T1021070
Básico para Bomberos de Nuevo Ingreso: Teórico

Manual del alumno

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN....13
GLOSARIO....14
1. Tecnología del fuego y agentes extintores....17
1.1 Definición del fuego....17
1.2 Triángulo del fuego....17
1.2.1 Comburente....17
1.2.2 Combustible....17
1.2.3 Energía de activación....17
1.3 Fuentes de ignición....18
1.4 Tetraedro del fuego....18
1.4.1 Reacción en cadena....18
1.5 Límites de inflamabilidad....19
1.6 Temperaturas características....19
1.7 Productos de la combustión....19
1.8 Propagación del fuego....20
1.9 Velocidad de la combustión....20
1.10 Clasificación del fuego....21
1.11 Protección y lucha contra incendios....21
1.11.1 Detección....22
1.11.2 Alarma....22
1.11.3 Métodos de extinción....22
1.12 Agentes extintores....23
1.12.1 Agua....24
1.12.1.1 Propiedades extintoras del H_2O....25
1.12.2 Espumas....26
1.12.2.1 Definición y Conceptos Generales....26
1.12.2.2 Clasificación de las espumas....27
1.12.2.3 El índice de expansión....28
1.12.2.4 Generadores de espuma....28
1.12.2.5 Tipos de espuma....31
1.12.2.6 Modo de aplicación....32
1.12.2.7 Compatibilidad entre las espumas....32

1.12.2.8 Dosificación y dilución 32
1.12.2.9 Características de la espuma 33
1.12.2.10 Propiedades extintoras 33
1.12.2.11 Aplicaciones 33
1.12.3 Agentes extintores gaseosos 34
1.12.3.1 Anhídrido carbónico 34
1.12.3.2 Halones 35
1.12.4 Agentes extintores secos. Polvo químico seco (PQS) 36
1.12.5 Fichas de datos de seguridad 40
2. Sistemas y medios manuales de extinción 45
2.1 Extintores 45
2.1.1 Componentes de un extintor 45
2.1.2 Clasificación 46
2.1.2.1 Según su movilidad 46
2.1.2.2 Según el agente extintor 46
2.1.2.3 Según el sistema de presurización 47
2.1.2.4 Según su eficacia 48
2.1.3 Presentación de extintores 49
2.1.3.1 Placa o etiqueta de inspección periódica 49
2.1.3.2 Etiqueta de características 49
2.1.4 Modo de utilización 50
2.1.5 Verificación y mantenimiento 50
2.2 Bocas de incendio equipadas BIE 51
2.3 Elementos de una BIE 52
2.4 Hidrantes 54
2.4.1 Hidrante de columna 54
2.4.2 Hidrante de arqueta 55
2.4.3 Hidrante de boca 55
2.5 Columna seca ascendente 56
2.6 Mangueras 57
2.6.1 Composición de las mangueras 58
2.6.2 Diámetros de las mangueras 58
2.6.3 Factores que provocan daños en las mangueras 59
2.6.4 Mantenimientos y cuidados 60

2.6.5 Conexiones para mangueras 60
2.6.6 Uso de mangueras por binomios 62
2.7 Lanzas 62
2.7.1 Tipos de lanzas 62
2.7.2 Características de las lanzas de 25 y 45 mm Ø 63
3. Vehículos SSEI para aeronaves 65
3.1 Factores que influyen en sus especificaciones 67
3.2 Características de los vehículos 67
3.2.1 Cantidad y tipo de agentes extintores 68
3.2.2 Régimen de descarga 68
3.3 Equipamiento de salvamento a bordo 69
3.4 Equipamiento contraincendios en los vehículos 72
3.4.1 Depósito de agua/espumógeno 72
3.4.2 Bomba 73
3.4.3 Dosificador de espumógeno 73
3.4.4 Aspiración exterior 73
3.4.5 Monitor principal 74
3.4.6 Monitor frontal 75
3.4.7 Mangueras y lanzas manuales 75
3.4.8 Sistema de autoprotección 76
3.4.9 Equipo de polvo químico seco 78
3.5 Equipos de comunicaciones 80
3.6 Mantenimiento preventivo 80
3.7 Normas generales de seguridad 81
3.8 Conducción 82
3.9 Conducción todoterreno 83
3.10 Sensibilización en la conducción 84
4. Equipos de protección 86
4.1 Trajes de intervención 86
4.1.1 Riesgos 86
4.1.2 Conservación de los EPI 87
4.1.3 Niveles de protección 87
4.2 Equipos de protección respiratoria 90
4.2.1 Riesgos 90

4.2.2 Clasificación....90
4.2.3 Partes principales....93
4.2.3.1 Placa dorsal y atalajes de transporte....93
4.2.3.2 Reductor de presión y acoplamientos....93
4.2.3.3 Manómetro....95
4.2.3.4 Regulador....95
4.2.3.5 Máscara....95
4.2.3.6 Botella de aire comprimido....96
4.2.3.7 Grifería....98
4.2.3.8 Junta tórica....98
4.2.4 Utilización....99
4.2.4.1 Cambio de botella y comprobación del equipo....99
4.2.4.2 Como colocarse el equipo de protección respiratoria....99
4.2.4.3 Como quitarse el equipo de protección respiratoria....100
5. Familiarización con las aeronaves....102
5.1 Estructura de aeronaves....102
5.1.1 Fuselaje....103
5.2 Cabina de Mando....104
5.3 Cabina de pasajeros....106
5.4 Bodegas de carga....109
5.5 Puertas....111
5.6 Alas o planos....115
5.7 Empenaje de cola....119
5.8 Tren de aterrizaje....120
5.9 Diseño y construcción de aeronaves....123
5.10 Materiales usados en la construcción de aeronaves....123
5.11 Propulsión de aeronaves-motores....126
5.12 Motores de turbina....127
5.12.1 Turbo-jet o turborreactor....127
5.12.2 Turbo-fan o turboventilador....127
5.12.3 Turbo-propulsor o turbohélice....129
5.12.4 Turbo-shaft o turbo-eje....129
5.13 Sistemas de eyección con paracaídas de la aeronave....130
5.14 Inversor de flujo....132

5.15 Elementos auxiliares de los motores 132
5.16 APU (Auxiliar Power Unit) 133
5.17 Sistemas y subsistemas de las aeronaves 135
5.17.1 Sistema eléctrico 135
5.17.2 Sistema hidráulico 136
5.17.3 Sistema de alimentación de combustible 137
5.17.4 Sistema neumático 139
5.17.5 Sistema de climatización 140
5.17.6 Sistema de presurización 140
5.17.7 Sistema de anti-hielo 141
5.17.8 Sistema contraincendios 142
5.17.9 GPU (Ground Power Unit) 144
5.17.10 ASU (Air Supply Unit) 144
5.17.11 Sistema electrónico 145
6. Equipos de excarcelación y rescate 147
6.1 Introducción 147
6.2 Concepto de hidráulica 147
6.3 Principio de Pascal 147
6.4 Herramientas y equipos 148
6.4.1 Herramientas manuales 148
6.4.2 Escaleras de mano 149
6.4.3 Equipos de excarcelación 151
6.4.3.1 Sierra sable 155
6.4.3.2 Motocortadora circular 156
6.4.3.3 Cojines neumáticos 156
6.4.3.4 Escoplo neumático 159
6.4.3.5 Puntales de estabilización 160
6.4.3.6 Bloques y cuñas 160
6.4.3.7 Protecciones duras y blandas 160
6.4.3.8 Protectores de airbag 161
6.4.3.9 Plataforma de rescate 162
6.4.3.10 Eslinga 162
6.4.3.11 Cinta de amarre 162
6.4.3.12 Ratchet 163

6.4.3.13 Cabestrante o winch....163
6.4.4 Normas y precauciones de seguridad....164
6.4.5 Mantenimiento de los equipos....166
7. Familiarización con el aeropuerto....168
7.1 Generalidades....168
7.2 Lado Tierra....169
7.3 Lado Aire....169
7.3.1 Área de Movimiento....170
7.3.1.1 Área de Maniobras....171
7.3.1.2 La Plataforma....181
7.3.2 Otras zonas....184
7.4 Ayudas a la navegación....185
7.5 Sistemas de ayudas a la navegación visual....185
7.6 Sistemas de ayuda a la navegación por instrumentos....190
7.7 ILS Sistema de aterrizaje por instrumentos....191
7.7.1 Localizador (LLz - Localizer)....192
7.7.2 Senda de descenso (GPS – Glide Path)....192
7.7.3 Radiobalizas....192
7.8 Áreas críticas y sensible de ILS....193
7.9 Categorías de ILS....194
8. Comunicaciones....196
8.1 Aspectos generales de la comunicación....196
8.2 Código y Especificaciones....196
8.2.1 El alfabeto aeronáutico según OACI....196
8.2.2 Transmisión de números....197
8.2.3 Transmisión de la hora....198
8.2.4 Fraseología aeronáutica....199
8.3 Elementos en una comunicación....199
8.4 Pautas para establecer la comunicación....200
8.4.1 En el inicio de la comunicación....200
8.4.2 En el desarrollo de la comunicación....202
8.4.3 En la finalización de la comunicación....202
8.5 Pautas de actuación ante situaciones frecuentes....203
8.5.1 Cruzar o entrar en pista....203

8.5.2 Identificar al emisor 204
8.5.3 Intercambiar mensajes 204
8.5.4 Transmisión de una orientación relativa (método del reloj) 205
8.5.5 Condiciones de socorro y urgencia 206
8.5.6 Categorías de los mensajes 206
8.5.7 Imposición de silencio 207
8.5.8 Medidas que deben tomar todas las demás estaciones 207
8.5.9 Cabina estéril de vehículo 207
8.6 Transmisión para efectuar una llamada de prueba 208
8.7 Técnicas de transmisión de un mensaje 209
8.8 Transmisión eficaz y comprensible de un mensaje 209
8.9 Equipos de comunicaciones y frecuencias 209
8.10 Mantenimiento de los equipos de comunicaciones 210
8.11 Sistema de comunicación TETRA 210
8.12 Sistema craneal integrado 210
8.13 Procedimiento en caso de fallo en las radiocomunicaciones 211
8.14 Señales gestuales en los aeropuertos 212
8.14.1 SSEI a la tripulación de la aeronave 213
8.14.2 Propias del SSEI 214
8.14.3 Piloto o comandante a personal de tierra 215
9. Categoría SSEI, nivel de protección: técnicas y tácticas 217
9.1 Introducción 217
9.2 Categoría SSEI 217
9.3 Nivel de protección proporcionado 218
9.3.1 Nivel proporcionado variable en el tiempo 219
9.3.2 Nivel de protección SSEI por no disponibilidad de medios materiales o humanos 219
9.4 Horario del SSEI 220
9.4.1 Horario operativo 220
9.4.2 Horario de servicio 220
9.4.3 Actividades permitidas sin presencia del SSEI 221
9.5 Personal del SSEI durante el horario operativo 221
9.6 Agentes extintores en el aeródromo 222
9.6.1 Aprovisionamiento de agua en los aeródromos 223

9.7 Caminos de acceso de emergencia y mapas cuadriculados ..224
9.7.1 Caminos de acceso de emergencia 224
9.7.2 Mapas cuadriculados 225
9.8 Estaciones del SSEI (Parques de Bomberos) 226
9.9 Intervención del SSEI: tácticas y técnicas operativas.....227
9.9.1 Respuesta y evaluación 228
9.9.1.1 Respuesta.....228
9.9.1.2 Evaluación.....228
9.9.2 Aproximación y posicionamiento de los vehículos.....228
9.9.3 Ataque y control del incendio 229
9.9.3.1 Control del área critica 229
9.9.3.2 Situación 1 230
9.9.3.3 Situación terreno 231
9.9.3.4 Zonas de riesgo 232
9.9.4 Rescate y evacuación.....237
9.9.4.1 Responsables de garantizar la evacuación 238
9.9.4.2 Puertas y salidas del avión.....241
9.9.4.3 Acceso y apertura de puertas.....241
9.9.4.4 Puntos de penetración 242
9.9.5 Extinción 242
9.9.5.1 Accidentes de aviación.....242
9.9.5.2 Incendio en aeronaves 242
9.9.5.3 Gases generados en un incendio 244
9.9.5.4 Ventilación.....244
9.9.6 Tratamiento de víctimas.....249
9.9.6.1 Rescate de víctimas 249
9.9.6.2 Técnicas de rescate y movilización de pacientes con trauma grave.....251
9.9.6.3 Procedimientos durante las operaciones de salvamento y rescate.....251
9.9.6.4 Operaciones de salvamento en terrenos de difícil acceso: extensiones de agua, zonas pantanosas y otros terrenos difíciles.....253
9.9.6.5 Procedimientos aplicables a los accidentes ocurridos en el agua.....254
9.9.7 Revisión de restos 255

10. Mercancías peligrosas y tanques almacenamiento 257

10.1 Introducción al transporte de MMPP por vía aérea 257

10.2 Definición de MMPP.....258

10.3 Transporte de MMPP en aeronaves: restricciones, prohibiciones y excepciones 258

10.4 Propiedades físicas y químicas de las MMPP.....259

10.5 Leyes físicas de los gases: Boyle-Mariotte, Charles y Gay-Lussac 260

10.6 Métodos de identificación de las MMPP, sistemas de señalización.....260

10.7 Etiquetas y placas.....261

10.8 Códigos.....265

10.8.1 Código Europeo 265

10.8.2 Código Hazchem.....267

10.8.3 Código NFPA o diamante de peligro 269

10.9 Fichas de seguridad.....271

10.10 Aparatos de medida 271

10.11 Equipo y material absorbente.....272

10.12 Clases de MMPP 273

10.12.1 Clase 1 Explosivos.....273

10.12.1.1 Divisiones clase 1.....273

10.12.2 Clase 2 Gases.....274

10.12.2.1 Tipos de gases.....274

10.12.2.2 Divisiones clase 2.....274

10.12.2.3 Riesgos inherentes a los gases.....275

10.12.3 Clase 3 Líquidos inflamables.....276

10.12.4 Clase 4 Sólidos inflamables 276

10.12.4.1 Divisiones clase 4.....277

10.12.5 Clase 5 Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos.278

10.12.5.1 Divisiones clase 5.....278

10.12.6 Clase 6 Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas.....279

10.12.6.1 Divisiones clase 6.....279

10.12.7 Clase 7 Material radiactivo 279

10.12.7.1 Radiaciones 279

10.12.7.2 Etiquetas 280

10.12.8 Clase 8 Sustancias corrosivas....280
10.12.9 Clase 9 Sustancias y objetos peligrosos varios....281
10.13 Principios básicos de una intervención....281
10.13.1 Normas prioritarias....282
10.13.2 Tácticas de intervención....282
10.13.3 Zonas de intervención....282
10.13.4 Niveles de protección....283
10.14 Métodos de intervención, control y mitigación de efectos con MMPP....284
10.14.1 Métodos físicos....284
10.14.2 Métodos químicos....285
10.15 Tanques de almacenamiento de combustible....285
10.15.1 Introducción....285
10.15.2 Definiciones de líquidos....285
10.15.3 Tanques de almacenamiento....286
10.16 Tipos de tanques de combustible....286
10.16.1 Tanques de techo fijo....286
10.16.2 Tanques de techo flotante....288
10.16.3 Tanques de techo flotante abierto....289
10.16.3.1 Tipos básicos de tanques de techo flotante....289
10.16.3.2 Sellos de techos flotantes....290
10.16.3.3 Patines y protección contra rayos....291
10.16.3.4 Válvulas de drenaje....291
10.16.3.5 Escenarios....292
10.16.4 Tanques de techo flotante cerrado....292
10.16.5 Tanques de baja presión....293
10.16.6 Tanques enterrados....295
10.16.7 Depósitos de alta presión....296
10.17 Elementos auxiliares de los tanques....297
10.18 Fenómenos que se pueden generar en un tanque de combustible en caso de incendio....299
10.18.1 Bleve....299
10.18.2 Boilover....301
BIBLIOGRAFÍA....302

INTRODUCCIÓN

Este Manual tiene como objetivo para todo aquel que realice su lectura o estudio, la adquisición de una serie de conocimientos básicos teóricos del oficio de bombero en un entorno aeroportuario y de unas premisas forjadas en base a la experiencia y la práctica del día a día de las guardias e intervenciones, todas ellas dentro del cumplimiento normativo de la OACI.

Los servicios de salvamento y extinción de incendios (SSEI) de los aeropuertos de la red de AENA poseen unas peculiaridades dentro del gran colectivo de bomberos, los cuales se rigen por unos requerimientos especiales, ya que el trabajo a desarrollar se restringe al entorno aeroportuario, sus inmediaciones y las aeronaves que por él transitan. A lo largo de este Manual se irán mostrando todas estas particularidades.

GLOSARIO

- **INFORMACIÓN**
  - **AFIS**: Servicio de información de vuelo, no se da control aéreo ni autorizaciones, solo información.

- **PISTA**
  - **LCL**: Local o comúnmente llamada frecuencia aérea.
  - **TWR**: Torre, usada cuando LCL y GMC están unidos, un solo controlador hace ambas funciones.

- **RODADURA**
  - **GMC**: Ground Movement Control. Servicio de control de movimiento en tierra, rodadura, donde el controlador rueda los aviones en el Área de Maniobras, excepto Pista que se encarga LCL.
  - **GND**: Ground, más usado para la tierra en electricidad o electrónica, mal usado muchas veces en lugar de GMC.

- **TORRE**
  - **ATC**: Air traffic control/controller, esto es control o controlador tránsito aéreo.

- **VARIOS**
  - **A**: Aeronave Airbus A 319, 320, 321, …
  - **ABL**: Línea de Seguridad de Plataforma.
  - **ACU**: Air Conditioning Unit.
  - **ADR**: Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de MMPP por Carretera.
  - **AENA**: Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea.
  - **AESA**: Agencia Estatal de Seguridad Aérea.
  - **AFFF**: Aqueous Film Forming Foam.
  - **AIP**: Aeronautical Information Publication - Publicación de Información Aeronáutica.
  - **AIS**: Aeronautical Information Service - Servicio de Información Aeronáutico.
  - **APU**: Auxiliar Power Unit.
  - **ARP**: Punto de Referencia de Aeródromo.
  - **ASA**: Área de Seguridad de Aeronaves - Aircraf Safety Area.
  - **ASU**: Air Supply Unit.
  - **Ap**: Área Crítica Práctica.
  - **At**: Área Crítica Teórica.
  - **AT**: Alta Tensión.
  - **B**: Aeronave Boeing B 737, 747, …
  - **BBNI**: Básico Bomberos de Nuevo Ingreso.
  - **BLEVE**: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion.
  - **BOILOVER**: Rebosamiento por Ebullición.
  - **CAT**: Categoría.
  - **CECOA**: Centro de Coordinación Aeroportuaria.
  - **CEOPS**: Centro de Operaciones.
  - **COA**: Centro de Observación y Alarma.
  - **CWY**: Clearway - Zona libre de obstáculo.
  - **E & E Bay**: Compartimento de Componentes Eléctricos y Electrónicos.
  - **EPA**: Área Estacionamiento de Equipos - Equipment Restraint Area.
  - **EPI**: Equipo de Protección Individual.
  - **EPL**: Línea de Estacionamiento de Equipos - Equipment Restraint Line.
  - **ERA**: Área de Restricción de Equipos - Equipment Restraint Area.
  - **ERL**: Línea de Restricción de Equipos - Equipment Restraint Line.
  - **ESA**: Área de Espera de Equipos - Equipment Stay Area.

- **ESL**: Línea de Espera de Equipos - Equipment Stay Line.
- **GLP**: Gas Licuado a Presión.
- **GP**: Senda de Descenso - Glide Path.
- **GPU**: Ground Power Unit.
- **IATA**: Asociación Internacional de Transporte Aéreo.
- **ICU**: Unidad de Control Integrada o Bodyguard.
- **ILS**: Sistema de Aterrizaje Instrumental - Instrumental Landing System.
- **IM**: Interior Marker – Baliza Interior.
- **INSHT**: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- **IT**: Instrucción Técnica.
- **ITC**: Instrucción Técnica.
- **JD**: Jefe de Dotación.
- **LLz**: Localizador - Localizer.
- **LVP**: Procedimiento de Visibilidad reducida.
- **MM**: Middle Marker – Baliza Intermedia.
- **MOGM**: Microorganismo.
- **NFPA**: National Fire Protection Assotiation.
- **NOTAM**: Notice to Air Men. Notificación para la Tripulación.
- **NOTOC**: Notice to Captain. Notificación para el Comandante.
- **NPA**: Área de Prohibición de Aparcamiento.
- **NPL**: Línea de Área de Prohibición de Aparcamiento.
- **NSP**: Normativa de Seguridad en Plataforma.
- **OACI**: Organización de Aviación Civil Internacional.
- **OM**: Outer Marker - Baliza Exterior.
- **OGM**: Organismo.
- **PAPI**: Sistema Visual Indicador de Pendiente de Aproximación.
- **PAU**: Plan de Autoprotección.
- **PQS**: Polvo Químico Seco.
- **RAT**: Ram Air Turbine - Turbina de Aire de Impacto.
- **RCA**: Reglamento de la Circulación Aérea.
- **RD**: Régimen de Descarga.
- **RESA**: Área de Seguridad de Extremo de Pista.
- **SLIU**: Sistema de Luces de Identificación de Umbral.
- **SMS**: Safety Management System - Sistema de Gestión de Seguridad.
- **SSEI**: Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios.
- **SWY**: Stopway - Zona de parada.
- **TCL**: Línea de Eje de Calle - Taxi Control Line.
- **TPC**: Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera, Reglamentación española.
- **UTC**: Universal Time Coordinated.
- **VEH**: Vehículo.
- **VN**: Ventilación Natural.
- **VPHN**: Ventilación por Presión Hidráulica Negativa.
- **VPHP**: Ventilación por Presión Hidráulica Positiva.
- **VPMN**: Ventilación por Presión Mecánica Negativa.
- **VPMP**: Ventilación por Presión Mecánica Positiva.
- **VP**: Vehículo Pesado.
- **W**: Anchura - Wide.

