuarios, ya que si se producen desconches o fallos de sujeción del terreno, estos no caen a la calzada, quedando contenidos por el revestimiento del hormigón. Además, los túneles revestidos con hormigón, ofrecen una menor resistencia al movimiento del aire, debido a la lisura de sus paredes, lo cual, siempre mejora la ventilación del mismo.

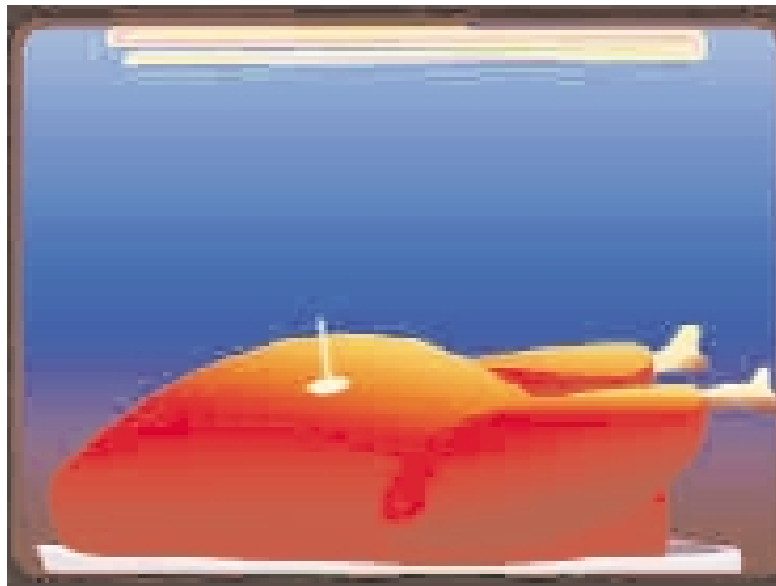


Piezas de hormigón prefabricadas para revestir el túnel.

11.1.3 Problemática de los túneles.

Los túneles, al ser cavidades muy aisladas del exterior, presentan el problema de la dificultad de eliminación del calor, el humo y las sobrepresiones, que se pueden llegar a generar durante un incendio. Al margen de esto, existen ciertas conductas, que no ayudan precisamente a reducir el número de víctimas. A continuación, vamos a pasar a describir brevemente algunos de estos problemas.

Efecto horno. La concentración del humo y calor que se produce en el interior de un túnel, es debida a que no existe hueco alguno por donde pueda salir el humo y el calor de una forma inmediata y natural. Esto genera el denominado "efecto horno", que consiste en acumulación progresiva del calor, que se traduce en un aumento continuado de la temperatura. Se le denomina efecto horno, porque la situación es muy parecida a lo que ocurre con el horno de una cocina (pero siendo los usuarios, en el caso del túnel, los que pueden llegar a terminar asados, en vez del pollo). Por supuesto, el calor no tiene porque ser considerado lo más peligroso, pues como ya se sabe, el humo es un factor mucho más peligroso en un primer momento.



Piezas de hormigón prefabricadas para revestir el túnel.

Efecto cañón. Este efecto se presentará, cuando se produzcan explosiones, debidas, por ejemplo, a un incendio. Imaginemos un camión-cisterna, que contiene un gas presurizado, que por efecto del calor del incendio explota, debido al aumento de la presión de vapor del gas que transporta. No es difícil imaginar, que existiendo solo una cavidad lineal, esta, se comportará como si fuera el cañón de una escopeta. Ello es debido, a que la sobrepresión generada por la explosión en el interior del túnel, solo puede liberarse hacia ambos lados a partir del punto de origen de dicha explosión. Si

tal explosión se produce, la sobrepresión creada, será mayor que si nos encontráramos a cielo abierto, con lo cual, los daños para las personas, debidos a la onda expansiva, serán mayores que en un lugar a cielo abierto. También los objetos proyectados por la explosión, se concentraran, debido a que serán direccionados a través del túnel (como los perdigones de una escopeta).

Desorientación de los usuarios. Otro problema importante, es la desorientación que se produce en las personas cuando pierden la visión, debido a la acumulación del humo producido durante un incendio. Esta desorientación ocasionará, que no sepan hacia donde caminan o conducen, pudiendo generar nuevos accidentes. Serán pocos a los que se les acurrirá salir palpando la pared, o caminando agachados para respirar un aire con menos humo, etc.

Comportamiento ingenuo de los usuarios. Este comportamiento es muy grave, pues ha sido motivo de varias muertes en incendios recientes. Hablamos de comportamiento ingenuo, cuando un usuario que está viendo fuego en un vehículo, se detiene e incluso se baja de su vehículo para contemplar mejor la escena, debido a la curiosidad que suscita lo inhabitual. No estamos hablando de personas que cogen un extintor para intentar tratar de apagar el fuego, sino de personas espectadoras. Estas personas espectadoras, se ponen así mismas en grave peligro, por el hecho de permanecer en el interior del túnel y además, bloquean el paso a los vehículos que vienen detrás, con lo cual, también ponen en peligro a los demás usuarios. Los usuarios, lo que deberían hacer, es evacuar inmediatamente el túnel incendiado.

Los usuarios, cuando están obteniendo el permiso de conducir en las autoescuelas, podrían recibir un mínimo de formación sobre como actuar en caso de incendio en lugares confinados (garajes, túneles, aparcamientos subterráneos). Con ello, es posible que dejen de reaccionar de manera ingenua.

11.2. TIPOS DE TÚNELES.

Existen diversas clasificaciones para tipificar los diferentes túneles que se construyen. Aquí vamos a ver solo algunas de ellas.

11.2.1 Túneles urbanos y no urbanos.

Los túneles urbanos, son los que se encuentran situados en la vía pública de las ciudades. Los no urbanos, se encuentran situados en el trazado de las carreteras, quedando fuera de los núcleos de las ciudades. Esta distinción, que a simple vista parece evidente y superflua, tiene gran importancia, porque condiciona en gran medida el diseño de los elementos que componen un túnel. Los túneles urbanos, generalmente tendrán, a igualdad de longitud que los no urbanos, unas mayores exigencias de ventilación y unas medidas de seguridad más importantes.

Una variable que se utiliza mucho para definir las exigencias de seguridad de un túnel, es la IMD de tráfico (intensidad media diaria del tráfico). Lógicamente, los túneles urbanos son los que tienen mayor IMD.



11.2.2. Túneles en trinchera, recubiertos, excavados y prefabricados.

Los túneles en trinchera, son en realidad zanjas o trincheras que se abren, para ser luego recubiertas con un forjado que permitirá el tránsito de personas y vehículos por encima de ellas. Son típicas en las ciudades y sirven para solucionar cruces de calles con tráfico intenso, o para respetar zonas peatonalizadas. Estas trincheras, si tienen mucha longitud, se las equipa con salidas de evacuación verticales, que facilitan ascender a la superficie.

Los túneles recubiertos, son realizados en carreteras donde se realizan desmontes importantes del terreno, queriéndose evitar que queden unos taludes muy grandes. Estos, taludes se suelen querer evitar, porque existe peligro de corrimientos del terreno (cuando llueve mucho), o porque paisajísticamente quedan unos desmontes muy agresivos. Estos túneles se construyen, primeramente desmontando el terreno, después se construyen uno o dos tubos y por último se recubren con tierra. Los túneles de Urriza en Navarra, son un ejemplo de este tipo de túneles recubiertos.

Los túneles excavados, son los que se abren en el terreno, sacando solo la tierra necesaria para que quede la cavidad lineal deseada. Son la mayoría de los túneles que conocemos (Belate, Sumbilla, etc.).

Los túneles prefabricados, están constituidos por piezas que se apoyan y luego se ensamblan. Lógicamente, son realizados para atravesar el agua y no el terreno, es decir son túneles acuáticos, que salvan barreras de agua y no barreras orográficas.

11.2.3. Túneles terrestres, fluviales y marinos.

Los túneles terrestres atraviesan el terreno, mientras que los fluviales atraviesan lagos o cursos de ríos, como es el caso del túnel del río Elba en Hamburgo. Los túneles marinos, atraviesan el mar, como es el caso del Eurotúnel del Canal de La Mancha, que une Inglaterra con Francia. Tanto los túneles fluviales como los marinos, pueden ser, excavados por debajo del lecho impermeable, o prefabricados. En este último caso, en vez de excavados por debajo del lecho, las piezas prefabricadas van apoyadas sobre el mismo.

11.2.4. Túneles carreteros y ferroviarios.

Los túneles carreteros tienen tráfico rodado, ligero y pesado. Los túneles ferroviarios solo tienen tráfico de trenes. Normalmente, como los usuarios de un tren atraviesan los túneles ferroviarios sin posibilidad de bajarse en ellos, estos están dotados de medidas de seguridad diferentes a las de los túneles carreteros. En general las medidas de seguridad de los túneles ferroviarios son muy inferiores a las de los carreteros. Para justificar estas menores medidas de seguridad en los túneles ferroviarios, se suele argumentar, que estos presentan una menor siniestralidad, debido a las características propias del tráfico ferroviario.

11.2.5. Túneles con tráfico en un solo sentido y en los dos sentidos.

Los túneles con tráfico en dos sentidos, se presentan cuando solo se ha construido un único tubo y la carretera que lo transita tiene tráfico con doble sentido. En Navarra tenemos muchos túneles así.

Los túneles con un único sentido de circulación, son frecuentes en autovías y autopistas y su particularidad reside en que cada sentido de circulación, transita por un tubo diferente, es decir hay dos túneles, uno para cada sentido de circulación. Un ejemplo, lo tenemos, nuevamente, en los túneles de Urriza o en los de Azpiroz o los de Ferrería, todos ellos en la autovía que une Pamplona con San Sebastián. Este tipo de túneles son mucho más seguros para los usuarios, que los que son atravesados por doble sentido de circulación. También, en caso de incendio, este tipo de túneles, a los bomberos nos ofrecen menores dificultades, a la hora de intervenir en la extinción y el rescate.

Una característica del sentido de circulación del tráfico en los túneles, es el resultado del movimiento del aire por el denominado "efecto pistón". Los vehículos, al penetrar por la cavidad de un túnel, se comportan como si fueran un émbolo o pistón que empuja el aire existente en el interior del túnel, actuando este último como de cilindro. En un túnel con tráfico en un único sentido, las emboladas sucesivas que proporcionan los vehículos que lo atraviesan, generarán viento en el mismo sentido de circulación que los vehículos. Sin embargo, en un túnel con doble sentido de circulación, el viento debido a las emboladas de los vehículos será caótico, sin un sentido de circulación definido, puesto que las emboladas que producen los vehículos se contrarrestan.

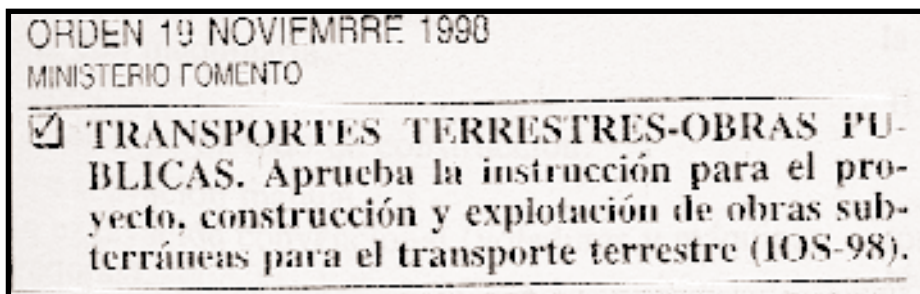
11.2.6. Túneles revestidos y sin revestir.

Los túneles sin revestir son aquellos en los que el terreno queda a la vista cuando los atravesamos. Suelen ser más usuales en terrenos duros rocosos, donde es difícil que se produzcan desprendimientos. Los revestidos, son los que tienen algún material que los aísla de la visión directa del terreno excavado. Este material puede ser, laminas impermeabilizadoras, chapa u hormigón. Los túneles revestidos con hormigón ofrecen, una protección adicional frente a los desconches o desprendimientos, una mayor resistencia estructural frente al fuego y un comportamiento del régimen de ventilación más laminar, con menores pérdidas de carga debidas a la fricción con las paredes.



11.3. ***NORMATIVA SOBRE TÚNELES***

11.3.1. *La normativa Española. IOS-98.*



La norma española que regula las características de diseño y construcción que deben tener los túneles, es la "Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre" de 19 de noviembre del año 1998, conocida comúnmente como la IOS-98, que fue publicada en el BOE nº 287 de 1 de diciembre. Es una norma que regula tanto los túneles carreteros como los ferroviarios pero por separado. Aquí nos referiremos a lo relativo a carreteras. A pesar de ser una norma reciente, posee dos características que la definen: es incompleta e imprecisa. Esta instrucción técnica, se publicó unos meses antes de producirse el incendio del túnel del Montblanc (el incendio del Montblanc fue el 24 de marzo de 1999).

La seguridad contra incendios, se trata en el capítulo cinco de esta instrucción. Vamos a citar los principales párrafos de este capítulo (los cuales pondremos en letra cursiva).

V.1 Consideraciones generales. La explotación de un túnel de carretera, exige la implantación de una serie de instalaciones que aseguren el adecuado nivel de servicio y seguridad, tanto en régimen normal, como en circunstancias excepcionales (accidentes, incendio...).

V.2 Sistemas de explotación. Estos sistemas se pueden clasificar en tres niveles: Nivel III: Túneles cortos o de poco tráfico que no requieren de ningún tipo de instalación específica.

Nivel II: Túneles que van a exigir un cierto tipo de instalaciones y de vigilancia particular con respecto al resto del trazado donde están inscritos(túneles de montaña de mediana longitud).

Nivel I: Túneles en los que por sus especiales condiciones, se va a necesitar una organización específica permanente(túneles de autopista, urbanos, etc.). Estos túneles dispondrán de una sala de control donde se recogerá y tratará toda la información proveniente de las diferentes instalaciones del túnel.

Para los túneles de nivel I y II será preceptiva la redacción de un manual de explotación.

Como podemos ver, en esta norma no se especifican las longitudes que tienen los túneles de los diferentes niveles, ni tampoco se concretan las instalaciones que deben tener.

V.2.2.3 Ventilación. El estudio de ventilación de un túnel de carretera tendrá como fin reducir a límites aceptables la concentración de gases tóxicos y humos expulsados por los vehículos que circulen por el interior del túnel.....

Serán las condiciones del túnel y del tráfico a soportar las que determinen el sistema de ventilación artificial más adecuado para cada caso.

La necesidad de ventilación de un túnel a partir de una determinada longitud quedará fijada de acuerdo con el cuadro adjunto:

Modo de circulación	Intensidad de tráfico	Longitud en metros
Un solo sentido	Alto	> 300
	Medio	> 500
	Bajo	> 1000
Doble sentido	Alto	> 100
	Medio	> 200
	Bajo	> 300

El estudio de la ventilación del túnel tendrá en cuenta la posibilidad de actuación en caso de incendios en el interior.

III.2.3 Salvo justificación en contrario, en túneles paralelos de longitud mayor de un kilómetro se construirán conexiones entre ambos, a distancias y dimensiones adaptadas a las necesidades del tráfico o a otros objetivos de ventilación y seguridad.

V.2.2.5 Salidas de emergencia. Un túnel carretero a partir de los 2000 metros debe disponer de salidas de emergencia para utilizar en caso de accidente grave, incendio o vertido de materias peligrosas.....

Una alternativa a la galería de servicios podrá ser la habilitación de refugios adosados a los hastiales del túnel.

Como vemos se condiciona la ventilación a la polución debida al tráfico y al final se cita que se tendrá en cuenta el caso de un incendio. Está claro, que si la ventilación se diseña para evacuar el humo de un incendio, la evacuación de la polución debida al tráfico, en condiciones normales de utilización del túnel, está asegurada. Luego



parece más razonable, que la ventilación se diseñe pensando en un posible incendio y no pensando en la utilización normal del túnel.

Como vemos, esta norma española exige ventilación artificial o forzada a partir de los 300 metros de longitud del túnel, si existe circulación en doble sentido y el tráfico es bajo. Pero ¿Qué se considera tráfico alto, medio y bajo?. La norma no lo indica.

La IOS-98, tampoco dice nada sobre las características de las instalaciones de lucha contra incendios, de las salidas de evacuación, etc. Admite los refugios como una alternativa a la galería de evacuación (galería de servicios), lo cual no es admisible bajo mi punto de vista.

Así pues, concluiremos, que esta norma ha quedado muy incompleta e imprecisa, en todo lo relativo a las condiciones de seguridad frente a incendios de los túneles españoles.

11.3.2. La normativa Francesa.

Citaremos aquí la norma francesa, por ser de reciente aparición, surgida a raíz del siniestro del incendio del túnel del Montblanc y por lo tanto, por ser la más puntera en materia de seguridad contra incendios. La norma francesa a la que nos referimos, es la Circular interministerial N° 2000-63 de 25 de agosto del 2000 relativa a la seguridad en los túneles de la red nacional de carreteras.

Aunque no entraremos a describirla en detalle, por ser muy extensa, si diremos que regula exhaustivamente el diseño y equipamiento de todos los elementos de seguridad de los túneles carreteros. Las instalaciones de extinción están bien definidas. Las salidas de evacuación se definen con gran precisión y la ventilación tiene un tratamiento especial. Esta norma, esta sirviendo en este momento, como referente para la construcción de los túneles en Navarra.

Una cuestión muy importante, es que establece un comité multidisciplinar para la redacción del proyecto de un túnel. En este comité están representados profesionales de muy diferentes sectores y muy especialmente los implicados en la seguridad (bomberos).

11.3.3. Otras normativas.

Existen más normativas en el ámbito internacional, como la norma alemana RABT del año 1994, que es muy cuidada en todo lo referente a ventilación, o la NFPA 502 estadounidense del año 1998, o la Japonesa del año 1991.

Actualmente, la Comunidad Europea está trabajando en una norma unificadora, que será de aplicación en todos los países miembros. Esta norma regulará, o es de

esperar que lo haga, todos los temas en materia de seguridad de túneles que están siendo en la actualidad tan cuestionados.

11.4. INVENTARIO DE TÚNELES CARRETEROS EN NAVARRA

11.4.1. Relación de túneles carreteros existentes en Navarra.

0. Belate
1. Almándoiz
2. Sumbilla
3. Larrakaitz
4. Bera
5. Aritxulegui
6. La Ferrería
8. Urriza
9. Azpiroz
10. Pagocelay
11. Atallo I
12. Atallo II
13. Estella
14. Azqueta
15. Lizarraga
16. Eugui
17. Aoiz
18. Nagore
19. Elcoaz
20. Orhi
21. Larra
22. Zuriza
23. El perdón
24. Ezcaba
25. Mugaire
26. Arrigaztelu
27. Oieregui



11.4.2. *Mapa de situación.*



11.5. INSTALACIONES DE UN TÚNEL.

11.5.1 Denominaciones de las partes de un túnel.

- Clave: Es la parte más alta del túnel.
Gálibo: Es la altura libre que hay sobre la calzada o zona de circulación de vehículos. Siempre es menor que la altura de la clave.
Hastiales: Son los laterales izquierdo y derecho del túnel. Suelen estar forrados con chapa, cuando el túnel no está revestido de hormigón.
Bocas: Son los pórticos por los que se penetra y se sale del túnel.
Calzadas: Es por donde ruedan los vehículos.
Aceras: Si existen, son para el tránsito de personas.
Cunetas: Son para recogida de líquidos de materias peligrosas.
Apartaderos: Son sobrecanchos para paradas de emergencia de los vehículos.

11.5.2. Ventilación.

La ventilación, esta constituida por el conjunto de ventiladores y conductos destinados a dirigir y canalizar el aire fresco y los humos. En los túneles con ventilación longitudinal, los ventiladores se colocan por parejas en la clave. Los ventiladores que se colocan suelen ser reversibles, para poder invertir el flujo. Es muy conveniente que sean resistentes al fuego. Existe la posibilidad de fabricarlos con una resistencia al fuego de 400° centígrados durante dos horas.

11.5.3. Iluminación.

En los túneles existen dos tipos de iluminación, la de servicio normal y la de emergencia. La de servicio normal está constituida por una serie de lámparas de distintos tipos, que pueden ser graduadas en intensidad para que los conductores, tanto al entrar como al salir del túnel, adapten progresivamente el diafragma ocular y no resulten deslumbrados. Va colocada por encima de los hastiales del túnel. La iluminación de emergencia tiene por misión que el túnel no se quede a oscuras ante una falta de suministro eléctrico.

11.5.4. Cámaras televisión.

Con las cámaras de televisión se controla visualmente, desde un centro de control, todo lo que sucede en el interior del túnel. Suelen ir colocadas por encima de los hastiales. Últimamente, se utilizan junto con un sistema automático de detección de incidentes (sistema DAI) mediante comparación de imágenes.



11.5.5. Megafonía.

Consiste en un conjunto de altavoces, colocados a partir de los hastiales. No suelen funcionar muy bien, porque se produce una reverberación muy fuerte dentro del túnel, que ocasiona que no se entiendan los mensajes que se quieren transmitir.

11.5.6. Semáforos.

Los semáforos suelen ir colocados por encima del gálibo, sobre sus carriles correspondientes. Sirven, lógicamente, para regular el tráfico. Si hay fuego, el centro de control los pondrá en rojo para cerrar la entrada al túnel.

11.5.7. Paneles de información.

Los paneles informativos, al igual que los semáforos van sobre la calzada por encima del gálibo. Son muy útiles para transmitir información en forma de mensajes escritos y dibujos. Dan mejor resultado que la megafonía

11.5.8. Comunicaciones.

Las comunicaciones vía radio en un túnel se pierden. Es por ello, que se instala un cable radiante, que sirve como de camino para las ondas electromagnéticas que emiten los talkys. Existe otro tipo de comunicaciones, que consisten en interfonos instalados en los postes SOS que hay en el túnel. Estos, tienen un pulsador, que si se oprime envía una llamada al centro de control. También tienen un micrófono y un altavoz para poder hablar y escuchar.

11.5.9. Opacímetros.

Los opacímetros tienen por misión detectar falta de visibilidad, producida por los humos emitidos por los escapes de los motores de los vehículos. Suelen ir colocados en los hastiales, no muy altos. Cuando detectan polución debida a los humos, accionan la ventilación de forma automática.

11.5.10. Detección de incendios.

Para la detección, se suele instalar, en la clave, a todo lo largo del túnel, un cable fibrolaser, que tiene la particularidad, de que al calentarse, cambian las condiciones de transmisión de la de luz que lo recorre. Esta detección, está resultando en la realidad muy tardía, detectándose el fuego antes por otros sistemas indirectamente (opacímetros, cámaras de TV, usuarios con teléfonos móviles).

11.5.11. Extinción de incendios.

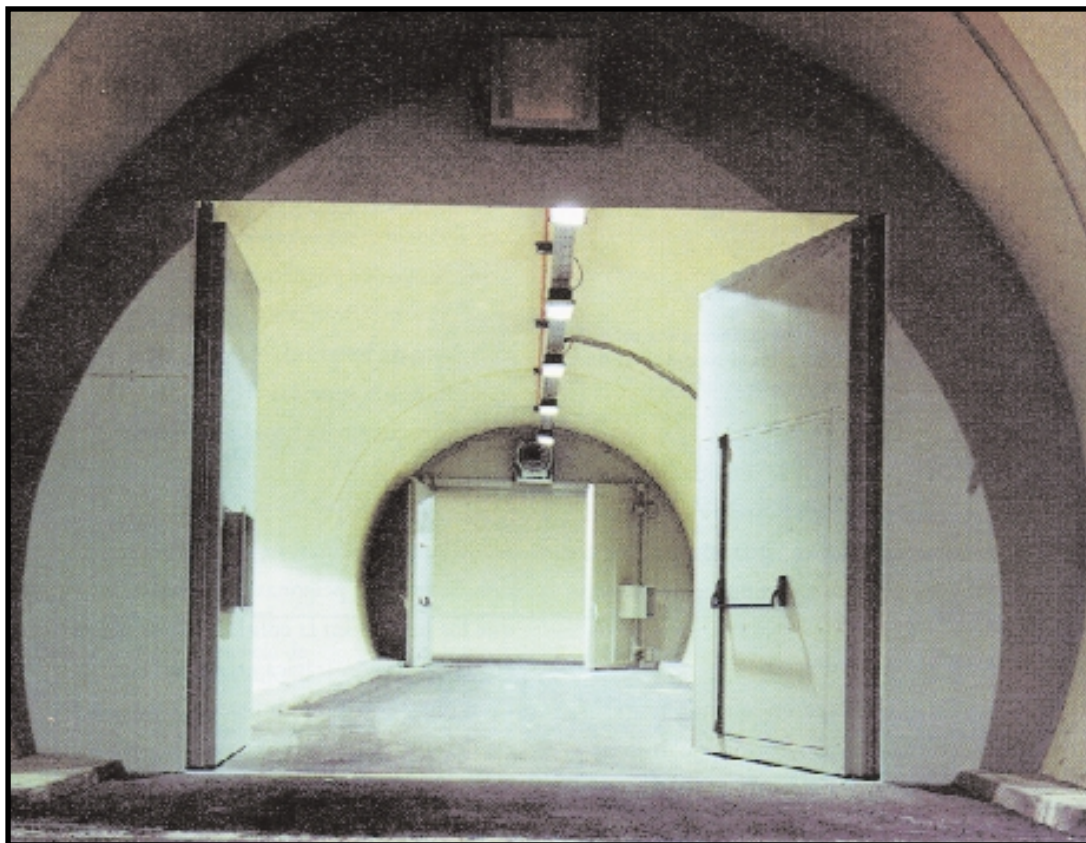
Las instalaciones de lucha contra incendios, constan, de una o dos fuentes de abastecimiento con su correspondiente equipo de bombeo y de unos armarios equipados con mangueras, lanzas, espumógeno y dosificador de espuma. Los armarios también suelen estar equipados con un extintor.