TECNOLOGÍA DEL FUEGO Y AGENTES EXTINTORES

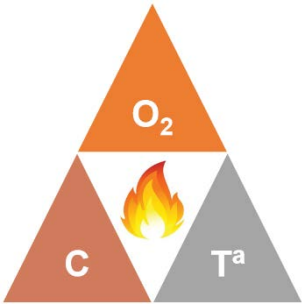
1. TECNOLOGÍA DEL FUEGO Y AGENTES EXTINTORES

1.1 Definición del fuego

Es un proceso o reacción físico-química de oxidación-reducción de tipo exotérmico, entre una sustancia combustible y una sustancia comburente, cuando se mezclan en las proporciones adecuadas, tras aplicarle cierta cantidad de energía, y que está caracterizada por la emisión de calor, radiación, luz, humos y gases.

1.2 Triángulo del fuego

El triángulo del fuego es la teoría que explica el inicio del proceso de combustión como la unión de tres elementos indispensables: **comburente**, **combustible** y **calor**. Cada uno de los lados de los triángulos representa uno de estos elementos.



La ausencia de alguno de los tres elementos o la presencia de alguno de ellos, en proporciones inadecuadas, impide la reacción de la combustión. Del mismo modo, la eliminación de cualquiera de los tres factores destruye el triángulo y supone la extinción del fuego.

1.2.1 Comburente

Es aquella sustancia que al mezclarse con el combustible permite o facilita la combustión de este último. El oxígeno del aire es el comburente por excelencia.

El aire que nos rodea está compuesto por un 21 % de oxígeno (O_2), un 78 % de nitrógeno (N_2), y un 1 % de mezcla de gases variable, siendo ese porcentaje de oxigeno suficiente para ejercer como comburente en todos los tipos de fuego. El fuego empieza a decrecer por debajo del 18 % y por debajo del 15 % de O_2 la mayoría de los combustibles no mantienen la combustión.

1.2.2 Combustible

Son aquellos materiales o sustancias que pueden ser oxidados o que pueden arder en presencia del comburente necesario y tras la aplicación de una fuente de calor. Todos los combustibles entran en combustión en fase gaseosa, nos los podemos encontrar de forma natural o artificial y según su estado físico, en estado sólido, líquido y gaseoso.

1.2.3 Energía de activación

Es el elemento o energía necesaria que hace posible la reacción entre combustible y comburente, siempre y cuando la mezcla entre ambos se encuentre en las condiciones de cantidad y temperatura adecuadas para provocar la combustión.

La mayor parte de los combustibles necesitan ser calentados a una temperatura superior a la temperatura ambiente, para que por sublimación (sólidos) o evaporación (líquidos) desprendan vapores

capaces de mezclarse con el oxígeno del aire en condiciones apropiadas para la combustión. Esta energía actúa sobre la estructura del combustible rompiendo los enlaces químicos de los combustibles sólidos y provocando su fusión, o actuando sobre la tensión superficial del líquido hasta conseguir su vaporización. En este punto, el comburente envuelve las moléculas vaporizadas del combustible, pudiendo producirse la combustión siempre que la mezcla y la temperatura sean las adecuadas.

Los combustibles solo son capaces de arder en estado gaseoso, por ello la importancia de la energía de activación necesaria para iniciar la combustión, ya que será mínima en el caso de combustibles gaseosos, siendo mayor en aporte y tiempo en los combustibles líquidos, incrementándose más aún en el caso de combustibles sólidos. Vemos como el estado físico del material combustible es una condición que facilita o dificulta el inicio del fuego. Esta energía es proporcionada por los llamados "focos o fuentes de ignición".

1.3 Fuentes de ignición

Son aquellas capaces de aportar, a una mezcla adecuada de combustible y comburente, el calor necesario para que se inicie la combustión. Según su origen se clasifican en:

- **Origen natural:** La energía se obtiene sin la complicidad del ser humano (rayo, volcanes, …).
- **Origen térmico:** La energía se produce por contacto directo con la llama.
- **Origen químico:** La energía se produce como consecuencia de una reacción química de tipo exotérmico (dilución, descomposición, etc.).
- **Origen eléctrico:** La energía se produce por un fenómeno físico de carácter eléctrico (inducción, electricidad estática, etc.).
- **Origen mecánico:** La energía se produce por un fenómeno físico de carácter mecánico (chispas, compresión, fricción, etc.).
- **Origen nuclear:** La energía se produce como consecuencia de un proceso de escisión de núcleos de átomos radiactivos.

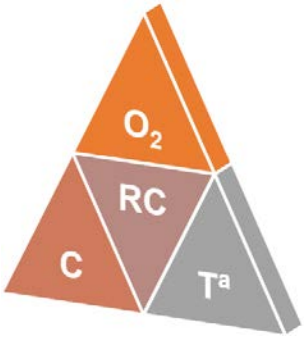
1.4 Tetraedro del fuego

El triángulo del fuego explica cómo se inicia éste, pero **NO** la forma de poder mantenerlo. Para ello resulta necesaria la consideración de un cuarto factor: **La reacción en cadena**.

1.4.1 Reacción en cadena

Es el proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de la mezcla combustible - comburente y por tanto su continuidad hasta la desaparición de algunos de los tres elementos.

No deja de ser la transmisión de calor de unas moléculas a otras del combustible, que determina la auto alimentación del fuego y por tanto su continuidad hasta la desaparición de algún factor que lo hacen posible.



1.5 Límites de inflamabilidad

Para que sea posible la ignición, debe de existir una concentración de combustible suficiente en una atmósfera oxidante dada. Pero no todas las mezclas combustibles - comburentes son susceptibles de entrar en combustión, sino que solamente reaccionarán algunas mezclas cuantitativa y cualitativamente determinadas.

Se definen los límites de inflamabilidad como los valores límites (mínimo y máximo) de concentración de un combustible dentro de un medio oxidante, entre los que puede producirse una combustión. Se miden en % de concentración de vapor de combustible en aire.

- **Límite superior de inflamabilidad (LSI):** Máxima concentración de vapores combustibles en mezcla con un comburente, por debajo de la cual se produce la combustión.

- **Límite inferior de inflamabilidad (LII):** Mínima concentración de vapores combustibles en mezcla con un comburente, por encima de la cual se produce la combustión.

- **Rango de inflamabilidad**: Conjunto de valores de concentración de vapores de combustibles comprendidos entre los límites de inflamabilidad. La amplitud del rango nos indica la peligrosidad de una sustancia, así cuanto mayor sea el rango, más peligrosa es.

1.6 Temperaturas características

Las temperaturas características de los combustibles variarán en función de la presión a la que esté sometida la mezcla combustible – comburente.

- **Temperatura de inflamación:** Temperatura mínima a la cual un combustible comienza a desprender vapores o gases, capaces de arder en contacto con un comburente cuando se le aporta la energía de activación, sin capacidad para mantener la combustión.

- **Temperatura de ignición:** Temperatura mínima a la cual un combustible comienza a desprender vapores o gases, capaces de arder en contacto con un comburente y de mantener la combustión una vez retirada la fuente de ignición.

- **Temperatura de auto ignición:** Temperatura mínima a la cual los vapores o gases desprendidos son capaces de arder espontáneamente en contacto con el comburente sin necesidad de energía de activación.

1.7 Productos de la combustión

- **Gases:** Compuestos químicos en estado gaseoso que se forman cuando reaccionan el oxígeno y los distintos elementos presentes en la materia combustible. Los gases más habituales resultantes de la combustión son: anhídrido carbónico (CO_2) y monóxido de carbono (CO).

  La formación de los gases depende de la composición química del combustible y de la temperatura alcanzada en la combustión.

- **Llamas:** Fenómeno luminoso que acompaña con frecuencia a las reacciones de combustión y que corresponde a la manifestación visible del gas incandescente emitido. Su color varía de acuerdo con la composición química del combustible y la concentración del comburente.

- **Humos:** Residuo gaseoso generado en la combustión, que contiene partículas sólidas y líquidas en suspensión, a las que debe su color y su grado de opacidad. Cuanto más incompleta sea la combustión más abundante son los humos. Como sucede con las llamas, la cantidad y el color del humo dependen de la composición química del combustible y de la concentración del comburente.

  El humo representa un grave peligro en la extinción de incendios porque irrita las mucosas, especialmente de los ojos y las vías respiratorias, dificultando la visión y la respiración, además de ser un medio propagador del calor.

- **Calor:** Energía liberada en la combustión. Se origina por la agitación desordenada y rápida de las moléculas que intentan combinarse para constituir la materia. Es el principal responsable de la propagación del fuego.

Hemos visto cómo se desarrolla un incendio según el tipo de combustible y los productos generados en el proceso de combustión. A continuación, se describen las fases del desarrollo de un incendio.

1.8 Propagación del fuego

La propagación del fuego es la transmisión del calor que se produce desde la ignición, mediante transferencia de energía calorífica desde una sustancia a elevada temperatura hasta otra capaz de absorber calor. Los mecanismos de transmisión del calor son:

- **Conducción:** Mecanismo de intercambio del calor por contacto directo entre dos cuerpos. Es propia de los sólidos, líquidos y gases. Se caracteriza por su lentitud.

- **Convección:** Es la transmisión del calor en la misma sustancia, debido a la formación de corrientes de partículas. El mecanismo de convección es el propio de los líquidos y, sobre todo, de los gases. En un incendio el aire caliente, menos pesado, se eleva provocando un desplazamiento del aire frío que desciende a los niveles más bajos.

- **Radiación:** El calor se transmite sin la intervención de la materia. La transferencia se produce a través de ondas electromagnéticas sin que el aire interpuesto entre los cuerpos participe en el fenómeno.

1.9 Velocidad de la combustión

La velocidad de la combustión depende de la naturaleza de las sustancias que se combinan para transformarse.

Sin embargo, la velocidad de reacción también se ve influida por otros factores como la temperatura o la superficie de contacto entre las sustancias reaccionantes.

La velocidad con que se produce la reacción se mide por la cantidad de combustible consumida por unidad de tiempo. Este factor define tres tipos diferenciados de combustión:

- **Combustión lenta:** Es aquella que se produce sin emisión de luz y escasa emisión de calor. Es más correcto hablar simplemente de oxidación.

- **Combustión rápida:** Es aquella que se produce acompañada de gran emisión de luz y calor en forma de llamas. Es la combustión propiamente dicha.

- **Combustión muy rápida:** Es aquella que se produce a gran velocidad de oxidación. Se trata de una explosión, para la que existen dos denominaciones:

    - **Deflagración**: la velocidad de la onda de choque o frente de llama es inferior a la velocidad del sonido, **< 340 m/s.**

    - **Detonación**: la velocidad de la onda de choque o frente de llama es superior a la velocidad del sonido, **≥ 340 m/s.**

1.10 Clasificación del fuego

La normativa nacional y la europea clasifican el fuego en función del tipo de combustible. La normativa establece las siguientes clases de fuego:

- **Clase A:** También denominados fuegos secos. Son fuegos originados en materiales sólidos, cuya combustión produce llamas y/o brasas.

- **Clase B:** También denominados fuegos grasos. Son fuegos originados por la combustión de materiales líquidos que forman llamas, por materiales sólidos cuya combustión no produce brasa y también por sólidos que queman en estado líquido.

- **Clase C:** Son fuegos producidos por combustibles gaseosos en estado natural.

- **Clase D:** Son fuegos producidos por combustibles metálicos o por un compuesto químico ligero. Estos fuegos no pueden ser combatidos con los métodos y agentes extintores habituales.

- **Clase F:** Son fuegos derivados del uso de ingredientes para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales) en los aparatos de cocina.

1.11 Protección y lucha contra incendios

La protección no impide que se actualice o se desencadene el riesgo de incendio, pero sí que se actúe sobre su propagación y consecuencias, minimizándolas o eliminándolas.

Una vez se haya iniciado un incendio, se entra en la etapa de protección que comprende tanto la detección como la extinción del mismo.

1.11.1 Detección

Es el hecho de descubrir lo antes posible la existencia de un incendio en un lugar determinado. La rapidez en la detección de un incendio es clave para proceder a una extinción rápida y eficiente, y se basa en los fenómenos que acompañan al fuego, de ahí surgen las denominaciones de los distintos tipos de detectores:

- **Gases:** Detectan los gases de combustión. Al inicio de un incendio se desprenden gases y no necesariamente humos visibles, ni llamas, por lo que un detector de este tipo es el primero en detectar el incendio.

- **Humos:** Son células fotoeléctricas que emiten una corriente eléctrica variable con el flujo luminoso que reciben. Al oscurecerse el aire por el humo, emiten una señal.

- **Llamas:** Son células fotoeléctricas sensibles a la variación de la radiación infrarroja de la llama.

- **Térmicos:** Son elementos sensibles a la elevación de la temperatura. Los más comunes son los termovelocimétricos que se activan cuando la velocidad de aumento de la temperatura excede de un cierto valor.

1.11.2 Alarma

Es una consecuencia inmediata de la detección y son el conjunto de señales ópticas y acústicas encaminadas a advertir la existencia de un incendio, tanto a las personas responsables de la extinción como al resto del personal para que procedan a la evacuación del local.

Por ello, el accionamiento de la alarma implica la inmediata puesta en marcha de los medios de extinción y del plan de evacuación preestablecido.

En la evolución de un fuego se distinguen las siguientes fases:

- Generación de gases.
- Desprendimiento de humos.
- Aparición de llamas.
- Rápido aumento de la temperatura.

1.11.3 Métodos de extinción

Además de la detección y alarma deben planificarse unos medios de lucha contra el fuego de forma que actúen lo antes posible una vez se haya detectado el lugar del incendio.

La extinción de un fuego supone la supresión de alguno de los elementos indispensables para su mantenimiento. Los distintos métodos de extinción se fundamentan en la eliminación de alguno de los cuatro elementos que constituyen el llamado tetraedro del fuego (combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena).

El método de extinción que se elija depende, en gran medida, del factor sobre el que se actúa.

Dependiendo del factor sobre el que se actúe se pueden distinguir las siguientes técnicas de extinción:

- **Enfriamiento:** El fuego se extingue por eliminación del calor hasta alcanzar una temperatura a la que el combustible no desprenda suficientes vapores combustibles para mantener la combustión.

- **Sofocación:** El fuego se extingue al impedir el contacto entre los vapores combustibles y el comburente. Este objetivo se puede conseguir por dos procedimientos distintos:

    - Desplazando el oxígeno del aire por medio de gas inerte.
    - Cubriendo la superficie del combustible en llamas con una sustancia incombustible.

- **Desalimentación:** El fuego se extingue por eliminación del combustible, bien por:

    - **Dispersión** si se trata de un combustible sólido.
    - **Dilución** si se trata de un combustible líquido.

- **Inhibición:** El fuego se extingue por interrupción de la reacción en cadena al impedir la transmisión de calor mediante la acción de agentes químicos.

MÉTODOS EXTINCIÓN	FUNDAMENTO	APLICACIÓN
Enfriamiento	Eliminar calor	Fuegos originados en combustibles sólidos A y líquidos B
Sofocación	Eliminar comburente	Fuegos originados en combustibles líquidos B
Desalimentación	Dispersar combustible	Fuegos originados en combustibles sólidos A
	Diluir combustible	Fuegos originados en combustibles líquidos B
Inhibición	Interrumpir la reacción en cadena	Fuegos originados en combustibles líquidos B, gaseosos C e instalaciones eléctricas

1.12 Agentes extintores

Para conseguir la extinción del fuego, cualquiera que sea el mecanismo adoptado, es necesaria la aplicación de un agente extintor.

Los agentes extintores son compuestos químicos que, aplicados al fuego, consiguen su extinción por uno o varios de los mecanismos señalados.

Existe una gran variedad de agentes extintores que pueden ser aplicados aisladamente o en combinación para conseguir la máxima eficacia.

Los agentes extintores pueden clasificarse en relación a su estado físico y a su efectividad en la extinción de los distintos tipos de fuego.

AGENTES EXTINTORES ATENDIENDO A SU ESTADO	
ESTADO FÍSICO	**AGENTES EXTINTORES**
Sólido	Polvo químico seco y arena
Líquido	Agua, Espuma física
Gaseoso	Anhídrido carbónico, hidrocarburos halogenados, vapor de agua y gas inerte

AGENTES EXTINTORES ATENDIENDO A SU EFECTIVIDAD	
AGENTE EXTINTOR TIPO DE FUEGO	**AGENTE EXTINTOR TIPO DE FUEGO**
Anhídrido carbónico	A-**B**
Hidrocarburos halogenados	A-**B**
Agua a chorro	A
Agua pulverizada	A-**B**
Espuma física	A-B
Polvo base bicarbonato sódico (convencional)	**B**-C
Polvo base fosfato amónico (polivalente)	A-B-C
Polvo especial	D
Agente extintor especifico	F

1.12.1 Agua

El agua es el agente extintor más difundido y utilizado, por su abundancia y disponibilidad, su bajo coste y por la gran eficacia que le confieren propiedades como las siguientes:

- Elevada densidad y estabilidad química.
- Elevado calor específico, le confiere una importante capacidad de absorción de calorías.
- Elevado calor de vaporización.
- Soluble en ciertos líquidos inflamables como disolventes polares, que diluidos en agua pierden su combustibilidad.
- Al evaporarse sufre un gran incremento de volumen aproximadamente 1.700 veces, por lo que se desplaza y diluye en el aire circundante.

1.12.1.1 Propiedades extintoras del H_2O

Su acción como agente extintor se debe a una combinación de mecanismos: enfriamiento, sofocación y desalimentación.

- **Enfriamiento:** El combustible al ponerse en contacto con el agua desciende su temperatura y como consecuencia se bloquea el desprendimiento de vapores combustibles. Este proceso ocurre en los fuegos de sólidos y líquidos con puntos de inflamación medios y altos.

  En fuegos de gases o de líquidos con puntos de inflamación bajos, el agua no es eficaz porque no consigue refrigerar hasta la temperatura necesaria para impedir la emisión de vapores combustibles.

  El agua en el cambio físico que experimenta, pasando de líquido a vapor, consume una gran cantidad de calor. Los resultados óptimos de la extinción con agua se consiguen con la aplicación de gotas uniformes, de diámetro entre 0,2 y 1 mm. La velocidad de extinción va en función del caudal de agua utilizado.

  El **nivel de eficacia** depende del sistema de aplicación, siendo máximo en forma pulverizada y variando en relación con:

  - La superficie de exposición, es mayor cuanto menor sea el tamaño de las gotas.
  - La diferencia de temperatura entre el agua, el material de combustión y el aire del entorno.
  - La distancia de las gotas al centro del fuego.
  - El tiempo de exposición depende de la distancia recorrida y velocidad del agua.

- **Sofocación:** El agua en contacto con el fuego se evapora y el vapor de agua producido reduce la concentración de oxígeno presente en el aire, es decir, eliminando el comburente en mayor o menor medida.

- **Desalimentación por dilución:** El agua, al disolver determinados combustibles hidrosolubles, reduce la concentración de combustible, con lo que se consigue la extinción del mismo.

  - **Aditivos:** Las propiedades que presenta el agua cuando se utiliza como agente extintor se pueden mejorar con la adición de determinadas sustancias, conocidos genéricamente como aditivos, que le confieren propiedades complementarias.

  - **Precauciones y limitaciones de uso:**

    - No se debe utilizar sobre líquidos inflamables de menor densidad que el agua, puesto que flotan sobre ella y contribuyen a la propagación del fuego.

    - No se puede utilizar en fuegos que afecten o estén próximos a instalaciones eléctricas, por su elevada conductividad y el consiguiente riesgo de electrocución.

    - No se puede utilizar en la extinción de fuegos de metales y peróxidos, dada la posibilidad de explosión por descomposición química.

ADITIVOS	FUNCIÓN
Anticongelantes	Disminuyen el punto de congelación del agua
Humectantes	Reducen la tensión superficial del agua
Espesantes	Aumentan la viscosidad del agua
Retardantes	Protegen al combustible con una película que retrasa su ignición
Modificadores de flujo	Reducen las pérdidas de presión en las conducciones de agua
Espumógenos	Por inyección de aire o gas, forman espumas

1.12.2 Espumas

1.12.2.1 Definición y Conceptos Generales

Es una masa de burbujas, obtenida al introducir aire, mediante un proceso de tipo físico, en una solución espumante, siendo la espuma AFFF el agente principal utilizado actualmente en bomberos de aeropuerto.

La espuma destinada a la extinción de incendios es un agregado estable de pequeñas burbujas, que tienen la propiedad de cubrir y adherirse a superficies verticales y horizontales.

Cuando fluye libremente sobre la superficie incendiada forma una capa resistente y continua que aísla del aire e impide la salida a la atmósfera de vapores volátiles combustibles. Para comprender la acción y la aplicación de estos agentes es imprescindible aclarar algunos conceptos:

- **Espumante:** Es la mezcla de agua y espumógeno que se obtiene introduciendo este último de forma continua en el flujo de agua o mediante su mezcla en un tanque de almacenamiento.

- **Coeficiente de expansión:** Relación entre el volumen final de la espuma obtenida y el volumen original del espumante que la produce. Depende del tipo de espumógeno, de las condiciones de la mezcla espumante (concentración, temperatura) y del proceso de generación de la espuma (equipo, caudal naturaleza del gas generador, …).

- **Generador de espuma:** Dispositivo capaz de aportar aire u otro gas al flujo de espumante para formar la espuma.

  En función del momento en que se realiza la incorporación de aire o gas, los generadores pueden ser:

  - **Aspirantes**: la incorporación tiene lugar en el mismo generador, del que fluye la espuma ya formada.

  - **No aspirantes**: la espuma se forma en el trayecto del fluido, con posterioridad a su salida del generador.

- **Dosificación:** Proporción en que se diluye el espumógeno en el agua. En general, la proporción se sitúa entre el 0,5 % y el 6 %. **Dosificación nominal** es la recomendada por el fabricante para cada tipo de uso.

- **Proporcionador:** Equipo que realiza la dosificación y la mezcla del espumógeno en la corriente de agua, para producir el espumante.

- **Inductor:** Equipo proporcionador que intercalado en una conducción de agua permite, por efecto Venturi, aspirar el espumógeno de un recipiente en el que se encuentra a presión atmosférica e incorporarlo a la corriente de agua.

- **Tasa de aplicación:** Caudal de la solución espumante en litros/minuto, aplicada por unidad de superficie de fuego.

- **Espumógeno:** Agente que, disuelto en el agua en la proporción adecuada y por inyección de aire o gas, es capaz de formar espuma. Se distinguen los siguientes tipos de espumógenos:

    - **Espumógenos anti alcohol**: son los que forman espumas resistentes a la destrucción por acción de líquidos polares, como los alcoholes.

    - **Espumógenos polivalentes**: aquellos que generan espumas utilizables en fuegos de líquidos polares y no polares.

    - **Espumógeno universal**: es aquel que puede ser utilizado con generadores de espuma de alta, media y baja expansión. Éste puede ser:

        - **Newtoniano**: La viscosidad en este tipo de espumógeno es constante para cada temperatura, con independencia de las variaciones del coeficiente de cizalladura (agitación o velocidad del flujo en una conducción).

        - **Pseudoplástico**: La viscosidad en este tipo de espumógeno disminuye al aumentar el coeficiente de cizalladura.

1.12.2.2 Clasificación de las espumas

Las espumas que utilizamos actualmente se obtienen por un proceso físico, inyectando aire a una disolución en agua de un agente espumógeno. Son las espumas universalmente utilizadas, y a las que se hace referencia en esta unidad.

Como curiosidad apuntar que existen espumas obtenidas por reacción química entre dos reactivos, un ácido y una base, que al combinarse producen un gas que se expande, normalmente CO_2. Estas espumas en la actualidad están en desuso.

La espuma física se forma a partir de una mezcla de agua, espumógeno y aire en proporciones adecuadas, clasificándose de acuerdo con los siguientes criterios:

- El índice de expansión.
- La composición del espumógeno.
    - Los de base proteínica.
    - Los de base sintética.
- La función.
- La eficacia.

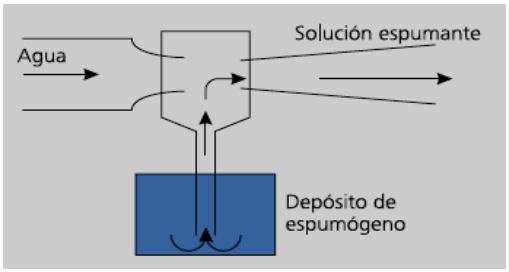
1.12.2.3 El índice de expansión

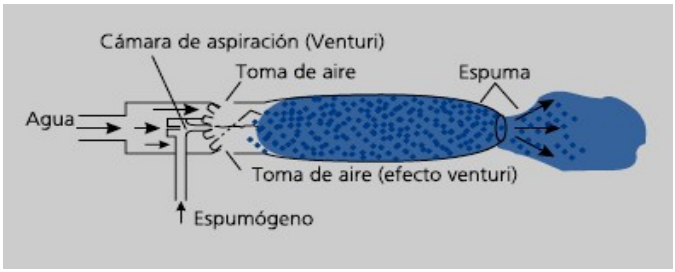
Se pueden emplear lanzas aspirantes como no aspirantes (lanzas chorro – niebla convencional). Con las lanzas aspirantes se consiguen niveles más altos de expansión, tiempos de drenaje más largos y mayor resistencia a la reignición. El uso de lanzas no aspirantes (mayor alcance y formación de cortina de niebla protectora) resulta especialmente adecuado con combustibles de baja presión de vapor y situaciones que impliquen peligro para la vida humana.

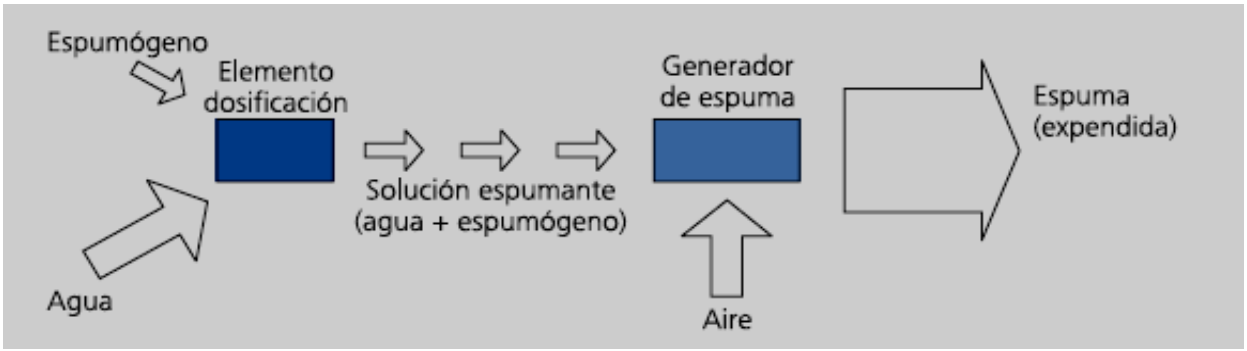
ÍNDICE DE EXPANSIÓN DE LAS ESPUMAS	
DENOMINACIÓN	**CARACTERÍSTICAS**
Baja expansión	Índice expansión < 20. Entre 7 y 9 elevado contenido hídrico y burbuja pequeña
Media expansión	Índice de expansión entre 20 y 200, burbuja media
Alta expansión	Índice de expansión ≥ 200, ligeras y burbuja de gran tamaño

1.12.2.4 Generadores de espuma

Se dispone de distintos tipos de generadores de espuma, en función de las necesidades.



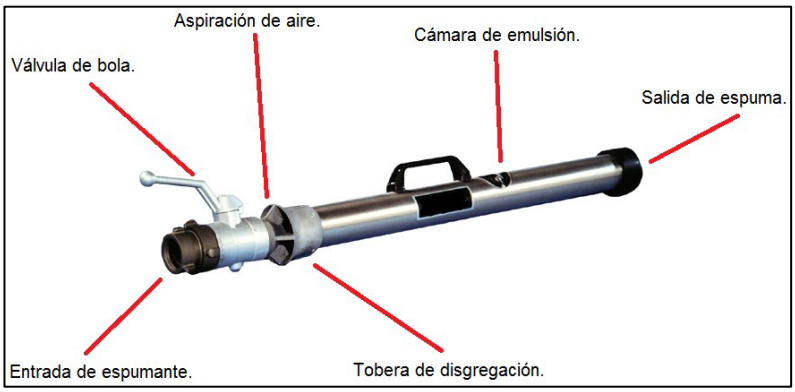




- **Lanza de espuma de baja expansión:** Emulsionan la mezcla espumante enviada directamente del vehículo o a través de un proporcionador, añadiéndole el aire necesario para la formación de las burbujas de espuma.

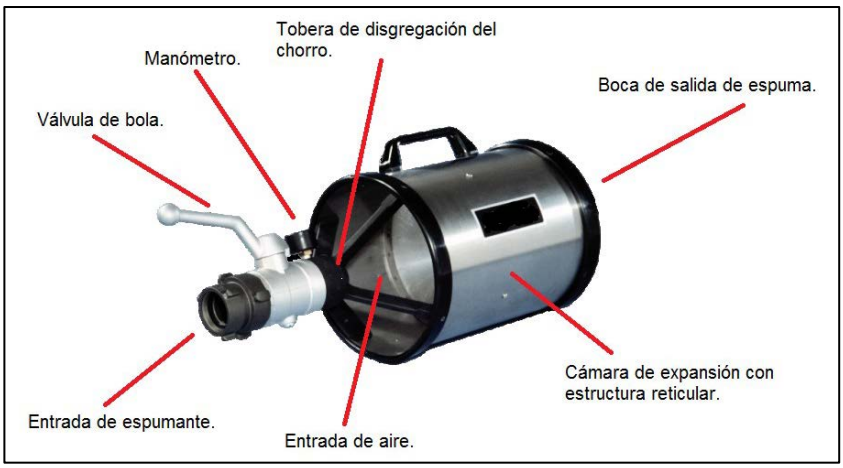
  En general las lanzas racoradas de 45 mm Ø tendrán un caudal nominal de 200 o 400 l/min y las racoradas en 70 mm Ø uno de 400 u 800 l/min, con un código de colores para poder diferenciarlas a simple vista:

  - **Amarillo** (200 l/min)
  - **Rojo** (400 l/min)
  - **Azul** (800 l/min)



- **Lanza de espuma de media expansión:** El funcionamiento es similar a las de baja expansión. Están racoradas en 45 mm Ø y tienen un caudal nominal de 200 o 400 l/min según modelo.

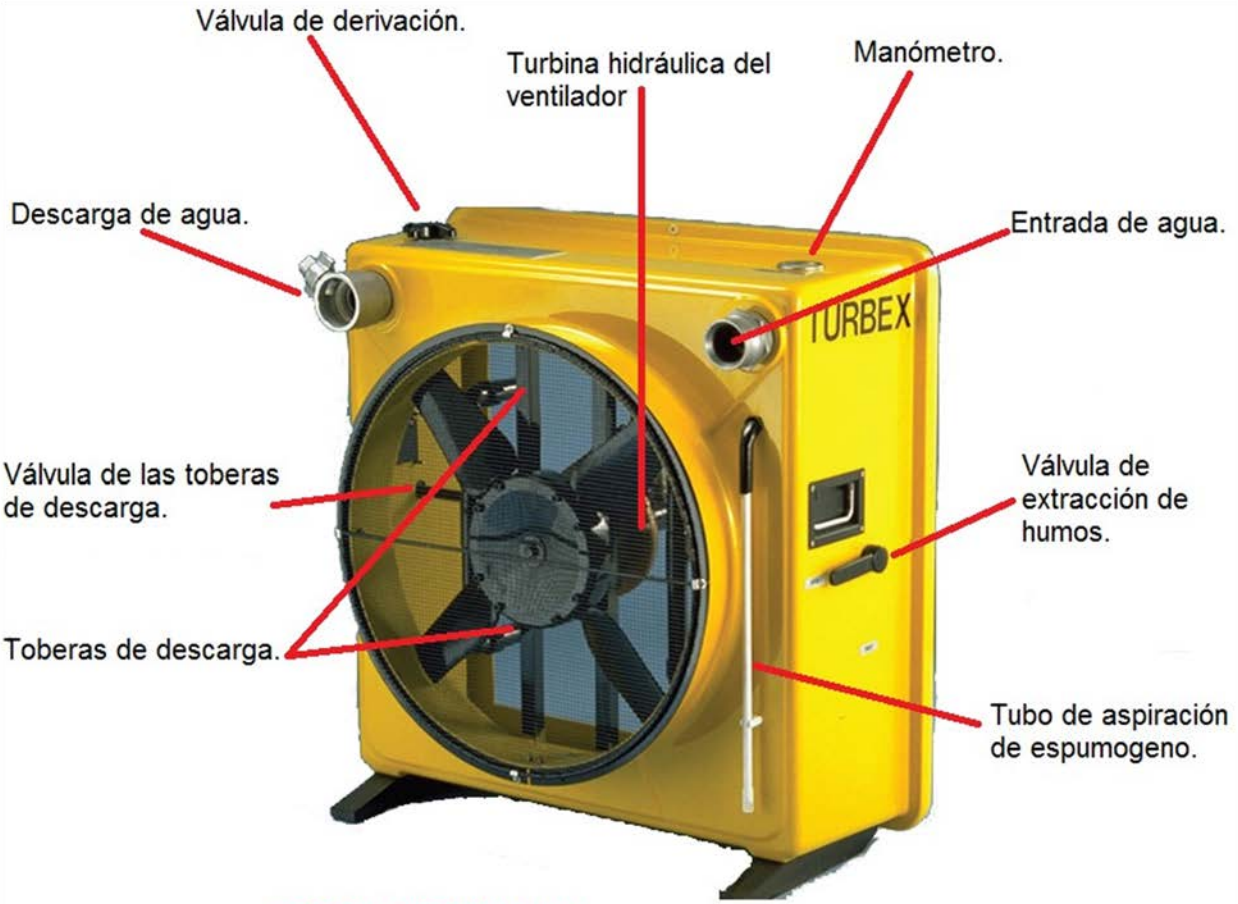
  Este tipo de lanzas poseen un manómetro incorporado donde está señalada la zona de presión óptima para la formación de espuma (3 kg/cm^2).



- **Generador de espuma de alta expansión:** Forma la espuma inyectando aire a través de una estructura reticular metálica o de nylon.

  Sobre la estructura se pulveriza a presión, mediante boquillas difusoras, agua y espumógeno.

  El suministro de aire, que forma las burbujas y empuja la espuma, se obtiene mediante un ventilador accionado por la misma presión del agua, por turbina hidráulica o por motor de explosión. Adicionalmente se les conecta un mangote para conducir la espuma.



ARGUS - TURBEX MKII

1.12.2.5 Tipos de espuma

- **Según su composición**

ESPUMAS FÍSICAS SEGÚN SU COMPOSICIÓN		
BASE PROTEICA	Proteínicas	Barata, generan capa de espuma homogénea, estable y resistente al calor. Es incompatible con el polvo químico seco y con disolventes polares. Es Incompatible con acero, acero galvanizado y aluminio.
	Fluoroproteínicas	Se le añaden aditivos fluorados. Es incompatible con el polvo químico seco.
	Fluoroproteínicas Formadores de película (FFFP)	Se le añaden más aditivos fluorados con los que conseguimos una capa, denominada película acuosa, la cual se extiende rapidísimamente.
	Fluoroproteínicas Formadores de película antialcohol (FFFP-AR)	Se les añaden aditivos (polímeros) para que sean compatibles con los líquidos polares, forman una membrana polimérica encima del líquido no permitiendo que se contamine la espuma.
BASE SINTÉTICA	AFFF (aqueous film forming foam)	Poseen aditivos fluorados que permiten crear una película acuosa. Tienen baja viscosidad. Son muy fluidas. Compatibles con todos los combustibles líquidos e inflamables, excepto los disolventes polares.
	AR-AFFF (Alcohol resistant - aqueous film forming foam)	Se les añaden aditivos (polímeros) para que sean compatibles con los líquidos polares, formando una membrana polimérica encima del líquido.
	AR (Antialcohol)	Preparadas a partir de mezclas equilibradas de polímeros perfluoprados, tensoactivos hidrocarbonados, aditivos y disolventes.
	Espumas Multiexpansión	Preparadas a partir de tensoactivos hidrocarbonados, glicoles, anticorrosivos, biocidas y otros aditivos. Con la concentración y el sistema adecuado se pueden producir espumas de baja, media y alta calidad.
	Espumas para fuegos Clase A	Se les añade ciertos aditivos para que se reduzca la tensión superficial del agua “la espuma moja más”, de esta manera se extiende, se adhiere y penetra mejor en el combustible sólido.
	De entrenamiento	Preparadas a partir de tensoactivos hidrocarbonados, glicoles y aditivos. Las características físicas de la Espuma son muy similares a las de un espumógeno de baja expansión, es más económico. Nunca se usará en fuegos reales.

- **Según su función**

    - **Monovalentes**: Para fuegos de hidrocarburos.
    - **Antialcohol**: Para fuegos de disolventes polares.
    - **Polivalentes**: Para ambos.

- **Según su eficacia:** Existen Organismos Europeos de normalización que certifican los espumógenos, además de otras normas como puedan ser las militares. Para OACI, existen actualmente tres niveles de eficacia (Nivel A, B y C). Los Aeropuertos de la red de AENA utilizan espumas de nivel B hasta fin de existencias, siendo sustituidas por las de eficacia de nivel C.

1.12.2.6 Modo de aplicación

La efectividad de las espumas depende en gran medida del modo de aplicación:

- **Superficial:** La espuma se aplica sobre la superficie del combustible. Es el método más utilizado. Existen dos formas para su aplicación:

    - **Directa**: El chorro incidirá previo al combustible moviendo la lanza de lado a lado, derecha – izquierda y viceversa.

    - **Indirecta**: Utilizaremos un deflector para su aplicación o cualquier elemento que cumpla dicha función.

- **Subsuperficial:** La espuma se inyecta bajo la superficie del combustible. Se emplea normalmente en tanques de hidrocarburos de techo fijo. Esta modalidad exige la disponibilidad de equipos especiales.

A las espumas fluoroproteínicas, los agentes fluorados que contienen les confieren la propiedad de no adherirse al combustible, lo cual les hace ser especialmente eficaces para este tipo de aplicación.

1.12.2.7 Compatibilidad entre las espumas

Las espumas sintéticas son compatibles entre sí y con otros agentes extintores como el CO_2, los halones o el polvo seco.

Los distintos espumógenos no deben ser nunca utilizados simultáneamente sin consultar al fabricante, ya que se pueden perder las propiedades extintoras de sus elementos.

1.12.2.8 Dosificación y dilución

Dosis necesarias de espumógeno disuelto en agua para algunos de los distintos tipos de espumas.

Los fabricantes investigan constantemente y van mejorando sus productos, por lo que se debe utilizar cada espumógeno en el porcentaje indicado por el mismo.

CLASES DE ESPUMA	DOSIFICACIÓN
Espuma AFFF	Las dosis de espumógeno disuelto en H_2O es del 0,5 - 1 - 3 - 6 %
Espumas multiexpansión	Las dosis de espumógeno disuelto en H_2O pueden ser del 2 - 3 - 6 %
Espumas antialcohol	La dosis de espumógeno disuelta en H_2O es del 3 - 6 %

1.12.2.9 Características de la espuma

Las características que definen la calidad de una espuma son las siguientes:

- **Coeficiente de expansión:** Determina su densidad y capacidad para cubrir al combustible.
- **Drenaje del 25 %:** Define la estabilidad de la espuma en función del tiempo que transcurre hasta que pierde el 25 % del líquido que la constituye. Es un parámetro relativo, puesto que no considera dos factores modificadores:
    - Las elevadas temperaturas.
    - El contacto con el combustible.
- **Fluidez:** Le permite extinguir rápidamente un fuego, salvando cualquier elemento que obstaculice su extensión o desplazamiento.
- **Resistencia:** A ser contaminada por el propio combustible, lo que podría llevar a la destrucción de la capa al arder el combustible captado.
- **Oleofobicidad:** Capacidad de la espuma para repeler el combustible y absorber energía.

1.12.2.10 Propiedades extintoras

Los mecanismos de extinción de las espumas son los siguientes:

- **Sofocación:** Eliminan el contacto del combustible con el aire e impiden la liberación de vapores inflamables.
- **Enfriamiento:** Enfrían el combustible, así como las superficies de los recipientes de contención de líquidos inflamables.

1.12.2.11 Aplicaciones

- **Las espumas, según su composición, están indicadas para combatir los siguientes tipos de fuegos:**
    - Fuegos de clase A.
    - Fuegos de clase B (combustibles de hidrocarburos o polares).
    - Fuegos de la clase F.

- **Para determinar la cantidad de espuma necesaria en un derrame y el tiempo de aplicación, se deben tener en cuenta estos factores:**
    - Tamaño del derrame.
    - El producto que se ha derramado.
    - Tipo de espumógeno.
    - Método de aplicación.

1.12.3 Agentes extintores gaseosos

1.12.3.1 Anhídrido carbónico

El anhídrido carbónico es un gas a temperatura ambiente, incoloro, inodoro y más denso que el aire, (1,5 veces aproximadamente). Se licua fácilmente mediante compresión y enfriamiento, almacenándose en botellas como gas licuado por debajo de los 31 ºC.

La descarga del CO_2 se realiza expulsando el gas licuado que, al vaporizarse se expande.

- **Efectos extintores:** La eficacia del CO_2 como agente extintor se debe a que actúa combinando dos mecanismos de extinción:
    - **Enfriamiento:** La expansión del líquido al convertirse en gas produce un pequeño efecto refrigerante.
    - **Sofocación:** Cuando el CO_2 se aplica sobre materiales en ignición los envuelve, desplazando el oxígeno o diluyéndolo a una concentración que no permita la combustión.
- **Precauciones en el uso:** El uso del CO_2 como agente extintor exige ciertas precauciones:
    - Concentraciones del 4 % en volumen, al cabo de un corto espacio de tiempo provocan molestias generalizadas.
    - Concentraciones superiores al 9 % en volumen, máxima concentración soportable, provocan pérdida de consciencia, síntomas de asfixia y problemas respiratorios.
    - Las temperaturas que alcanza cuando se vaporiza, -79 ºC, por lo que en contacto con la piel puede producir quemaduras, lo que hace obligatorio el uso de guantes.
    - Para actuar en espacios en los que se haya vaporizado CO_2 es necesario protegerse con equipos de respiración autónoma.
- **Utilización:** El CO_2 como agente extintor está especialmente indicado para los fuegos líquidos y materiales sometidos a tensión eléctrica.

1.12.3.2 Halones

Los hidrocarburos halogenados son compuestos químicos derivados de un hidrocarburo (normalmente metano o etano), en el que se han sustituido uno o más átomos de hidrógeno por halógenos (flúor, cloro, bromo o yodo), cambiando totalmente sus propiedades físicas y químicas, pasando de ser gases inflamables a ser agentes extintores.

La sustitución del hidrógeno por flúor confiere al compuesto estabilidad. La presencia de Cloro o Bromo incrementa la reactividad y mejora las propiedades extintoras del compuesto.

- **Propiedades extintoras del compuesto:** Los hidrocarburos halogenados, también llamados genéricamente halones, se identifican por un número en el que cada una de las cifras hace referencia al número de átomos de carbono, flúor, cloro o bromo, respectivamente. Si hubiese una quinta cifra se referiría al número de átomos de yodo. El cero significa la ausencia del elemento correspondiente. Los halones más difundidos son los siguientes:

    - Halón 1211 Bromo cloro diflúor metano ($CBrClF_2$).
    - Halón 1301 Bromo triflúor metano ($CBrF_3$).
    - Halón 2402 Dibromo tetrafluoro etano ($C_2Br_2F_4$).

- **Efectos extintores:** Los halones actúan sobre el fuego mediante dos medios de extinción:

    - Enfriamiento.
    - Inhibición de la llama impidiendo la reacción en cadena.

- **Precauciones en el uso:** Los halones pueden resultar tóxicos e irritantes, tanto más cuanto mayor sea su concentración y el tiempo de exposición, y en función del elemento halógeno incorporado al hidrocarburo.

  Pueden aplicarse durante los diez primeros minutos del incendio, antes de que se alcancen temperaturas próximas a 500 ºC ya que, a temperaturas superiores, el halón se descompone en productos ineficaces ante el fuego y tóxicos, tales como el bromuro de hidrógeno, el cloruro de hidrógeno o el fluoruro de hidrógeno.