11.5.12. Señalización de Emergencia.

La señalización de emergencia, es la gran asignatura pendiente en los túneles, pues es muy escasa. Básicamente, hoy en día, consiste en un único pictograma puesto sobre la misma salida de evacuación, que es difícilmente distinguible a cierta distancia de él. Debería existir una señalización fotoluminescente a lo largo de todo el túnel, que indique las distancias a las salidas de evacuación más próximas en ambos sentidos.

11.5.13. Salidas de evacuación.

Las salidas de emergencia o de evacuación, son de vital importancia para los usuarios, pues constituyen la vía de escape más segura. No existen en todos los túneles. Deben estar correctamente señalizadas y tener puertas de paso para personas. En algunos casos se diseñan para que también pasen vehículos. En los túneles de dos tubos paralelos, comunican un tubo con el otro. En los túneles de un solo tubo, puede que den salida a una galería de servicio paralela al túnel o que suban verticalmente hacia la superficie del terreno. En bomberos de Navarra, creemos que a partir de una longitud de túnel de 500 metros deben existir salidas de evacuación cada 200 metros y sus puertas estar dotadas con barras antipánico, con mecanismo de cierre de la puerta automático.



Salida de evacuación, para paso de vehículos y personas. Obsérvese la barra antipánico.

11.6. SISTEMAS DE VENTILACIÓN EN LOS TÚNELES.

El movimiento de aire en el interior de un túnel, puede ser debido al resultado de la interacción de las fuerzas naturales o puede ser debido a la acción de los mecanismos de ventilación artificial con que esté equipado dicho túnel. Es por ello, que distinguiremos entre ventilación natural y ventilación artificial o forzada.

11.6.1. Ventilación natural.

La ventilación natural está siempre presente en todos los túneles y en ausencia de un sistema de ventilación artificial, es la que determina el sentido de circulación del aire en el interior de estos. La ventilación natural de un túnel, se debe a la interacción de los efectos que producen los tres factores siguientes:

- a) Diferencia de presión entre las bocas del túnel.
- b) Viento dominante en el exterior del túnel.
- c) Pendiente del interior del túnel.

Para comprender mejor dichos efectos, vamos a analizar los tres factores por separado.

a) Diferencias de presión entre las bocas del túnel.

Cuando el aire exterior existente en las dos bocas del túnel posee una presión diferente, el aire circulará por el interior del túnel en el sentido de mayor a menor presión, es decir, de la boca cuyo aire exterior se encuentre a mayor presión hacia la boca cuyo aire exterior se encuentre a menor presión. En este caso, el movimiento natural del aire se produce por el equilibrado de presiones. Este comportamiento del aire, no es más que un comportamiento meteorológico que se presenta constantemente en la atmósfera.

La localización geográfica de las bocas, condiciona en gran medida la diferencia de presión a la que se encuentran. Esto es así por lo siguiente: durante el día, en los valles, debido a la mayor insolación recibida, se forman zonas de altas presiones en contraposición con las zonas en pendiente de las laderas de las montañas, las cuales al ser menos calentadas poseen menor presión. También, las bocas que se encuentren en solanas tendrán más presión que las que se encuentren en umbrías.

Por lo tanto es de esperar, que cuando el día se ha caldeado, las bocas que dan a los valles o estén en solanas, estén sobrepresionadas respecto a las bocas que están a media ladera o en umbrías y que por tanto, se establezca una circulación del aire de la boca del valle o en solana, hacia la boca situada a media ladera o en umbría.

Por el contrario, durante la noche, es probable que este sentido de circulación se invierta en las bocas situadas en los valles, debido a que el enfriamiento de los mismos es más rápido que en la montaña (por efecto de la mayor contrairradiación de estos al espacio).

b) *Viento dominante en el exterior del túnel.*

Cuando existe viento en el exterior del túnel, el aire llegará a alguna de las bocas del túnel con una cierta velocidad. Si la dirección del viento es más o menos similar a la del túnel, el aire tenderá a penetrar por la boca a la que llega. Esto, producirá una circulación del aire en el interior del túnel, en el mismo sentido y dirección que el viento del exterior. Por lo tanto, el sentido de evacuación de humos en el interior de un túnel, puede estar condicionado por el viento reinante en el exterior del mismo.

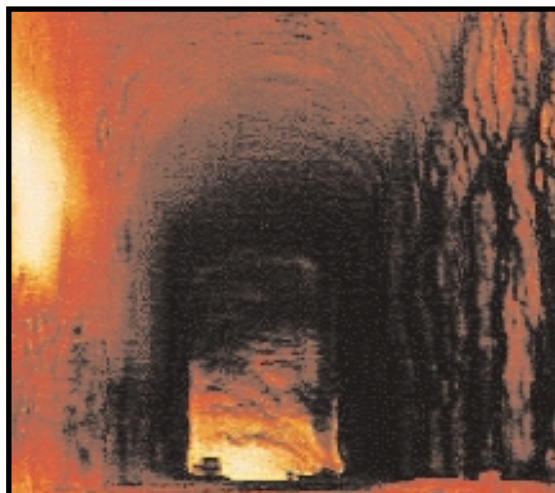
En el caso de presentarse un incendio dentro de un túnel, cuando existe en el exterior un viento de cierta magnitud, este puede condicionar totalmente el movimiento del humo.

c) *Pendiente del interior del túnel.*

Si por cualquier circunstancia, el aire existente en el interior del túnel aumenta de temperatura, entonces el movimiento del aire seguirá un comportamiento convectivo, tendiendo por lo tanto a desplazarse pendiente arriba. Cuando la temperatura exterior es baja, el aire existente en el interior de los túneles suele estar más caliente que el del exterior (efecto abrigo), por lo que aquel, también tenderá a desplazarse pendiente arriba. El calor de los motores de los vehículos y los gases de combustión expelidos, también contribuyen a elevar la temperatura del aire en el interior del túnel.

De lo expuesto se deduce, que los movimientos convectivos pendiente arriba serán considerables en caso de presentarse un incendio y esto es algo que habremos de tener muy en cuenta a la hora de nuestra intervención.

En conclusión, debido a que la ventilación natural, se debe a la combinación de los tres efectos expuestos, el resultado final no se puede prever de antemano ya que, dependerá de las condiciones atmosféricas



Túnel con ventilación natural y sin revestir

que se den en cada momento y de si los efectos se suman o se contrarrestan. Así por ejemplo, un túnel en pendiente, en donde aparece un fuego, cabría esperar en principio que el humo se desplazara pendiente arriba, pero si la boca del túnel que está más arriba desemboca en un valle recalentado por el sol, lo más probable será que el humo descienda por la pendiente, para salir por la boca más baja. En este caso, el factor dominante habría sido, la diferencia de presión entre bocas.

El movimiento del aire natural en el interior de los túneles es tan importante, que a partir de una cierta longitud (más de 500 metros en general) se les dota de un mecanismo que calcula el sentido y la fuerza del viento en su interior. Este mecanismo, nos permite planificar mejor los pasos a seguir en caso de tener que intervenir en la extinción de un incendio.

11.6.2. Ventilación artificial o forzada.

Es la que se establece por la acción mecánica de ventiladores eléctricos. Puesto que el humo que se origina a consecuencia del tránsito de vehículos, supone un volumen de humos menor y son menos nocivos que los que se originan en un incendio, la ventilación forzada, se diseña hoy en día, o al menos debería ser diseñada, pensando en la evacuación del humo producido por un incendio.

Los sistemas artificiales que se utilizan para ventilar un túnel mecánicamente son los siguientes:

- a) Ventilación longitudinal simple.
- b) Ventilación longitudinal con toberas Saccardo.
- c) Ventilación longitudinal con pozo central de extracción.
- d) Ventilación transversal.
- e) Ventilación semitransversal.
- f) Ventilación semitransversal-transversal.

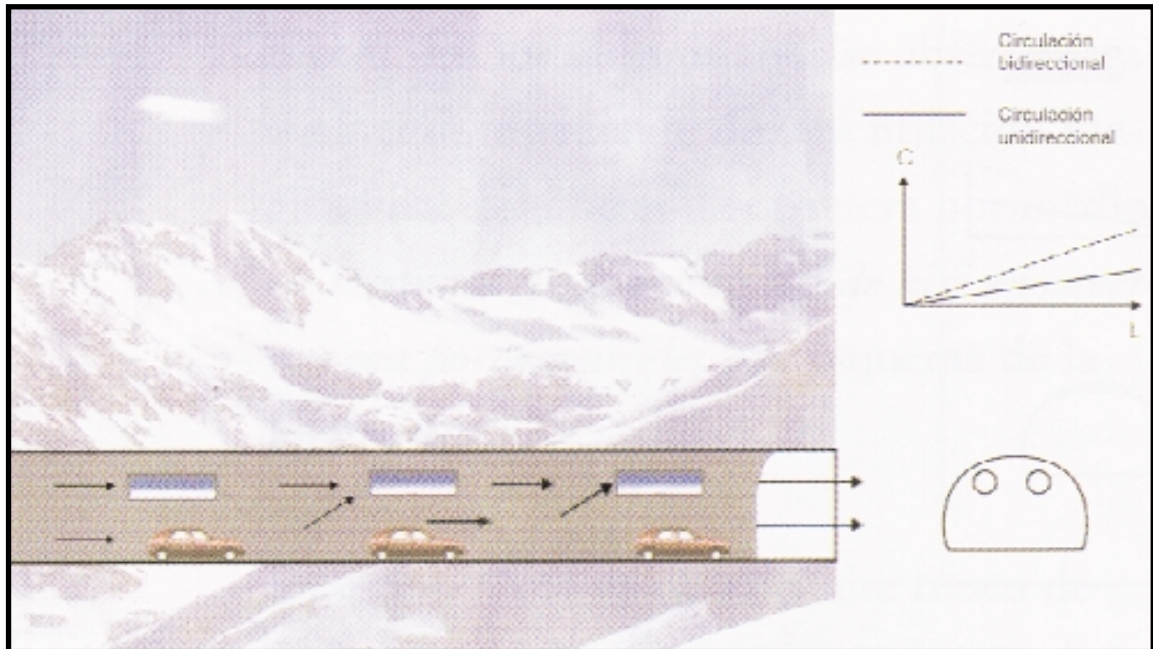
Vamos a ver en que consisten.

a) Ventilación longitudinal simple.

Consiste en ventilar el túnel haciendo circular el aire en un único sentido a lo largo de todo él, de manera, que el aire que se succiona por una boca se expulsa por la otra. Esta ventilación, se consigue mediante la colocación de ventiladores axiales en la clave del túnel, separados a cierta distancia. Los ventiladores son reversibles, es decir que se puede cambiar el sentido del flujo del aire, con tan solo invertir el giro de los ventiladores.

Este sistema de ventilación no es adecuado para túneles largos, ya que el humo del incendio que se pretende extraer, realiza todo su recorrido por el

interior del túnel antes de ser expulsado, lo cual pone en peligro a los usuarios que han quedado detenidos en su interior. Igualmente, los humos de escape expelidos por los vehículos que transitan por el túnel, se acumulan progresivamente en dirección hacia la boca de extracción.



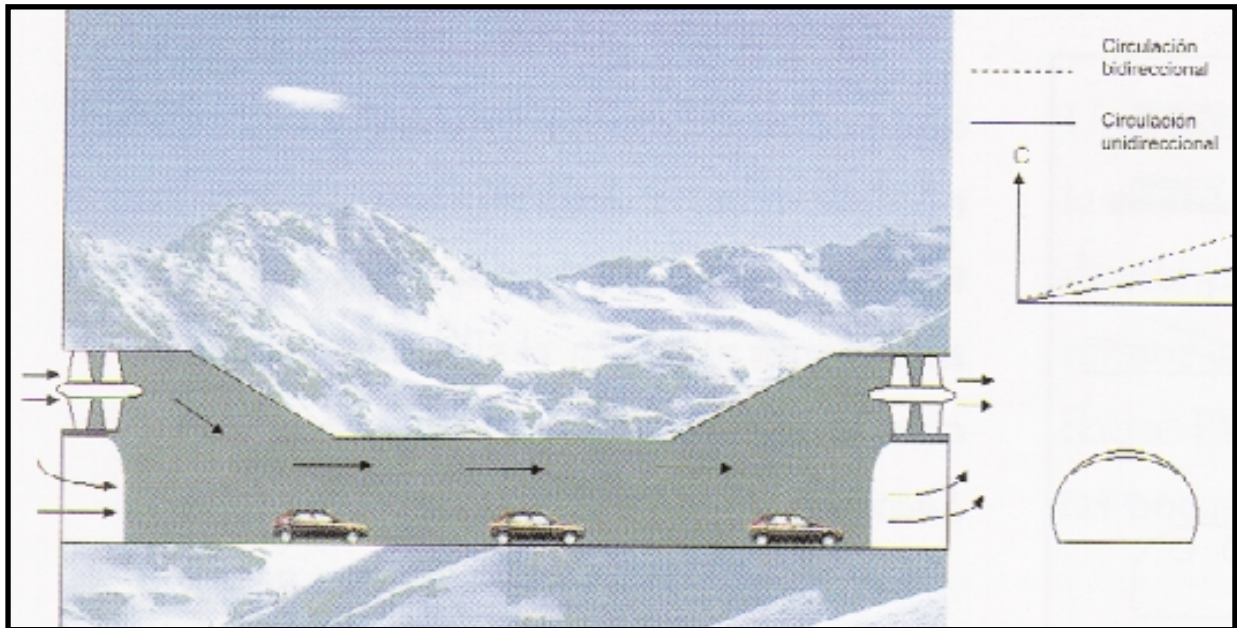
Túnel con ventilación longitudinal simple

b) *Ventilación longitudinal con toberas Saccardo.*

Este sistema es similar al longitudinal simple, con la particularidad de que solo posee dos ventiladores o toberas, denominadas Saccardo, que van colocadas de forma especial. Al igual que antes, el sistema consiste en ventilar el túnel haciendo circular el aire en un único sentido a lo largo de todo él. Pero en este caso, el aire se succiona del exterior por una tobera, situada encima de la boca del túnel, que está provista de un ventilador grande. Este aire succionado, se inyecta en el interior del túnel por la parte superior de este, a través de una rampa que forma con el túnel un ángulo de unos 15 a 20 grados. Cuando llega a la otra boca, el aire es expulsado al exterior a través de otra tobera exactamente igual. Esta forma de inyectar el aire en el interior del túnel, origina algo de succión (por efecto venturi) en la boca del túnel en la que se encuentra la tobera inyectora, con lo cual, el aire que penetra en el túnel entra en parte por la boca de este y en parte por la tobera Saccardo. Lo mismo ocurre cuando el aire sale del túnel, es decir parte sale por la tobera y parte por la boca. Los ventiladores de las toberas son reversibles, lo que permite invertir el sentido del flujo de aire.

Con este sistema de ventilación, la acumulación de humos a lo largo del trazado del túnel, se produce exactamente igual que con el sistema de ventilación simple.

El sistema de ventilación longitudinal con toberas Saccardo, se ha dejado de considerar en los túneles de nueva construcción, pues ha resultado ser muy sensible a las resistencias debidas al movimiento natural del aire en el interior de los túneles (por diferencia de presión, viento exterior, etc.).



Túnel con ventilación longitudinal con toberas Saccardo.

c) Ventilación longitudinal con pozo central de extracción.

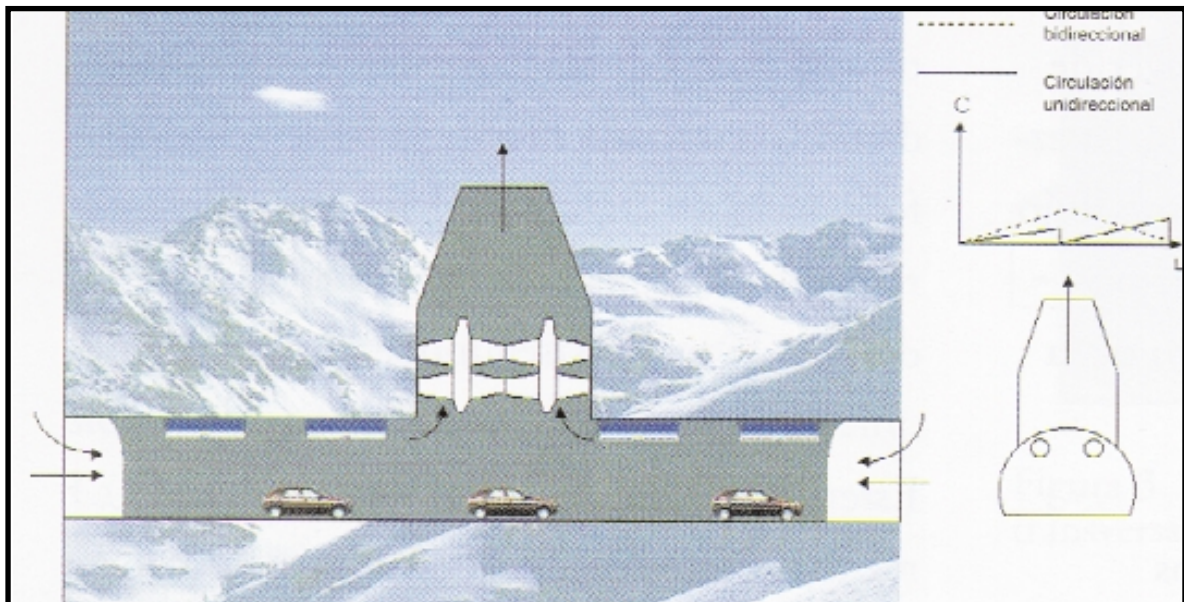
Este sistema consiste, en una combinación de la ventilación longitudinal, con una extracción central a través de un pozo. El aire limpio entra por las dos bocas del túnel en sentido opuesto, convergiendo en el centro, de donde es extraído hacia arriba, a través de un pozo que existe en este punto central que comunica con la superficie, funcionando como si fuera una chimenea.

La ventilación longitudinal se consigue, con ventiladores axiales colocados en la clave del túnel y la extracción en el punto medio se consigue, con un gran ventilador-extractor colocado en el pozo central, que impulsa el aire viciado hacia la superficie.

Este sistema, tiene la ventaja de que, en túneles muy largos y si la orografía lo permite, se pueden colocar varios pozos de extracción, sectorizando así el

túnel en tramos de circulación longitudinal, quedando estos así independizados del resto del túnel a efectos de extracción de humos. Con unos pozos bien dimensionados, si se produce un incendio, el humo y el calor sólo afectarán a un tramo o sector de túnel, quedando el resto sin problema alguno. En caso de incendio, cabe la posibilidad de avería en el ventilador-extractor del pozo central, puesto que todos los gases de combustión pasan a través de aquel. Sin embargo, como los pozos suelen ser verticales, o muy verticales, aunque el ventilador-extractor se averíe, el humo siempre tenderá a salir por efecto convectivo, comportándose el pozo como si fuera una chimenea.

Por último, hay que considerar, respecto de los sistemas de ventilación longitudinal expuestos, que aunque con ellos se puede conseguir variar el sentido y la velocidad del flujo de la ventilación natural, no siempre es posible hacerlo, pues esto depende de la intensidad con que se haya establecido la circulación natural de aire.



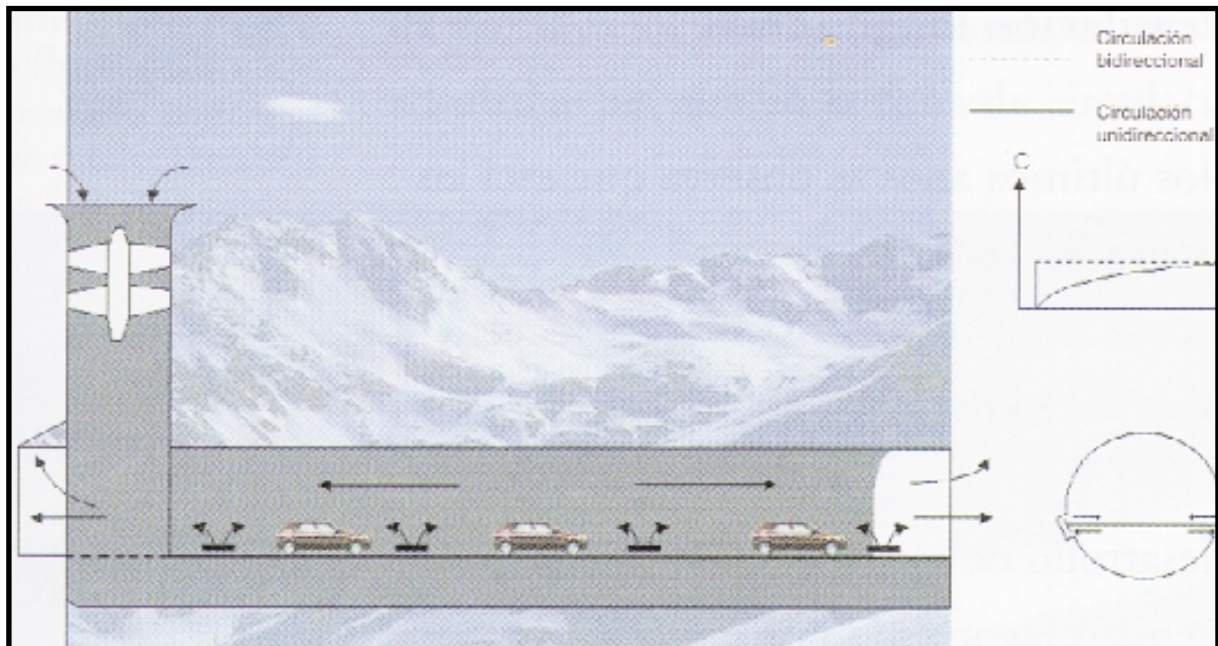
Túnel con ventilación longitudinal con pozo central de extracción.

d) *Ventilación semitransversal.*

Con este sistema, se mete aire limpio en el túnel, mediante un colector separado de la cavidad del mismo, que abastece varios ramales secundarios. Estos, comunican a su vez, con unos puntos de inyección de aire situados en el interior del túnel. Los puntos de inyección, suelen ser rejillas colocadas cada cierta distancia a lo largo de todo el túnel. El aire viciado, sale expulsado al exterior a través de las bocas del túnel, a causa de la sobrepresión creada por la inyección del aire.

Este sistema, precisa de un potente ventilador que sea capaz de suministrar el caudal de aire limpio necesario, a través del colector que alimenta las rejillas de inyección.

Con este sistema, el humo o aire viciado transita a lo largo de todo el túnel, al igual que con los sistemas de ventilación longitudinales, pero tendrá una concentración menor que en aquellos, puesto que el humo es diluido por el aire limpio que suministran los puntos de inyección.



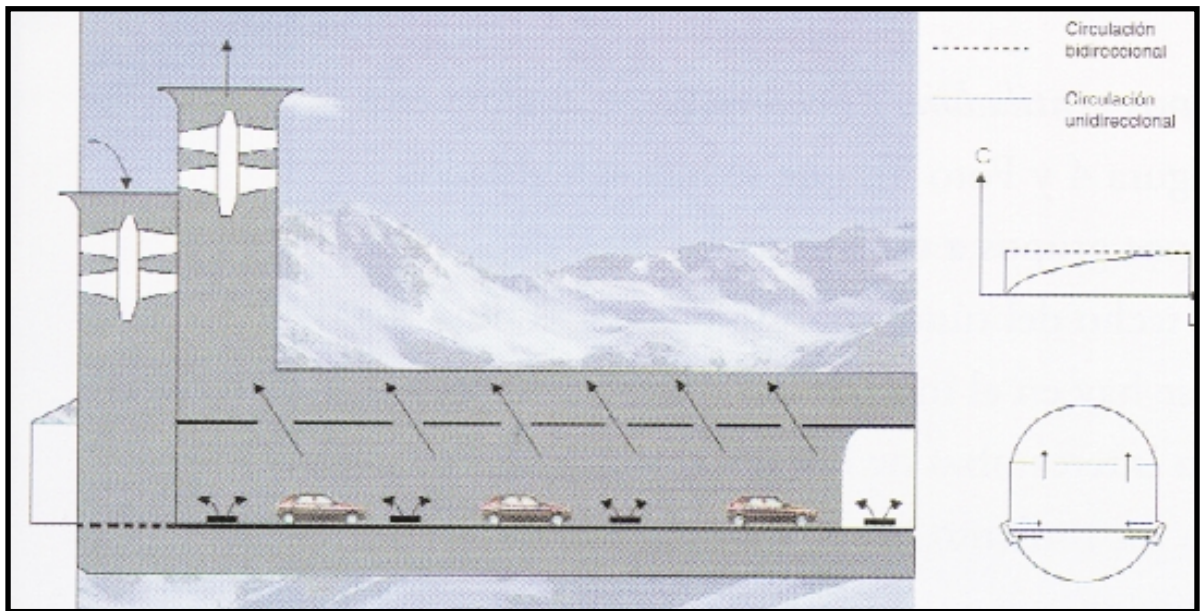
Túnel con ventilación semitransversal.

e) *Ventilación transversal.*

Este sistema de ventilación funciona, al igual que el de ventilación semitransversal, metiendo aire limpio en el túnel mediante un colector, independiente de la cavidad del túnel, que abastece varios ramales secundarios, que a su vez comunican con los puntos de inyección de aire del túnel. La diferencia con el sistema de ventilación semitransversal está, en que el humo o aire viciado, es succionado a través de unos puntos o rejillas, que comunican con un colector de recogida de humos. Este colector de humos es el encargado de sacar el aire viciado al exterior.

Tanto la inyección como la succión del aire, requieren de su correspondiente ventilador. Como es fácil deducir, en caso de incendio, el ventilador que succiona será el más vulnerable, puesto que todos los gases calientes

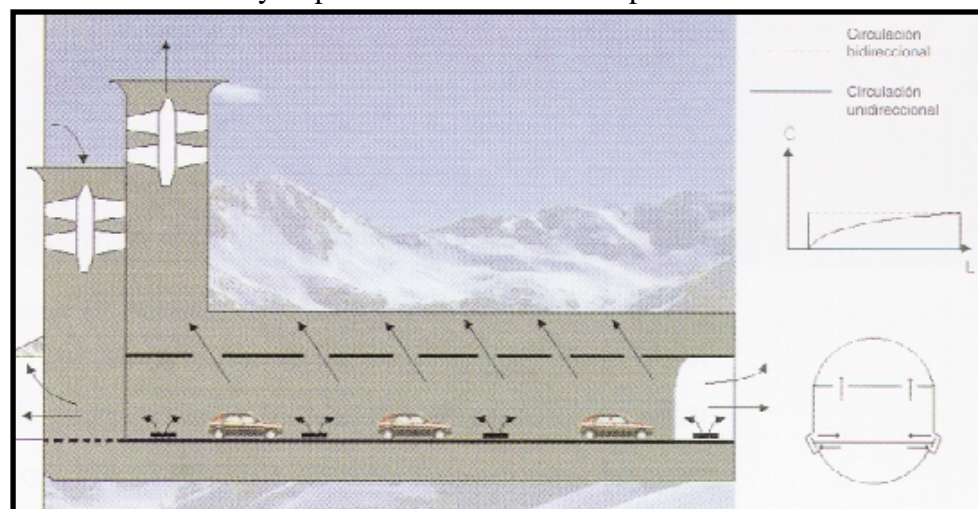
generados por el incendio, pasarán a través de él, cabiendo por lo tanto la posibilidad de que se averíe. Esta posible avería, dejaría al túnel en ventilación semitransversal, ya que los humos saldrían por las bocas.



Túnel con ventilación transversal.

f) Ventilación semitransversal - transversal.

A este sistema de ventilación, también se le denomina a veces "pseudotransversal". Es un sistema transversal en el que el caudal de succión del aire viciado es menor que el caudal del aire inyectado. Por lo tanto, funciona evacuando los humos a través de dos caminos: una parte de estos se recogen en el colector de succión y la parte restante se evacua por las bocas del túnel.



En la realidad, cuando se produce un incendio importante, los túneles equipados con un sistema de ventilación transversal, se comportan como si tuvieran un sistema semitransversal - transversal, debido a que no consiguen succionar todo el humo que se genera.

Los puntos de inyección de aire limpio, de los sistemas semitransversales y transversales, suelen estar en los hastiales del túnel a nivel de la calzada, mientras que los puntos de succión del aire viciado, están en la clave del túnel. A veces, también se coloca en los colectores de ventilación, un falso tabique, dividido en dos, que se adosa en la clave, de manera que tanto la inyección como la succión se realizan por la parte superior del túnel. El mejor sistema, es el que inyecta aire desde el nivel de la calzada y succiona a nivel de la clave, porque el aire resultante en el interior del túnel es más limpio..

Ejemplos de realizaciones.

El túnel carretero de *San Gotardo*, en los Alpes Suizos, tiene algo más de dieciséis kilómetros de longitud. Fue abierto al tráfico en 1980. Tiene tráfico en ambos sentidos y el sistema de ventilación es transversal, con colectores en falso tabique en la clave. Tanto el aire limpio como el viciado se inyecta y se succiona a nivel de la clave. El túnel, está dividido en cinco tramos de ventilación y en cada uno de esos tramos existe un pozo o chimenea, por donde se impulsa aire limpio del exterior y se extrae el viciado. De esta manera, cada pozo da servicio a un tramo de túnel diferente. El pozo más largo tiene casi milsetecientos metros de longitud. Posee una galería de seguridad para evacuación, que discurre paralela al túnel, la cual está comunicada con este a intervalos regulares (a través de las salidas de evacuación).

El túnel carretero del Montblanc, también en los Alpes, que comunica Francia con Italia, tiene una longitud de casi trece kilómetros. Fue abierto al tráfico en el año 1965. Tiene tráfico en ambos sentidos y el sistema de ventilación es transversal, con los colectores de aire bajo la calzada. El aire limpio se inyecta a nivel de la calzada y el viciado se succiona a nivel de la clave.

11.7. EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA PARA INTERVENCIÓN EN TÚNELES.

Los equipos de protección respiratoria a utilizar en el interior de un túnel, deben tener una autonomía suficiente. Hay que tener siempre presente, que a priori no sabemos con exactitud el tiempo que vamos a permanecer en el interior de un túnel que está inundado de humo. En un túnel lleno de humo, es fácil perder la orientación. Por otro lado, dependiendo de la longitud del túnel y de la complejidad de la intervención, el tiempo de permanencia en la zona inundada de humo puede sobrepasar ampliamente la media hora. Existen además, muchas circunstancias que pueden ser causa de que la permanencia en el interior de un túnel se dilate más de lo previsto. Sirva como ejemplo, el que se haga necesario penetrar a pie una distancia considerable para localizar a una persona que ha quedado atrapada en la zona inundada de humo. O también, podría ocurrir que la intervención se complique y que cuando hayamos finalizado, no nos quede aire para retornar al exterior (caso ocurrido en Japón donde murieron varios bomberos).

Por todo lo visto anteriormente, se hace necesario dotarse de los equipos de protección respiratoria adecuados a la tarea a realizar.

Vamos por tanto a analizar, los equipos de respiración autónomos que encontramos en el mercado, en base al nivel tecnológico alcanzado hasta ahora. Los sistemas de respiración autónomos son de dos tipos, los de circuito abierto y los de circuito cerrado.

11.7.1 Equipos autónomos de respiración de circuito abierto.

Son los que intercambian aire con el exterior durante su ciclo de respiratorio. Es durante la etapa de exhalación, cuando se intercambia el aire, puesto que este sale fuera del circuito del equipo autónomo, expulsándose al exterior a través de las válvulas de exhalación de la máscara. Actualmente existen dos variantes de este equipo.

- a) Equipo monobotella.
- b) Equipo bibotella.

a) ***El equipo monobotella***, es suficientemente conocido por todos los Servicios de extinción de Incendios y Salvamento, por lo que no entraremos en su descripción, ya que es tratado exhaustivamente en otra asignatura. Como ya sabemos, con un consumo nominal de 40 litros minuto, tiene una duración aproximada (con botella de 6 litros de capacidad cargada a 300 bares) de 45 minutos, que en la realidad, como demuestran las intervenciones que realizamos, se queda en 25 ó 30 minutos (con consumos de 72 y 60 litros minuto respectivamente). El aire que suministra este equipo no cambia de temperatura durante su utilización, es decir es siempre fresco.



b) *El equipo bibotella*, funciona exactamente igual que el monobotella, pero tiene la ventaja de tener el doble de capacidad, pues lleva dos botellas en vez de una. En realidad tiene algo más del doble de capacidad, pues las dos botellas que lleva en la espaldera son de 6,8 litros de capacidad cada una. Con un consumo nominal de 40 litros minuto, trabajando con las dos botellas cargadas a 300 bares, este equipo tiene una autonomía de 102 minutos, es decir una hora y cuarenta y dos minutos. Este tiempo de autonomía respiratoria, se convierte en la realidad en 68 minutos, es decir una hora y ocho minutos, para un consumo de 60 litros minuto y en 58 minutos, es decir menos de una hora, para un consumo de 70 litros minuto.

Las botellas del equipo bibotella son de composite, un material más ligero que el acero pero con la misma resistencia a la presión que este.



Detalle del equipo bibotella

11.7.2 Equipos autónomos de respiración de circuito cerrado.

Son los que no intercambian aire con el exterior durante su ciclo respiratorio. El aire exhalado, no se expulsa del circuito del equipo, como ocurría con los equipos de circuito abierto, sino que es reconducido al interior del equipo para ser acondicionado para volver a ser respirado. Durante este acondicionamiento se verifican dos acciones, una de absorción del dióxido de carbono, que es generado durante el proceso respiratorio, y otra de enriquecimiento del aire con oxígeno, el cual ha sido consumido al respirar. Una característica de estos equipos es que el aire se va calentando según va transcurriendo el tiempo de utilización. Es por ello, que disponen de un dispositivo para disminuir la temperatura del aire respirado. Otra característica de los equipos de circuito cerrado, es que poseen una bolsa respiratoria, que hace la función de pulmón o depósito de aire (como el circuito es cerrado, sino hubiera una bolsa de

aire deformable o pulmón artificial, no podríamos inhalar el aire.). Una última característica de estos equipos, es que poseen dos tráqueas con válvulas direccionales que se encargan de recircular el aire respirado en el sentido adecuado.

Actualmente, existen dos tipos de equipos autónomos de circuito cerrado, que difieren en la forma en que regeneran el aire respirado.

- a) Equipo de oxígeno químico.
- b) Equipo de oxígeno presurizado.

a) **El equipo de oxígeno químico**, realiza el acondicionamiento del aire respirado mediante un proceso químico, en el cual interviene una sustancia denominada Peróxido Potásico, que se encuentra contenida en dos cartuchos reactivos. La reacción que se verifica es la siguiente:



Equipo de circuito cerrado de oxígeno químico

Como vemos en la reacción se absorbe agua. Este agua, se obtiene de la humedad que hay en el aire exhalado proveniente de los pulmones del usuario. Por lo tanto es un equipo que deshidrata al usuario durante el proceso respiratorio (de forma similar a la deshidratación que sufren los escaladores al respirar en cumbres muy altas como las del Himalaya). También, como se ve en la formulación de la

reacción, se desprende calor. Este calor es eliminado, parcialmente, a través de unas aletas de disipación de calor, que están situadas a la salida de los cartuchos reactivos, sobre los conductos que conducen el aire ya regenerado.

Este equipo, lleva una batería recargable y una bomba eléctrica cuya finalidad es disminuir la resistencia respiratoria. También posee unas pastillas de arranque rápido, que tienen por misión suministrar oxígeno adicional durante un corto periodo de tiempo, ya que al comienzo de la reacción química, el aire resulta pobre en oxígeno.

Las dos tráqueas que lleva este equipo, discurren de forma paralela y juntas por debajo del brazo izquierdo del usuario. La autonomía de este equipo, con un consumo nominal de 40 litros por minuto, es de dos horas. El equipo pesa en torno a los trece kilogramos.

b) *El equipo de oxígeno presurizado*, realiza el acondicionamiento del aire respirado en dos etapas. Primeramente, absorbe el dióxido de carbono generado durante la respiración y en segundo lugar, enriquece este aire con oxígeno puro. El dióxido de carbono es absorbido por una sustancia denominada cal sodada, que va alojada en un recipiente que tiene que ser atravesado por el aire exhalado. Posteriormente, este aire ya limpio de dióxido de carbono, es enriquecido con el oxígeno que le inyecta un regulador. El oxígeno con el que se enriquece el aire, se encuentra alojado en un botellín de 2 litros de capacidad, a una presión de 200 bares.



Equipo de circuito cerrado de oxígeno presurizado.

La reacción que se verifica en el recipiente de cal sodada es la siguiente:



Como vemos, en esta reacción no se absorbe agua y por lo tanto, el usuario no se deshidrata a través de los pulmones.

Al igual que en el equipo de oxígeno químico, durante la regeneración del aire, se produce un calentamiento del mismo, debido a que la reacción química que se verifica en el cartucho de cal sodada es exotérmica. Por ello es necesario realizar un acondicionamiento de la temperatura del aire, el cual se efectúa en la cámara donde se añade el oxígeno puro. Esta cámara, tiene una carcasa de aluminio de forma cilíndrica, que no es otra cosa que un intercambiador de calor, a la cual se le puede añadir hielo para mejorar aún más su eficacia.

El equipo de oxígeno presurizado funciona a presión positiva, es decir que si se produce una falta de estanqueidad de la máscara, soplará aire hacia afuera de esta. Esto hace que el esfuerzo respiratorio sea bajo y que sea difícil que penetre humo del exterior hacia interior de la máscara.

La autonomía de este equipo, para un consumo nominal de 40 litros por minuto, es de cuatro horas. En la realidad, para un consumo durante la intervención de unos 60 a 70 litros por minuto, la autonomía se reduce a unas tres horas. El peso del equipo, con hielo, es de unos 14 kilogramos.

11.7.3 Utilización de los diferentes equipos autónomos de respiración durante la intervención con fuego en túneles.

De todo lo expuesto sobre equipos autónomos de respiración, concluiremos lo siguiente:

Para intervenir en las bocas de los túneles incendiados, en sus proximidades, o para penetrar poca distancia en el interior de aquellos, puede que sea suficiente con un equipo monobotella de circuito abierto. Aunque este equipo solo tiene una autonomía de una media hora, si se nos acaba el aire respirable, o si surgen dificultades, como estaremos situados en las inmediaciones de la boca del túnel, será sencillo ponerse a salvo saliendo rápidamente al exterior y alejándonos un poco del humo que sale por la boca.

Aún cuando no salga humo por una de las bocas del túnel, encontrándonos situados en ella, o dentro del túnel a pocos metros de aquella, no debemos confiarnos, porque el humo puede cambiar de sentido (bien sea por tener el túnel ventilación natural o por que alguien cambie el sentido de giro de los ventiladores del túnel). Por lo tanto, en dicha boca, es muy conveniente tener puesto el equipo monobotella, con la máscara quitada para no consumir aire innecesariamente, pero listos para ajustárnosla por si se nos vuelve el humo.



Los equipos bibotella de circuito abierto, con autonomía respiratoria de aproximadamente una hora, son más adecuados para penetrar en túneles que, teniendo un solo tubo y careciendo de salidas de evacuación a lo largo de él, no sean de mucha longitud. Consideraremos dichos túneles, a aquellos que tengan una longitud de kilómetro a kilómetro y medio.

Los equipos bibotella, también los consideraremos adecuados para intervención en túneles de mayor longitud, cuando se trate de túneles de dos tubos con varias conexiones entre ellos, o lo que es lo mismo, con salidas de evacuación que comunican un tubo con el otro. Como es lógico, estas salidas de evacuación son un elemento de seguridad a la hora de intervenir, pues al igual que permiten a los usuarios del túnel escapar del fuego, también nos permitirán a nosotros salir del tubo incendiado hacia el tubo no incendiado (con lo cual, no tendremos que transitar por el tubo lleno de humo para salir por una boca).

Cuando un túnel sea de un solo tubo y su longitud exceda de un kilómetro y medio, los equipos de respiración que elegiremos son los de circuito cerrado, pues tienen mayor autonomía que los de circuito abierto. Con esta elección, buscamos primar la duración de la protección respiratoria de los intervinientes. Es claro, que con un equipo de circuito cerrado, respiraremos un aire más caliente que el que respiraríamos con un equipo de circuito abierto, pero con un adecuado entrenamiento ello no debe ofrecer mayores dificultades. No hay que olvidar que la mayor autonomía respiratoria es un factor de seguridad a tener muy en cuenta, cuando se interviene en túneles de las características mencionadas.

11.8. TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN EN INCENDIOS DE TÚNELES.

Vamos a ver que ocurre cuando se produce un fuego de cierta intensidad en el interior de un túnel y como debemos proceder.

11.8.1. Comportamiento del humo en un túnel con ventilación natural o con longitudinal simple.

Nos referiremos sobre todo al comportamiento del humo con estos tipos de ventilaciones, por ser hasta la fecha los únicos que existen en los túneles de la Comunidad Foral de Navarra. Los túneles de Belate y Almandoz, tienen ventilación forzada del tipo longitudinal simple. El resto de túneles de Navarra, poseen ventilación natural.

En base a las experiencias obtenidas en los incendios ocurridos en diversos túneles de todo el mundo, se ha observado lo siguiente. Cuando se produce un incendio en un túnel, el humo y el calor se dirigen en sentido vertical hacia la parte más alta de la cavidad, es decir, hacia la clave. Este humo, una vez que está situado en la clave, comienza a desplazarse horizontalmente. El sentido en el cual se va a desplazar el

humo, será el mismo que tenga la ventilación en el interior del túnel en el momento de producirse el incendio, con independencia de que esta ventilación sea natural o esté forzada por ventiladores. En un principio, el humo avanzará por el túnel en el sentido ya explicado, pegado a la parte superior de la bóveda, pues los gases de combustión estarán todavía muy calientes, predominando el efecto convectivo, produciéndose una estratificación similar a la que estamos acostumbrados a ver en los incendios de viviendas. A continuación, el humo, que avanza alejándose del foco del incendio, comenzará a enfriarse. Este enfriamiento progresivo, ocasionará que el humo descendiera a la calzada, lo cual ocurre a una distancia del foco de fuego de entre 80 y 200 metros, dependiendo dicha distancia, de las dimensiones del túnel, de si este está revestido, de la magnitud del fuego, de la velocidad del aire, etc.

Por lo tanto, de lo expuesto anteriormente se deduce, que sobre la calzada quedará una burbuja o campana de aire exenta de humo de unos 80 a 200 metros, a partir del foco del incendio. A continuación, transcurridos entre 6 a 10 minutos, debido a la acumulación del humo y a la aparición de turbulencias en el aire, desaparecerá la campana de aire, llenándose de humo toda la sección del túnel. Si el túnel posee ventilación forzada y esta se encuentra funcionando, tendremos un tramo de túnel inundado de humo (desde el foco del incendio hacia la boca por donde esta siendo expulsado el aire) y el otro tramo exento de humo. Si el túnel solo cuenta con ventilación natural, sucederá lo mismo que con la ventilación forzada longitudinal en lo referente a los dos tramos comentados, con la salvedad y esto es muy importante, de que el sentido de circulación del aire y por tanto el del humo, queda a merced de los efectos aleatorios ya descritos en el epígrafe de la ventilación natural, es decir que podrá cambiar de sentido de circulación en cualquier momento y de forma caprichosa. Esto último, es poco probable que ocurra si existe ventilación forzada, pues la fuerza que tienen los ventiladores es considerable. No obstante, si la climatología es muy adversa (por ejemplo un viento exterior muy fuerte en sentido contrario a la ventilación) podría darse el caso de que el sentido de circulación del humo cambie.

11.8.2. Información previa a la intervención.

Es fundamental, antes de penetrar en el túnel, informarse de que es lo que está pasando en el túnel y que acciones está realizando el centro de control. Esta información, debemos obtenerla durante el trayecto del parque al túnel. El centro de control, es un centro integrado que controla todos los túneles de Navarra (a fecha de redacción de estos apuntes - abril del 2001- se está realizando el citado centro de control, pero aún no está en funcionamiento). El centro de control es el que manipula la ventilación forzada, los semáforos, las barreras, los mensajes de los paneles informativos, las cámaras de televisión, la megafonía, la sala de bombas contra incendios, los sistemas de detección de incendios, etc. Es decir, el centro de control, lo controla todo. Es por ello fundamental mantener contacto permanente con el mismo. Una vez que estemos interviniendo en el túnel, el centro de control realizará todas las acciones que le solicitemos. Recordemos que en el incendio del túnel del Montblanc, nuestros colegas, los bomberos de Chamonix, penetraron en el túnel con una primera dotación, con vehículos, con equipos de circuito abierto y sin informarse de como estaba la



situación. El resultado, es que algunos de ellos murieron intoxicados, siendo otros rescatados por sus compañeros, los cuales penetraron a pie por las galerías de ventilación y con equipos de circuito cerrado.

11.8.3. Forma de proceder.

Una vez que estemos bien informados, antes de penetrar al túnel hay que establecer un plan de intervención. Este, tiene que dar respuesta a las siguientes preguntas:

- a) Que intervención vamos a realizar.
- b) Como la vamos a llevar a cabo.
- c) Quienes van a intervenir.
- d) Con que medios.
- e) Quiénes acuden a un posible rescate de emergencia de los intervinientes.

11.8.2.1 Generalidades.

Una cuestión importante, es comprobar que la instalación contra incendios propia del túnel, si es que existe, está convenientemente presurizada antes de penetrar en él. Una buena medida de precaución es penetrar en el túnel con una lanza y al menos un tramo de manguera del diámetro adecuado, para poder conectarla al armario de incendios, en previsión de que, por cualquier motivo, dicho armario no se encuentre, en ese momento, correctamente equipado. En el caso de que el túnel esté equipado con una columna seca, habrá que presurizarla previamente con una autobomba nodriza y buscar a continuación una fuente de abastecimiento.

La adopción del tipo de plan de intervención, va a depender sobre todo, de si el túnel es de un solo tubo y tráfico en doble sentido, o de si se trata de dos tubos con un único sentido de circulación en cada tubo. También va a depender de si existe ventilación forzada o no.

La prioridad número uno, como siempre en toda intervención, es rescatar y evacuar a las personas afectadas que están con vida. Solo posteriormente nos ocuparemos de la extinción. Si resulta posible, realizaremos simultáneamente las tareas de rescate y extinción, constituyendo para ello dos equipos de intervención. En los túneles, resulta muy indicada, la utilización de la cámara de imágenes térmicas para la localización de personas que han quedado en la zona inundada por el humo.

11.8.2.2 Túneles de un solo tubo.

En los túneles de un único tubo, que suelen tener tráfico en los dos sentidos, es decir en aquellos en los que no existe otro tubo paralelo para ser usado

como galería de evacuación y que tampoco tienen salidas de evacuación verticales hacia el exterior, lo mejor será penetrar por la boca por la que entra el aire limpio, puesto que si penetramos por la boca que sale el humo, no tendremos visibilidad y además, nos vendrá el calor de frente.

Por lo tanto, en estos túneles, lo primero será averiguar porque boca sale el humo. La mayoría de las veces, cuando lleguemos a un túnel incendiado, el sentido de circulación del aire ya estará establecido, bien de forma natural, o bien porque el centro de control habrá accionado los ventiladores. Si consideramos que los ventiladores no han sido accionados en el sentido adecuado, podremos solicitar al centro de control que los cambie, pero eso es algo que hay que sopesar bien antes de solicitarlo.

Si el túnel tiene menos de 1000 metros de longitud, es mejor no penetrar en él con los vehículos, siendo más conveniente utilizar las instalaciones de lucha contra incendios con que esté dotado (armarios con lanzas y mangueras). Si no está dotado de instalaciones contra incendios, entonces habrá que montar una línea de agua.

En túneles de más de 1000 metros de longitud, dada la distancia a recorrer, habrá que considerar la posibilidad de penetrar con un vehículo, a través de la boca por la que no sale el humo. Ello nos permitirá acortar el tiempo de intervención. No obstante, convendrá detener el vehículo, al menos a 50 metros del foco del incendio, ya que de otro modo el vehículo podría resultar afectado por el calor.

11.8.2.3. *Túneles de dos tubos paralelos.*

En túneles de dos tubos, con un único sentido de circulación en cada tubo, lo normal será que existan galerías que comuniquen un túnel con el otro. Esto último suele ser habitual (o al menos debería serlo), si el túnel tiene más de 500 metros de longitud. Las galerías de comunicación de un tubo con el otro, no son otra cosa, que las salidas de evacuación en caso de emergencia. Estas salidas de evacuación, nos servirán para aproximarnos todo lo posible hasta el foco del incendio, sin necesidad de transitar por el túnel incendiado. En este caso, como se habrá cerrado la circulación al tráfico en los dos tubos, podremos penetrar con los vehículos sin problema alguno, a través del túnel no incendiado, penetrando al túnel incendiado a través de las galerías de evacuación. Podremos entonces, usar las instalaciones contra incendios que existan en el túnel, o bien montar nuestras propias líneas de agua, haciéndolas pasar de un tubo a otro a través de las galerías de evacuación.

11.8.2.4. *Equipo humano de intervención.*

Al menos deberían penetrar 2 bomberos y un cabo, es decir tres efectivos



humanos. La comunicación de este trío, con el mando que permanezca en el exterior del túnel, debe ser continua. La dotación exterior tiene que estar preparada por si fuera necesario realizar un rescate de emergencia de sus compañeros, pues pueden resultar afectados por el calor, por una explosión, por avería de un equipo autónomo, o por cualquier otra circunstancia.

El mando que permanece fuera, tiene que ser informado continuamente por el equipo que ha entrado en el túnel, pues de otra manera no podrá coordinar la intervención adecuadamente. Será necesario, que alguien se encargue de llevar el control de tiempos de los equipos autónomos de respiración, de la dotación que está interviniendo en el interior del túnel.

11.8.2.5. *Protección respiratoria para los rescatados.*

En el caso de tener que realizar un rescate en una zona inundada de humo, hay que tener en cuenta que si nos va a llevar cierto tiempo, las personas pueden acabar seriamente intoxicadas. Por ello, habrá que proceder a proteger las vías respiratorias de estas personas colocándoles algún tipo de máscara con un elemento filtrante o incluso un equipo autónomo de respiración.

Por último recordar, que debemos tener en cuenta, que en un túnel incendiado pueden empezar a fallar los sistemas de ventilación e iluminación. También podría ocurrir, que el equipo de bombeo que presuriza las instalaciones de lucha contra incendios, con las que está equipado el túnel, ¡no funcione ese día!. Por lo tanto, debemos estar preparados para conectar nuestros equipos de iluminación y de impulsión de agua.

Estos apuntes se terminaron de redactar el 10 de abril del 2001.



Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Prevención de Incendios

Javier Garayoa



12. PREVENCIÓN DE INCENDIOS

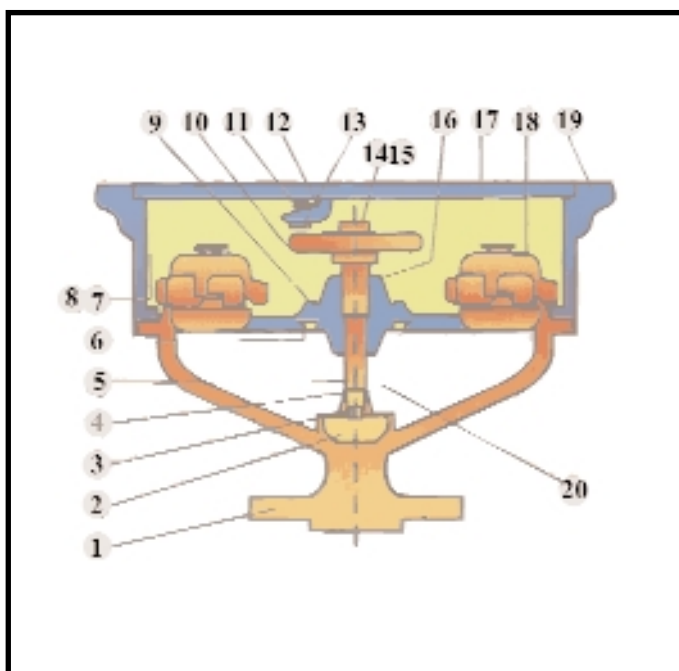
12.1. Instalaciones de protección contra incendios

La prevención de incendios es el conjunto de instalaciones de detección, alarma y extinción de incendios (Protección activa) así como al comportamiento al fuego de los elementos constructivos (Protección pasiva) que la NBE-CPI 96 exige para los edificios en el art. 20. Existen otro tipo de instalaciones que se realizan en otras edificaciones (industriales, almacenes e incluso patios de tanques de almacenamiento de productos derivados del petróleo) no incluidos en la citada Norma.