- **Utilización:** Los halones son los agentes extintores más adecuados en los incendios que exijan la aplicación de un agente limpio y no conductor de la electricidad y en aquellos en que sea determinante la relación peso/eficacia del agente extintor.

  El Protocolo de Montreal acordó la interrupción de la producción de halones a partir del 1 de enero de 1.994.

    - No obstante, su utilización sigue estando permitida para determinados usos críticos, algunos nos afectan directamente, para la protección de:

        - Bodegas de carga habitualmente desocupadas.
        - Cabinas de pasajeros y de vuelo.
        - Góndolas de motor y las unidades auxiliares de potencia.

    - Otros agentes gaseosos, además del CO_2 y de los halones, se consideran agentes extintores, aunque su utilización es muy limitada, son:

        - Vapor de agua.
        - Gases inertes.

La obligada sustitución de los halones por agentes extintores de características similares ha producido un importante avance en la investigación y desarrollo de nuevos productos y la optimización de los ya existentes en el mercado.

Los mecanismos de extinción por los que actúan estos agentes se basan en la inhibición de la reacción en cadena y en el enfriamiento.

- **El hidroclorofluorcarbón (HCFC-123) o Halotrón**, es un agente extintor limpio y sus características son las siguientes:
  - Una vez descargado, se evapora rápidamente sin dejar residuos.
  - Es efectivo en fuegos de tipo A y B, así como en fuegos con presencia eléctrica por no conducir la electricidad.
  - Tiene una vida atmosférica de entre 3 y 11 años.
  - Sustituye perfectamente al Halón 1211 como extintor portátil en salas de informática, servicio de telecomunicaciones, protección de equipos electrónicos, barcos y vehículos.

A pesar de la gran efectividad de estos agentes extintores, se ha determinado que son altamente contaminantes; el principal objetivo de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) es mitigar gradualmente el impacto ambiental que produce el uso del Halón a la capa de ozono y al clima, a través de la sustitución del agente extintor por otras alternativas, y sustituir gradualmente el uso del halón 1211 por otros agentes extintores que no causen impactos medio ambientales desfavorables como el Halotrón.

Para los extintores portátiles de halón 1211, entrará en vigor la prohibición en aviones certificados a partir de mayo 2019.

Las aeronaves con certificado de aeronavegabilidad, a partir del 2020, deberán garantizar la sustitución del halón 1211 en los extintores de los baños.

1.12.4 Agentes extintores secos. Polvo químico seco (PQS)

El polvo químico seco es una sustancia sólida, pulverulenta empleada para extinguir incendios y se aplica por medio de:

- Extintores portátiles.
- Mangueras manuales.
- Sistemas fijos.

Los primeros agentes de este tipo que se desarrollaron fueron a base de bórax (borato de sodio) y de bicarbonato sódico. El bicarbonato sódico llegó a ser el más empleado por su mayor eficacia como agente extintor.

En el año 1.960 se modificó el polvo químico seco a base de bicarbonato sódico, para hacerlo compatible con las espumas proteínicas de baja expansión y permitir su empleo en los ataques de dobles agentes. Entonces aparecieron los polvos polivalentes (a base de fosfato monoamónico) y Purple-K (a base de bicarbonato potásico) para su uso como agente extintor. Poco después apareció el Super-K (a base de cloruro potásico), con igual eficacia que el Purple-K.

A finales de los años 60 los británicos crearon un polvo químico seco a base de urea y bicarbonato de potasio. Actualmente, hay cinco variedades básicas de agentes extintores de polvo químico seco.

Los términos polvo convencional se refieren generalmente a los polvos clasificados para su empleo contra fuegos de clase B y clase C.

El término polvo polivalente se refiere a los polvos que están recomendados para su empleo contra fuegos de clase A, clase B y clase C (se denomina también polvo antibrasa o polvo ABC).

Los términos polvo convencional y polivalente no deben confundirse con el término polvo especial que es el que se emplea para identificar los agentes extintores en polvo que se idearon inicialmente para los fuegos de metales combustibles.

- **Aplicaciones**

  - Muy eficaz para la extinción de fuegos de líquidos inflamables.
  - Fuegos de algunos equipos eléctricos.
  - El polvo convencional está limitado a aplicaciones para la extinción de fuegos superficiales con llama de los materiales combustibles sólidos, pero para apagar los fuegos incandescentes profundos se necesita el empleo de agua.
  - El polvo polivalente puede emplearse contra fuegos de líquidos inflamables, equipos eléctricos bajo tensión y materiales sólidos. Rara vez necesita reforzarse con agua para extinguir completamente los fuegos de materiales de clase A.

- **Propiedades físicas:** Los agentes extintores de polvo químico seco son productos cuyo **componente básico** puede ser:

  - Bicarbonato sódico.
  - Bicarbonato potásico.
  - Cloruro potásico.
  - Bicarbonato de urea-potasio.
  - Fosfato monoamónico.

  A estos compuestos básicos se les agregan una serie de aditivos para mejorar sus características de almacenamiento, de fluidez y de repulsión al agua.

  Los **aditivos** más comúnmente empleados son:

  - Estearatos metálicos.
  - Fosfato tricálcico.
  - Siliconas.

  Estos aditivos recubren las partículas de polvo seco para conferirles fluidez y resistencia a los efectos de endurecimiento y formación de costras por humedad y vibración.

- **Propiedades Generales**

  - **Estabilidad:** Los polvos químico secos son estables a temperaturas inferiores a 60 ºC. A temperaturas altas, algunos de los aditivos pueden llegar a fundirse por efecto del calor, dejando un residuo pegajoso. Por lo tanto, se recomienda generalmente, una temperatura máxima de almacenamiento de 49 ºC. Las temperaturas de hasta 66 ºC son aceptables para tiempos de almacenamiento muy breves.

    A las temperaturas de un incendio, los compuestos activos se disocian o descomponen mientras cumplen su función de extinción.

    Es de gran importancia el peligro causado por la mezcla de los distintos PQS.

- **Toxicidad:** Los productos empleados actualmente en los polvos químicos secos no son tóxicos, pero cuando se descargan grandes cantidades pueden originar trastornos respiratorios y dificultar la visibilidad.

- **Dimensión de las partículas:** La dimensión de las partículas de los polvos químicos secos se encuentra entre 10 y 75 micras (µm). Esta dimensión tiene un efecto definitivo sobre su eficacia extintora y se requiere un control cuidadoso para impedir que las partículas excedan del límite máximo y mínimo de su campo de eficacia.

  Los mejores resultados se obtienen en mezclas heterogéneas con tamaños de partículas comprendidos entre 20 y 25 micras (µm). En ningún caso deben mezclarse distintos PQS cuando se recargue el equipo.

- **Propiedades extintoras:** Las pruebas realizadas en fuegos de líquidos inflamables han demostrado que los polvos químicos secos a base de bicarbonato potásico son más eficaces que los de bicarbonato sódico. Igualmente, los polvos químicos secos de fosfato monoamónico se ha demostrado que son de igual o mayor eficacia que los de bicarbonato sódico.

  La eficacia del cloruro potásico es aproximadamente igual a la del bicarbonato potásico.

  Los polvos químicos secos a base de bicarbonato de potasio-urea poseen la mayor eficacia de todos los polvos secos.

  Cuando se echa directamente sobre el área incendiada, el polvo químico seco apaga la llama casi instantáneamente. El mecanismo y la química de esta acción extintora no se conocen con exactitud.

  La sofocación, el enfriamiento y la obstrucción de la radiación contribuyen a la eficacia extintora de estos productos, pero los estudios realizados sugieren que la reacción de rotura de la cadena en la llama puede ser la causa principal de extinción.

  - **Acción sofocante:** Durante muchos años se ha pensado que las propiedades extintoras de los polvos químicos secos regulares se basaban en la acción sofocante del anhídrido carbónico que se produce cuando el bicarbonato sódico recibe el calor del fuego. El anhídrido carbónico contribuye a la eficacia del agente igual que lo hace el volumen del vapor de agua que se emite al calentarse el polvo seco.

    Sin embargo, las pruebas han desmentido la creencia de que estos gases sean un factor fundamental de extinción.

    Cuando se descargan los polvos polivalentes contra combustibles sólidos incendiados, el fosfato monoamónico se descompone por efecto del calor, dejando un residuo pegajoso (ácido metafosfórico) sobre el material incendiado. Este residuo aísla el material incandescente del oxígeno, extinguiendo así el fuego e impidiendo su reignición.

  - **Acción enfriadora:** No se puede demostrar que la acción enfriadora de los polvos químicos secos sea una razón importante que explique su capacidad para extinguir rápidamente los fuegos.

    La energía calorífica requerida para descomponer los polvos químicos secos desempeña un papel primordial en la extinción. El efecto por sí mismo es pequeño; para que sea eficaz, el polvo seco debe ser sensible al calor y absorber calor a fin de que sea químicamente activo.

- **Apantallamiento de la radiación:** Es la descarga del polvo seco que produce una nube de polvo que se interpone entre la llama y el combustible. Esta nube separa al combustible de una parte del calor radiado por la llama.

  Las pruebas para evaluar este factor llegaron a la conclusión de que el factor de apantallamiento es de cierta importancia.

- **Inhibición o rotura de la reacción en cadena:** En la zona de combustión se encuentran radicales que al reaccionar entre sí hacen que la combustión continúe.

  La descarga de polvo seco sobre las llamas impide que estas partículas reactivas se encuentren y continúe la combustión. Este mecanismo se conoce con el nombre de extinción por rotura de la reacción en cadena.

- **Usos y limitaciones:** Los PQS se utilizan para extinguir los siguientes fuegos:

  - Líquidos inflamables.
  - Líquidos inflamables en que participen equipos eléctricos bajo tensión.
  - Los extintores de polvo seco convencional son aptos para su empleo contra incendios de líquidos inflamables y fuegos eléctricos.
  - El polvo polivalente es un agente muy efectivo para la extinción de fuegos producidos sobre superficies materiales combustibles sólidas.
  - Los polvos secos convencionales son un agente muy efectivo para la extinción de fuegos producidos en instalaciones de la industria textil, principalmente desmontadoras y batanes, y salas de carda de las desbastadoras de algodón.

  Si se emplean los polvos químicos secos normales para la extinción de fuegos producidos sobre superficies materiales combustibles sólidas, de tipo superficial, deben complementarse con agua pulverizada para apagar las brasas incandescentes o cuando el fuego profundiza por debajo de la superficie.

  En algunos locales para almacenamiento de algodón en balas, se cubren con polvos secos para impedir la propagación del fuego por la superficie. Esta medida preventiva no elimina la necesidad de disponer de protección por rociadores automáticos en esta zona.

  Cuando los polvos polivalentes se calientan, se vuelven pegajosos, por tal motivo se recomienda no utilizar polvos polivalentes en las salas de cardas textiles u otros locales donde puede ser difícil la eliminación de los residuos de las partes delicadas de la maquinaria.

  Los polvos químicos secos polivalentes no producen atmósferas inertes duraderas por encima de la superficie de los líquidos inflamables, consecuentemente, su empleo no da como resultado una extinción permanente si las fuentes de reignición, tales como superficies metálicas calientes, continúan estando presente.

  No deben emplearse polvos secos en instalaciones donde se encuentren disyuntores u otros contactos eléctricos delicados (por ejemplo, en centrales telefónicas), puesto que, en estas instalaciones, las propiedades aislantes de los polvos secos pueden inutilizar el equipo.

  Debido a la ligera corrosividad de los polvos secos, deben eliminarse de las superficies no dañadas lo antes posible después de que se haya extinguido el fuego.

  Los polvos químicos secos normales no extinguen fuegos que profundicen por debajo de la superficie. Tampoco extinguen los fuegos de los materiales que se alimentan de su propio oxígeno para arder.

Los polvos químicos secos pueden ser incompatibles con las espumas mecánicas (aire), a no ser que se hayan preparado especialmente para que sean aceptablemente compatibles. Los laboratorios de ensayos de equipos de incendios, han establecido condiciones técnicas para garantizar la eficacia y el comportamiento uniforme de los polvos secos como extintores.

Las características reguladas por estas condiciones técnicas son:

- El contenido de humedad.
- La repelencia al agua.
- La resistencia eléctrica.
- El almacenamiento a elevadas temperaturas.
- La fluidez.
- La resistencia contra el endurecimiento.
- El apelmazamiento.
- La acción abrasiva.

1.12.5 Fichas de datos de seguridad

La información sobre la peligrosidad de los productos químicos, ya sean sustancias o preparados (mezcla de dos o más sustancias), es imprescindible para conocer el riesgo que su manipulación presenta y en consecuencia adoptarlos métodos de trabajo adecuados para la protección de la salud y el medio ambiente. En este tema, las fichas de datos de seguridad de los productos químicos constituyen una herramienta fundamental que aporta información, no solamente sobre la peligrosidad de los productos, sino sobre aspectos tales como la gestión de residuos, primeros auxilios o datos fisicoquímicos de gran ayuda en la manipulación de los mismos. Los proveedores, según la normativa, facilitan la ficha de seguridad de sus productos.

- **Información a incluir en una ficha de datos de Seguridad**

  - Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad o empresa.
  - Composición/información sobre los componentes.
  - Identificación de los peligros.
  - Primeros auxilios.
  - Medidas de lucha contra incendios.
  - Medidas que deban tomarse en caso de vertido accidental.
  - Manipulación y almacenamiento.
  - Control de exposición/protección individual.
  - Propiedades físicas y químicas.
  - Estabilidad y reactividad.
  - Informaciones toxicológicas.
  - Informaciones ecológicas.
  - Consideraciones relativas a la eliminación.
  - Informaciones relativas al transporte.
  - Informaciones reglamentarias.
  - Otras informaciones (Formación, usos recomendados y restricciones, referencias escritas, fuentes de los principales datos y fecha de emisión, etc.).

AQUAFILM AF-6C OACI NIVEL C

Espumógeno Premium AFFF 6%

Aquafilm® AF-6C OACI C es un espumógeno sintético formador de película acuosa (AFFF) para el combate de fuegos de hidrocarburos. Consigue extinciones muy rápidas y aporta una buena protección frente al reencendido, tanto en el combate de fuegos de combustibles líquidos (hidrocarburos) como sólidos.

Aquafilm® AF-6C OACI C forma una película extraordinaria sobre el combustible, suprimiendo los vapores que causan la combustión y previniendo su contacto con el oxígeno atmosférico.
Sus propiedades permiten una buena adherencia en superficies muy calientes que facilitan el sellado, además de conseguir una excelente repelencia a los combustibles, fluidez y gran resistencia a la re ignición.

Aquafilm® AF-6C OACI C es una herramienta óptima para combatir fuegos en tanques de almacenamiento de inflamables, cubetos, áreas de proceso, terminales de carga, aeropuertos o barcos entre otros.

Aquafilm® AF-6C OACI C se puede utilizar en sistemas de espuma de baja expansión (lanzas manuales, monitores, cámaras de espuma, etc.) y con equipos no aspirantes (lanzas chorro-niebla, sprinklers, etc.).
Para el combate de fuegos de hidrocarburos la espuma puede ser aplicada directamente sobre la superficie del combustible.

Aquafilm® AF-6C OACI C utiliza una proporción de disolución del 6% para fuegos de hidrocarburos, funcionando extraordinariamente tanto en agua dulce como en agua de mar. Se puede dosificar a través de cualquier tipo de dosificador (Inductores en línea, tanques de membrana, etc.)

Aquafilm® AF-6C OACI C es altamente biodegradable y fabricado en su totalidad con cadenas perfluoradas C6 de acuerdo al programa "2010/2015 EPA PFOA Stewardship Program".

ESPECIFICACIONES

CONCENTRADO	
Densidad @ 20°C, gr/cm3	1.025
pH @ 20°C	8.0-8.5
Viscosidad, cono y plato, mPa.s @ 20°C	3.0
Temperatura de congelación, °C	<-5
Temperatura mínima de uso, °C	-5

SOLUCIÓN ESPUMANTE	
Dosificación	6%
Tensión superficial @ 20°C, mN/m (Agua desmineralizada)	16.0
Tensión interfacial frente al ciclohexano @ 20°C, mN/m	3.3
Espuma de baja expansión (EN-1568-3)	
Índice de expansión	9.0
Tiempo de drenaje del 25%, min:s	4:00

EFICACIA

El producto permite una rápida extinción y aporta una gran resistencia al reencendido. Cumple la norma **EN-1568-3:2008** para fuegos de hidrocarburos con lanzas de baja expansión (Clase 1B). Además cuenta con la certificación **OACI** en su **nivel C**. A continuación se muestran los resultados típicos según estas normas.

Norma	**EN-1568-3:2008**		**OACI C**
Combustible	**Heptano**		**Jet A-1**
Aplicación	violenta	suave	violenta
Dosificación, %	6	6	6
Agua	dulce	dulce	dulce
Extinción	1:10	1:10	0:58
Reencendido 25%, min:s	<10:00	15:16	15:08
Clasificación	IB		Pasa nivel C

EN 1568: 2008 Part 3

FORMA DE SUMINISTRO

El concentrado es suministrado en garrafas de 20 ó 25 L, bidones plásticos de 200 L o IBC's de 1000 L

ALMACENAMIENTO

Debe ser almacenado entre –5ºC y +50ºC, preferiblemente en sus envases originales o en depósitos de acero inoxidable o con un revestimiento interior plástico (epoxi o poliéster); debe evitarse el contacto permanente con hierro, aluminio, zinc, cobre y sus aleaciones, etc.

⚠ PRECAUCIONES

Las espumas no deben ser usadas en caso de riesgo de contacto con equipos eléctricos; tampoco con productos químicos que puedan reaccionar con el agua. Es recomendable evitar el contacto del concentrado con la piel. En caso de salpicaduras en los ojos, lavar con abundante agua. En caso de ingestión no provocar el vómito, beber agua y acudir al médico.

PK-80

POLVO QUÍMICO SECO— POLVO BC 80% BICARBONATO POTÁSICO

1. DESCRIPCIÓN.– El polvo químico seco PK-80 (comercializado en los EEUU como PYROCHEM PURPLE-K) está fabricado a base de bicarbonato potásico, producto de muy alta eficacia en la extinción de fuegos de tipos BC. Es compatible con las espumas AFFF.

2. COMPOSICIÓN.– El polvo químico PK-80 contiene un 80% de bicarbonato potásico, siendo el resto diversos aditivos para asegurar su estabilidad, fluidez y demás características técnicas; el segundo componente es carbonato cálcico, cuya proporción es de un 11%. El producto recibe un tratamiento a base de siliconas para protegerlo especialmente de la humedad y potenciar su fluidez y su resistencia al apelmazamiento.

3. UTILIZACIÓN.– El producto puede ser utilizado en extintores portátiles y sistemas fijos. El polvo químico de bicarbonato potásico es el recomendado para los Aeropuertos en la norma NFPA 403 (1.3), por su probada mayor efectividad en la extinción de fuegos de combustibles líquidos que los productos tradicionales a base de bicarbonato sódico; el bicarbonato potásico tiene además unas excelentes características de fluidez, lo que le permite penetrar muy bien en lugares de difícil acceso

4. CARACTERÍSTICAS.—

POLVO PK-80	
Color	Violeta
Densidad Aparente, gr/cm^3	0,91
Resistencia Dieléctrica, V	>5.000
Humedad, %	0,06
Granulometría, % > 40 µ	23,3

5. EFICACIA.– El polvo de bicarbonato potásico PK-80 muestra una gran eficacia frente a los fuegos de combustibles líquidos; cumple las normas ISO 7202 y EN 615 y está certificado por *Underwriters Laboratories Inc.* (UL) como componente reconocido para extintores listados (Ref. 721– EX3454).

Un extintor de 3 kg cargado con PK-80 extingue fácilmente un hogar 55B.

6. FORMA DE SUMINISTRO.- El polvo químico PK-80 se suministra en cubetas de plástico apilables, de color blanco, con bolsa interior de polietileno y un contenido neto de 20 Kg. Estos envases son totalmente herméticos y resultan muy resistentes al impacto, por lo que aseguran la buena conservación del producto.

6. IRRITACIÓN y TOXICIDAD.- El polvo PK-80 no contiene componentes tóxicos y es no irritante, según se demuestra en las certificaciones y tal como se informa en la correspondiente Ficha de Datos de Seguridad.

7. ALMACENAMIENTO.- El PK-80 debe ser almacenado en sus contenedores originales, bien cerrados y en lugar seco y ventilado. No mezclar con polvos tipo ABC.

8. PRECAUCIONES.– Evitar el contacto prolongado con la piel. No respirar el polvo. En caso de ingestion, beber abundante agua y acudir al médico.

SISTEMAS Y MEDIOS MANUALES DE EXTINCIÓN

2. SISTEMAS Y MEDIOS MANUALES DE EXTINCIÓN

2.1 Extintores

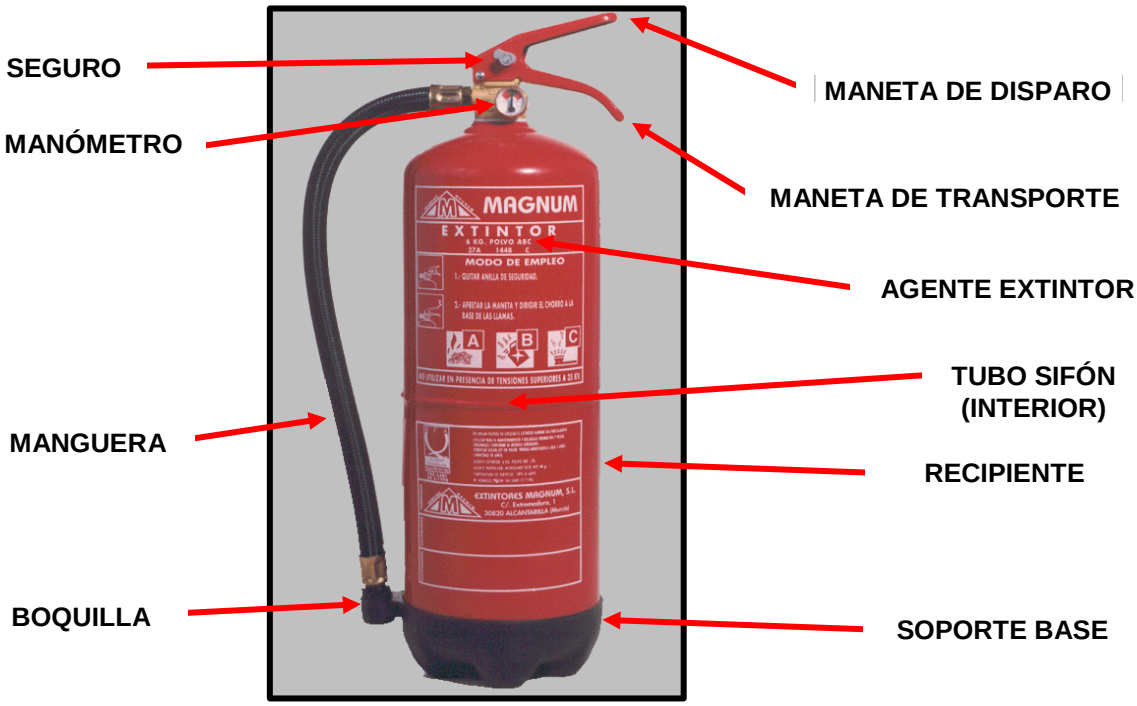
Los extintores son recipientes de alta resistencia capaces de almacenar, proyectar y dirigir el agente extintor que contienen contra el fuego, permitiendo su transporte y utilización de forma manual.