Necesariamente todos los equipos, componentes e instalaciones deben estar homologados y cumplir con las normas UNE que se establecen en el RIPCI-93. A continuación detallamos las mas importantes:

12.1.1. Hidrante: 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 y clasifican en:

a) Enterrados: Están bajo rasante, siempre tienen agua (de columna húmeda) normalmente conectados a la red general de abastecimiento de agua potable, aunque a veces pueden ir conectados a una red particular (aljibe). Deben disponer de un caudal mínimo de 1000 l/minuto. Disponen de dos bocas de diametro 70 mm. como mínimo con válvulas de compuerta y racores tipo Barcelona para realizar la conexión de mangueras de forma directa.



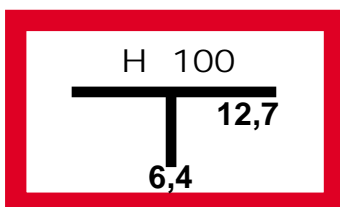
1. Cuerpo
2. Cierre
3. Arandela seccionada
4. Tornillo sujeta cierre
5. Eje
6. Junta tórica
7. Tuerca
8. Tornillo
9. Tapa cuerpo
10. Volante
11. Resorte
12. Gatillo-cerradura
13. Tornillo para cerradura
14. Arandela
15. Tornillo
16. Junta tórica
17. Tapa registro
18. Racor. Tapon de 70
19. Registro
20. Valvula de vaciado



Hidrante enterrado con dos bocas de 70 y una de 45 mm.

Su cierre se realiza mediante tapa (redonda o rectangular) en la cual figura la inscripción "INCENDIOS". Para los hidrantes de tapa rectangular su apertura se realiza mediante llave de gancho. En los hidrantes enterrados de tapa redonda, la apertura se realiza mediante giro con barra de ña y levantando la tapa del extremo opuesto.

Todos los hidrantes enterrados se señalizan mediante una placa rectangular de fondo blanco y borde rojo. En su interior lleva inscritas las distancias a partir de la señal en metros necesarias para la localización del hidrante. Estas placas se colocan preferentemente en la fachada de los edificios y a una altura aproximada del suelo de un metro.



Señalización del hidrante:
H 100: Hidrante de 100 mm de diametro
12,7 y 6,4: Coordenadas del hidrante, tomando como referencia el punto de la fachada en el que está situada la placa

b) De superficie: Este tipo de hidrantes tienen una columna sobre rasante, en su extremo superior se sitúan las salidas de agua, provistas de racores tipo Barcelona; pudiendo ser de columna sea o mojada, dependiendo del riesgo de

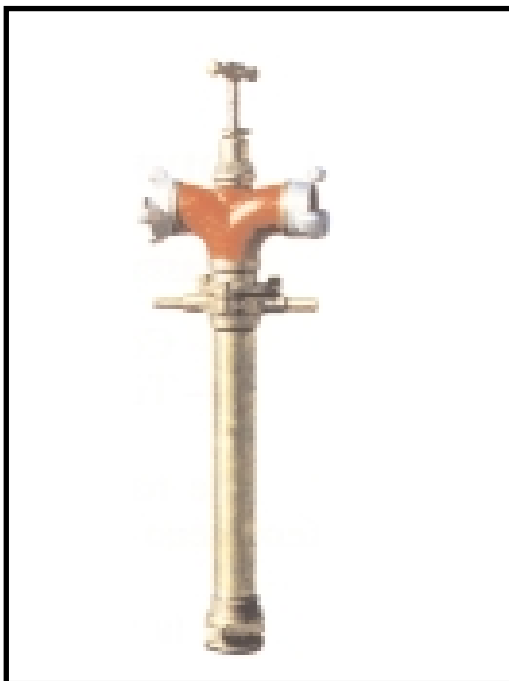
heladas de la zona en que se instale. Algunos modelos van equipados con carcasa protectora formada por dos piezas de hierro o poliéster de gran resistencia a los agentes climatológicos. La apertura o cierre se realiza mediante un bulón y cerradura de gancho que se acciona mediante un triángulo o cuadradillo dejando al descubierto las tomas de agua para su uso.

12.1.2. **Hidrante de diametro 80**: En núcleos de población pequeños (menos de 5000 habitantes), zonas rurales o en lugares donde es difícil la instalación de hidrantes, éstos pueden ser sustituidos por bocas de diametro 80 enterradas. Disponen de una boca de diametro 70 mm. con racor Barcelona y válvula de compuerta con volante. Su caudal mínimo de abastecimiento es de 500 l/minuto. Para su apertura es necesaria una llave en forma de martillo con gancho en uno de sus extremos para la apertura de la tapa.

12.1.3. **Boca de riego**: En algunas ocasiones los Servicios de Incendios también pueden utilizar para pequeños abastecimientos de agua o para realizar achiques las bocas de riego. Para su utilización es necesario disponer de una columna de latón mediante el acoplamiento de dos pestañas de su parte inferior a la red general. Al accionar la llave de la parte superior se oprime el cierre de la boca de riego, dejando libre el paso del agua.



Boca de riego con una salida



Boca de riego con dos salidas

12.1.4. **Bocas de incendio equipadas:** Pueden ser de dos tipos 25 y 45. Las BIE (bocas de incendio equipadas) de un tipo u otro se colocan en función de la actividad donde se vayan a instalar y además de la carga de fuego que exista en el local. Consisten en un armario metálico con el frente de cristal o chapa en el cual se alojan los siguientes elementos:



a) Boquilla o lanza: Permite la salida del agua en forma pulverizada o a chorro, así mismo consta de válvula de cierre.

b) Manguera: Sus diámetros pueden ser de 45 o 25 mm. con las especificaciones que marca la norma UNE para manguera de impulsión de lucha contra el fuego.

Su longitud 15 o 20 m. La manguera de 45 es flexible, la manguera de 25 es semi-rígida no autocolapsable.

c) Racor: Tipo Barcelona para la unión de mangueras válvulas y boquillas.

d) Válvula de cierre: Pueden ser de cualquier tipo siempre que sean resistentes a la corrosión, las de cierre rápido deben llevar dispositivo para prever los efectos del golpe de ariete.

e) Manómetro: Será adecuado para medir la presión entre 0 y la máxima presión que alcance la red.

f) Soporte: Para recoger la manguera se utiliza una devanadera.

g) Devanadera: se utiliza para conservar la manguera enrollada.

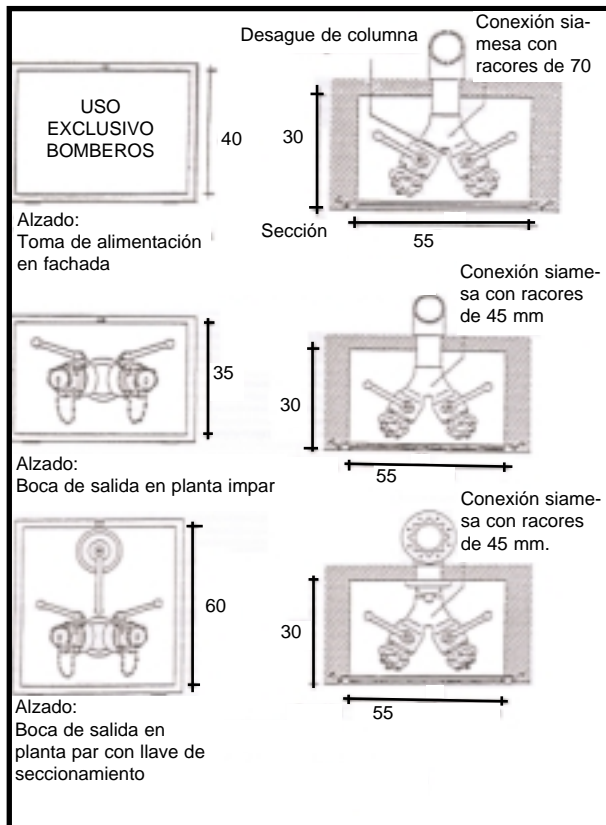
Para poder utilizar las BIE de diametro 45 mm. es necesario desenrollar la longitud total de la manguera, antes de abrir la válvula ya que de otro modo se colapsaría. Antiguamente las BIE de diametro 45 mm. utilizaban un soporte en forma de plegadera para conservar la manguera doblada en zigzag, si bien en la actualidad no está homologado.

Las Bocas de Incendio Equipadas de diametro 25 mm, son siempre del tipo devanadera al ser la manguera semirígida no es necesario el desenrollado total de la manguera para ser utilizadas.

Todas las BIE van montadas en el interior de los edificios sobre la pared a una altura de 1,5 m. del suelo y a una distancia máxima de 5 m. de la puerta de acceso, y se colocan tantas como para que desplegadas las mismas, cubran la superficie total del edificio en recorrido real.

Según la norma básica de edificación la columna seca será instalada en edificio o establecimientos de mas de 24 m. de altura de evacuación.

12.1.5. Columna seca: es para uso exclusivo de los Servicios de Extinción de incendios está formada por una conducción de diámetro 80 mm. normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio discurre generalmente por la caja de escalera.



a) Toma de alimentación en fachada posee una válvula siamesa con racores de diámetro 70 mm; para la conexión con los vehículos del SCIS proporcionando a la conducción la presión y el caudal necesarios para la extinción del incendio. Dispone así mismo de una llave de purga de diámetro 25 mm. para el vaciado de la columna una vez utilizada. Las medidas de la hornacina son 55 cm. ancho, 40 cm. alto y 30 cm. de profundidad.

Se dispone en la fachada con el centro de sus bocas a 90 cm. del suelo en lugar accesible al SCIS. Caso de no estar situados junto al acceso principal del edificio, en el mismo se señala su situación mediante placa.

b) Toma de salida en las plantas pares disponen de una llave de seccionamiento situada por encima de la conexión siamesa de la boca de salida correspondiente, con racores de diámetro 45 mm. y tapas. La llave de sección se utiliza para evitar que el agua llegue al final de la tubería cuando el incendio está situado al mismo nivel o inferior del de la boca. La hornacina tiene las siguientes dimensiones: 55 cm. de ancho, 60 cm. de alto y 30 cm. de profundidad.

c) Toma de salida en las plantas impares están provistas de conexión siamesa con llaves incorporadas, racores de diámetro 45 mm. y tapas. Cuando se utilizan en una planta, se debe subir a la planta superior para cerrar la llave de sección de la planta par por encima del incendio, dejándola abierta cuando se concluya la extinción. La hornacina tiene unas dimensiones de: 55 cm. de ancho, 35 cm. de alto y 30 cm. de profundidad.

Todas las tapas son metálicas pintadas de blanco con la inscripción "USO EXCLUSIVO BOMBEROS" en rojo y el cerco igualmente en rojo. Disponen de un cierre simple de resbalón para llave de cuadradillo de 8 mm de lado excepto en Pamplona que es de triángulo.

12.1.6. *Detectores de incendios*

En el desarrollo de un incendio pueden distinguirse con intervalos de tiempo más o menos largos cuatro fases.

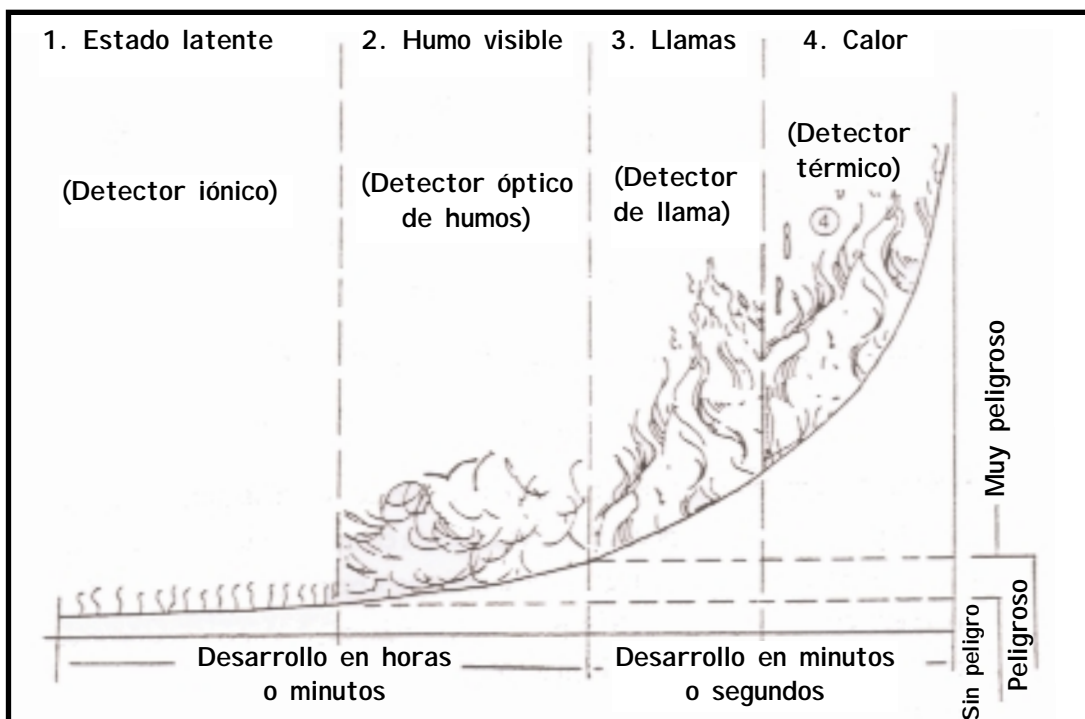
Fase 1- En esta primera fase el fuego están en estado latente produciéndose gases invisibles al ojo humano. En esta fase el desarrollo del fuego puede durar horas.

Fase 2- En la segunda fase se producen humos visibles o partículas que se desprenden de la combustión y que ascienden con gran rapidez. Pudiendo durar horas o minutos.

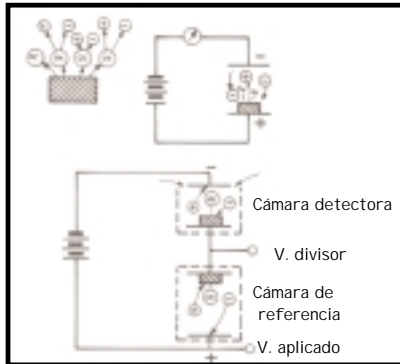
Fase 3- En la tercera fase en condiciones favorables de existencia de oxígeno, se desarrollan con gran rapidez los humos y gases tóxicos. Su desarrollo se produce en minutos o segundos.

Fase 4- A los humos sigue la producción de calor con llamas, rayos infrarrojos y ultravioletas, es la cuarta fase. Es el momento en que el fuego se convierte en incendio, su desarrollo se produce en pocos segundos.

Desarrollo del fuego

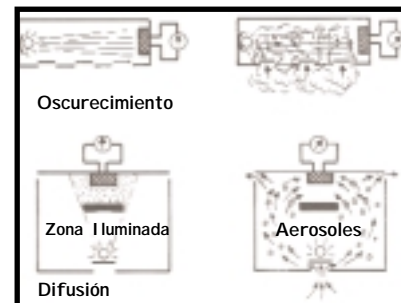


Para detectar el fuego en cualquiera de las cuatro fases, existen unos aparatos que acusan estas manifestaciones externas del fuego, llamados detectores de incendio, pudiendo ser de cuatro tipos acordes para cada una de las fases anteriormente expuestas.



a) **Detector iónico:** Basado en dos cámaras, una cerrada y otra abierta al aire ambiente. Ambas cámaras están equilibradas eléctricamente. Cuando a la cámara abierta llegan moléculas ionizadas se produce un desequilibrio eléctrico entre las dos cámaras, aprovechándose por medios electrónicos para enviar una señal eléctrica que produce la alarma.

b) **Detector óptico de humos:** Se basa en células fotoeléctricas que al oscurecerse por el humo o iluminarse por reflexión de la luz en las partículas de humo se activan originando una señal eléctrica.



c) **Detector de llamas:** Consiste en una célula fotoeléctrica que capta los campos característicos de la llama en emisión de rayos infrarrojos o ultravioletas utilizando células especiales que seleccionan dichos campos.

d) **Detector térmico:** El calor liberado en la combustión eleva la temperatura del ambiente. Este incremento de la temperatura es detectado por una cabeza detectora que emite una señal de alarma. Los detectores térmicos pueden ser de dos tipos: Detectores termostáticos o propiamente térmicos y detectores termovelocimétricos.

El detector termostático o térmico emite una señal de alarma cuando la temperatura ambiente alcanza un valor predeterminado (ejemplo 60° C).

e) **Detector termovelocimétrico:** Se basan en la medición de la velocidad de aumento de la temperatura o gradiente de temperatura. Invariablemente combinan dos elementos, uno que da la alarma al registrar un gradiente de temperatura y otro que suspende la alarma para gradientes bajos.



Todas las centrales de detección tienen dos fuentes de energía eléctrica de alimentación. Una es la red general de fuerza y la otra una batería eléctrica que esta en carga permanente y se conecta automáticamente cuando cae la red principal. La autonomía de estas baterías es para 72 horas.

La instalación de alarma hace posible la transmisión de una señal de alarma a los ocupantes del edificio, activándose desde lugares de acceso restringido, para que únicamente pueda ser puesta en funcionamiento por las personas responsables encargadas de la evacuación.

La instalación de alarma puede ser manual o automática y los elementos de transmisión a base de sirenas (parcial o total) o megafonía.

12.1.8. Instalaciones fijas de extinción: Se entiende por sistema fijo de protección contra incendios, el conjunto de elementos dispuestos o instalados de forma permanente en un equipo, dependencia o edificio para protegerlos en caso de incendio.

Cada equipo de extinción automática estará constituido por:

- Una o más reservas de agente extintor.
- Conductos de alimentación y distribución.
- Boquillas de descarga o toberas (con o sin elementos sensibles).
- Sistemas de control automático y alarma.

Atendiendo al agente extintor empleado, estos equipos se dividen en:

- De agua
- De espuma
- De polvo químico
- De agentes gaseosos: anhídrido carbónico, halones, inergen etc.

Cuando se trata de proteger contra incendios riesgos en los que el agente extintor mas adecuado es el agua, una instalación de rociadores automáticos o sprinklers es el medio más eficaz y seguro.

a) Instalación de rociadores automáticos consiste en un sistema de distribución de agua a presión, mediante la adecuada red de tuberías, que cubre el local a proteger y a la que están conectados los rociadores o sprinklers, éstos son válvulas especiales diseñadas para distribuir el agua en forma de lluvia. Su apertura es individual y se produce al alcanzar cada rociador una temperatura determinada.

Las partes principales de un rociador o sprinkler son:

- Deflector
- Sistemas de fusible
- Levas de apertura
- Tapón
- Cuerpo.



El sistema de apertura de los rociadores está impedido por un tapón sujeto por un mecanismo sencillo o fusible, este mecanismo de cierre es sensible al calor. Según el fabricante pueden ser de diferentes formas: de placas soldadas, de ampolla o de barra eutéctica.

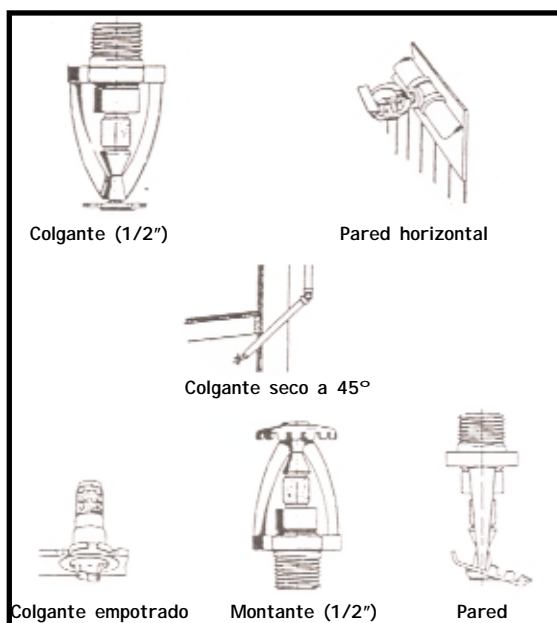
Dentro de cada una de estas, los rociadores pueden variar su temperatura de disparo, ésta temperatura varía en función del color distintivo que se le da.

Los rociadores también se diferencian por la posición de su deflector y montaje pudiendo ser:

- Colgantes
- Montantes
- Pared

Rociador colgante: Se utilizan especialmente en instalaciones con tubería de distribución de falsos techos, con el deflector hacia abajo (Ejemplo: oficinas, hospitales, supermercados, garajes, etc.).

Rociador montante: Se utilizan en instalaciones con tubería de distribución vista, (Ejemplo almacenes, industrias, hipermercados, etc.) respecto a los colgantes, además de su posición, en la tubería se diferencian claramente por la forma de su deflector

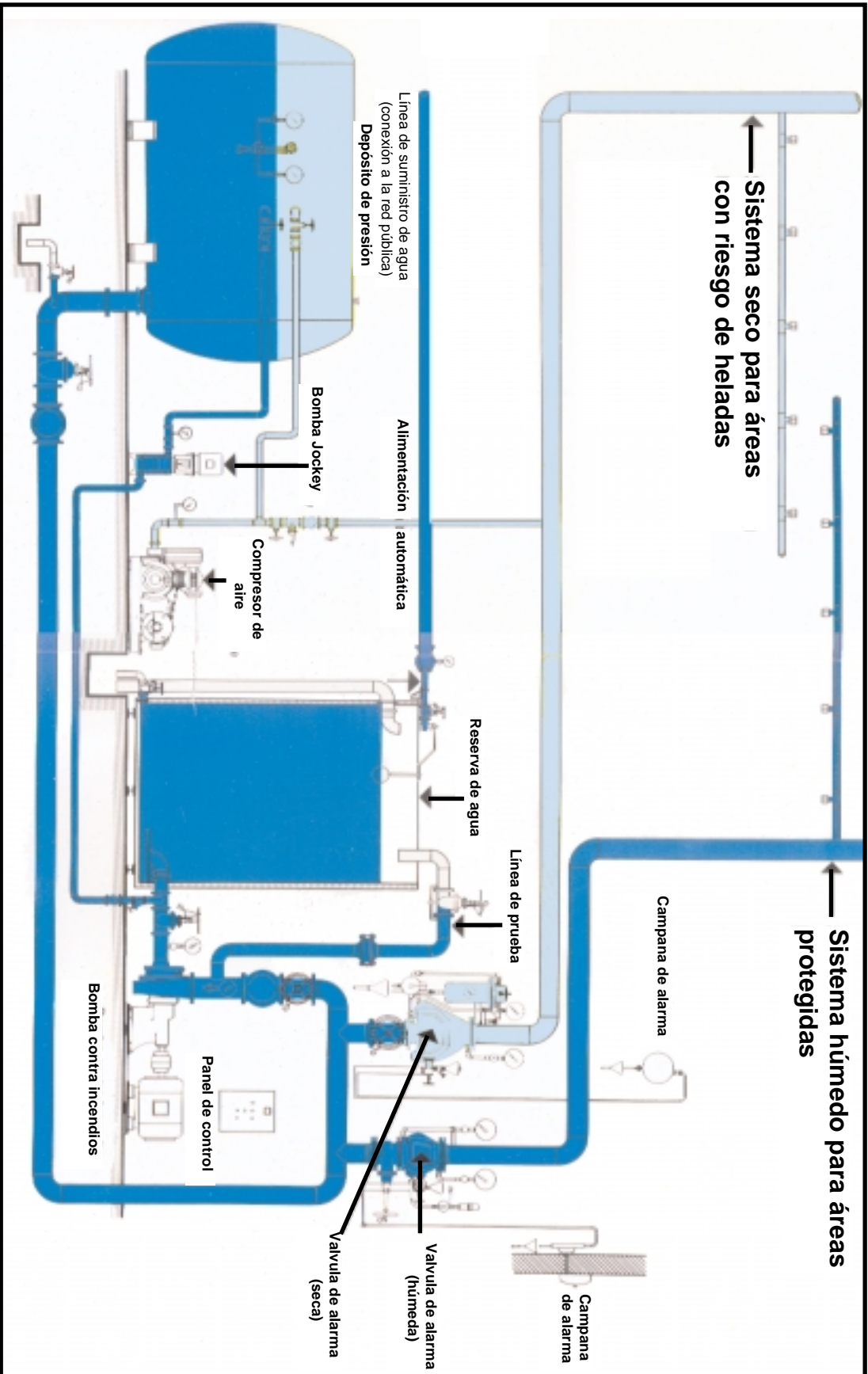


Rociador de pared: Distribuyen el agua hacia un solo lado, por la forma de su deflector. Se utiliza cuando no es posible situar el rociador en el centro del local (pasillos, habitaciones de hoteles, etc.).

Tipos de instalaciones de rociadores automáticos de agua: Existen diferentes tipos de instalaciones cuya elección está en función de las características del riesgo a proteger. Las más importantes son:

- De tubería húmeda.
- De tubería seca.
- De acción previa.

Esquema de funcionamiento de un sistema de Sprinklers



La parte más importante de una instalación de rociadores es la válvula de control en la que se encuentran los siguientes elementos:

- Alarma hidromecánica o gong.
- Detector de flujo.
- Cámara de retardo.
- Presostato.
- Manómetros.

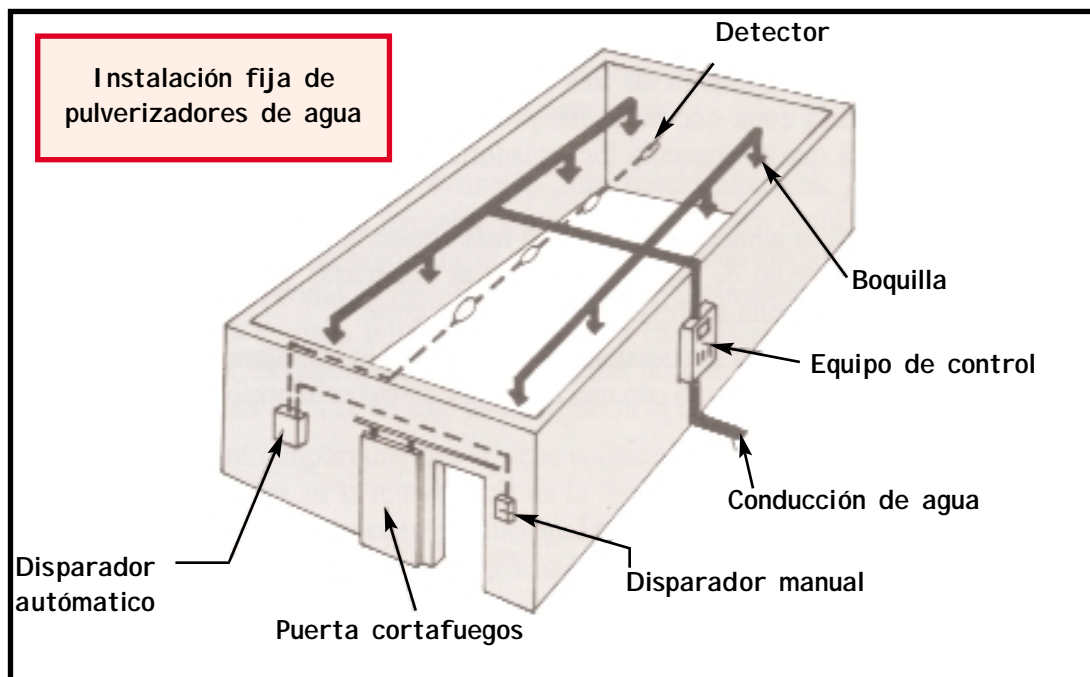
Tubería húmeda: En este caso la red de tuberías está constantemente bajo presión de agua. Representa el 75% de las instalaciones de rociadores y no se instala cuando existe peligro en heladas.

Tubería seca: En este caso el agua solo llega hasta la válvula de control, estando presurizadas de aire entre aquella y los rociadores. Al abrirse un rociador, el aire se escapa permitiendo la apertura de la válvula y el paso del agua. Este sistema se utiliza cuando existe peligro de heladas.

Acción previa: en este sistema las tuberías están vacías hasta la válvula de control y llenas de agua hasta esta, la diferencia con las de tubería seca, consiste en que la válvula de control se opera por un sistema de detección independiente.

b) Instalación fija de pulverizadores de agua: Estas instalaciones fijas son de inundación total en los que la detección es independiente y los rociadores están sustituidos por boquillas pulverizadoras. Las ventajas que presentan sobre las instalaciones de rociadores son:

- Posibilidad de una detección más perfecta, ya que no están sujetos como los rociadores a una detección termostática.
- Instalación de un riesgo determinado.



- Utilización en fuegos con electricidad, especialmente en transformadores de intermedia.
- Posibilidad de refrigeración y limpieza de riesgos exteriores en cualquier momento, ya que todas estas instalaciones el accionamiento puede ser manual.

Por ello se utilizan preferentemente en tanques de combustibles líquidos, transformadores y esferas de gas a presión.

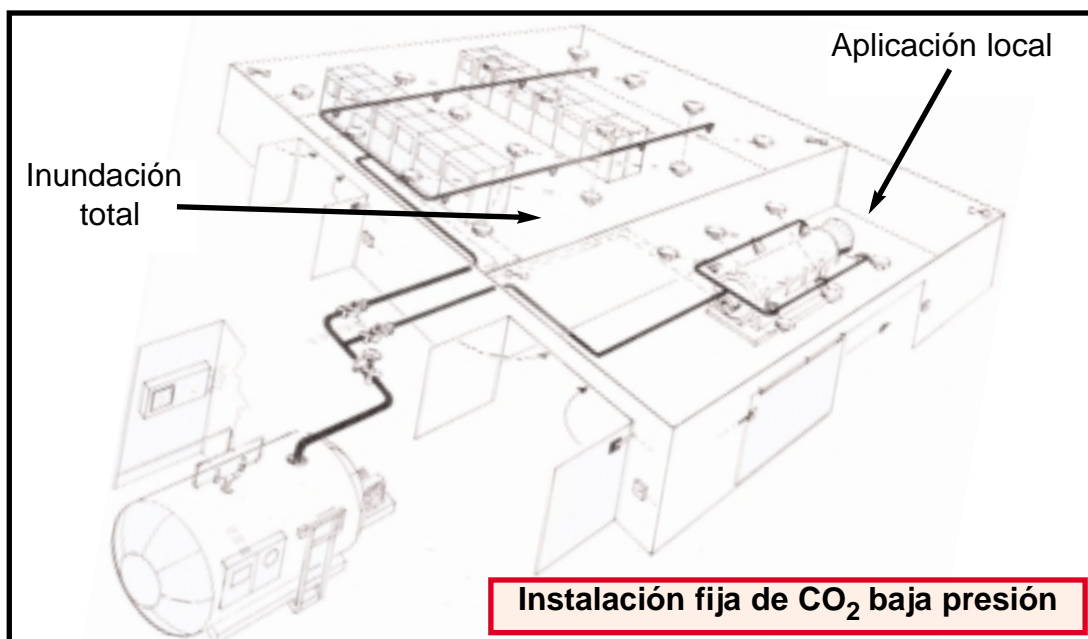
c) Instalaciones fijas de polvo químico seco: estos sistemas son de origen reciente, ya que su aplicación es muy limitada (tanques de disolventes y cabinas de pintura). constan de un depósito de polvo sin presurizar con un recipiente de nitrógeno como gas impulsor. Del depósito parte la tubería de alimentación que termina en las boquillas de distribución. La detección forma parte del sistema para permitir el paso de nitrógeno al depósito y presurizarlo una vez que el fuego se detecta produciéndose la descarga.

Los sistemas de descarga pueden ser de los tipos de inundación total o de aplicación local, determinándose el sistema en función del riesgo a proteger.

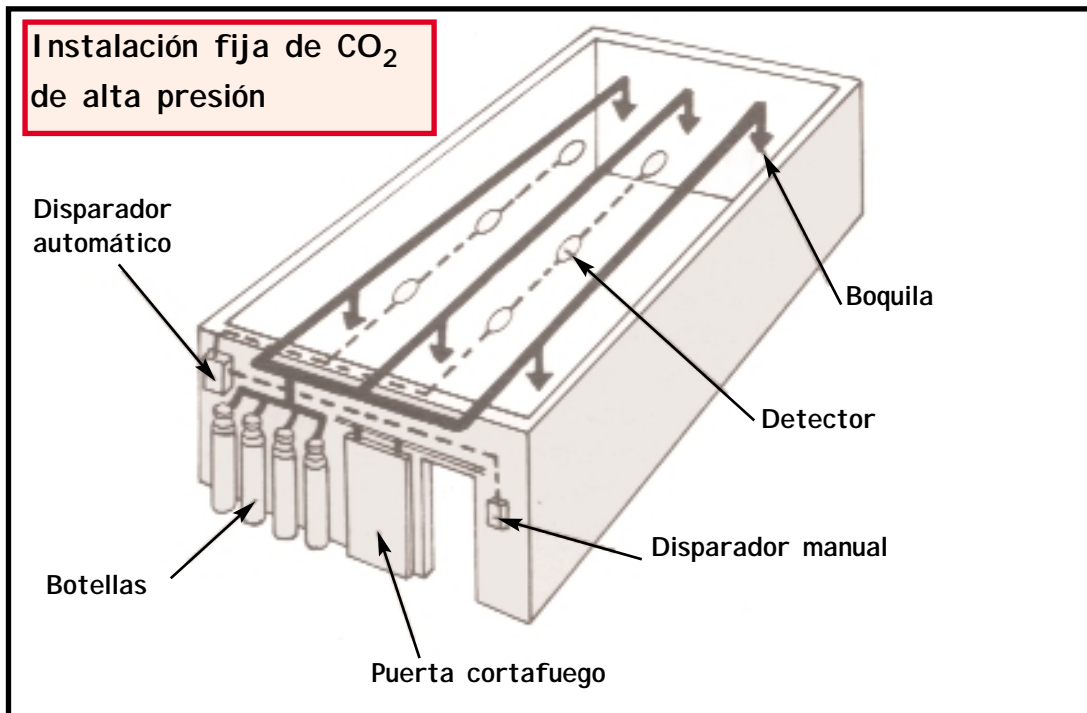
d) Instalaciones fijas de Anhídrido Carbónico, CO₂: En las instalaciones de CO₂, según el tipo de almacenamiento del gas se pueden distinguir dos sistemas:

- De baja presión.
- De alta presión.

Sistemas de baja presión: El CO₂ se almacena en grandes depósitos a unos 23 kg./cm². Para que pueda mantenerse a esta presión la temperatura del CO₂ ha de mantenerse a -18° C. este sistema solo es económico cuando la cantidad de anhídrido carbónico almacenado supera los 2500 Kg.



Sistemas de alta presión: En este sistema el CO₂ se almacena en cilindros o botellas de 50 Kg. de capacidad, a una presión de unos 70 kg./cm² a temperatura ambiente. Esta solución es más económica que la anterior, si bien puede producir una descarga menos uniforme ya que entraña un cierto riesgo de congelación de la tubería, con la consiguiente obstrucción.



Los elementos principales de una instalación son:

- Reserva de CO₂ en baja o alta presión.
- Válvula solenoide.
- Colector.
- Boquillas de descarga.

Sistemas de descarga: el anhídrido carbónico puede extinguir un incendio, de dos formas: por extinción de las llamas, cuando se trata de un fuego superficial o extinción por sofocación, cuando se trata de un fuego de profundidad. en el primer caso el sistema de descarga será de aplicación local. mientras que en el segundo el sistema será de inundación total.

Aplicación local: Consiste en descargar el anhídrido carbónico sobre la superficie del combustible. Este método es de aplicación en fuegos superficiales situados al exterior o en locales amplios que hagan inadecuado el método de inundación total, tales como tanques de temple, baños de pintura, etc.

Inundación total: Este método consiste en establecer una atmósfera inerte en el volumen de espacio a proteger durante un tiempo. La descarga de CO₂ suele oscilar entre el 35% del volumen y durante un tiempo que dura entre varios

minutos a varias horas. Se aplica a fuegos de combustibles sólidos y fuegos en profundidad, así como a fuegos en los que está presente la electricidad, tales como cuadros de control, maniobra, alternadores, etc.

Al igual que en el resto de instalaciones automáticas de extinción, éstas se activan mediante un sistema de detección. Con todos los agentes gaseosos, una vez se ha producido la detección del fuego, existe un sistema de prealarma, que dan tiempo a desalojar la zona a las personas antes de que se produzca la descarga.

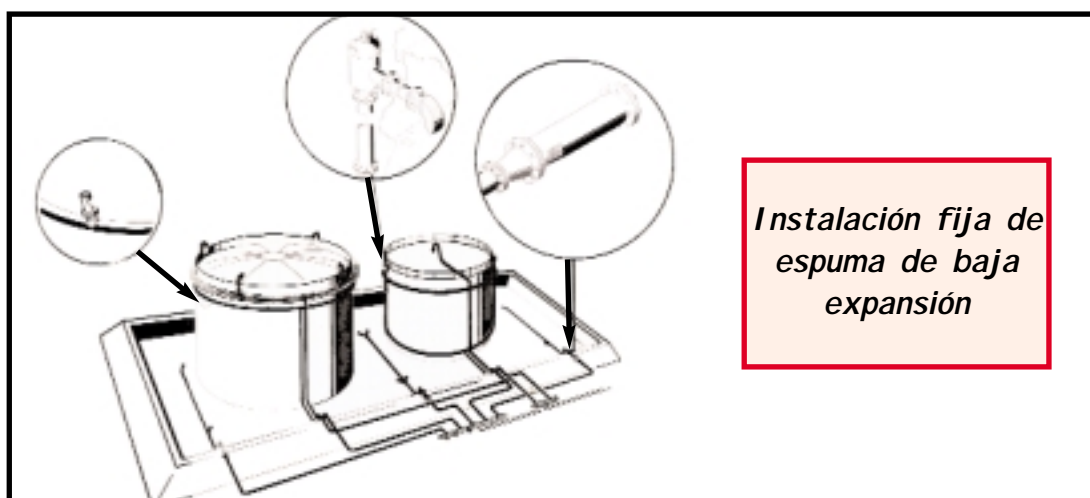
e) Instalaciones fijas de Halón: En las instalaciones fijas de compuestos halogenados, se utilizaba preferentemente el Halón 1301 por su baja toxicidad. Para evitar falsas descargas, el sistema dispone con una instalación cruzada de detección doble.

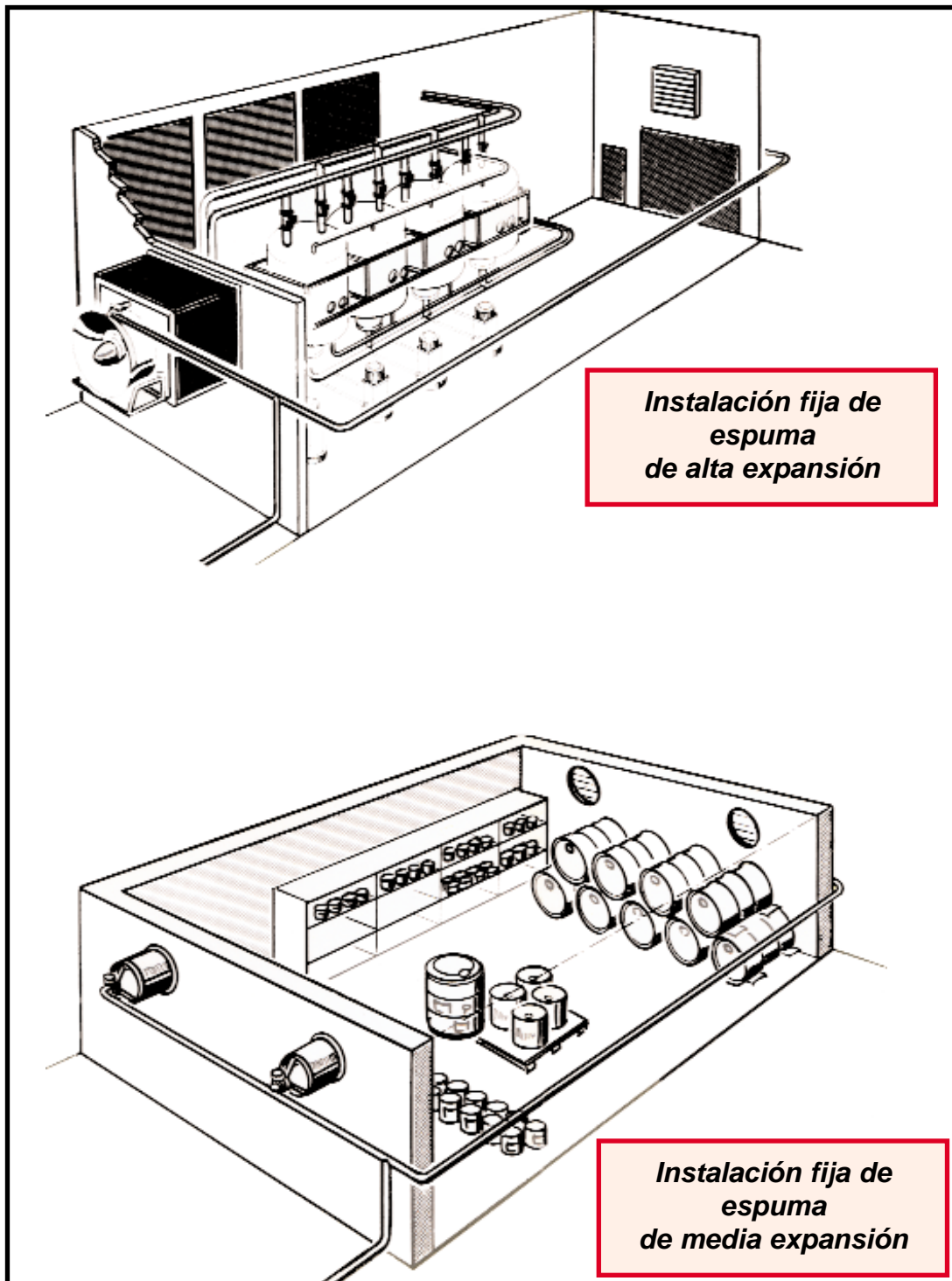
Al igual que en las instalaciones de CO₂, el sistema de descarga puede ser de aplicación local o de inundación total, en éste caso la cantidad de Halón descargada no supera el 6% del volumen del edificio, para conseguir la total extinción.

Este tipo de instalaciones es muy superior a las de CO₂, dadas las ventajas que ofrece en virtud de las propiedades del Halón (menor volumen, peso mas reducido y mayor eficacia en extinción), empleándose principalmente en la protección de equipos eléctricos y electrónicos, centros de proceso de datos, archivos, aeronaves, motonaves, etc.

Sin embargo, en el año 1992 la mayoría de países industrializados decidieron que a partir del año 1997 se dejase de producir e importar las sustancias que tienen capacidad para destruir la capa de ozono y aumentar el efecto invernadero, entre las que se encuentra el halón 1301.

f) Instalaciones fijas de espuma: Cuando hay que proteger líquidos inflamables en instalaciones permanentes tales como depósitos de almacenamiento de combustibles o cubas que contienen líquidos inflamables, o hangares para aeronaves se colocan dispositivos generadores y distribuidores de espuma física.



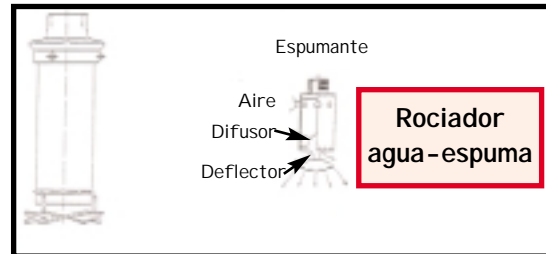


Básicamente estos sistemas constan de:

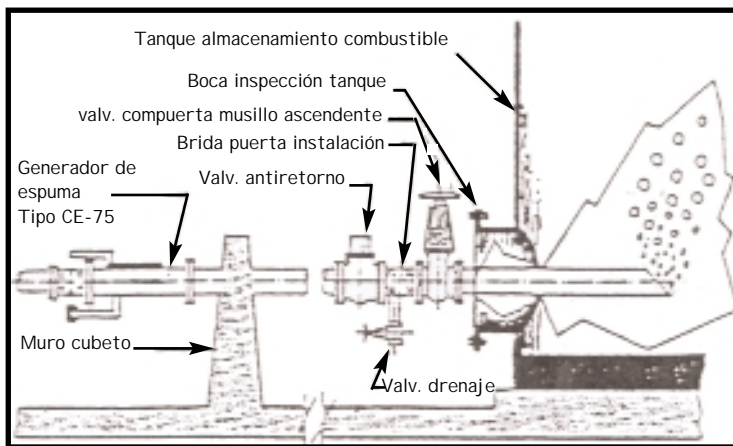
- Alimentación de agua para incendios.
- Depósito de espumógeno.
- Proporcionados o mezclador.
- Equipos generadores de espuma.

Según el tipo de espumógeno empleado, serán sistemas de baja, media o alta expansión, y según el equipo de distribución, serán sistemas de rociadores, de inyección interior, de cámaras vertederas y generadores.

En los sistemas de rociadores se utilizan boquillas abiertas que distribuyen la espuma por el área a proteger. Son sistemas de diseño similar a los rociadores de agua con un cono de proyección y se utilizan principalmente en la protección de terminales de carga

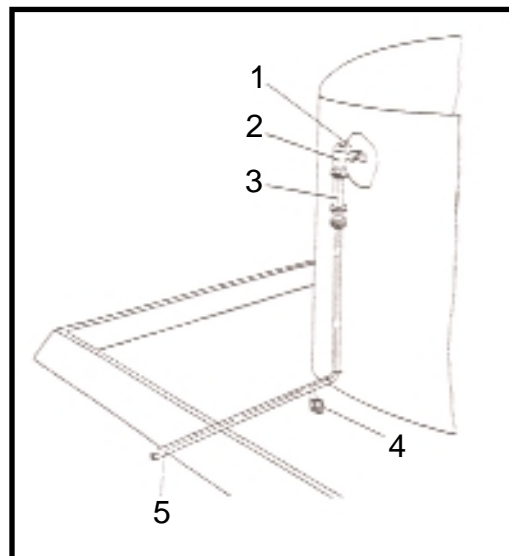


El sistema de inyección interior se emplea para la protección de tanques de líquidos combustibles de techo fijo.



Se caracteriza porque produce e impulsa la espuma en el interior y a través del combustible, llegando aquella a la superficie debido a su menor densidad. Estos sistemas utilizan espumógenos especiales que no se contaminan por el combustible.

Las cámaras vertederas de espuma se emplean como medio para proteger tanques de techo fijo. Son elementos que producen espuma y la depositan sobre la superficie del combustible.



1. Deflector (codo de proyección de espuma)
2. Cámara de espuma (Vertedera)
3. Generador de Espuma (Mezclador Aire)
4. Válvula de Drenaje (en punto más bajo)
5. Tubería de alimentación espumante



En tanques de techo flotante se instalan generadores de espuma distribuidos simétricamente sobre el techo del tanque y que vierten la espuma sobre el anillo formado por la junta de cierre del techo.

En los locales o aceites de temple o hangares de aviones pueden instalarse generadores de espuma de alta expansión que actúan por inundación total o aplicación local.

12.1.9. Instalación de alumbrado de emergencia: Sirve para proporcionar iluminación a nivel del suelo en los recorridos de evacuación (pasillos, puertas, escaleras) y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios diferentes de los citados, a partir del momento en que se produce un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal, o la caída de tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal. El alumbrado de emergencia debe cumplir unas condiciones de servicio mínimas:

- Duración una hora
- Iluminancia en recorridos de evacuación 1 lx
- Iluminancia de los equipos de protección de incendios 5 lx
- Nivel de iluminación uniforme



Cuando la instalación de alumbrado de emergencia está constituida por bloques o equipos autónomos automáticos, éstos deben cumplir las normas UNE establecidas. También puede considerarse como alumbrado de emergencia la instalación de alumbrado normal, cuando ésta disponga de una segunda fuente de alimentación independiente (generador eléctrico, fuente de alimentación de un segundo transformador de A.T.)

En grandes espacios abiertos como industrias, almacenes etc. se sitúan en los pasillos de evacuación focos de emergencia de gran potencia lumínica en sustitución de los bloques autónomos de emergencia.

La normativa de espectáculos y actividades recreativas (cines, discotecas, bares, etc.) exige alumbrado de emergencia y reposición de las gradas y escaleras, colocando pilotos en la tabica de la misma.

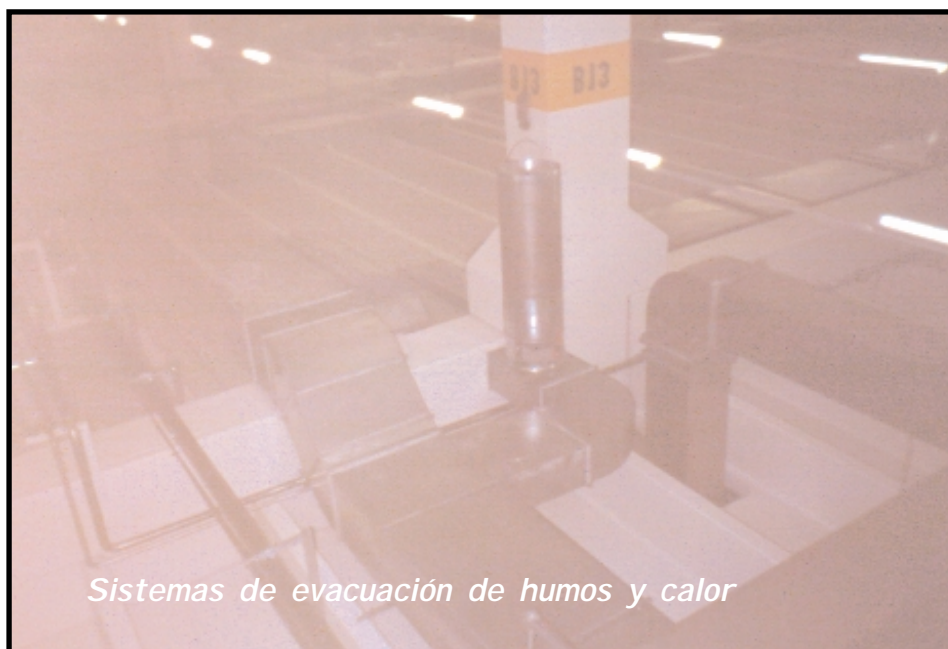
La señalización fotoluminiscente debe estar homologada y cumplir la normativa UNE, tiene la capacidad de absorber la luz natural o artificial y cuando éstas fallan producir luminiscencia durante un tiempo determinado.



12.1.10. **Instalación de ascensor de emergencia:** Solamente se exige esta instalación a los edificios de viviendas cuya altura de evacuación es mayor de 35 m. y a las zonas de hospitalización y tratamiento intensivo cuya altura de evacuación es mayor de 15 m.