El tipo de extintor elegido en cada caso será función del tipo de fuego que pueda originarse en el área que protege

Los extintores deben ubicarse en aquellos puntos con mayor riesgo de inicio de un incendio, han de estar situados en puntos próximos a la salida, fácilmente visibles y accesibles.

2.1.1 Componentes de un extintor

- Recipiente de acero inoxidable o chapa con recubrimiento interior.
- Maneta de transporte y de disparo.
- Pasador, seguro o precinto.
- Válvula de disparo, vaciado.
- Agente extintor.
- Manguera de descarga.
- Soporte base.
- Tubo de descarga o sifón con filtro.
- Botellín de gas impulsor, si es de presión adosada.
- Manómetro de presión.



2.1.2 Clasificación

2.1.2.1 Según su movilidad

La forma de transporte de los extintores varía según su peso.

- **Portátiles**: Fáciles de transportar de un lado a otro.
- **Manuales**: Su masa total transportable es Inferior a 20 kg.
- **Dorsales**: Su masa total transportable es inferior a 30 kg y están equipados con un sistema de sujeción que permite un transporte a la espalda de una persona.
- **Sobre ruedas**: Están dotados de ruedas para su desplazamiento. Podrán transportarse por una o varias personas o mediante remolque.
- **Carros**: Su peso está comprendido entre 20 y 200 kg.
- **Vehículos**: Su peso es superior a 200 kg.

2.1.2.2 Según el agente extintor

Al principio de este tema hacíamos referencia a esta clasificación muy levemente, pero dada su importancia, nos extenderemos seguidamente en cada uno de los tipos.

- **Extintor hídrico:** Aquel cuyo agente extintor está constituido por agua o por una disolución acuosa y un gas auxiliar.

Se distinguen los siguientes tipos:

- Extintores de **agua** aplicada en forma de chorro o pulverizada, gracias a la presión proporcionada por la liberación de un gas auxiliar o por una presurización previa.
- Extintores de **agua con aditivos**
  - Extintor de agua con el aditivo llamado **espesante,** que su función primordial es retrasar la evaporación del agua. La burbuja de agua aumenta su viscosidad y reduce el poder de filtración.
  - Extintor de agua con el aditivo llamado **humectante,** el cual es un producto químico que facilita la filtración y reduce la capacidad de que la burbuja de agua se pueda escurrir.

- **Extintores de espuma física:** Aquel que proyecta una mezcla espumosa.
- **Extintores de polvo químico seco (BC y ABC):** Aquel cuyo agente extintor se halla en estado pulverulento y es proyectado por la liberación de un gas auxiliar o por una presurización previa.
- **Extintores de anhídrido carbónico (CO_2):** Aquel cuyo agente extintor está constituido por dióxido de carbono en estado líquido, proyectado en forma de "nieve carbónica".

  Las paredes del extintor son mucho más gruesas que los extintores de polvo o agua, debido a que tienen que soportar una alta presión en su interior dependiendo de la temperatura, aproximadamente unos 58 kg/cm^2 a 20 ºC.
- **Extintores de hidrocarburos halogenados:** Aquel cuyo agente extintor está formado por uno o varios de éstos gases dotados de propiedades extintoras y que son proyectados debido a la presión suministrada, bien por una presurización previa, o por el agente extintor, al pasar de la fase líquida a la fase gaseosa.

2.1.2.3 Según el sistema de presurización

- **Presión incorporada:** Son aquellos, que una vez cargados con el agente extintor correspondiente se les inyecta un gas o aire, quedando preparados para su utilización, cuando sea necesario. Son los que están previstos de una válvula para el manómetro.
- **Presión permanente:** Son aquellos en los que el agente extintor se encuentra siempre presurizado, por su propia presión vapor, como es el caso del CO_2.
- **Presión adosada:** Son aquellos cuya presión de impulsión se obtiene mediante la aportación de un gas propelente, contenido en un botellín independiente. Dicha aportación se efectúa en el momento en que se va a utilizar el extintor. Esta puede ser interior o exterior.

2.1.2.4 Según su eficacia

La eficacia de los extintores portátiles es una magnitud indicativa del tamaño y clase del fuego que el aparato es capaz de extinguir. Según norma, viene indicada por un código alfanumérico.

- **El número:** Hace referencia a la cantidad de combustible utilizada en el hogar que el extintor puede sofocar.

- **La letra:** Hace referencia a la clase de hogar.

La eficacia de un extintor deberá venir indicada en el mismo y será avalada por los ensayos correspondientes.

La eficacia de un extintor depende, en gran medida, del poder extintor del agente que contiene.

Para un mismo agente existen otros factores que pueden modificarla, como pudieran ser:

- Alcance
- Duración de la descarga
- Forma de la descarga
- Manejabilidad

AGENTE EXTINTOR	CLASES DE FUEGO				
	A (sólidos)	B (líquidos)	C (gases)	D (metales especiales)	F (grasas de cocina)
Agua pulverizada	OOO (2)	O			
Agua chorro	OO (2)				
Polvo BC		OOO	OO		
Polvo ABC	OO	OO	OO		
Polvo metales				OO	
Espuma física	OO (2)	OO			
Anhídrido carbónico CO_2	O (1)	O			
Hidrocarburos halogenados	O (1)	OO			
Polvo específico					OO

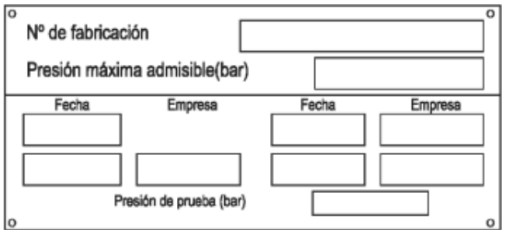
OOO Muy adecuado
OO Adecuado
O Aceptable
(1) Fuegos poco profundos inferior a 5 mm, podrá asignarse OO
(2) En presencia de corriente eléctrica no son aceptables; otros extintores deben superar ensayo dieléctrico normalizado UNE-23110

2.1.3 Presentación de extintores

Los extintores deben de ir provistos, al menos, de una placa o etiqueta de diseño (excepto los de anhídrido carbónico, que llevarán inscripciones reglamentarias para las botellas de gases) y de una etiqueta de características.

2.1.3.1 Placa o etiqueta de inspección periódica

- Tamaño de 70 x 35 mm y podrá ser adhesiva.
- El nº de fabricación del extintor.
- El nº de registro de la empresa.
- La presión máxima admisible de diseño.
- La presión de la prueba hidrostática periódica.
- La primera fecha corresponde a la de fabricación.
- Las fechas correspondientes a los retimbrados.



2.1.3.2 Etiqueta de características

La etiqueta de características debe de contener las inscripciones que permitan reconocer y utilizar un extintor, irán situadas sobre el cuerpo del mismo, en forma de calcomanía, placa metálica, impresión por serigrafía o cualquier otro procedimiento de impresión que no se borre fácilmente. Se elegirán caracteres fácilmente legibles, teniendo en cuenta que algunas de estas inscripciones deben de poder leerse rápidamente en el momento de la intervención.

- **Naturaleza del agente extintor:** Se indicará en la parte superior de las inscripciones; irá precedida de la palabra extintor. Deberá ser leída fácilmente por un operador situado frente al extintor en posición normal.
- **Modo de empleo:** Las inscripciones sobre el modo de empleo se situarán inmediatamente debajo de la inscripción anterior.
- **Peligros de empleo:** Los peligros de empleo, si existen, así como las recomendaciones restrictivas, figurarán inmediatamente debajo de las anteriores.
- **Temperatura:** Máxima y mínima de servicio.
- **Marca de fábrica:** La marca de fábrica del extintor, así como el nombre y dirección del constructor.
- **Peso del agente extintor.**
- **Eficacia extintora.**

2.1.4 Modo de utilización

Cada extintor tiene unas instrucciones particulares de uso que se indican en su etiqueta y que es necesario conocer antes de actuar sobre el incendio.

"Un extintor es más eficaz en la primera etapa del fuego"

Pauta general de actuación con extintores portátiles:

1) Comprobar en la etiqueta que agente extintor contiene.
2) Retirar el seguro tirando de la anilla. Si el extintor es de presión adosada, abrir el botellín de N_2 o CO_2, mediante la válvula, palanca o percutor.
3) Efectuar una prueba de disparo. El alcance oscila entre 1 y 10 metros aproximadamente.
4) Aproximarse al fuego con el viento por la espalda.
5) Accionar el extintor dirigiendo el chorro a la base de las llamas y efectuando barridos con la mano, su duración de descarga oscilará desde unos pocos segundos hasta 1´.
6) Aunque se consiga la extinción del fuego sin haberse consumido todo el agente extintor, **podría ser recomendable** vaciar por completo el contenido del recipiente.
7) Una vez extinguido el fuego retirarse sin dar la espalda a la zona extinguida.
8) Invertir y despresurizar el extintor.

2.1.5 Verificación y mantenimiento

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO		
INSPECCIÓN	**OPERACIONES**	**PERSONAL ENCARGADO**
TRIMESTRAL	Comprobar accesibilidad, señalización, buen estado de conservación, seguros, precintos, inscripciones , mangueras, etc.	Personal titular del equipo.
ANUAL	Verificar el estado de carga (peso, presión), en el caso de extintores de polvo con botellín adosado de impulsión, estado del agente extintor. Comprobar la presión de impulsión del agente extintor, estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas. La inspección se realizará con desmontaje de todos los accesorios.	Personal especializado del fabricante o instalador.
QUINQUENAL	Cada cinco años, a partir de la fecha de timbrado se ha de proceder al retimbrado periódico del extintor. Esta operación puede ser repetida un máximo de tres veces, lo que significa una vida máxima de 20 años.	Personal especializado del fabricante o instalador.

La verificación y mantenimiento de los extintores serán necesarios para asegurar en todo momento que se encuentran completamente cargados, sin deterioro alguno, boquillas no obstruidas, en su lugar adecuado y sin obstáculos que dificulten su visibilidad y acceso, con el fin de conseguir la mayor eficacia en su utilización.

Se habrá de comprobar el buen estado de conservación de la placa de timbre, así como la etiqueta de características, la verificación correcta y el adecuado mantenimiento, se habrán de realizar teniendo en cuenta los tres elementos básicos del extintor: partes mecánicas, agente extintor y medios de impulsión.

Para que un extintor esté en perfectas condiciones de uso, en el momento en el que sea necesario utilizarlo, hay que someterlo a un mantenimiento preventivo y a una frecuencia en ese mantenimiento.

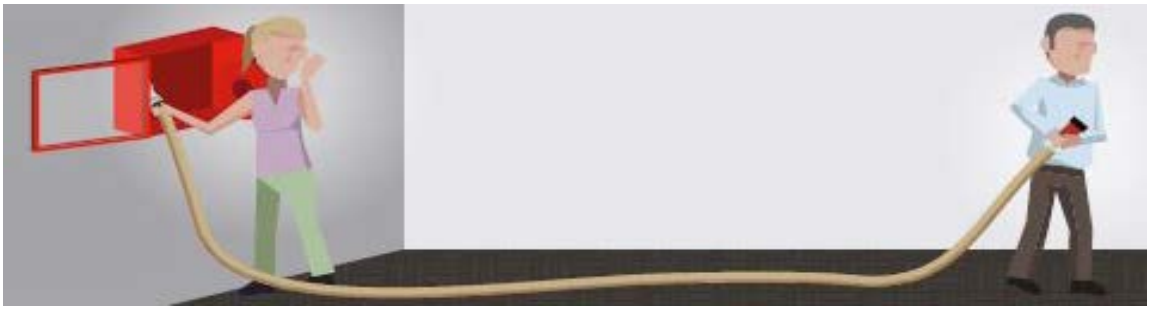
2.2 Bocas de incendio equipadas BIE

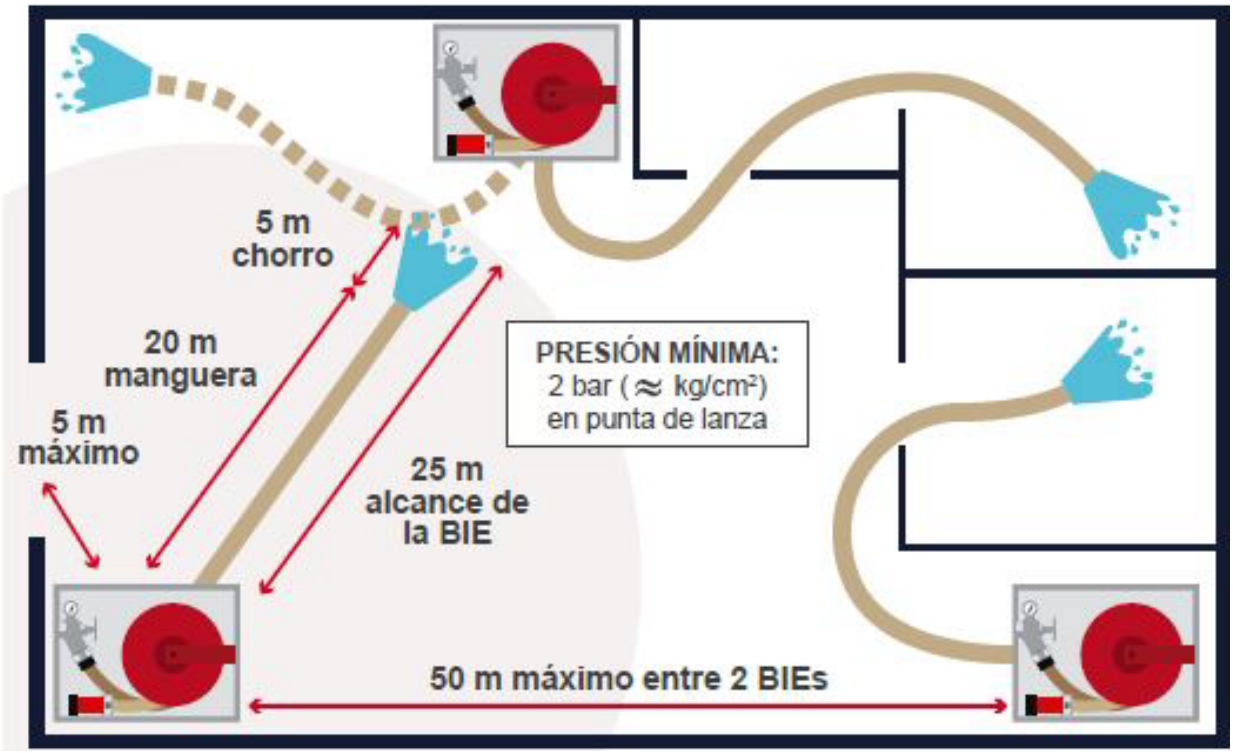
Las BIE son puntos de captación de agua para bomberos, dotadas de caudal suficiente, instaladas en el interior de los edificios en cajas metálicas y con una tapa de cristal con secciones de 25 y 45 mm Ø, según norma.

- **Cantidades mínimas de salida de agua en chorro o pulverizada de:**
    - 1,6 l/s para bocas de 25 mm Ø.
    - 3,3 l/s para bocas de 45 mm Ø.
- **Mangueras de longitudes máximas de:**
    - 20 m para bocas de 45 mm Ø.
    - 30 m para bocas de 25 mm Ø.
- **La presión que debe de suministrar una BIE estará comprendida entre:**
    - $3\ kg/cm^2 \leq P \leq 6\ kg/cm^2$

Las de 25 mm de trama semirrígida no autocolapsables y capaz de recuperar su sección circular una vez que se suprima la causa de su deformación. No es necesaria la extensión total de la manguera para comenzar a arrojar agua, sin embargo, las BIE de 45 mm Ø tienen que estar totalmente desplegadas antes de abrir la válvula de agua.

Las bocas de agua contra incendios de 45 mm Ø se situarán de forma que el centro del soporte quede a una altura comprendida entre 0,90 m y 1,50 m medidos desde el paramento del suelo, y las de 25 mm Ø a una altura de 0,90 m y 1,70 m.



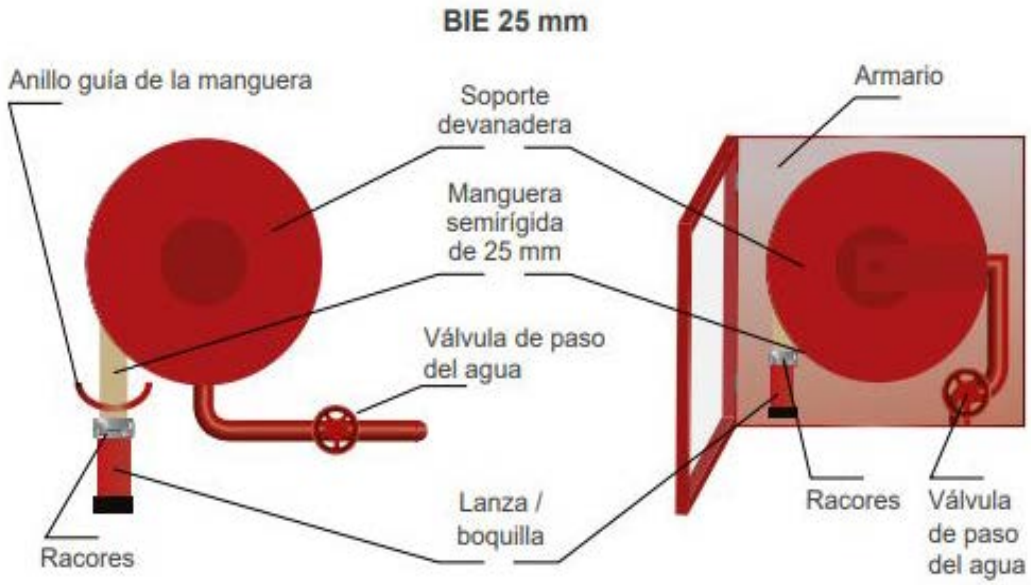


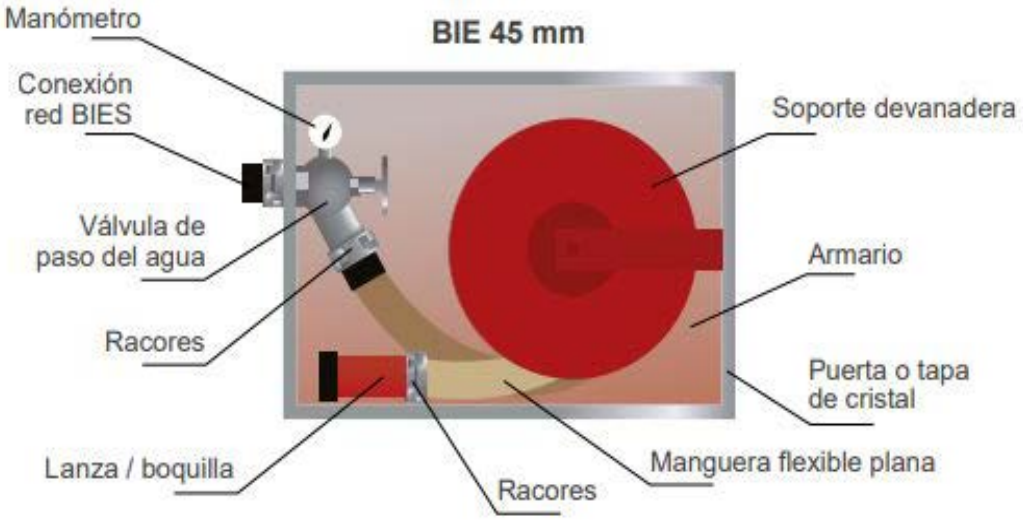
2.3 Elementos de una BIE

- **Lanza o boquilla:** Debe de ser resistente al fuego y a los esfuerzos mecánicos. Tendrá la posibilidad de formar chorro compacto o chorro pulverizada.
- **Manguera**:
  - **Tejido sintético**, revestimiento interior de caucho. La presión de prueba es de 15 kg/cm^2, para las de 45 mm Ø.
  - **Semirrígida**, presión de servicio 15 kg/cm^2 y de rotura superior a 45 kg/cm^2. No debe pesar más de 7 kg los 20 m.
- **Racores:** Conexión tipo Barcelona para las BIE de 25 mm y 45 mm Ø.
- **Válvula de apertura o cierre:** Deberá de ser metálica, resistente a la corrosión y a la oxidación, admite cierre rápido, siempre que prevea los golpes de ariete, y de volante, con un número de vueltas para su apertura y cierre comprendida entre 2 - 1/4 y 3 - 1/2 vueltas para las BIE de 45 mm Ø; para las de 25 mm Ø pueden ser de apertura automática, al girar la devanadera.
- **Manómetro:** Mide presiones entre 0 y la máxima en red.
- **Armario:** Tendrá dimensiones adecuada para la extensión rápida de la manguera. Podrá ser enmarcado o de superficie para las de 45 mm Ø.