Como características mínimas se exige que los ascensores tengan una capacidad de 630 kg. una superficie de 1,40 m². junto a los mandos un pulsador bajo tapa de vidrio con la inscripción "USO EXCLUSIVO BOMBEROS" y una fuente propia de energía que disponga de 1 h. de autonomía que se activa de forma automática en caso de fallo de la alimentación eléctrica.

11.1.11. **Sistemas de evacuación de humos y calor:** Se trata de la instalación de un conjunto de equipos (barreras de humos, exutorios o ventiladores) que en el supuesto de incendio operan automática o manualmente para que de forma coordinada con otros elementos de protección contra incendios, evacuen el humo del edificio a fin de:



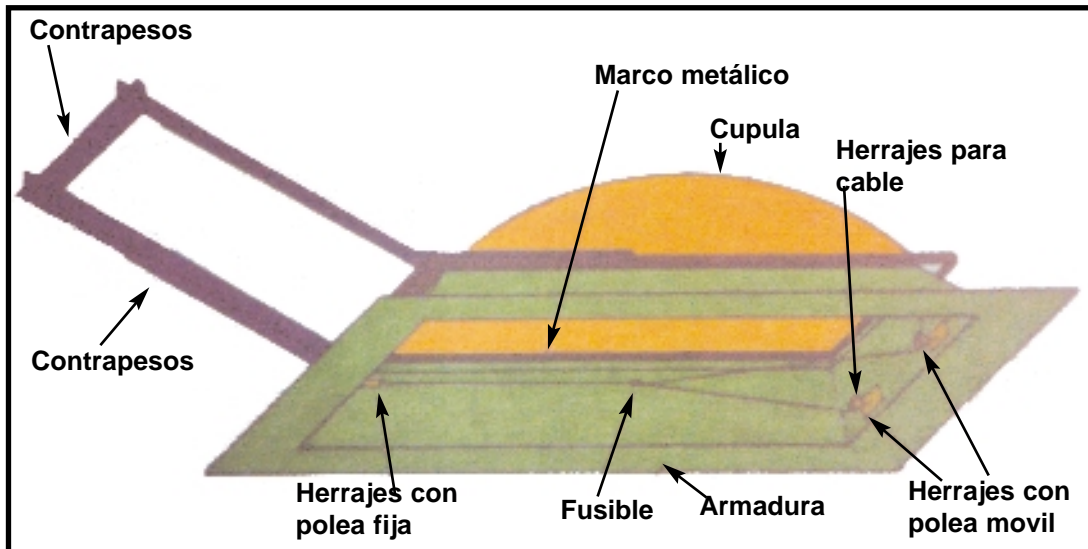
- Preservar las vías de evacuación para las personas
- Permitir la visibilidad de los focos del incendio a los bomberos
- Retrasar el calentamiento estructural del edificio

Estos equipos se instalan en determinado tipo de almacenes y actividades en las cuales en caso de incendio son susceptibles de generar gran cantidad de humos y gases tóxicos, o calor.

a) **Barreras de humo:** Se trata de instalar en la cubierta del edificio placas, paneles perfiles o textiles, resistentes al calor. Las barreras textiles se despliegan automáticamente en caso de alarma mientras que los paneles perfiles y placas están fijas.



b) Exutorios: Se trata de compuertas o claraboyas instaladas en la parte superior de los edificios que se abren manual o automáticamente en caso de incendio. Los exutorios pueden ser de lamas o mediante una o dos hojas.



c) Ventiladores: Los tipos de ventiladores dependen del lugar donde se ubiquen para que el trabajo que realicen sea en sobrepresión o en aspiración. En el primer caso no se exige ninguna condición especial a los ventiladores, mientras que a los que trabajan en aspiración deben ser capaces de soportar 400° durante 90 minutos.

Las instalaciones de ventilación de seguridad o extracción se utilizan preferentemente para extraer los gases liberados por los vehículos en garajes sótanos cuando no disponen de ventilación natural. También se utilizan los ventiladores para extracción de gases y humos de las cocinas.

12.1.12. Instalación de extintores: Es la instalación de uso más frecuente y consiste en la colocación o distribución de extintores portátiles en las diferentes tipos de actividades, según unos parámetros establecidos en la normativa de incendios.

Los extintores pueden ser de diferentes tipos según la clase de agente extintor que utilizan los principales son:

- Agua pulverizada con o sin aditivos
- Espuma física
- Polvo químico seco
- Polvo polivalente
- Anhídrido carbónico
- Halón



Como se indicó anteriormente estos últimos no se utilizan ya que los mismos poseen una gran capacidad para destruir la capa de ozono y aumentar el efecto invernadero.

Además los extintores se miden por su eficacia, ésta se designa mediante un número seguido de una letra. El valor numérico indica el tamaño del fuego que puede apagar y la letra nos indica la clase de fuego para el cual es adecuado el agente extintor que contiene.

Aunque no se consideran propiamente como instalaciones de protección de incendios, existen ciertos elementos constructivos que intervienen en el comportamiento ante el fuego de forma definitiva en lo que se denomina protección pasiva.

El comportamiento al fuego de los elementos constructivos deben mantener las condiciones siguientes:

1. Estabilidad al fuego o capacidad portante
2. Ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta al fuego
3. Estanqueidad al paso de las llamas o gases calientes
4. Resistencia térmica suficiente en la cara no expuesta al fuego

La condición 1 de estabilidad al fuego solamente se les exige a los elementos portantes de una estructura y se define como estabilidad al fuego (EF-minutos) ante la acción térmica a que se ve sometida.



Comportamiento al fuego de los elementos constructivos

Cuando a un elemento se le exige la cualidad parallamas (PF-minutos) necesariamente deberá cumplir con las condiciones 1, 2 y 3.

A los elementos resistentes al fuego (RF-minutos) se les exige el cumplimiento de las condiciones 1, 2, 3 y 4.

La experiencia ha demostrado que una gran nave equivale a un gran incendio.

Las fábricas con amplias naves para almacenamiento, fabricación y servicios son las que más daños sufren ante un incendio. Por los amplios locales se reparte el humo, la temperatura y el fuego.

Mientras que una gran nave con divisiones, empleando los mismos medios de extinción equivalen a un incendio pequeño.

La partición del local por secciones, le resta vistosidad a la fábrica pero equivale a menos riesgo, estas particiones se realizan con muros cortafuegos también llamados muros RF (resistentes al fuego)

La normativa exige que determinados locales sean considerados como locales de riesgo, siendo los siguientes:

- Salas de calderas
- Depósitos de combustibles
- Salas de bombas contra incendios
- Salas de contadores, cuadros o transformadores eléctricos
- Casetón maquinaria ascensor etc.

El acceso a estas salas se realiza a través de una puerta, ésta necesariamente debe ser una puerta que al menos posea la mitad de la resistencia al fuego del elemento compartimentador.



Puerta resistente al fuego compartiendo una sala de calderas

Puerta resistente al fuego compartiendo un garaje público.

12.2. Plan de emergencia y autoprotección

La normativa legal aplicable está incluida dentro del Manual de Autoprotección para el desarrollo del Plan de Emergencia contra Incendios y de Evacuación en Locales y Edificios O. M. de 29 de Noviembre de 1984 del Ministerio del Interior que consta de los siguientes apartados:

OBJETIVOS Y FINES
EVALUACION DEL RIESGO
COMPORTAMIENTO AL FUEGO
EVACUACION
MEDIOS DE PROTECCION Y LUCHA
PLAN DE EMERGENCIA
IMPLANTACION

12.2.1. Objetivos y fines:

- a) CONOCER EL EDIFICIO Y SUS INSTALACIONES
- b) GARANTIZAR LOS MEDIOS DE EVACUACION Y PROTECCION
- c) PREVENIR LAS CAUSAS DE LA EMERGENCIA
- d) DISPONER DE PERSONAS ORGANIZADAS FORMADAS Y ADIESTRADAS
- e) INFORMACION PARA TODOS LOS OCUPANTES DEL EDIFICIO

12.2.2. Evaluación del riesgo: Valora y analiza las condiciones de riesgo de los edificios

a) ***Riesgo potencial:*** Clasifica el riesgo de la actividad según su uso y carga de fuego en Mcal/m².

- ALTO
- MEDIO
- BAJO

y está condicionado por:

- OCUPACION personas/m²
- SUPERFICIE de la actividad
- ALTURA sótanos o plantas elevadas

b) **Condiciones de evacuación:** Establece el número máximo de personas a evacuar en cada zona.

- Fijadas en la NBE-CPI-96
- Para cada planta
- Para cada área

d) **Emplazamiento:** Descripción de la actividad está ubicada en zona urbana o industrial y se especificará.

- Riesgo aislado
- Medianería a riesgos colindantes
- Características de los riesgos colindantes
- Calles o vías que la rodean
- Situación de sus accesos al exterior
- Plano topográfico a escala 1/25.000

d) **Accesibilidad:** La situación de sus accesos, ancho de las vías públicas, justificando el acceso de los vehículos pesados de emergencia.

- Cumplimiento del Apéndice 2 de la NBE-CPI-96
- Anchura mínima
- Distancias a fachadas de edificio
- Capacidad portante de sobrecarga de las vías
- Situación de medios exteriores de protección (hidrantes, fuentes, etc.)
- Distancia y tiempo estimado de intervención del S.C.I.S.

e) **Edificio:** Descripción de las actividades que se desarrollen en cada planta de la actividad, indicando su ubicación y superficies en especial.

- Transformadores y distribución eléctrica
- Climatización
- Salas de calderas
- Grupos de presión
- Instalaciones de gas
- Aparatos elevadores
- Grupos electrógenos
- Almacenes de productos inflamables
- Equipos de corte y soldadura
- Salas de gases
- Talleres de mantenimiento



f) **Planos de Situación y emplazamiento:** La información recopilada y evaluada del riesgo, se grafía en los planos que definen.

- Características: Formato DIN A-3, escala 1/500
- Indicaciones
 - Calles o vías públicas
 - Hidrantes mas próximos en un radio de 200 m.
 - Máxima altura del edificio con expresión del nº de plantas
 - Orientación N-S
 - Edificios públicos en un radio de 100 m.
 - Riesgos especiales en un radio de 100 m.
- Ejemplares a preparar: Dirección y S.C.I.S.

12.2.3. **Comportamiento frente al fuego:** Describe las características constructivas y condiciones de diseño del edificio

a) **Estabilidad al fuego:** Se refiere a la estabilidad mecánica o capacidad portante de la estructura del edificio.

- Pilares
- Vigas
- Forjados
- Tramos de escalera
- Se expresa siempre en minutos (EF-30)
- Eurocódigos:
 - 2: Estructuras de hormigón
 - 3: Estructuras de acero
 - 4: Estructuras mixtas
 - 5: Estructuras de madera
 - 6: Estructuras de fábrica

b) **Resistencia al fuego:** Se refiere a la forma de lucha pasiva de los elementos constructivos de un edificio.

- Medianerías o fachadas
- Cubiertas
- Forjados
- Elementos de partición interior
- Puertas de paso
- Patinillos de instalaciones y tapas de registro
- Se expresa siempre en minutos (RF-30)
- Características de un elemento RF:
 - Estabilidad mecánica o capacidad portante
 - Ausencia de emisión de gases en la cara no expuesta
 - Estanqueidad al paso de llamas
 - Resistencia térmica suficiente para impedir que se produzcan en la cara no expuesta al fuego, temperaturas superiores a las exigidas en la norma UNE

c) **Reacción al fuego:** Se refiere a los materiales utilizados como revestimiento o acabado superficial de un edificio.

- Clasificación de un material:

- MO : Incombustible
- M1 : No inflamable
- M2 : Inflamabilidad moderada
- M3 : Inflamabilidad media
- M4 : Inflamabilidad alta

12.2.4. **Evacuación**

a) **Evacuación:** Es la acción de desalojar un edificio en el que se ha declarado un incendio u otro tipo de emergencia.

- Vías de evacuación:

- Horizontales : Puertas y pasillos
- Verticales : Escaleras
- Los ascensores nunca deben ser utilizados como vía de evacuación

- Cálculo: Art. 7, 8, 9 y 10 de la NBE-CPI-96

b) **Señalización:** De las vías de evacuación y locales de especiales características que regule los siguientes aspectos


- Direcciones desde el origen de la evacuación
- Direcciones que deben evitarse en caso de evacuación
- Emplazamiento de los medios e instalaciones de protección contra incendios
- Dispositivos destinados a evitar la propagación del fuego
- Zonas que representan un riesgo particular de incendio

c) **Alumbrados especiales:** Los alumbrados especiales tienen como objetivos:

- Posibilitar una fácil evacuación
- Mantenimiento de un nivel de iluminación suficiente
- Alumbrado de emergencia: Debe tener dos fuentes de suministro
 - Fuente normal : Compañía eléctrica
 - Fuente propia : Batería o grupo electrógeno
 - Aparatos automáticos : Cumplir normas UNE 20062 y 20392
 - Capacidad : 1 hora
 - Conexión : Automática cuando la tensión baja a menos de un 70% del valor nominal.



d) **Planos de edificios por plantas:** Del comportamiento frente al fuego y la evacuación debe recogerse en los planos del edificio.

- Características : Formato DIN A-3, escala 1/100, dependiendo del tamaño.
- Indicaciones:
 - Graficar al margen la EF de estructura y forjados
 - Delimitar las zonas que constituyen sector de incendios
 - Graficar la ocupación por plantas, así como las vías de evacuación
 - Utilizar trama o colorear las vías de evacuación con 
 - Graficar aparatos de emergencia y señalización
- Ejemplares a preparar: Dirección y S.C.I.S.

12.2.5. **Medios de protección:** Contiene el inventario de los medios técnicos disponibles para la autoprotección

a) **Detección:** Se entiende por detección el hecho de descubrir que hay un incendio en un determinado lugar.

- Constitución:
 - Detectores
 - Líneas de conexión
 - Central de señalización y control
 - Fuente de alimentación

b) **Plan de emergencia:**

- Areas protegidas por la instalación de detección
- Tipo de detectores instalados en cada zona
- Ubicación de la central de detección
- Sistema operativo de la central

b) **Alarma:** Se entiende por alarma la puesta en conocimiento del personal responsable o del público en general de la existencia de un incendio.

- Tipos:
 - Alerta : Equipos de primera intervención
 - Alarma general : Entrada en acción de todo el personal
- Medios de transmisión:
 - Instalación de pulsadores de alarma
 - Instalación de alarma general
 - Instalación de megafonía
- Plan de emergencia:
 - Medios de transmisión de la alerta: Teléfono, radio, pulsador
 - Cobertura y ubicación de pulsadores de alarma
 - Características y alcance de la alarma general
 - Características y cobertura de la instalación de megafonía

12.2.6. *Medios de extinción*

a) **Extintores**: Se entiende por extintor portátil el aparato que contiene un agente extintor que puede ser proyectado sobre el incendio.

- Clasificación según su agente extintor:
 - Agua
 - Espuma
 - Polvo
 - Anhídrido carbónico
- Eficacia extintora:
 - Fuegos de clase A : Sólidos
 - Fuegos de clase B : Líquidos
- Plan de emergencia:
 - Señalización y ubicación
 - Características de los extintores
 - Programa de mantenimiento

b) **Bocas de Incendio Equipadas**: Son sistemas de extinción a base de agua que se instalan en el interior de los edificios

- Tipos:
 - manguera de 25
 - manguera de 45
- Elementos:
 - Lanza
 - Manguera
 - Válvula
 - Devanadera y armario
- Plan de emergencia:
 - Descripción tipo de BIE
 - Acometida y red de tuberías
 - Número total de BIE por planta

c) **Hidrantes exteriores**: Las columnas hidrantes exteriores son tomas de agua conectadas a la red exterior de incendios para el abastecimiento de los vehículos de bomberos.

- Tipos según diámetro:
 - 100
 - 80
- Según su disposición
 - de columna
 - enterrada
- Plan de emergencia:
 - Descripción tipo de CHE instaladas



- Características de red de abastecimiento
- Número total y su ubicación

d) ***Columna seca***: Es una instalación formada por una conducción normalmente vacía, que parte de la fachada del edificio, discurre por la caja de escaleras y está provista de bocas de salida en pisos. Es para uso exclusivo de bomberos

- Plan de emergencia:
 - Número y ubicación
 - Características constructivas, toma de alimentación y salidas

e) ***Rociadores automáticos***: Son sistemas fijos de extinción a base de agua. Constan de red de tuberías, cabezas rociadoras y puesto de control.

- Plan de emergencia:
 - Areas o zonas cubiertas
 - Clase de instalación
 - Características de los rociadores, tuberías, puesto de control
 - Ubicación del puesto de control

f) ***Extinción automática de agentes gaseosos***: Son sistemas fijos de extinción por inundación de agentes gaseosos en recintos o locales cerrados.

- Agentes gaseosos:
 - Anhídrido carbónico
 - Halon FM 200
 - Halon F 13
 - Argonite
- Plan de emergencia:
 - Areas o zonas cubiertas
 - Clase de instalación
 - Características de los rociadores, tuberías, puesto de control
 - Ubicación del puesto de control

g) ***Medios humanos***: Se extraen de la plantilla teniendo en cuenta las aptitudes y las actitudes de cada individuo, así como sus disponibilidades.

- Dotación de equipos:
 - Equipos de alarma y evacuación
 - Equipos de primeros auxilios
 - Equipos de primera intervención
 - Equipos de segunda intervención
 - Coordinador de los equipos de intervención
 - Jefe de la Emergencia

h) **Planos del edificio por plantas:** Documento relativo a medios de protección, dentro del Plan de Emergencia con una colección de planos del edificio con las siguientes condiciones.

- Características: Formato DIN A-3, escala 1/100, dependiendo del tamaño.
- Indicaciones
 - Graficar en plano los sistemas:
 - Central de detección y detectores
 - Pulsadores de alarma
 - Sirenas de alarma general
 - Extintores, BIE, CHE, CS, ROC,
 - Instalaciones fijas de agentes gaseosos
 - Interruptores generales de electricidad
 - Los locales de riesgo especial señalar mediante trama
 - Ejemplares a preparar: Dirección y S.C.I.S.

12.2.7. **Plan de emergencia:** Define la secuencia de acciones a desarrollar para el control inicial de las emergencias que puedan producirse y planificar la organización humana con los recursos necesarios

a) **Grados de emergencia:**

- **CONATO DE EMERGENCIA:** Cuando se controla y domina de forma sencilla con los medios propios del sector.
- **EMERGENCIA PARCIAL:** Para ser dominado requiere la actuación de los equipos especiales. Quedando los efectos limitados a una zona.
- **EMERGENCIA GENERAL:** Cuando precisa la actuación de todos los equipos y medios de protección y la ayuda de medios de socorro y salvamento exteriores. La emergencia general comporta la evacuación de personas de determinados sectores.

b) **Acciones:** Se trata de la planificación humana para la utilización óptima de los medios técnicos previstos.

- Documentos Básicos
 - Plan de Alarma
 - Plan de Extinción
 - Plan de Evacuación
- Plan de Alarma: El inicio se produce con la detección del incendio
 - Medio transmisión → manual
 - Teléfono
 - Radio
 - Pulsadores de alarma
 - Detectores → automática



- Plan de Extinción: Se inicia cuando se desencadena la alarma general
 - Determinación de las personas que constituyen los EPI y ESI
 - Mecanismos de puesta en acción de las mismas
 - Instrucciones de actuación
 - Instrucciones de recepción de ayudas externas
 - Instrucciones de uso de los medios de extinción

- Plan de Evacuación: Se inicia cuando se desencadena la alarma general
 - Especificación del medio de transmisión de la alarma general
 - Instrucciones generales de evacuación para todo el personal
 - Elaboración de carteles y planos con los itinerarios de evacuación
 - Determinación de las personas que constituyen la EAEv
 - Instrucciones particulares a la EAE
 - Responsable de la puesta en marcha del plan de evacuación

- c) **Equipos de emergencia:** Constituyen el conjunto de personas especialmente entrenadas y organizadas para la prevención y actuación en accidentes.

- Deberes:
 - Estar informado del riesgo general y particular de los procesos de la actividad
 - Señalar las anomalías que se detecten y verificar que han sido corregidas
 - Conocer y saber utilizar los medios materiales disponibles
 - Hacerse cargo del mantenimiento de los materiales
 - Estar capacitado para suprimir las causas de cualquier anomalía:
 - Mediante la acción indirecta → dando la alarma
 - Mediante la acción directa → cortar c.e., cerrar llave gas, etc.
 - Combatir el fuego desde su descubrimiento mediante:
 - Dar la alarma
 - Aplicar las consignas del Plan de Emergencia
 - Atacar al fuego con medios mientras llegan refuerzos
 - Prestar los primeros auxilios a personas accidentadas
 - Coordinarse con los miembros de otros equipos

- Denominación y función de los equipos:
 - Equipos de alarma y evacuación (E.A.E.): Intervienen en la evacuación ordenada de su sector
 - Equipos de primeros auxilios (E.P.A.): Sus componentes prestan los primeros auxilios a los lesionados
 - Equipos de primera intervención (E.P.I.): Los miembros acuden al lugar donde se ha producido la emergencia para intentar su control
 - Equipos de segunda intervención (E.S.I.): Actúan cuando la emergencia no puede ser controlada por los EPI o prestan apoyo a los servicios de ayuda exterior
 - Jefe de intervención: Valora la emergencia y asume la dirección y coordinación de los equipos de intervención

- Jefe de emergencia: Desde el centro de comunicaciones evalúa la evolución de la emergencia enviando mas ayudas internas o recabando las ayudas externas necesarias. Analiza y define la composición mínima de los equipos

d) **Desarrollo del plan de emergencia:** Consiste en diseñar esquemas operacionales que establezcan las secuencias de actuación de los equipos en función de la emergencia.

- Características de los esquemas:
 - Ser sencillos
 - Referencia a:
 - Alerta
 - Alarma
 - Intervención
 - Apoyo entre jefaturas y equipos

12.2.8. **Implantación del Plan de emergencia**

a) **Responsabilidad:** El titular de la actividad es el responsable del plan de emergencia.

- Obligatoriedad:
 - Directivos
 - Técnicos
 - Mandos intermedios
 - Trabajadores

b) **Organización:** El titular de la delegar la implantación y mantenimiento del plan.

- Miembros:
 - Jefe de Seguridad → Jefe de Emergencia
 - Comité de Autoprotección formado por:
 - Jefe de Seguridad
 - Jefe de Emergencia
 - Jefe de Intervención
 - Jefes de los equipos de emergencia

c) **Medios técnicos:** Las instalaciones de protección contra incendios y otras (alumbrado, teléfono, megafonía). Cumplirán con la legislación vigente para su mantenimiento (RIPCI). Para las ayudas externas se dispondrá en el acceso un juego de planos en un armario con el rótulo "USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS"



d) **Programa de implantación:** Se realiza atendiendo a las prioridades y con el calendario correspondiente las siguientes actividades:

- Inventario de los factores que influyen en el riesgo potencial
- Inventario de los medios técnicos de autoprotección
- Evaluación del riesgo
- Confección de planos
- Redacción del manual de emergencia y planes de actuación
- Medios técnicos previstos para ser utilizados en los planes de actuación
- Consignas de prevención y actuación para el personal y usuarios
- Consignas de prevención y actuación para los componentes de los equipos
- Reuniones informativas para el personal de la actividad
- Selección, formación y adiestramiento de los componentes de los equipos

e) **Programa de mantenimiento:** Se prepara un programa anual con el correspondiente calendario que comprende las siguientes actividades:

- Cursos periódicos de formación y adiestramiento de los componentes de los equipos
- Mantenimiento de las instalaciones peligrosas (calderas, pinturas)
- Mantenimiento de las instalaciones de detección, alarma y extinción según lo establecido en el RIPCI
- Inspecciones de seguridad
- Simulacros de emergencia

MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN

CAUSAS PRINCIPALES DE LOS INCENDIOS

1- ORDEN Y LIMPIEZA

Mantener los locales limpios y ordenados
Asegurar la recogida regular de envases y desperdicios

2- EQUIPO ELECTRICO

Verificar las instalaciones periódicamente
Evitar las chapuzas en conexiones
Apagar los aparatos después de su utilización
No sobrecargar líneas eléctricas
No colocar tejidos sobre lámparas

3- FUMADORES

Disposición de ceniceros en los locales
No vaciar ceniceros directamente sobre depósitos de basuras
No utilizar las papeleras como ceniceros
Prohibición de fumar en determinados locales de riesgo o técnicos

4- MATERIAS PELIGROSAS

Productos inflamables lejos de las fuentes de calor
Almacenes de gases bien ventilados
No utilizar aerosoles cerca de llamas abiertas

5- OBRAS

Las empresas ajenas o subcontratadas deben conocer las consignas de seguridad
Supervisar el trabajo con soldaduras y llamas abiertas
Prohibición de fumar en determinados locales de riesgo o técnicos







Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Investigación de Incendios

Pedro Anitua



Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak

13. Investigación de Incendios

13.1. Introducción

La investigación no ha sido tradicionalmente una actividad ligada a los servicios de bomberos, aunque su necesidad, considerada como elemento imprescindible para la prevención, es incuestionable.

Parece obvio que no se puede legislar sobre algo sin conocerlo y por tanto, "poner barreras normativas" al fuego sin tener contrastada su utilidad, resulta un contrasentido. Así el manejo de datos incorrectos, productos bien de la ausencia o bien de la realización de una pobre investigación, nos conducirá inexorablemente a sacar conclusiones erróneas, que desembocarán en actuaciones equivocadas en el ámbito preventivo.

Afortunadamente para todos, los servicios en su evolución, van introduciendo la investigación de siniestros entre sus principales tareas, consolidando conclusiones y difundiéndolas posteriormente a través de foros y publicaciones, para que otros puedan conocer y por tanto evitar siniestros posteriores.

13.2. Objeto de la investigación

Antes de realizar cualquier tipo de trabajo debemos saber exactamente qué es lo que pretendemos con él. Esto es, cuál es el objeto del mismo.