- **Soporte:** Será siempre tipo devanadera o plegado.
- **Presión:** Será como mínimo de 3,5 kg en lanza.
- **Caudal:** Mínimo 200 l/m incluso con 2 BIE funcionando, simultáneamente. Si hubiera la necesidad de funcionar 3 BIE al mismo tiempo se le permitirá que el caudal sea de 150 l/m para las de 45 mm Ø.

  Para las BIE de 25 mm Ø el caudal mínimo será de 100 l/m. Si hubiera funcionando tres simultáneamente se permitirá que el caudal sea de 75 l/m.





2.4 Hidrantes

Un hidrante es una toma de agua perteneciente a una red de tuberías, diseñada para proporcionar un caudal importante como suministro o abastecimiento.

El manejo de los hidrantes, el acoplamiento y despliegue de su equipo de mangueras y el manejo correcto de estas con los caudales necesarios requieren un adiestramiento adecuado.

Los hidrantes pueden clasificarse según distintos criterios:

CLASES DE HIDRANTES	
Según tipo	De columna De arqueta De boca
Según situación	Exterior Interior De cubierta

2.4.1 Hidrante de columna

Los hidrantes de columna se subdividen en hidrantes de columna seca e hidrantes de columna mojada.

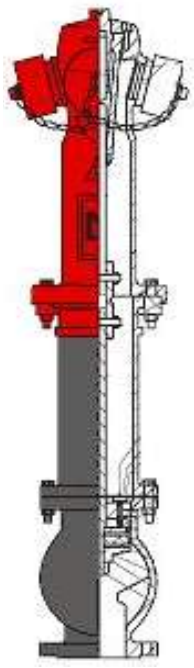
- **Hidrante de columna seca:** Se utilizan habitualmente en lugares de clima severo en los que son frecuentes las bajas temperaturas. En este tipo de instalaciones el agua solo penetra en la columna al abrir la válvula principal.

  La válvula se encuentra situada por debajo del nivel de rotura del hidrante, quedando así protegida en caso de daño del hidrante por impacto e impidiendo el escape de agua.

  El nivel de rotura está formado por elementos de sujeción debilitados (bridas) entre el cuerpo y el carrete del hidrante, y en caso de impacto impide que la instalación sufra daños más allá del nivel de rotura.

  Los hidrantes de columna seca están dotados con una válvula de drenaje cuya finalidad es vaciar el agua que pueda quedar en el hidrante después de usarlo. Esta válvula se abre en el momento de cierre de la válvula principal y viceversa. La válvula de drenaje puede funcionar por efecto de la presión del agua o por desplazamiento solidario con la válvula principal.

  Los hidrantes de columna seca por lo general disponen de una sola válvula que da paso de agua a todas las bocas.

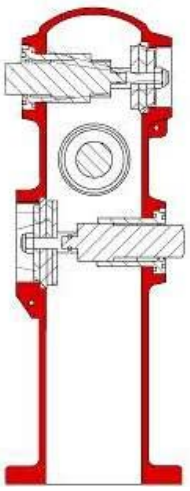


- **Hidrante de columna húmeda:** Se utilizan en zonas donde no existe el riesgo de congelación. En este tipo de hidrantes, también llamados de columna húmeda, la columna está permanentemente llena de agua.

  Su diferencia fundamental con los hidrantes de columna seca es que no disponen de válvula de drenaje; habitualmente no disponen de válvula principal ni de sistema de protección contra daños mecánicos.

  Por esta última razón, y para prevenir los posibles trastornos por daño mecánico, debe extremarse la protección de este tipo de hidrantes instalándolos en un emplazamiento adecuado y, si es necesario, utilizando parapetos.

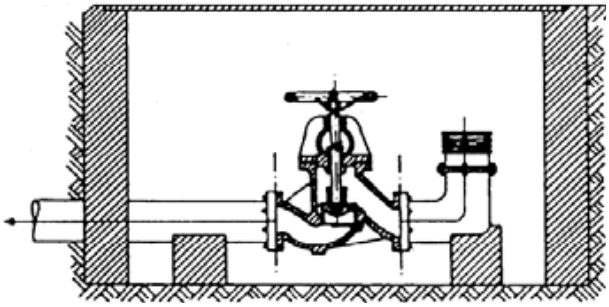
  Disponen de una válvula de apertura para cada una de las bocas, aunque también existen hidrantes con una sola válvula que da paso de agua a todas las bocas.



2.4.2 Hidrante de arqueta

Un sistema de este tipo consiste en una o varias bocas de conexión alimentadas por una tubería derivada de la red principal y alojadas en una arqueta enterrada. La arqueta está cubierta con una tapa de fundición situada a ras de suelo. Esta tapa ha de ser lo suficientemente resistente para soportar el peso de los vehículos y debe poder levantarse con facilidad.

Los hidrantes de arqueta son de columna mojada y llevan instaladas diferentes conexiones de 100 mm Ø a rosca o doble salida de 70 mm Ø Barcelona.



2.4.3 Hidrante de boca

Los hidrantes de boca consisten en una o varias bocas de conexión alimentadas por una tubería derivada de la red principal y situadas en un paramento vertical.

Las bocas pueden estar a la vista, empotradas o alojadas en armario. Su función más habitual es hidrante interior, siendo de 45, 70 o 100 mm Ø.

2.5 Columna seca ascendente

Es una instalación consistente en un conjunto de tuberías cuyo fin es distribuir agua a las distintas zonas de un edificio y en las que están establecidas las conexiones para uso de bomberos.

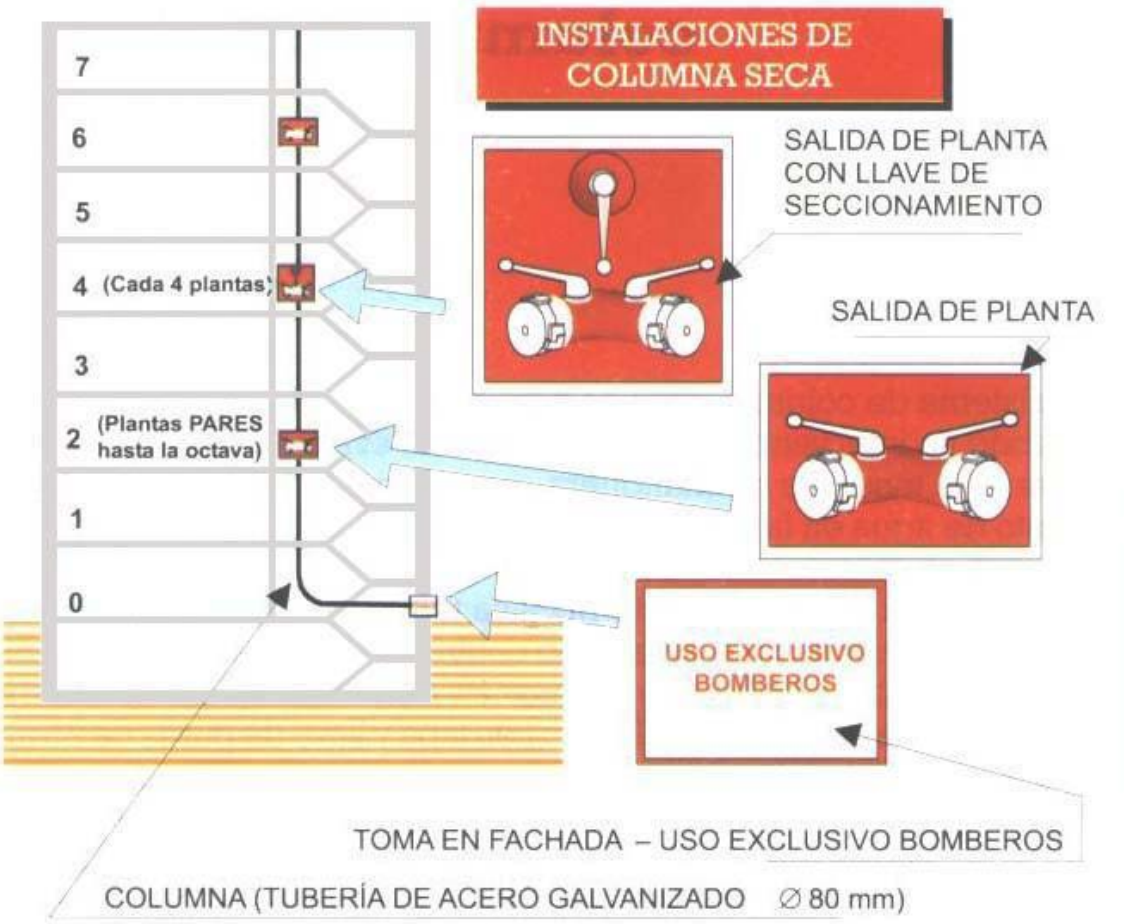
Existen determinadas situaciones, como por ejemplo en los edificios de más de una altura o en los de gran superficie, en las que no es posible el acceso, con líneas de mangueras conectadas a hidrantes exteriores, a gran parte de las zonas que pueden verse afectadas por un incendio.

En este tipo de edificaciones es necesario disponer de un sistema interior que, en el menor plazo de tiempo posible, permita conectar las líneas de mangueras necesarias en cada zona. Los sistemas de columna seca son instalaciones de este tipo.

En los sistemas de columna seca existen dos tipos de conexiones para manguera:

- Conexiones de fachada 70 mm Ø con válvula de desagüe.
- Conexiones de planta 45 mm Ø.

Las bocas de salida en piso serán en las plantas pares, 2, 4…, y a partir de la 8 planta en cada una de ellas. Cada cuatro pisos se coloca una llave de seccionamiento.



2.6 Mangueras

Son tubos huecos cilíndricos y flexibles diseñados o fabricados para transportar fluidos de un lugar a otro como el agua o la espuma.

- **Mangueras flexibles planas:** Son mangueras blandas construidas con materiales que permiten que mantengan una forma plana cuando están vacías y que recuperan su sección circular cuando están sometidas a presión interior.

- **Mangueras semirrígidas:** Son mangueras fabricadas con materiales que les permiten conservar de forma permanente una sección relativamente circular, tanto si están o no sometidas a presión interior.

2.6.1 Composición de las mangueras

Las mangueras utilizadas en la actualidad en los SSEI están fabricadas normalmente por una capa textil de alta resistencia de hilos entrelazados, y recubierta, interior y exteriormente, de varias capas de caucho inyectadas sin pegamentos ni adhesivos, formando un único cuerpo homogéneo y continuo. Así se proporciona la misma resistencia, flexibilidad, impermeabilidad a todo el conjunto, así como un menor índice de rozamiento.

2.6.2 Diámetros de las mangueras

Los diámetros utilizados en las mangueras contra incendios son: 25, 45, 70 mm Ø, para aeropuertos.

Las de mayor diámetro, 70 mm Ø, se suelen emplear como colectores para alimentar a sistemas de mangueras de menor diámetro, 25 y 45 mm Ø; y también como elementos de aplicación estáticos, debido a la dificultad que representa su manipulación como consecuencia de su peso y rigidez.

En aeropuertos disponemos de mangotes de 110 mm Ø, usados para realizar la aspiración de agua al vehículo.

2.6.3 Factores que provocan daños en las mangueras

Para que una manguera sea útil en la extinción de incendios es imprescindible que ésta se encuentre en perfectas condiciones de conservación cuando va a ser utilizada. Son varios los factores que influyen en el deterioro de una manguera; entre ellos los de tipo mecánico, los relacionados con la temperatura y los debidos a la presencia de determinadas sustancias.

- **Daños mecánicos:** Los daños mecánicos más comunes que pueden sufrir las mangueras son los desgarros, las abrasiones, el deterioro y rotura de los acoplamientos, etc. Para prevenir estos daños existe una serie de recomendaciones prácticas que se deben observar:

    1. Evitar apoyar o empujar las mangueras sobre elementos punzantes, rugosos o afilados.
    2. Colocar señalización de aviso (conos, barricadas, etc.) cuando se utilicen en zonas de tráfico.
    3. Evitar que pasen vehículos por encima, que sean pisadas por personas o que se coloquen objetos pesados sobre ellas.
    4. Cerrar las lanzas despacio para evitar golpes de ariete.
    5. Evitar que se formen codos siempre en la misma zona.
    6. Colocar, en la zona próxima a la de bombeo, una protección por la parte inferior de la manguera para evitar que ésta sufra abrasiones.
    7. Evitar sobrepresiones.

- **Daños por efecto de la temperatura:** Las mangueras pueden deteriorarse tanto por su exposición a altas temperaturas como por la acción del frío.

    La exposición de la manguera al fuego puede ocasionar la carbonización, ablandamiento o debilitamiento de su material de construcción.

    Los tiempos excesivos de secado, tanto por ventilación mecánica como por acción directa del sol, pueden ocasionar daños similares, para evitarlos han de cumplirse las siguientes normas:

    1. Proteger las mangueras de temperaturas excesivas cuando estén en uso y en vacío.
    2. Si se usan métodos de secado mecánico, emplear temperaturas moderadas.
    3. Hacer circular agua por aquellas mangueras que lleven tiempo sin usarse.
    4. Evitar secar las mangueras en pavimentos calientes.
    5. No dejar mangueras en contacto o en las proximidades de tubos de escape de vehículos y evitar almacenarlas expuestas al sol.
    6. Dado que las mangueras también pueden deteriorarse por la acción del frío no es aconsejable exponerlas durante largos periodos a bajas temperaturas.

- **Daños causados por productos químicos:** El recubrimiento de una manguera puede dañarse al entrar en contacto con algunos productos químicos o con sus vapores. El daño puede incluso llegar a separar el recubrimiento del tejido de la manguera.

    Una manguera que haya tenido contacto con productos petrolíferos, pinturas, ácidos, álcalis, espumas, etc., puede ver disminuida su resistencia y durabilidad.

    Si las mangueras han estado en contacto con este tipo de productos, han de limpiarse lo más rápidamente posible.

Algunas normas para su cuidado son las siguientes:

1. Fregar y cepillar todos los restos de petróleo, ácido, etc., con algún producto que sirva para neutralizar ácidos con al producto neutro.
2. Periódicamente desplegar las mangueras, limpiarlas con mucha agua y secarlas bien.
3. Inspeccionar las mangueras cuando exista la más mínima sospecha de daños.
4. No dejar las mangueras en canalizaciones o en áreas de aparcamiento de vehículos, debido a que en estas zonas es fácil que existan fugas de aceite de motor o de ácido de batería.

2.6.4 Mantenimientos y cuidados

Unas normas básicas para el mantenimiento y cuidado de las mangueras son las que se exponen a continuación; éstas hacen referencia a su lavado y secado.

- **Lavado:** El sistema de lavado más adecuado para las mangueras con recubrimiento de caucho, o similar, es suficiente con un buen lavado a base de agua o, si se desea, se puede efectuar un fregado con un jabón suave.

  Es imprescindible mantenerlas exentas de polvo y suciedad y, en caso de ser necesario, lavarlas y cepillarlas con agua limpia.

- **Secado:** Al igual que ocurre con el lavado, el método de secado para las mangueras con recubrimiento de caucho, no necesitan prácticamente secado y pueden almacenarse una vez que termina la operación de limpieza.

  Una vez limpias y secas, se aconseja colocarlas en un estante situado en un lugar bien ventilado, limpio y de fácil acceso.

2.6.5 Conexiones para mangueras

Para realizar las conexiones entre las mangueras y otros elementos de extinción, se utilizan dispositivos normalizados. Entre estos elementos se encuentran los racores, adaptadores, bifurcaciones y reducciones.

- **Racores:** Un racor de conexión es un dispositivo que permite conectar las mangueras entre sí. También se utilizan racores para unir las mangueras a las bombas, a las lanzas, a las bocas de incendio o a los hidrantes, entre otros accesorios.

  Actualmente en España es de uso obligatorio el racor simétrico Barcelona según norma. El material utilizado para la fabricación de todos los racores es una aleación ligera básicamente de aluminio.

Los diámetros nominales de los racores han de ser equivalentes a los de las mangueras a las que sirven de conexión, por lo que los más usuales son de 25, 45, 70 y 110 mm Ø.

- **Adaptadores:** Los adaptadores son piezas de conexión entre racores de distinto tipo. El adaptador es un manguito con dos semirracores distintos a cada lado y su finalidad es empalmar mangueras con semirracores de diferente modelo. Lo normal es que la transformación se haga para mangueras del mismo diámetro.

- **Bifurcaciones y Trifurcaciones:** Las bifurcaciones o trifurcaciones son piezas de unión que permiten repartir un caudal en varios chorros de agua.

    - **Bifurcaciones:**

        - Entrada de 70 mm y dos salidas de 45 mm Ø.
        - Entrada de 45 mm y dos salidas de 25 mm Ø.

    - **Trifurcaciones:**

        - Entrada de 70 mm y tres salidas, dos de 45 y una central de 70 mm Ø.

- **Reducciones:** Las reducciones son dispositivos que reducen el diámetro de la conducción del agente extintor, compuestas por dos semirracores de diferente diámetro.

  Las reducciones más usuales son:

    - De 70 mm a 45 mm Ø.
    - De 45 mm a 25 mm Ø.

  Algunas reducciones funcionan, a su vez, como adaptadores, cuando además del diámetro cambia también el tipo de los semirracores.

2.6.6 Uso de mangueras por binomios

Generalmente, los dos efectivos deben colocarse al mismo lado de la manguera. Agachados o apoyando una rodilla en el suelo, se gana estabilidad y se evita el cansancio.

El efectivo que lleve la lanza siempre accederá el primero y saldrá el último, en la línea de extinción.

Sujetar la línea por la empuñadura de la lanza, no por el puente, ni la manguera, salvo alguna excepción. De esta forma se podrá usar rápidamente si se produce una reignición, no se abrirá accidentalmente, ni se golpeará a nadie con ella.

Dentro del binomio el primer bombero (lancero 1) se encargará de la dirección, caudal y efecto del chorro, y la extinción del foco. El segundo bombero (lancero 2) soportará el peso y la reacción de la manguera, además controlará el avance y el retroceso, facilitando las maniobras para evitar que el lancero 1 por retroceso de la línea bajo su brazo provoque el cierre del puente de la lanza involuntariamente.

Es necesario practicar con tu equipo el despliegue de mangueras, los avances y retrocesos, para conseguir la debida destreza.

2.7 Lanzas

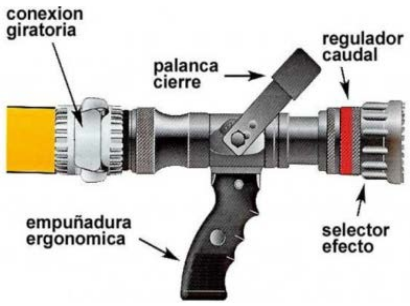
Dispositivos conectados al extremo de manguera, permiten dirigir el agua de forma y al lugar deseados.

2.7.1 Tipos de lanzas

- **Lanzas aspirantes:** Utilizadas para producir espuma cuyo coeficiente de expansión es > 1.
  - Baja expansión (1.12.2.4 Generadores de espuma).
  - Media expansión (1.12.2.4 Generadores de espuma).
  - Generadores de espuma (1.12.2.4 Generadores de espuma).

- **Lanzas multiefecto:** Actualmente existen lanzas con efectos variados múltiples, intermedios entre el chorro directo y la neblina. Estas lanzas pueden aplicar espuma con un coeficiente de expansión de 1, es decir, espumante.

- **Lanzas para fuegos eléctricos**: Las lanzas para este uso permiten obtener un alto grado de pulverización, de ancha cobertura y largo alcance.



EXPULSIÓN DE AGUA	VENTAJAS	INCONVENIENTES	APLICACIONES
CONO DE ATAQUE	Mayor rendimiento. El menor tamaño de la gota favorece más la absorción de calor. Limita los daños.	Menor alcance. Incremento de la temperatura. Disminuye la visibilidad.	Extinción de fuegos de combustibles sólidos, tiene mayor capacidad extintora. Es el que se debe utilizar habitualmente.
CHORRO COMPACTO	Gran alcance, lo que permite el ataque a larga distancia. Poca evaporación. Elevada presión. Elevada capacidad de penetración.	Eficacia limitada. La fuerza del impacto puede resultar destructiva para ciertos elementos. Posible dispersión de los combustibles y, por tanto, propagación del fuego. Mayor retroceso.	Extinción de fuegos de combustibles sólidos. Solo se usará desde lejos cuando por la potencia del fuego no podamos acercarnos.
CORTINA PROTECTORA	Ofrece protección ante el calor. Limitación de daños. Poco retroceso.	Alcance limitado Incremento de la temperatura. Disminución de la visibilidad. Sin rendimiento desde el punto de vista de la extinción.	Solo debe emplearse como protección del incendio, como por ejemplo al alejarse del mismo en el caso de que sea grave y se necesite la intervención de los bomberos.

2.7.2 Características de las lanzas de 25 y 45 mm Ø

- **Lanza multiefecto de 25 mm Ø.**
  - Las lanzas permiten lanzar agua y espumante con caudales variables desde 50, 125, 200 y 230 l/min, a la presión nominal de la lanza (aprox. 6 bar según fabricante).
  - Alcance aproximado de 19, 26, 30 y 33 m en chorro sólido según caudal.
  - En cortina tiene una apertura aproximada de 110º.
  - La lanza tiene una última posición en el selector de caudal llamado “Flush” (limpieza), no considerado caudal.

- **Lanza multiefecto de 45 mm Ø.**
  - Las lanzas permiten lanzar agua y espumante con caudales variables desde 115, 230, 360 y 475 l/min., a la presión nominal de la lanza (aprox. 7 bar según fabricante).
  - Alcance aproximado de 26, 34, 40 y 43 m en chorro sólido según caudal.
  - En cortina tiene una apertura aproximada de 110º.
  - La lanza tiene una última posición en el selector de caudal llamado “Flush” (limpieza), no considerado caudal.

No todas las lanzas del SSEI provienen del mismo fabricante, por lo que los caudales y distancias pueden diferir mínimamente.

VEHÍCULOS SSEI PARA AERONAVES

3. VEHÍCULOS SSEI PARA AERONAVES

Uno de los medios de los que debe disponer el SSEI de un aeropuerto para permitir crear y mantener condiciones de supervivencia dentro de una aeronave, proporcionando rutas de escape e iniciar el rescate de las víctimas de un accidente o incidente, dentro o en las proximidades del aeropuerto, son los vehículos contra incendios; sin los que, junto con el material y el personal que transportan, no se podría conseguir el principal objetivo del SSEI en un aeropuerto: salvar vidas humanas.

En el Doc. 9137 de la OACI y la NFPA 414, se proporciona información de referencia.

En general, los tipos de vehículos de extinción de incendios que deben existir en un aeropuerto se denominan VP. Un ejemplo seria el tipo VP 10/25 (Vehículo Pesado de 10.000 litros de capacidad de agua, 250 kg de polvo químico y 1.200 litros de emulsor).

El número mínimo y los tipos de VSSEI que es necesario proveer en un aeropuerto para aplicar con eficacia los agentes especificados para la categoría del aeropuerto considerado debería de estar de acuerdo con esta tabla.

NÚMERO MÍNIMO DE VEHÍCULOS SEGÚN CATEGORÍA DEL AEROPUERTO	
NIVEL DE PROTECCIÓN SSEI	**NÚMERO DE VEHÍCULOS SSEI**
1	**0 – 1**
2	**1**
3	**1**
4	**1**
5	**1**
6	**2**
7	**2**
8	**3**
9	**3**
10	**3**

Se debería de establecer un plan de mantenimiento preventivo para conseguir la máxima actuación mecánica de los VSSEI. A este respecto habría que considerar debidamente la ventaja de contar con vehículos de reserva para poder sustituir a los que temporalmente estén averiados.

En caso de accidente en un aeropuerto, los vehículos de rescate pueden servir también como vehículo de mando y como tanque auxiliar que puede llevar más agua o agentes extintores a donde se necesiten. Los vehículos para accidentes aéreos se pueden modificar para utilizarlos también en los incendios en los hangares y otras dependencias del aeropuerto, pero eso no debe impedir que cumplan la misión principal a la que están destinados.

Los vehículos para accidentes en aeropuertos son todo terreno, por lo que el peso debe estar distribuido uniformemente sobre todas sus ruedas. Tienen un mayor ancho de vía y despeje hasta el suelo que los vehículos normales contra incendios, así como una mayor aceleración.

Para circular por terreno blando o sobre nieve o hielo, es muy importante que dispongan de tracción total. Esto se consigue mediante sistemas de reparto de par, diferenciales autoblocantes u otros dispositivos automáticos de tracción independientes a cada rueda y no a cada eje.

En los aeropuertos puede haber otros tipos de vehículos: de mando, quitanieves, de salvamento, para parajes difíciles, portadores de diferentes materiales y herramientas, barredoras, etc.

3.1 Factores que influyen en sus especificaciones

- **Se considera en primer lugar:**
    - La función del vehículo, limitaciones en cuanto a dimensiones y carga según la categoría del aeropuerto donde se va a utilizar.
    - La cantidad y tipos de agentes extintores, sistemas de producción y las modalidades de descarga y de reabastecimiento.
    - Capacidad de la cabina, accesibilidad, facilidad de manejo y utilización de los instrumentos. Autonomía y capacidad de almacenamiento y transporte de equipos.
    - Configuración automotriz y criterios mínimos de aceptación.
    - Acceso para el mantenimiento preventivo, forma de protección y acabado.
- **Modelos recientemente adquiridos por AENA:**
    - **OSHKOSH**
    - **MAGIRUS DRAGON**
    - **SCANIA (ITURRI - ROSENBAUER)**
    - **ENTRE OTROS…**

3.2 Características de los vehículos

Teniendo en cuenta que los vehículos de salvamento y extinción de incendios deben llegar rápidamente al lugar del siniestro, deberán de ser capaces de alcanzar la velocidad necesaria.

Además, dado que tienen que acceder a distintos tipos de terreno, deberán contar con tracción a todas las ruedas, con neumáticos que permitan el paso por zonas irregulares.

Estos vehículos deberán transportar la cantidad necesaria de agentes extintores (en función del nivel de protección suministrado en el aeródromo) y proporcionar el régimen de descarga establecido.

La OACI diferencia vehículos SSEI de hasta 4.500 litros y de más de 4.500 litros de capacidad, con unas características mínimas:

CARACTERÍSTICAS PROPUESTAS PARA VEHÍCULOS DE SSEI		
CARACTERÍSTICAS	**VSSEI HASTA 4.500 LITROS**	**VSSEI > 4.500 LITROS**
Monitor principal (torreta)	Opcional para categorías 1 y 2 Obligatoria para categorías 3 y 9	Obligatorio
Régimen de descarga del monitor principal	De alta capacidad	De alta y baja capacidad
Alcance del monitor principal	Adecuado para las mayores aeronaves	Adecuado para las mayores aeronaves
Mangueras de maniobra	Obligatorias	Obligatorias
Autoprotección	Opcional	Obligatorias
Monitor frontal	Opcional	Opcional
Aceleración	80 km/h en 25”	80 km/h en 40“
Velocidad máxima	> 105 km/h	> 100 km/h
Tracción a las cuatro ruedas	Obligatoria	Obligatoria
Transmisión automática o semiautomática	Obligatoria	Obligatoria
Ruedas traseras dobles	Recomendada para cat. 1 y 2 Obligatoria para las cat. 3 y 9	Obligatoria
Ángulo de llegada y salida	> 30º	-
Ángulo de Inclinación (estático)	> 30º	-

3.2.1 Cantidad y tipo de agentes extintores

En conjunto, los vehículos requeridos tienen que poder transportar por lo menos las cantidades mínimas de agentes extintores previstas según la categoría del aeropuerto.

Como agente extintor principal utilizamos espuma AAAF de clase B, procediendo actualmente a la sustitución por la de clase C; como agente secundario utilizamos polvo químico seco BC.

3.2.2 Régimen de descarga

Los rendimientos de las bombas y los regímenes de descarga tienen que ser tales que se pueda cumplir con el tiempo de control de 1 min entre el número mínimo de los vehículos que marquen la categoría del aeropuerto. El sistema de descarga tiene que poder utilizarse con el vehículo desplazándose.

El monitor principal lanza agua y espuma, debe tener un alcance mínimo efectivo de 50 m y se debe poder usar con el vehículo en movimiento.

CANTIDADES MÍNIMAS DE AGENTES EXTINTORES								
	ESPUMA EFICACIA NIVEL A		ESPUMA EFICACIA NIVEL B		ESPUMA EFICACIA NIVEL C		AGENTES COMPLEMENTARIOS	
CAT SSEI	AGUA (L)	RD (L/min)	AGUA (L)	RD (L/min)	AGUA (L)	RD (L/min)	PQS (kg)	RD (kg/s)
1	350	350	230	230	160	160	45	2,25
2	1.000	800	670	550	460	360	90	2,25
3	1.800	1.300	1.200	900	820	630	135	2,25
4	3.600	2.600	2.400	1.800	1.700	1.100	135	2,25
5	8.100	4.500	5.400	3.000	3.900	2.200	180	2,25
6	11.800	6.000	7.900	4.000	5.800	2.900	225	2,25
7	18.200	7.900	12.100	5.300	8.800	3.800	225	2,25
8	27.300	10.800	18.200	7.200	12.800	5.100	450	4,5
9	36.400	13.500	24.300	9.000	17.100	6.300	450	4,5
10	48.200	16.600	32.300	11.200	22.800	7.900	450	4,5

3.3 Equipamiento de salvamento a bordo

Los VSSEI, de cada estación SSEI independiente, deberían estar dotados del equipo de salvamento que exija el nivel de las operaciones de las aeronaves.

Los nuevos adelantos técnicos que se logran en el diseño de los chasis, han permitido producir vehículos de salvamento y extinción de incendios de configuraciones muy mejoradas que pueden intervenir rápida y adecuadamente en los aeropuertos.

Cuando al lugar del siniestro acuda más de un vehículo, existe la posibilidad de considerar la distribución del equipo de salvamento entre varios vehículos.

MATERIAL DE SALVAMENTO Y PROTECCIÓN PERSONAL A BORDO DE LOS VEHÍCULOS					
ÁMBITO	EQUIPO	CAT. DEL AEROPUERTO			
		1-2	3-5	6-7	8-10
Herramientas para forzar entradas	Barreta (con espolón, tipo multipropósito)	1	1	1	2
	Palanca de pie de cabra (95 cm)	1	1	1	2
	Palanca de pie de cabra (1,65 m)	1	1	1	2
	Hacha de salvamento, grande, del tipo que no queda encajada	1	1	1	2
	Hacha de salvamento, pequeña, del tipo que no queda encajada o de aeronave	1	2	2	4
	Cortadora de pernos (61 cm)	1	1	2	2
	Martillo (1,8 Kg) – tipo maza	1	1	2	2
	Cortafrío 2,5 cm	1	1	2	2
Variedad de equipos de salvamento /corte adecuados, con inclusión de máquinas herramientas de salvamento	Equipo portátil de salvamento	1	1	1	2
	Sierra mecánica de salvamento con hojas de repuesto de un diámetro mínimo de 406 mm	1	1	1	2
	Sierra oscilante/movimiento alternativo	1	1	1	2
Variedad de equipos para distribución de agente extintor	Mangueras de 30 m de longitud por 50 y 64 mm de diámetro	6	10	16	22
	Boquillas de espuma	1	1	2	3
	Boquillas de agua	1	2	4	6
	Adaptadores de acople	1	1	2	3
	Extintores portátiles				
	CO_2	1	1	2	3
	Productos químicos secos	1	1	2	3
Aparatos de respiración autosuficiente- *suficientes para mantener operaciones internas prolongadas* *Nota:* Idealmente, un ERA por bombero de servicio.	Conjunto de aparato de respiración (BA) completo con máscara y cilindro de aire				
	Cilindros de aire de repuesto de BA				
	Máscara de BA de repuesto				
Máscaras completas antigás	Máscaras completas antigás con filtros	Una por bombero de servicio			
Escaleras	Escalera extensible, de salvamento y apta para aeronaves críticas	-	1	2	3
	Escalera de uso general – apta para salvamento	1	1	1	2
Indumentaria de protección	Casco, verdugo, chaquetón, cubrepantalón, botas y guantes ignífugos, como mínimo	Un equipo por bombero en servicio más un % de la existencia en depósito			
Elementos adicionales de protección personal	Gafas protectoras	1	1	2	3
	Capuchas ignífugas	Uno por bombero de servicio			
	Guantes quirúrgicos	1 caja	1 caja	1 caja	1 caja
	Manta ignífuga	1	1	2	2
Cuerdas salvavidas	Cuerda salvavidas de salvamento, 45m	1	1	2	2
	Cuerda salvavidas uso general, 30m	1	1	2	2
	Cuerda salvavidas de bolsillo, 6m	Una por bombero de servicio			
Equipo de comunicaciones	Transceptor portátil (de mano e intrínsecamente seguro)	1	2	2	3
	Transceptor móvil (vehículo)	Uno por vehículo extintor			
Equipos manuales y portátiles de iluminación	Linterna manual (intrínsecamente segura)	1	2	4	4
	Iluminación portátil – puntual o de exploración (intrínsecamente segura)	1	1	2	3

Herramientas manuales generales	Pala de acarreo	1	1	2	2
		1	1	2	3
Caja de herramientas de salvamento y contenido	Martillo sacaclavos 0,6 Kg				
	Cortacables 1,6 cm				
	Conjunto de llaves				
	Sierra de arco de alta resistencia completa con hojas de repuesto				
	Palanca de pie de cabra 30 cm				
	Conjunto de destornilladores – ranurados y Phillips				
	Alicates, aislados Combinación 20 cm Corte lateral 20 cm Fulcro desplazable – pico de loro 25 cm				
	Herramienta para cortar cinturones de seguridad				
	Llave ajustable 30 cm				
	Llaves de ajuste 10 mm – 21 mm				
Equipo de primeros auxilios	Botiquín de primeros auxilios	1	1	2	3
	Desfibrilador externo automatizado	1	1	2	3
	Equipo de oxígeno para resucitación	1	1	2	3
Equipamiento - varios	Calzos– varios tamaños				
	Lonas impermeables - livianas	1	1	2	3
	Cámara de imágenes térmicas	-	-	1	2

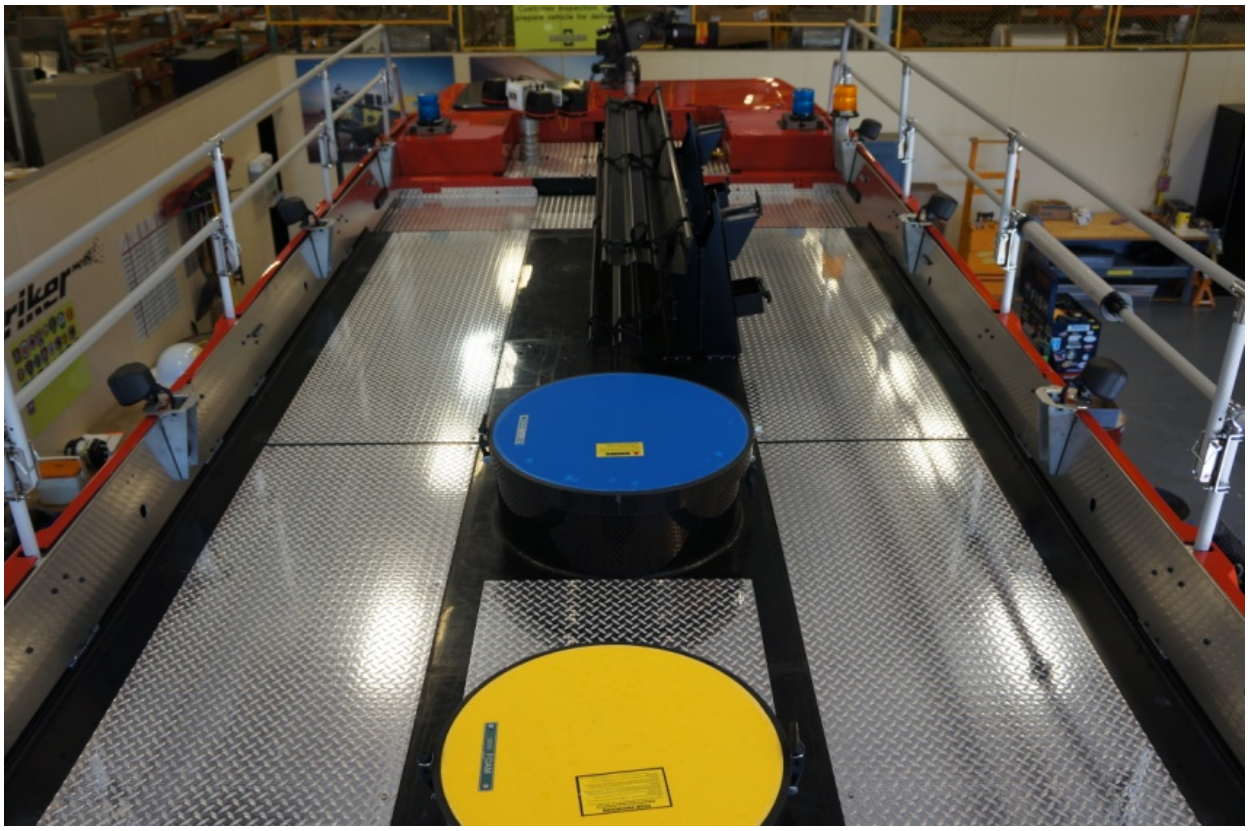
3.4 Equipamiento contraincendios en los vehículos

3.4.1 Depósito de agua/espumógeno

- **Agua:** Los más grandes pueden llegar a capacidades de hasta 13.500 litros y normalmente están construidos en poliéster reforzado con fibra de vidrio.

    - En su interior llevan tabiques rompeolas.
    - En la parte superior existe una boca de hombre por depósito de gran diámetro que permite el acceso y el llenado por gravedad.
    - Disponen de conexiones de 70 mm para el llenado de agua, así como una salida para vaciado por gravedad.
    - Incluyen un tubo de rebose y un sistema para eliminar presiones y depresiones en el interior.

- **Espumógeno:** Su capacidad deber de ser suficiente para proporcionar la concentración especificada para el doble de capacidad del tanque de agua. Normalmente están construidos en poliéster con fibra de vidrio. Dispone de una boca de gran diámetro en la parte superior con sus correspondientes válvulas (aspiración - impulsión, antirretorno, vaciado, …)



Tapa amarilla espumógeno y tapa azul agua.

3.4.2 Bomba

Son de tipo centrífugo de una o varias etapas y no son auto aspirantes. Disponen de diferentes sistemas de seguridad, pero debemos evitar trabajar con ellas sin agua.

Los caudales aportados van en función de sus revoluciones. Consiguen caudales, según el modelo, de hasta 8.000 l/min a una presión de 10 bares.

Trabajan a baja presión y algunas alcanzan un máx. de 20 bar.

Puede estar movida por un motor específico o por un motor principal, estas últimas utilizan una toma de fuerza y se pueden conectar con el vehículo en movimiento.

3.4.3 Dosificador de espumógeno

Están intercalados en la instalación de agua y próximos a la bomba de agua.

Permite introducir el espumógeno en el agua en los porcentajes de mezcla seleccionados.

Normalmente, los porcentajes de espumógeno podrán seleccionarse para una mezcla desde 0,5 % hasta el 6 %.

Se deben limpiar los circuitos una vez hayamos usado espuma.

3.4.4 Aspiración exterior

Las bombas van dotadas de un circuito de aspiración exterior, a través de su toma, que normalmente está racorada en Storz de diámetro por encima de los 100 mm, podemos conectar una serie de mangotes semirrígidos de manera que podemos aspirar agua.

Operación tipo de llenado del tanque:

1. Colocar el camión donde la altura desde el nivel del agua hasta el eje de la bomba no sea superior a 7,5 m.

2. Acoplar los mangotes con la válvula de rejilla o de pie y abrir la válvula manual.

3. Conectar la bomba manteniendo el acelerador en posición de ralentí y todas las válvulas cerradas. Accionar el acelerador hasta el 75 % de las revoluciones máximas hasta que se produzca el vacío en el circuito de aspiración.

4. Esto se podrá observar en el manovacuómetro.

5. Abrir la válvula de carga cisterna.

6. Continuar esta operación actuando sobre el acelerador y controlando las revoluciones de giro del motor en función del tiempo deseado para el llenado de la cisterna.

7. Una vez terminada la operación de llenado, cerrar el interruptor carga cisterna, y parar el motor que actúa sobre la bomba.

3.4.5 Monitor principal

- El control se realiza desde la cabina a través de un joystick, donde se controlan giros, chorro - niebla y apertura - cierre de la válvula de paso de agua. Pueden disponer de accionamiento desde el exterior.
- Están diseñados para lanzar agua y espuma, algunos modelos incluyen el polvo químico seco.
- Los modelos más potentes manejan caudales próximos a los 7.000 l/min. y todos incluyen sistemas de media capacidad.
- Algunos se acercan a alcances próximos a 100 m.
- Tipo de proyección chorro/niebla.
- Hay vehículos que disponen de monitores montados en brazos articulados HRET (High Reach Extendable Turret). Pueden introducir agua en el interior del fuselaje.

3.4.6 Monitor frontal

- El control se realiza desde la cabina a través de un joystick, donde se controlan giros, chorro - niebla y apertura - cierre de la válvula de paso de agua.
- Están diseñados para lanzar agua y espuma.
- Los modelos más potentes manejan caudales próximos a los 3.000 l/min.
- Algunos se acercan a alcances próximos a 60 m.
- Tipo de proyección chorro /niebla.

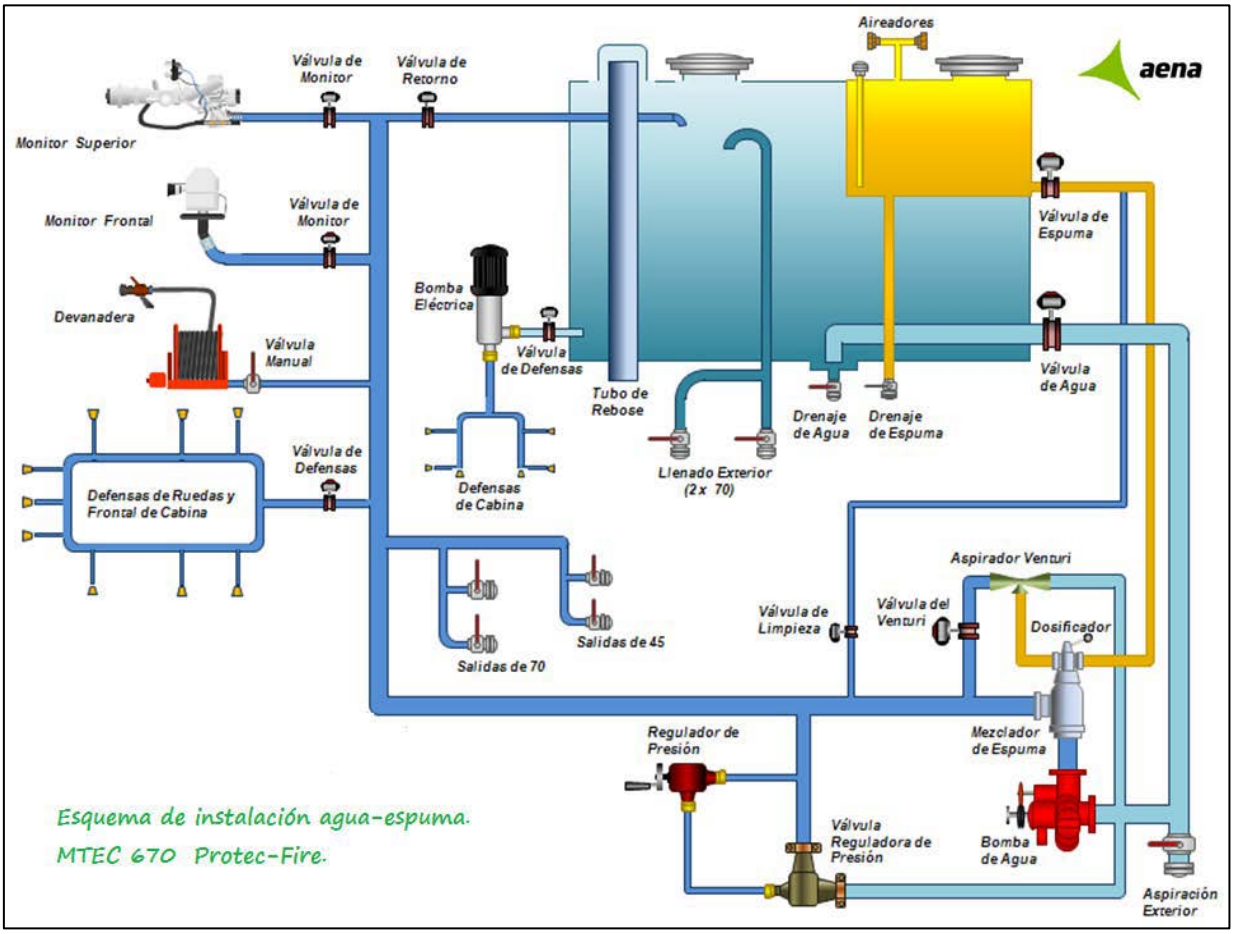
3.4.7 Mangueras y lanzas manuales

- Sus longitudes varían desde 20 a 50 m de longitud para las de diámetros de 45 y 70 mm.
- Se recogen enrolladas o plegadas en maletas.
- Pueden ir conectadas a salidas de presión de 45 mm con actuador automático, abriéndose y cerrándose la válvula desde el propio armario.
- Algunos vehículos pueden montar carretes semirrígidos de 25 o 38 mm Ø y 30 m de longitud.
- Las lanzas multiefecto de 45 mm Ø permiten lanzar agua y espuma con caudales variables de 115, 230, 360 y 475 l/min.
    - Alcance dependerá del caudal y del tipo de chorro seleccionados.
    - En pantalla de niebla tiene una apertura aproximada de 6 m de diámetro.
- Las lanzas de espuma:
    - Baja expansión (1.12.2.4 Generadores de espuma pág. 29).
    - Media expansión (1.12.2.4 Generadores de espuma pág. 29).