En nuestro caso, el objeto de la investigación es múltiple, tal y como se aprecia en el cuadro.

INVESTIGACION DE INCENDIOS

¿PARA QUE INVESTIGAR?

- PARA APRENDER COMO SE COMPORTA EL FUEGO
- PARA APRENDER COMO SE COMPORTAN LOS MATERIALES
- PARA MEJORAR LA AUTOPROTECCIÓN
- PARA DAR SERVICIO A LA SOCIEDAD



- ***Aprender cómo se comporta el fuego***

Es un elemento básico a la hora de considerar tanto medidas preventivas como operativas. Los movimientos de gases y humos, la velocidad de propagación del incendio, la severidad del mismo, los daños que se producen, etc...., etc.... son imprescindibles para poder proponer del lado preventivo compartimentaciones, exhutorios, etc... y por el lado operativo: equipos de protección personal, equipo técnico de extinción, equipos de ventilación, etc...

- ***Aprender cómo se comportan los materiales***

Esto es su reacción y su resistencia. La realidad nos permite contrastar la teoría o los ensayos de laboratorio y darlos por buenos o no. Así se pueden ir introduciendo mejoras y correcciones en la normativa, eliminando unos materiales proponiendo otros o bien añadiendo tratamientos que suplan las carencias detectadas.

- ***Mejorar la autoprotección***

El comportamiento de las personas puede intentar modificarse a la vista de cómo se ha comportado el fuego.

La prevención no sólo es normativa, es fundamentalmente una actividad práctica que se desarrolla en cada acto. La promoción de una "conducta preventiva" es parte fundamental de la actividad de los bomberos.

- ***Dar Servicio a la sociedad***

La sociedad prepara y mantiene especialistas de alto nivel en los servicios de bomberos de los que se espera, no sólo que impidan, controlen o minimicen los siniestros, sino también que sus conocimientos y su experiencia pueda servir para averiguar cómo se ha producido un siniestro y poder colaborar en la investigación de las responsabilidades que correspondan.



La formación juega una labor muy importante a la hora de poder evaluar como se ha producido un siniestro.

13.3. Objetivos Generales

Desde el punto de vista de un Servicio de Bomberos, los objetivos de la Investigación de siniestros son:

OBJETIVOS GENERALES

- LOCALIZACIÓN DEL ORIGEN
¿DÓNDE?
- DETERMINACIÓN DE LA CAUSA
¿CUÁNDO?
- DETERMINACIÓN DE LA CIRCUNSTANCIA
¿POR QUÉ?

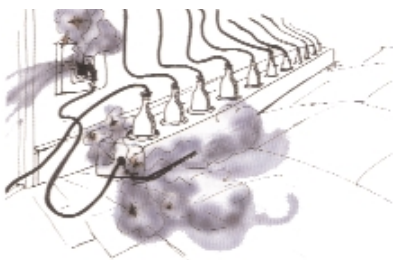
- ***Localización del origen***

El primer trabajo específico a realizar es la localización del punto o la zona donde comenzó el fuego, ya que sin conocer este parámetro no vamos a ser capaces de relacionar elementos posteriores ligados a él.

- ***Determinación de la causa***

Una vez que sabemos "dónde" ha comenzado el fuego, parece obvio que tenemos que averiguar "cómo" se ha producido y qué elementos han sido los desencadenantes del mismo.

- ***Determinación de la circunstancia***



En muchos casos no basta con conocer la causa (por ej. un cortocircuito) para sacar conclusiones de una investigación, sino que es preciso estudiar las circunstancias que se han dado para que ese hecho se produzca.

- ***Determinación del causante***

No es una tarea propia de los servicios de bomberos, ya que ni su especialización ni las circunstancias legales que le rodean son las más favorables para realizar este tipo de investigaciones, aunque en algunos países (por ej. EE.UU.) sí las contemplan.

Por esta circunstancia, además de otras obvias, la investigación no puede ser nunca un trabajo individual de los bomberos, sino multidisciplinar.



13.4. Equipo investigador

De lo apuntado en el apartado anterior, puede deducirse claramente que una investigación no es un trabajo para un tipo determinado de profesionales sino que es una tarea interprofesional en la que los servicios de la administración: bomberos y policía deben trabajar en muchas circunstancias de forma conjunta y coordinada, ya que ambos trabajos y especialidades se complementan, debiendo añadirse a ellos los expertos de las compañías de seguros que cuentan con espléndidos especialistas.

INTERVINIENTES

- BOMBEROS
- POLICIA
- PERITOS Y EXPERTOS

“Se deben evitar siempre los conflictos de intereses” (Acuerdo mutuo)

Este equipo debe antes de comenzar los trabajos de investigación, determinar una serie de factores importantes como son entre otros:

- ***Determinar claramente quién dirige la investigación.***

Generalmente la autoridad es pública (policía o bomberos) pero puede ser dirigida la investigación de forma privada (compañías de seguros, expertos...) por ejemplo en el caso de la investigación previa a una demanda o una simple investigación interna sin consideraciones legales.

- ***Determinar el derecho de entrada al local, inmueble, etc... afectado.***

El derecho de entrada está regulado por ley y debe contarse, o bien con la correspondiente orden judicial, o bien con el consentimiento explícito del propietario.

- ***Determinar las personas que forman el equipo investigador.***

A fin de evitar que otras terceras tengan acceso, por fallos de control, a las zonas siniestradas.

- ***Llegar a un acuerdo de funcionamiento.***

Entre todos los miembros del equipo, para consensuar cuestiones como:

- Control y acceso al siniestro

- Forma de compartir la información
- Levantamiento y custodia de pruebas
- Organización de la investigación (pautas a seguir)
- Citación de testigos
- Etc...

Sólo en algunas circunstancias este equipo se rompe, y estos casos son aquellos en los que los bomberos son implicados en el proceso judicial, no como peritos sino como demandados.

Afortunadamente estos casos son los menos y la labor pericial del técnico de bomberos sigue teniendo una importancia vital.

No obstante, y como apreciación, si se me permite, considero que ningún Servicio de Bomberos debe comenzar a realizar investigaciones sin haber establecido un marco de relación estable con un servicio policial concreto. Este en mi opinión, deberá ser el más próximo o más afín a la administración que dirige el Servicio Contra Incendios, lo que permitirá una mejor coordinación en el trabajo. Porque, y esto debemos de tenerlo todos claro, las investigaciones se sabe siempre cómo comienzan, pero nunca cómo van a terminar y es posible que en la inspección de un siniestro por muy simple que éste parezca podamos encontrar indicios claros de criminalidad, lo que nos obliga, entre otras cosas por nuestra condición de funcionarios públicos, a ponerlo en inmediato conocimiento de las autoridades competentes a fin de que ellas se hagan cargo de la situación. En ese momento la iniciativa del técnico de bomberos debe de cesar, quedando a disposición de la judicatura si es que ésta estima oportuno su participación como perito.

Otro caso especial es el de siniestro con víctimas, y en el que habitualmente es el juez, el que determina sus peritos sin que las compañías privadas puedan enviar a sus técnicos sin la previa aprobación del juez.

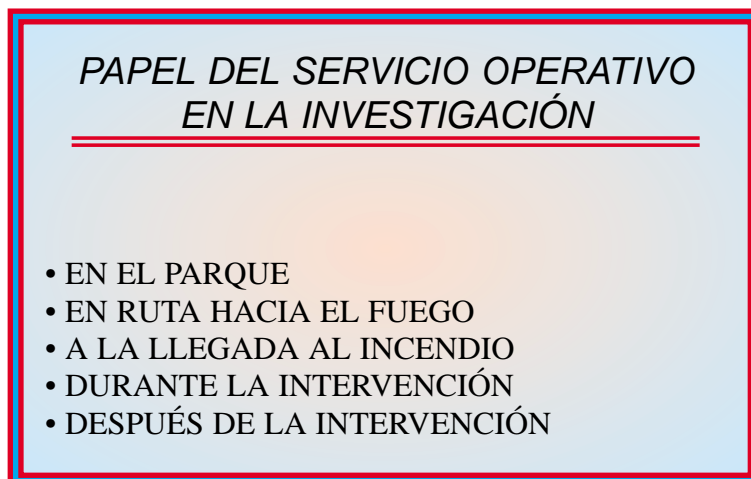
El equipo investigador deberá determinar:

- *Quien dirige la investigación*
- *El derecho a la entrada al local, inmueble afectado.*
- *Quien forma el equipo investigador*
- *Como llegar a un acuerdo de funcionamiento*
- *Pautas a seguir*



13.5. Intervención de los bomberos en el proceso de investigación

La intervención de los Parques de Bomberos en la investigación de incendios podemos centrarla en varios ámbitos:



En todos y cada uno de estos apartados los bomberos tienen un papel concreto a realizar, que será el que desarrollaremos a continuación. No obstante, debe aclararse que una investigación es siempre una reflexión posterior al incendio, aunque con el fin de ir clarificando conceptos realizaremos esta reflexión final conjuntamente con la descripción del apartado correspondiente.

Ni que decir tiene que muchos datos de las situaciones descritas cronológicamente en los apartados que siguen no se realizan en su totalidad en el citado momento, sino en la encuesta posterior, pero hemos considerado importante introducirlos en el lugar que les corresponde con el fin de no caer en la tentación habitual en las investigaciones de dejar todo para el final.

13.5.1. En el parque

Podemos decir que una buena investigación comienza desde que suena el teléfono avisando del siniestro.

Es evidente que la gestión de la llamada no puede convertirse en un largo interrogatorio que retrase la puesta en marcha de los Servicios Operativos, por ello, una vez tomados los datos básicos, el operador debe advertir al demandante "Espere un momento que voy a dar la salida" continuando posteriormente con la petición de información o bien solicitar un número de teléfono al que llamar una vez cumplida la tarea de ordenar la intervención.

En gran número de casos el demandante, debido a su estado de nerviosismo,

cuelga inmediatamente después de dar el aviso, no pudiendo siquiera completar la información básica para la intervención, en estos casos debe esperarse una segunda llamada que advierta del incendio para, ya con más calma, extenderse en detalles.

En aquellos casos en que la policía posea contacto directo con la Central de Bomberos, son los agentes de este Servicio testigos privilegiados a la hora de aportar información y en mayor medida, si cabe, cuando como sucede en la realidad, son ellos los que dan el primer aviso del incendio en muchos casos.

Una buena grabadora que reproduzca las llamadas recibidas con indicación digital horaria del momento en que se produjeron será un testigo eficaz a la hora de reconstruir el momento del descubrimiento del fuego.

Las centrales digitales en las que aparece el número telefónico de quien produce la llamada son también elementos de gran ayuda.

Los datos básicos a obtener en el momento de la llamada son:

a) ***La hora del aviso.***

Es el primer elemento exacto con que vamos a contar a la hora de realizar la investigación y por lo tanto constituirá el elemento básico alrededor del cual girará la determinación del momento inicio del incendio. Es importante no confundir nunca la "Hora de aviso" con la "Hora del descubrimiento" del fuego ya que en muchos casos el descubridor realiza operaciones y movimientos que retrasan la llamada, no acertando posteriormente a concretar el tiempo transcurrido entre el descubrimiento y el aviso.

Por ello, y conociendo la hora exacta de aviso el investigador posteriormente situará

HORA DE AVISO → HORA DE DESCUBRIMIENTO → HORA DE INICIO

En los casos en que el local siniestrado tuviera sistema de detección de incendios conectado a alguna centralita que posea registro horario deberá obtenerse este dato que será de gran importancia para situar la hora de inicio.

También se considera importante que se sitúe rápidamente el tiempo transcurrido entre el descubrimiento y el aviso ya que la experiencia indica que el "descubridor" en gran parte de las ocasiones modifica sus criterios a medida que pasa el tiempo, llegando en ocasiones y para no comprometer una deficiente actuación suya, a contradecir los datos iniciales o a olvidarlos.



b) *El demandante*

Su identidad, quién es y de dónde llama. Nombre, dirección y teléfono. Esta persona es desde el momento de la llamada el primer testigo conocido. Por ello es importante conocer sus datos con el fin de completar posteriormente la investigación.

Aunque escapa del ámbito de actuación del Servicio de Bomberos, debe tenerse en cuenta que en algunos incendios intencionados es el propio causante quien da aviso a los bomberos, bien porque él no quiera causar excesivos daños a la propiedad involucrada o bien porque el fuego se haya escapado de sus previsiones iniciales. También debe sospecharse de aquella persona que descubre varios fuegos en sucesivos días. Estos datos deben ponerse de inmediato en conocimiento del investigador policial conjuntamente con la grabación de la llamada para que procedan a la identificación de la citada persona.

c) *Descripción del fuego*

Aparte de la descripción necesaria para el correcto análisis de la situación y el consiguiente envío de medios, esta información es vital para subsiguientes investigaciones. Así por ejemplo, el



Keroseno o las gasolinas emiten gran cantidad de humo negro cuando arden, pudiendo haber terminado la combustión de los citados materiales a la llegada de los bomberos.

El conocimiento del color del humo en el momento de descubrirse el incendio o en el momento en que la existencia del fuego es comunicada, puede ser un indicador valioso en la investigación del siniestro, ya que a medida que progresa el fuego, resultan afectados combustibles

de distinto tipo y más que un color definido, al cabo de poco tiempo, podrá observarse una combinación de colores vaga y oscura.

El dato del color del humo, así como el color de la llama deben de tratarse con exquisito cuidado, ya que la gran cantidad de matices que presentan y la necesidad de conocimientos específicos de los que habitualmente carece el demandante, hacen que sea un apartado a considerar con mucha prudencia, pudiendo apreciarse con facilidad cómo el color del humo varía dependiendo de factores ajenos a él, como son la nubosidad, la época del año, el ángulo solar, etc...

Si es posible, se demandarán datos sobre la situación de las llamas, interiores o exteriores, y sobre qué partes del edificio se encuentran afectadas por el fuego o dónde localizado esté.

13.5.2. *De ruta al incendio*

Cualquiera que sean las circunstancias del fuego y las de la llamada por la que se tuvo conocimiento del mismo, la evaluación del siniestro debe continuar mientras los vehículos se dirigen al lugar afectado.

Así, si la policía ha llegado al lugar del siniestro antes que los bomberos será interesante obtener la descripción del mismo. Situación de las llamas, distinguiendo con la mayor precisión posible, cada punto en que sean visibles. Observando si las llamas están confinadas en el interior o salen al exterior por las ventanas, tejados o puertas. Verificando qué partes del edificio se encuentran afectadas por el fuego y la situación de la zona más afectada. Y si es posible determinando si las distintas situaciones observadas se hallan relacionadas entre sí.

Zonas de llamas separadas no siempre indican focos primarios distintos y por lo tanto apariencia de intencionalidad, pero su notificación es muy importante para que posteriormente el investigador pueda estudiar la posible relación existente entre los diversos focos. También los primeros que lleguen al lugar siniestrado deberán fijarse en los siguientes aspectos:

a) **Tiempo atmosférico:** Dirección o intensidad del viento. ¿Favorece la evolución del siniestro? Lluvia o nieve ¿impiden o dificultan la llegada al lugar del siniestro? Una noche, despacible sin gente en la calle puede ser un buen momento para provocar un incendio.

b) **Impedimentos o dificultades para una rápida llegada** ¿estaba correctamente dada la dirección? ¿había problemas de tráfico? ¿existían árboles, postes o cables caídos? ¿había verjas, puertas cerradas o vehículos mal aparcados?

c) **Actividades sospechosas** ¿se observa alguna rápida huída o salida en las cercanías del siniestro? ¿se observa algún vehículo que se se deja del lugar con las luces apagadas?

13.5.3. *Llegada al lugar del incendio*

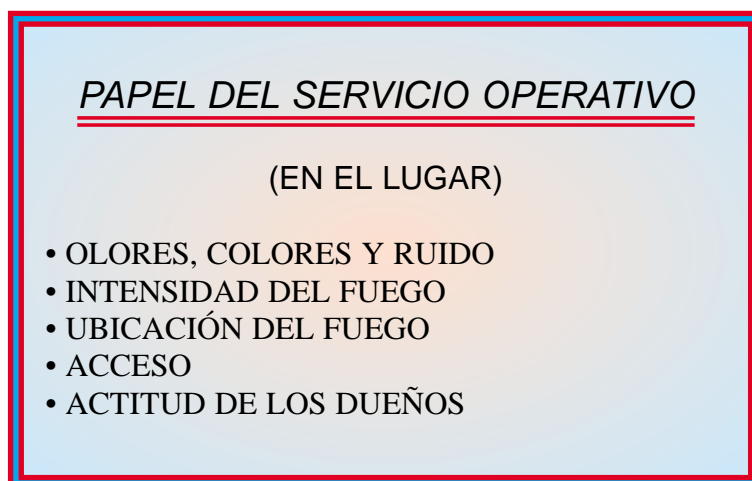
Al llegar al lugar del incendio y aunque la tarea fundamental del bombero es evitar o minimizar los daños a las personas o a las propiedades, no debe olvidar por ello que sus observaciones en ese momento son críticas y muy importantes.

Esta importancia deriva en que es posiblemente el primer momento en que un profesional cualificado ve y evalúa el incendio, el peligro que representa, los materiales que arden, la zona afectada, la dirección de propagación y la velocidad de la misma.



Todos estos datos deben ser anotados o memorizados por el oficial al mando de la unidad ya que informes posteriores y con seguridad la investigación interior precisen de estos datos para la aclaración final del hecho.

Es muy difícil recordar detalles si el personal que interviene desconoce el importante papel que representa en la investigación, por ello el desarrollo de temas relacionados con la observación y la investigación de siniestros deben ser impartidos en todos los parques de bomberos.



a) *Olores*

Los líquidos inflamables como gasolina, aguarrás o productos como nitrocelulosa, las pólvoras o el fósforo se detectan con facilidad durante las primeras fases del incendio. A medida que el fuego los va consumiendo el olor va desapareciendo pudiendo no quedar rastro a la llegada de un investigador externo.

b) *Ruidos*

La información referente a ruidos, generalmente explosiones, que ocurren antes de la llegada de los bomberos pueden distorsionar de forma importante la realidad de los hechos.

Así, no es infrecuente el que se confunda una "explosión de butano" con la explosión producida por los vapores de un líquido inflamable, por ejemplo, la gasolina, desviando la atención de la investigación hacia un accidente en la instalación de gas.

Durante las tareas de extinción los ruidos producidos por el fuego son continuos y se precisa la experiencia de los bomberos intervinientes para poder identificarlos, de forma que un cambio en el fuego o una intensidad inusual del mismo pueda ser inmediatamente detectada. Las explosiones en viviendas de aerosoles o botes de pintura resultan habituales y son rápidamente identificadas,

complicándose más la situación en edificios comerciales o industriales en que la explosión de las existencias almacenadas pudiera no distinguirse de la de un contenedor de líquido inflamable colocado para producir una aceleración retardada del incendio.

c) *Intensidad y ubicación del fuego*

Un factor importante y que muchas veces se olvida de considerar es el análisis de la evolución del siniestro desde que es detectado hasta que llegan los bomberos al lugar del siniestro.

¿Es normal? ¿Es excesivamente rápido? ¿Se ha propagado a sitios inverosímiles? Una velocidad extraña o superior a la normal puede indicar presencia de acelerantes o bien un exceso de ventilación. La movilización de las llamas en contra del viento es otro factor que puede indicar la utilización de líquidos inflamables o sustancias similares.

Para determinar la intensidad del fuego el bombero tiene que fijar dos parámetros: velocidad y dirección, que junto con la ubicación exacta del mismo serán elementos valiosísimos para el investigador que ahorrará gran cantidad de tiempo al poder situar el área de estudio del origen del fuego en una superficie más reducida que la finalmente afectada.

d) *Acceso*

Muchos casos no pueden desafortunadamente aclararse al no recordar los bomberos intervinientes detalles importantes para el caso.

Así, preguntas como:

- ¿Cómo entraron al edificio?
- ¿Estaban los cristales rotos?
- ¿Forzaron la puerta, la ventana?
- ¿Estaban razonablemente cerradas? ¿Había impedimentos?
- ¿Cómo estaban los cerrojos, los pasadores?
- ¿Quién entró el primero?
- ¿Qué vió?
- ¿Qué hizo?
- ¿Observó signos de vandalismo?
- ¿Qué daños o modificaciones se realizaron a la entrada?

Todos estos datos deben recopilarse rápidamente por el oficial que manda la unidad anotándolos o memorizándolos inmediatamente.



e) *Testigos*

Todo siniestro tiene para mucha gente algo de espectáculo y aglutina a su alrededor a gran número de curiosos que en muchos casos pueden ser testigos importantes a la hora de determinar datos del comienzo del incendio.

Es el momento para que el investigador recabe nombres e información de los allí presentes antes que desaparezcan del lugar sin dejar rastro. En algunas ocasiones suele ser más efectiva la realización de preguntas de forma distendida a modo de curiosidad con el fin de no levantar recelos en personas que no quieren verse comprometidas, en lugar de la habitual encuesta, e incluso que sea el propio oficial de bomberos, una vez controlado el siniestro, el que sondee la opinión de los curiosos.

13.5.4. *La extinción*

Si hasta ahora habíamos insistido en la atención que debía prestarse al menor detalle a partir de este momento se debe extremar más aún si cabe este aspecto.

La determinación exacta de la ubicación del fuego en ese momento, la presencia de focos aún separados, olores inusuales, muebles movidos o reacciones extrañas del agua con los materiales, la posición de puertas y ventanas, serán datos que deberán ponerse en rápido conocimiento del oficial.

PAPEL DEL SERVICIO OPERATIVO

(DURANTE LA EXTINCIÓN)

- RUTA SEGUIDA
- DAÑOS REALIZADOS
- UBICACIÓN DEL FUEGO
- MOVIMIENTO DEL FUEGO
- SITUACIÓN DE MOBILIARIO, OBJETOS, ETC
- MATERIAL MOVIDO EN LA EXTINCIÓN
- “**FIJARSE EN TODO**”

Otro aspecto importante a observar es el comportamiento de los dueños del local
¿Cómo colaboran en las tareas de salvamento de equipos o documentación?
¿Intentaron extinguir el fuego con sus medios?

La técnica de la extinción debe de ser lo menos severa posible dentro de la eficacia necesaria para que la presión del agua, y las maniobras realizadas dañen lo menos posible el escenario del incendio. Para ello, las demoliciones parciales que deben de realizarse para acceder a puntos inaccesibles deberán ser mínimas y controladas. Debiendo procurar conservar el principio de:



“NO MOVER NADA DEL SITIO EN EL QUE ESTÉ HASTA QUE LA CAUSA HAYA SIDO DETERMINADA”

En el caso de que no quedara más remedio que remover material aislante, acústico, paneles, almacenamiento, bibliotecas, etcv... bien con el fin de salvarlo o bien con el de mejorar la extinción, deberá retirarse de la zona siniestrada precisando claramente de qué material se trataba, dónde se encontraba y a dónde se llevó.

Caso de tener que efectuar alguna técnica relacionada con la ventilación a fin de mejorar la visibilidad y por lo tanto la localización del fuego, deberá estudiarse posteriormente cómo se hizo y qué influencia tuvo en el desarrollo del incendio, con el fin de separar la propagación existente de la que ocasionalmente pudiera haber tenido lugar por algún error en su realización.

Los daños causados por el fuego podemos clasificarlos en tres tipos:

1. Daños directos causados por el fuego.
2. Daños indirectos causados por el humo, calor o gases.
3. Daños indirectos causados en la extinción.

La identificación de cada uno de los tres grupos será una tarea fundamental que ayudará mucho a la localización del foco.



13.5.5. *Después de la extinción*

Es la fase en que más evidencias desaparecen. Una vez terminado los trabajos a realizar tienen como objetivos:

1. Asegurarse de que el fuego está totalmente extinguido.
2. Permitir que el edificio se encuentre en las mejores condiciones de seguridad.
3. Proteger a la propiedad contra las inclemencias del tiempo.

En estas fases se producen tareas diversas como: desescombros, desapilamientos, remociones de materiales, apuntalamientos, derribos, etc...

PAPEL DEL SERVICIO OPERATIVO

(DESPUÉS DE LA EXTINCIÓN)

- COMPROBACIÓN DE LA EXTINCIÓN
- ASEGURAMIENTO DE LA ZONA
- PROTECCIÓN DEL LUGAR CONTRA LAS INCLEMENCIAS DEL TIEMPO

“NO MOVER NADA HASTA QUE LA CAUSA HAYA SIDO DETERMINADA O LA SITUACIÓN HAYA SIDO FOTOGRAFIADA”

Resultando habitual la caída de techos o falsos techos, plaquetas, cubiertas, elementos de decoración o muros. Siendo en muchos casos los propios propietarios los que realizan rápidos e inesperados desescombros, "limpiando" el local inmediatamente después de la extinción.

a) *Identificación de Evidencias*

Durante las tareas de rehabilitación y consolidación del lugar siniestrado y sin comprometer la seguridad, deberán seguirse las siguientes pautas con el fin de identificar evidencias.

1. Siempre que sea posible deben dejarse en el lugar en el que se encontraron.
2. Si la evidencia no puede dejarse en el lugar debe identificarse con una etiqueta y anotarse en un croquis su ubicación. Caso de ser una evidencia que pueda comprometer un incendio posiblemente intencionado, deberá ponerse en manos de la autoridad competente.
3. Si es imposible mantener las evidencias por estar en un lugar inestable o pró-

ximo al colapso, se deberán fotografiar delante de testigos y anotar los datos que aportan.

4. En general deben fotografiarse todas las que sean susceptibles de moverse aunque no lo sean de forma inmediata. Haga fotografías de detalle y generales con el fin de situar la evidencia en el entorno.

Una vez terminadas todas las operaciones, es el momento del repaso, de ordenar las ideas y las observaciones, y de completarlo todo con algunas preguntas y comentarios como:

"NO DEJE SITIO A LA MEMORIA, ANOTELO TODO"

Si piensa que puede haber indicios de intencionalidad, solicite la presencia inmediata del investigador policial. Solicite, así mismo, a la policía el control de accesos al lugar siniestrado de forma que se impida el paso a personas no autorizadas, primero por seguridad después por preservar el lugar.