3.4.8 Sistema de autoprotección

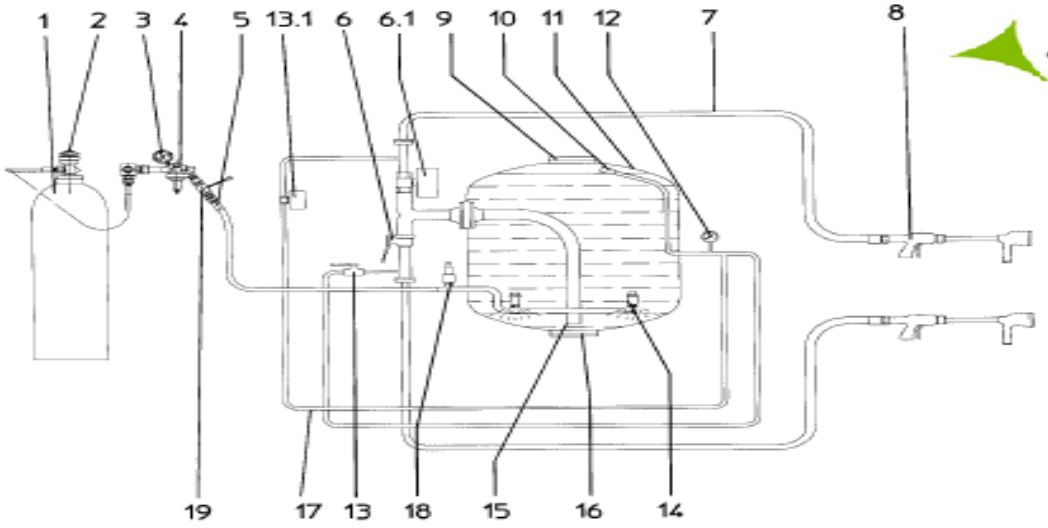
El sistema de autoprotección, coloquialmente llamado “defensas”, lo componen boquillas pulverizadoras de agua - espuma que están instaladas en las posiciones apropiadas para proteger los neumáticos y la superficie inferior del vehículo de daños que pueda causar el fuego en caso de retroceso de la llama.

Las boquillas son de accionamiento electro-neumático desde la cabina con un caudal aproximado de hasta 400 l/min.


aena
Aireadores
Válvula de Monitor
Válvula de Retorno
Monitor Superior
Monitor Frontal
Válvula de Monitor
Válvula de Espuma
Bomba Eléctrica
Devanadera
Válvula Manual
Válvula de Defensas
Válvula de Agua
Tubo de Rebose
Drenaje de Agua
Drenaje de Espuma
Llenado Exterior (2 x 70)
Válvula de Defensas
Defensas de Ruedas y Frontal de Cabina
Defensas de Cabina
Aspirador Venturi
Válvula de Limpieza
Válvula del Venturi
Dosificador
Salidas de 45
Salidas de 70
Regulador de Presión
Mezclador de Espuma
Válvula Reguladora de Presión
Bomba de Agua
Aspiración Exterior
Esquema de instalación agua-espuma.
MTEC 670 Protec-Fire.

3.4.9 Equipo de polvo químico seco

- **Los elementos del sistema son:**
    - Depósito.
    - Botella de nitrógeno.
    - Válvulas e interruptores, manguera semirrígida y lanza.
- **El depósito es de construcción metálica en acero inoxidable:**
    - Capacidades variables (125 - 250 kg), con una presión de trabajo entre 10-14 bares (dependiendo del fabricante), una válvula de seguridad tarada por encima de la presión de trabajo y una presión de prueba por encima de la de la válvula de seguridad.
    - La presurización del depósito se realiza por la parte inferior con Nitrógeno seco y es independiente del sistema de extinción de agua/espuma, pudiéndose lanzar al mismo tiempo que la espuma. El nitrógeno está contenido en una o varias botellas con capacidad para facilitar la salida de todo el polvo contenido en el depósito y la posterior limpieza de la instalación.
    - Lleva un sistema de regulación automática de presión una vez que el depósito se ha presurizado y se está lanzando polvo químico.
    - Una vez alcanzada la presión mínima de trabajo entre 10 y 12 bares se puede empezar a lanzar polvo químico.
    - El lanzamiento se puede realizar por un monitor principal, por un carrete semirrígido de 25 mm con lanza manual o ambos. Los caudales y alcances pueden variar con el modelo del fabricante. Como orientación sirvan los siguientes valores:
        - Monitor principal 400 kg/min con un alcance de 20 m.
        - Lanza 125 kg/min alcance de 8 a 10 m.



1	Botella de gas impulsor	11	Depósito de polvo
2	Válvula de la botella de gas	12	Manómetro de trabajo
3	Manómetro de gas impulsor	13	Llave de enjuague
4	Regulador de presión del gas impulsor	13.1	Grifo de enjuague neumático
5	Conducto de unión (gas impulsor)	14	Toberas de retención de retroceso del flujo de entrada
6	Llave de paso (polvo extintor)	15	Tubo de subida del polvo
6.1	Llave de paso (polvo extintor) neumática	16	Abertura de purgado
7	Conducto de unión	17	Conducto de gas de enjuague
8	Tubo de aplicación del polvo extintor	18	Válvula de seguridad
9	Abertura de llenado	19	Llave de pruebas – gas impulsor
10	Filtro para el gas de enjuague		

3.5 Equipos de comunicaciones

Los vehículos tienen que estar dotados de un equipo de radiocomunicaciones de frecuencia aeronáutica para las comunicaciones con el control de tránsito aéreo, además de un equipo de radiocomunicaciones entre ellos y demás servicios aeroportuarios.

También tienen que proporcionarse un equipo acústico de emergencia (sirenas) y megafonía.

Los vehículos también deberán contar con un equipo de comunicación interna, entre el conductor y el resto de los miembros del SSEI, adaptado para su uso en condiciones de ruido intenso. A través del equipo de radio anteriormente mencionado, o mediante equipos de comunicación interna, se deberá garantizar la comunicación entre los distintos vehículos cuando acuden al lugar del siniestro o cuando operan en él.

El jefe de dotación utilizará un medio de comunicación portátil en caso de apearse del vehículo para poder dirigir la dotación y hacer observaciones a pie.

3.6 Mantenimiento preventivo

La AESA, en la IT, **(CSA-16-ITC-112)**, referencia el deber de establecer un sistema de mantenimiento preventivo de los VSSEI, con el fin de garantizar la eficacia del equipo y el cumplimiento de los objetivos operacionales en relación con los tiempos de respuesta.

Con tal fin, el gestor debe desarrollar un “Programa de mantenimiento preventivo de los VSSEI” basado en las especificaciones técnicas establecidas en los manuales de los fabricantes de los vehículos. Dicho programa deberá desarrollarse para tener el menor impacto en el nivel de protección que se proporcione en el aeródromo, y en caso de no poder evitarse, deberán estar identificados los periodos en los que se podría producir una disminución del nivel de protección por causas achacables al mantenimiento planificado.

En este programa de mantenimiento se deben identificar claramente los procedimientos establecidos para el mantenimiento preventivo, las tareas programadas, los responsables de su realización y la periodicidad con la que se aplica. Se deberán contemplar al menos los siguientes aspectos:

- **Mantenimiento preventivo realizado por el personal del SSEI**

    - Se deberán describir las actividades que realiza el SSEI en relación al mantenimiento preventivo de los vehículos de extinción, según el "Programa de mantenimiento preventivo de los vehículos del SSEI" del aeródromo, incluyendo las comprobaciones diarias a los vehículos asignados y otras pruebas de funcionamiento de los distintos elementos del vehículo.

    - Se describirá el proceso de notificación de las incidencias detectadas en las revisiones y actuaciones posteriores, indicando los responsables, los medios de comunicación establecidos y los registros generados.

- **Mantenimiento preventivo realizado por una empresa especializada**

    - Se deberá describir el mantenimiento preventivo de los vehículos del SSEI que realiza la empresa especializada, siguiendo las indicaciones establecidas por el "Programa de mantenimiento preventivo de los vehículos del SSEI" del aeródromo.

    - Se describirá el proceso de notificación de las incidencias detectadas en las revisiones y actuaciones posteriores y se especificarán los responsables del aeródromo, los medios de comunicación establecidos y los registros generados.

3.7 Normas generales de seguridad

El fabricante del vehículo está obligado a facilitar documentación sobre las normas de seguridad. Es responsabilidad de los operarios conocer todos los procedimientos y mantener un comportamiento responsable y vigilante para prevenir cualquier situación peligrosa para sí mismo y para los demás.

El motor no debe dejarse en marcha en locales cerrados sin un tubo de evacuación de los gases de escape hacia el exterior.

Si el vehículo se debe aparcar en un tramo en pendiente, asegurarlo utilizando, además de los dispositivos descritos en el manual, también los calzos u otro medio oportuno.

No está permitido que personal no cualificado realice operaciones de mantenimiento o de reparación en el vehículo. Desconectar los VSSEI de la red para hacer las labores de revisión y mantenimiento. Y además utilizar prendas e indumentaria adecuada.

Cuando se sube o desciende del vehículo, enfrentados hacia el interior de la cabina y mantener contacto con el vehículo sobre tres puntos con los escalones y los asideros.

Antes de efectuar cualquier trabajo en el vehículo, advertir a los demás de la operación para prevenir movimientos inesperados.

Las baterías actuales suelen ser, por su sellado hermético, más seguras a la hora de manipularlas y son conocidas como baterías sin mantenimiento, no obstante, para aquellas que no van selladas deberíamos tener las siguientes precauciones:

- El gas de las baterías puede explotar, mantenerlas alejadas de fuentes de ignición.
- El electrolito es venenoso, proteger adecuadamente los ojos.

3.8 Conducción

1. Se recomienda realizar una inspección visual de 360º alrededor del vehículo, incluyendo el estado de los neumáticos, la ausencia de pérdidas de fluidos, la ausencia de daños evidentes en el vehículo, el cierre de las puertas o persianas de servicio, …

2. Regular el asiento del conductor, la altura del volante y los espejos retrovisores.

3. El uso del cinturón de seguridad en vehículos en movimiento es obligatorio, necesario para salvaguardar al personal a bordo en caso de accidente o vuelco. **Sería altamente recomendable hacer uso del cinturón de seguridad los conductores y pasajeros de vehículos de emergencia y seguridad en servicio de urgencia**.

4. No se debe hacer uso del casco de intervención en vehículos en movimiento, no es compatible con los reposacabezas, los cinturones de seguridad o el airbag, además limita el campo visión lateral y la capacidad auditiva del conductor.

5. En caso de una salida en emergencia circularemos con las luces anticolisión, teniendo preferencia de paso tras las aeronaves en movimiento y las que están siendo remolcadas, y sin límite de velocidad establecido.

6. Dadas las características de diseño, prestaciones de los vehículos y las zonas por las que normalmente circulamos en los aeropuertos, prestar especial cuidado con la posibilidad de vuelco del vehículo.

7. No circular con el vehículo en punto muerto (pueden causar daños en la transmisión y no tenemos freno motor).

8. Los neumáticos tienen limitaciones (atenderemos a las características específicas y recomendadas por el fabricante de los neumáticos para cada vehículo).

9. Si falta visibilidad para dar marcha atrás, encargar a una persona la asistencia para la maniobra.

10. En carreteras no asfaltadas y en el campo es necesario circular con sumo cuidado y lentamente. Evitar pasar obstáculos y elevaciones con rapidez y hacerlo pasando sobre ellas con las ruedas de un lado del vehículo.

11. Coger el volante con los pulgares por la parte exterior.

12. Activar el sistema de bloqueo de los diferenciales de la transmisión inmediatamente antes de entrar en la zona de firme deslizante y no girar con los diferenciales bloqueados. Una vez que hayamos salido de dicha zona, desactivar el sistema con el vehículo en movimiento.

3.9 Conducción todoterreno

El diseño de los vehículos debe permitir, con la totalidad de carga permitida, una accesibilidad e intervención seguras dentro del área geográfica de responsabilidad del servicio de salvamento del aeropuerto, independientemente de la estación del año.

De aquí la necesidad de neumáticos especiales y de tracción y bloqueo en todas las ruedas.

- Accionamiento del **bloqueo del diferencial longitudinal**
    - El bloqueo del diferencial longitudinal se activa pulsando su interruptor.
    - El bloqueo determinará una distribución del 50 % entre la parte delantera y trasera.
    - Cuando se activa el bloqueo, se enciende el testigo del tablero de instrumentos.
    - El bloqueo debe utilizarse únicamente en terrenos con barro y resbaladizos.
- Accionamiento del **bloqueo del diferencial del eje trasero**
    - El bloqueo del diferencial del eje trasero se activa pulsando su interruptor.
    - El bloqueo determinará una distribución del 50 % entre la parte delantera y trasera y el bloqueo de los ejes 2º y 3º.
- Accionamiento del **bloqueo del diferencial del eje delantero**
    - El bloqueo del diferencial del eje delantero se activa con el interruptor.
    - El bloqueo del diferencial del eje delantero se activa únicamente si el bloqueo longitudinal ya está activado.
    - Por motivos de seguridad, se desactiva automáticamente una vez que se superan los 25 km/h.
- Precauciones
    - Utilizar el bloqueo del diferencial únicamente cuando sea necesario y desactivarlo cuando no.
    - Pasar a la posición de bloqueo cuando el vehículo esté detenido.
    - Desplazarse en línea recta cuando esté activado el bloqueo del diferencial a una velocidad máx. de 3 km/h.

Ejemplo de uno de los modelos VP Sides 6x6 utilizados en el SSEI

3.10 Sensibilización en la conducción

Los conductores de vehículos prioritarios destinados a servicios de emergencia harán uso ponderado de su régimen especial únicamente cuando circulen en prestación de un servicio urgente y **cuidarán de no vulnerar la prioridad de paso en las intersecciones de vías** o las señales de los semáforos, **sin antes adoptar extremadas precauciones, hasta cerciorarse de que no existe riesgo de atropello a peatones y de que los conductores de otros vehículos han detenido su marcha o se disponen a facilitar la suya**.

Los conductores de los vehículos prioritarios deberán observar los preceptos recogidos en la Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP) si bien, a condición de haberse cerciorado de que no ponen en peligro a ningún usuario de la vía, podrán dejar de cumplir **bajo su exclusiva responsabilidad**.

Tan pronto perciban las señales **especiales que anuncien la proximidad de un vehículo prioritario**, los demás conductores, adoptarán las medidas adecuadas según las circunstancias del momento y lugar para facilitarles el paso, apartándose normalmente a su derecha o deteniéndose si fuera preciso.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN

4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Un EPI, según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud.

Un uniforme de un determinado colectivo que incorpore algún tipo de protección específica contra un riesgo que puede amenazar su seguridad o su salud, como es el caso del equipo ignífugo ligero, también es considerado un EPI.

Los EPI deben utilizarse cuando existan riesgos para la salud de los trabajadores, que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas de organización del trabajo.

Un EPI proporciona una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por si mismos u ocasionar riesgos adicionales ni molestias innecesarias, deben de ser compatibles si hubiera que utilizar varios a la vez, **responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo y, adecuarse al usuario tras los ajustes necesarios.**

El usuario deberá utilizar y mantener los EPI asignados conforme a las instrucciones recibidas, colocarlos en el lugar apropiado después del uso e informar de los defectos, daños o anomalías observadas.

Se diferencian tres categorías dependiendo del riesgo:

- Categoría I: EPI que protegen contra riesgos menores.
- Categoría II: EPI que protegen contra riesgos de grado medio o elevado.
- Categoría III: EPI que protegen contra riesgos mortales o irreversibles.

4.1 Trajes de intervención

4.1.1 Riesgos

Los bomberos en sus intervenciones están expuestos a sufrir riesgos de muy diversos tipos:

- **Riesgo térmico:** Este riesgo está asociado al exceso de calor que se puede generar en un incendio, producido por la transmisión de calor, (conducción, radiación y convección).

- **Riesgo químico**: Es el producido por las diversas sustancias presentes en el entorno de un incendio de forma directa o formando parte de las diversas reacciones, descomposiciones o combinaciones que se forman en la reacción de los materiales presentes en el fuego. Así como salpicaduras accidentales de productos químicos líquidos o inflamables en el desempeño de las tareas.

- **Riesgo radiactivo:** El riesgo de la utilización de los productos radiactivos, tienen un componente añadido y especifico como es el tener que añadir la presencia de radiaciones ionizantes junto a los factores de riesgo convencionales. Las radiaciones pueden ser Alfa, Beta y Gamma.

- **Riesgo derivado de cualquier intervención:** Eléctricos, cortes, golpes, caídas a distinto e igual nivel.

La elección de los equipos no debe realizarse exclusivamente en función del riesgo que se desea evitar, sino que deben resultar suficientemente cómodos como para permitir el movimiento y la ejecución de los trabajos que se tengan que realizar, atendiendo a la protección de la parte del cuerpo amenazada (ojos, vías respiratorias, cráneo, tronco, extremidades superiores, inferiores, etc.).

4.1.2 Conservación de los EPI

- No modifiques tus EPI.
- No conviertas en “cortos” tus pantalones. Dejarán de protegerte.
- No quites elementos reflectantes.
- No modifiques cremalleras, velcros, cierres, etc.
- No son un uniforme, ropa de trabajo o vestuario, son Equipos de Protección Individual.
- Conoce las limitaciones de tus EPI y no te sobreexpongas.
- Utiliza y cuida correctamente tus EPI. Es tu obligación y tu seguridad.
- Cumple siempre las instrucciones del fabricante.

La limpieza y el cuidado será atendiendo a las condiciones del fabricante, y en el documento técnico de AENA EXA 82: Instrucción sobre los equipos de protección individual de intervención del SSEI.

4.1.3 Niveles de protección

Existen diferentes niveles de protección que van desde el nivel 0 hasta el nivel 3. También encontraremos el EPI de parque que se utiliza en labores rutinarias durante las revisiones de equipamiento y otras labores en las que no se asume riesgos especiales, pero nos protege de factores externos, al ser ignifugo es el equipamiento adecuado para llevar debajo del Nivel 0.

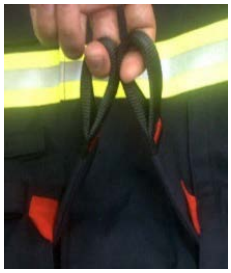
- **Equipo Ignífugo Ligero:** No adopta ningún nivel, su uso debe ser el de estancia en parque e incluirlo bajo los siguientes niveles ante cualquier emergencia/intervención. Se incluirá con el equipo, polo o camiseta de algodón 100% o material ignífugo, calcetines y zapatos de seguridad.
    - **Cazadora**
    - **Pantalón**
- **Equipo de intervención Nivel 0:** Está compuesto por casco, chaquetón, cubre pantalón, botas y guantes, todo ello encima del traje ignífugo ligero.
    - **Casco:** Protege la cabeza de impactos, calor, frío, daños en los ojos y en la cara.

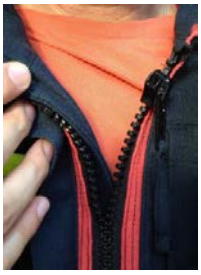
- **Chaquetón:** Las diferentes capas con las que están fabricadas estas prendas hacen que protejan al bombero del calor, frío, agua y radiación. Los chaquetones tienen muchos elementos que le proporcionan tanto protección como utilidad (muñequeras, cierre por solapa, mitones, sistema antipánico, rescate rápido y cuellos). Llevan bandas reflectantes, bolsillos que sirven para llevar herramientas, radio, etc.

  Está compuesto por Nomex/Kevlar o PBI exterior, membrana de Gore Tex, capa térmica de aire inmóvil y forro de viscosa FR o de lana tratada de Zirpro.

  - Sistema Antipánico: Facilita la apertura de la cremallera del chaquetón de intervención, en situaciones de EMERGENCIA (estrés térmico, productos inflamables, penetración de ascuas, etc.) dando un tirón seco hacia arriba.

  - Sistema de rescate rápido: También llamado bolsillos napoleón. Son un punto de agarre para evacuación horizontal de un bombero o punto de anclaje en trabajos verticales, pero no confundir con sistema anti caídas.





- **Cubre pantalón:** Dispone de tirantes para una colocación más rápida para salir a una emergencia, al igual que el chaquetón tiene varias capas de protección.

  La función de cada capa es importante para la seguridad del bombero y lleva elementos reflectantes en la parte inferior y lateral del mismo.

- **