Es el momento de comenzar la verdadera investigación. Esta será siempre objetiva y científica no admitiendo ninguna opinión sesgada o interesada.

Realice un croquis general y sitúe en él las cosas más importantes, así como las fotos.

Entreviste a los bomberos intervinientes. En estas entrevistas obtendremos información que puede cumplir muchas funciones incluídas las siguientes:

- Pueden aportar información adicional a la ya tenida.
- Pueden servir de verificación a nuestras observaciones.

Algunas preguntas servirán para aislar, identificar y determinar algunas áreas donde puede ser requerida la presencia de expertos sectoriales (gas, electricidad, etc...).

Hable con los testigos. En este momento es especialmente importante su colaboración con el fin de concentrar la investigación en la zona precisa y no disponer esfuerzos.



13.6. La Inspección Ocular como Base de la Investigación

13.6.1. Introducción

La investigación de incendios, como cualquier otra investigación, no se circunscribe a un sólo campo de la ciencia o a la utilización de una sola técnica, sino que abarca un amplio espectro difícil de cubrir por una sólo persona.

Tampoco es posible que en los parques de bomberos existan costosas instalaciones de espectrografía de masas, cromatografía de gases, reacción, resistencia, etc..., por ello habitualmente el trabajo del técnico de bomberos es fundamental en lo que denominamos "Inspección Ocular".

TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

- ANÁLISIS DE ACELERANTES (LABORATORIO)
- ANÁLISIS DE MATERIALES (LABORATORIO)
- ANÁLISIS DE TESTIMONIOS
- INSPECCIÓN OCULAR
- OTRAS...

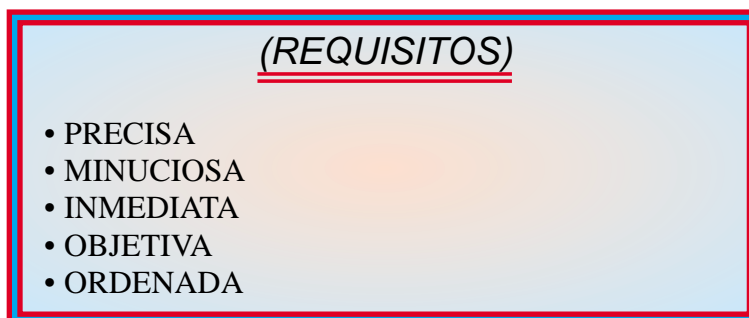
13.6.2. Definición

Esto es, el reconocimiento por parte de los técnicos del lugar en el que se ha producido un siniestro.

INSPECCIÓN OCULAR

“CONJUNTO DE OBSERVACIONES, COMPROBACIONES Y OPERACIONES TÉCNICAS QUE SE REALIZAN EN LUGAR DEL SUCESO.”

Los principales requisitos a cumplir en las inspecciones oculares son:



a) **Precisa:** En cuanto hay que atender al mínimo detalles por insignificantes que parezcan en un principio, por cuanto un detalle pequeño, en razón de las circunstancias del caso, puede alcanzar un valor primordial, incluso llegar a ser prueba concluyente. La precisión en la realización de la inspección aportará valores cualitativos determinantes en muchos casos.

b) **Minuciosa:** Para evitar errores en el resultado del proceso investigativo se debe efectuar en la inspección una amplia y detallada descripción del lugar y sobre todo del área siniestrada. "Nunca se escribe demasiado al describir minuciosa y detalladamente lo que se encuentra en el lugar del siniestro". En todo caso la minuciosidad evita que pasemos por alto aspectos que pueden ser importantes y establece la convicción de que la investigación se ha realizado de forma exhaustiva.

c) **Inmediata:** A fin de evitar la destrucción, simulación y alteraciones voluntarias o accidentales de las señales, indicios o rastros. Si no se realiza de forma inmediata y/o minuciosa, los detalles que faltan por completar y que no son recordados con exactitud, se reinventan, deformando la realidad del suceso. Si además no hay constancia de lo observado (vídeo, fotografía o escrito) el investigador posteriormente lo rellenará con lo que recuerde, alejándose de lo que realmente sucedió. Se dice que "el tiempo que pasa es la verdad que huye".



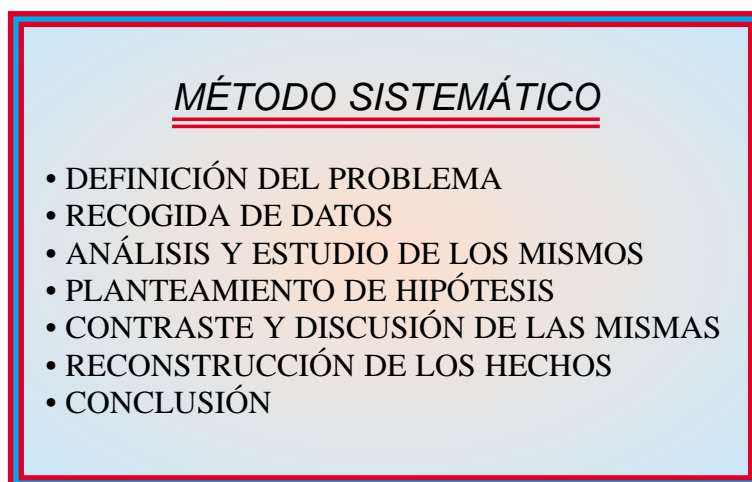
d) **Objetiva:** Nunca debe partirse de una hipótesis y pretender que los hechos se adapten a ella, sino que al contrario, será la hipótesis la que se deberá ajustar a

los hechos. Tiene que ser desapasionada e impersonal, prevaleciendo la verdad científica, cualesquiera que sean las consecuencias sociales o jurídicas que se deriven de ella.

e) **Ordenada**: La falta de un método en la investigación da lugar frecuentemente al no esclarecimiento del suceso. Este método generalmente parte del esclarecimiento del lugar de origen para posteriormente localizar la posible fuente de ignición, la causa que desencadenó el suceso y si procede, determinar la posible intencionalidad. No debiendo nunca comenzar por presumir esta, a menos de que fuera evidente.

13.6.3. *Metodología y requisitos*

El procedimiento a emplear es el que denominados método sistemático y que debe de servir de guía siempre para realizar una investigación organizada.



El primer requisito técnico para la buena realización de una buena inspección ocular, parte del conocimiento que sobre el fuego, su naturaleza, inicio y propagación debe de tener la persona que realiza el trabajo. Parece obvio que quien no sabe cómo se comportan los diversos materiales frente al fuego no va a poder retrotraerse a la situación inicial del incendio sin cometer importantes errores.

Por el contrario, aquel que conoce bien estos fundamentos puede descubrir con asombrosa rapidez elementos claves para la resolución del problema o relacionar circunstancias que escaparían a la observación de un profano.

13.6.4. *Objetivos específicos*

La investigación de incendios por parte de los bomberos se organiza buscando conseguir los siguientes objetivos específicos:

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- DELIMITAR EL ÁREA DE FUEGO
- LOCALIZAR EL ORIGEN DEL MISMO
- IDENTIFICAR LA FUENTE DE IGNICIÓN
- CLASIFICAR EL INCENDIO
- DOCUMENTAR LA CONCLUSIÓN

a) *Delimitar el área de fuego*

Es preciso delimitar con claridad cuáles son las zonas afectadas por el fuego para poder tener un área específica delimitada en la cual trabajar. Una vez controlada el área afectada, se comenzará la exploración de la misma, comenzando siempre desde la zona de menores daños hacia la zona de mayores daños.

ZONIFICACIÓN DE LAS MARCAS

- ZONA DE DAÑOS POR HUMOS
(HORIZONTE DE HUMOS)
- ZONA DE DAÑOS POR CALOR
(HORIZONTE DE CALOR)
- ZONA DE DAÑOS POR FUEGO DIRECTO

No es fácil generalizar ya que la variedad de incendios es inmensa pero se puede decir que normalmente la primera zona que nos encontramos con daños producidos es la de daños por humo, continuando hacia la zona de daños por calor a fin de analizar con detenimiento la zona con daños por fuego que incluirá al punto de origen.

Evidentemente las tres zonas pueden ir desde la práctica superposición de las tres en un pequeño siniestro, hasta abarcar grandes zonas o superficies que precisen un plan minucioso y mucho tiempo para un correcto análisis.





La deformación de las estructuras metálicas nos dará pistas a la hora de delimitar el área del fuego y su origen.

b) Determinación del origen

La localización del origen siempre es una de las tareas más complejas ya que en este punto se barajan múltiples posibilidades que hay que estudiar.

Así podemos tener desde un incendio con un origen muy puntual y concreto como es el producido por un cortocircuito, hasta un inmenso incendio que abarque una extensa área producido por la combustión de un combustible derramado o bien la determinación, si es que hay varios puntos de origen posibles, de cuales fueron los primeros.

Normalmente y para incendios puntuales se suele seguir la siguiente metodología de evaluación:

EVALUACIÓN DEL ÁREA DE ORIGEN

- LOCALIZAR EL ÁREA MÁS INTENSAMENTE AFECTADA
- SEGUIR LAS HUELLAS EN FORMA DESCENDENTE (“V” MÁS BAJA)
- CONFIRMAR EL PUNTO DE ORIGEN
- MUESTREAR ELEMENTOS SIMILARES NO QUEMADOS (COMPORTAMIENTO)
- DESCARTAR OTRAS “V” ERRÓNEAS

c) *Identificación de la fuente de ignición*

Una vez hallado el posible punto o área de origen debemos estudiar cuál fue la fuente de ignición que posiblemente provocó el siniestro relacionándola con los materiales que la rodeaban a fin de determinar su validez técnica.

d) *Identificación de la causa*

Determinado el punto de origen y la fuente de ignición, es necesario averiguar la causa o factor que desencadenó el siniestro.

Por ejemplo la fuente fue un cortocircuito, pero ¿porqué se produjo el mismo? ¿una sobrecarga, una pieza defectuosa, una mala instalación? La valoración de este apartado es muy importante ya que no hay que olvidar que tratamos de mejorar la prevención y por lo tanto no demos conformarnos con la simple localización del origen y de la fuente de ignición que provocó el incendio sino que la determinación de la causa resulta fundamental.

Una vez precisada ésta, podremos aventurar una primera calificación del siniestro agrupando las causas en los siguientes tipos:

Causas naturales: Son aquellas en las que sólo ha intervenido la naturaleza: el rayo, el sol, la electricidad estática, etc...

Causas accidentales: Son aquellas en las que aparatos, equipos u otras circunstancias en las que no ha intervenido directamente nadie, provocan el siniestro.

Descuidos o negligencias: Cuando la intervención humana o su falta de intervención han sido determinantes en el proceso de inicio del fuego

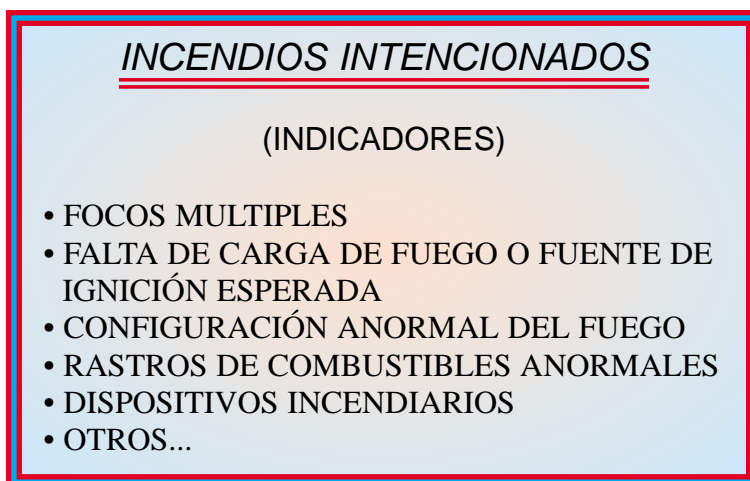
NEGLIGENCIA

“UNA PERSONA NO SE HA COMPORTADO COMO DEBIERA HACERLO ALGUIEN RAZONABLEMENTE PRUDENTE EN LAS MISMAS CIRCUNSTANCIAS”



Fuegos intencionados: Existe voluntariedad en la provocación del incendio.

Esta calificación resulta de vital importancia tanto a la hora de utilizar el informe como informe pericial como para continuar por otras vías la investigación si la calificación fuera la de posiblemente intencionado



13.6.5. *Recogida de pruebas*

Legalmente la valoración de las pruebas compete sólo a los jueces y tribunales, pudiendo ser, así mismo, su recogida de una gran complejidad, además de la responsabilidad que se contrae.

Las pruebas se localizan generalmente durante el desarrollo de la inspección ocular, motivo por el cual y en el caso de que el siniestro sea de cierta relevancia, se recomienda ponerse en contacto con la unidad de policía científica con la que se trabaja habitualmente a fin de que la recojan y tramiten conforme a los procedimientos legales establecidos.

No obstante, si la investigación no tiene importancia legal sino únicamente científica y se desean coger pruebas, los laboratorios dan las siguientes normas de carácter general:

a) Para análisis se requiere siempre una cantidad suficiente. La cantidad recogida siempre que sea posible será en exceso.

b) Los líquidos serán envasados en frascos o botellas cerradas y selladas para impedir derramamientos y embaladas posteriormente en cajas protegidas de tal forma que impidan su rotura.

c) Los sólidos, polvos, pastas, etc..., se enviarán en recipientes adecuados a la cantidad de contenido, estando al igual que las botellas cerradas o selladas. Estos recipientes deberán ser protegidos contra roturas de embalaje.

d) En caso de muestra escasa, tanto sea sólida como líquida, se enviará en pequeños tubos de ensayo de vidrio convenientemente tapados y embalados.

e) Si la muestra recogida es de naturaleza compleja, como telas, papeles impregnados, restos metálicos, se deberán introducir en bolsas de plástico resistentes con cierre hermético, evitando usar sobres de papel, periódicos y otros envoltorios poco apropiados.

f) En todo caso las muestras recogidas de distintos puntos deberán embalarse por separado, indicando claramente de dónde proceden cada una y la forma en que fue recogida, enviando una bolsa vacía como "blanco".

Aunque, si es posible, lo más recomendable es demandar a aquel laboratorio con el que nos hayamos puesto en contacto, las instrucciones precisas para el caso.

13.7. MARCAS

13.7.1. Definición

Una de las principales tareas a desarrollar en la inspección ocular de un incendio es la identificación y análisis de las marcas dejadas por el fuego.

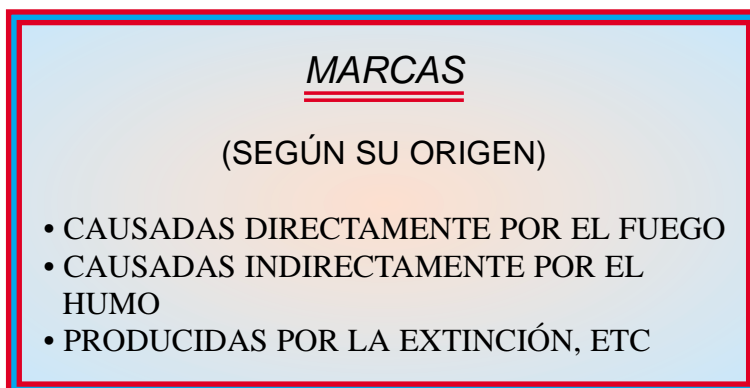
Cada fuego es distinto no sólo por los combustibles que se encuentran en él (cantidad, distribución, etc...) sino además por los distintos puntos de ignición que se producen, las corrientes de aire, ventilación, temperaturas, etc... y en cada uno de ellos se producen unas "marcas" diferentes.



Evidentemente en este capítulo no podemos abarcar todos los tipos de marcas que se producen, ni tan siquiera una mínima parte de ellas, por ello nos limitaremos a introducir el tema, dejando que la experiencia del investigador vaya poco completando sus conocimientos sobre ellas.



13.7.2. *Origen*



13.7.3. *Tipos de Marcas*

Generalmente identificaremos dos grandes grupos de marcas en los incendios que denominamos

- de Movimiento
- de Intensidad

a) *Marcas de Movimiento*

Nos indican la posible evolución del fuego, su velocidad, etc..., en general todo lo relacionado con la dinámica del mismo.

Son características las marcas que produce el humo al moverse, el calor que acompaña al humo, el propio fuego ("uves"), etc...

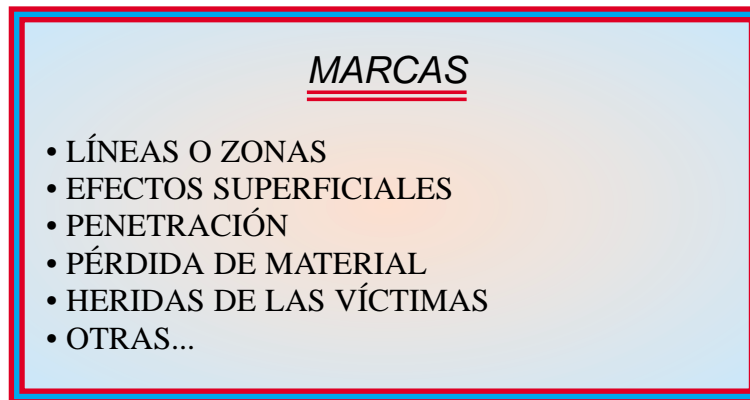
Identificando con claridad estas marcas podremos "encaminarnos" con facilidad hacia el origen del fuego.

b) *Marcas de Intensidad*

Nos marcan la severidad con la que el fuego ha afectado a una zona. Generalmente indican la cantidad de calor generado y/o el tiempo de combustión

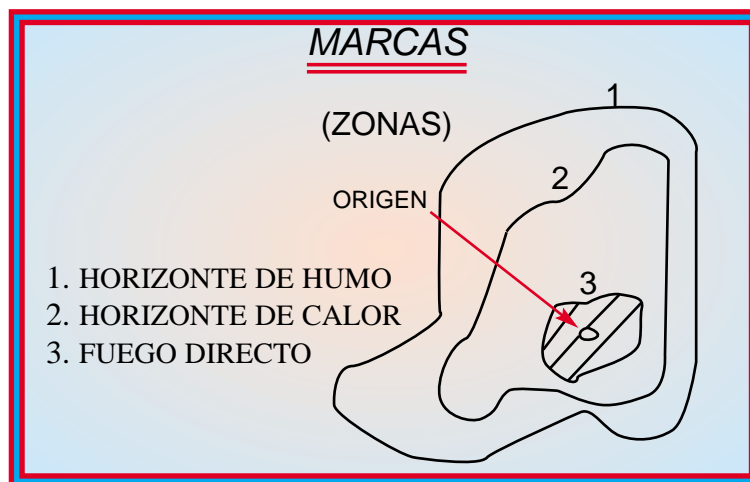
Son marcas típicas de intensidad los objetos metales, etc..., fundidos, la penetración en la carbonización de la madera, etc...

También podemos clasificar las marcas por el efecto que vemos



Líneas o Zonas

Son los bordes que definen las diferencias de ciertos efectos producidos por el incendio distinguiremos tres zonas concretas.



1. *Horizonte de humo*

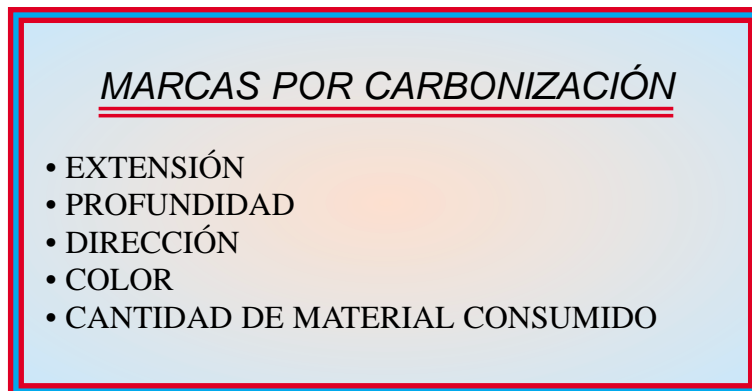
El humo y los gases al moverse producen señales (manchas) inequívocas, en las paredes, mobiliario, etc., a la marca que indica por dónde pasó el humo, o hasta qué altura llegó lo denominaremos "Horizonte de humo".

Este tipo de marca suele ser generalmente de tipo dinámico y nos lleva hacia la zona del incendio



2. *Horizonte de calor*

Los gases calientes que acompañan al humo producen daños en los materiales a medida que los alcanzan. A la marca que delimita la zona de daños por calor la denominamos "Horizonte de calor".



La zona más afectada por el calor habitualmente estará más cercana de la de fuego.

Cuanto más juntas estén los horizontes de humo de calor, en principio, más rápida habrá sido la combustión.

3. *Marcas de fuego directo*

a) *En superficies horizontales*

En primer lugar habrá que determinar el área afectada. Esta situación es más fácil en la madera debido a la carbonización que se produce en ella.

Precisándose, por tanto, buscar la zona más afectada.

En huecos en el suelo, la penetración de arriba hacia abajo suele ser rara debido a que el comportamiento más natural del humo y los gases calientes es hacia arriba, aunque en algunos casos la radiación puede afectar a zonas horizontales de forma importante.

Para saber si un agujero en una superficie horizontal se ha generado hacia arriba o hacia abajo, habrá que determinar entre otras cosas si los laterales del agujero son más anchos por arriba que por abajo o si se inclinan desde abajo hacia arriba.

En otro tipo de suelos no combustibles, habrá que ver la mancha en la zona de afectación ya que puede ser significativa a la hora de determinar si fue producida o no por un material líquido inflamable, en este caso no habrá un origen sino un área de origen.

"No se debe olvidar que en materiales porosos los líquidos quedan atrapados y son susceptibles de ser analizados posteriormente"

En un suelo estanco, cerrado los líquidos combustibles formarán un "charco" cuando se vierten. Al inflamarse arden los gases, no el líquido, (recordar definición de punto de inflamación), motivo por el cual, habitualmente sólo se queman los bordes del charco, al aislar el líquido el resto. A medida que el líquido se vaporiza el charco se reduce y aumenta la zona expuesta a las llamas. Al contrario de lo que se pudiera pensar, en suelos combustibles y estancos, el mayor daño se produce en el centro del charco, mientras que en los porosos pasa al contrario al absorber mayor cantidad de combustible.

Otro punto importante en las superficies no del todo horizontales es que los líquidos inflamables circulan hacia las zonas más bajas dejando señales inequívocas de su circulación.

Así, al pasar por debajo de una puerta, la marcarán por abajo, cosa que no sucedería en un fuego convencional.

b) *En superficies verticales*

Son más fáciles de determinar ("V" más baja) salvo que el fuego haya sido tan generalizado que prácticamente el destrozo haya sido uniforme.

Buscaremos siempre llegar a las zonas de mayor carbonización, mayores daños, fusiones, etc...

13.7.4. *Efecto de la carbonización*

Muchos son los materiales que se descomponen con el calor pero ninguno tan significativo como la madera.

La madera al exponerla a altas temperaturas experimenta una descomposición progresiva hasta carbonizarse.

Esta carbonización reduce el material, lo ennegrece hasta llegar al estado de ceniza y lo agrieta.

Inicialmente la madera se carboniza rápido en la superficie pero la velocidad de penetración disminuye a medida que profundiza la combustión. Debe recordarse que la pirólisis puede realizarse en ausencia de aire y de forma muy lenta.

La NFPA determina al regla de 1 pulgada (2,45 cm) de penetración por cada 45 cm para el pino. Esta medida es evidentemente distinta para otras maderas, otras disposiciones, la ventilación, etc... motivo por el cual seremos extremadamente cuidadosos con ella.



Lo que si se puede hacer es medir la profundidad y la extensión para determinar qué zona estuvo más expuesta o ardió durante más tiempo.

En algunos casos se puede observar una mayor brillantez de la superficie carbonizada, esto suele ser habitualmente señal de la presencia de llama viva, aunque siempre tomaremos las debidas cautelas.

13.7.5. *Otras marcas*

Como se ha dicho al principio, este capítulo podría resultar tan largo como queremos ya que las "marcas" son la base de la inspección ocular y son tantas y tan variadas como materiales o situaciones tengamos. Por ello y con el fin de no ser excesivamente extenso señalaré algunas interesantes a estudiar.

- Deformación de los materiales.
- Fusión de elementos.
- Oxidación de elementos.
- Restos metálicos situados en zonas combustibles.
- Exfoliaciones.
- Rotura y agrietamiento de cristales
- Manchas
- Muelles (pérdida de propiedades).
- Sombra de calor
- Zonas protegidas
- Etc...

Aplicando la vieja frase de que "una imagen vale más que 1.000 palabras", la visión de dispositivos sobre ellas aclarará más dudas que una larga exposición sobre las mismas.

Bibliografía

- Manual de Extinción de Incendios.*** Gobierno de Navarra. 1988
- Manual de Material y Equipo.*** Gobierno de Navarra. 1988
- Manual del Bombero.*** Fundación Mapfre. 1994
- Manual Básico del Bombero.*** Gobierno Vasco. 1995
- Manual de Protección contra Incendios.*** National Fire Protection Association. Editorial Mapfre. 1987
- Manuales sobre Incendios Forestales del ICONA.*** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Manual de Sistemática de Intervención.*** Servicio de Formación de Bomberos de la Comunidad de Madrid.

Fotografías y dibujos:

Para la elaboración de este manual se han tomado dibujos y fotografías de los libros anteriormente citados, de la revista 080 de la Asociación Cultural Bomberos de Zaragoza; de distintos catálogos y revistas publicadas por fabricantes y distribuidores del material propio de los Servicios de Incendios y Salvamento; fotografías aportadas por Javier Garayoa y dibujos de Carlos Zaratiegui y Eduardo Jauregi.

Agradecer la colaboración de la Asociación Deportiva Cultural Bomberos de Navarra que ha cedido todas las fotos necesarias para la publicación de este manual.





Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak
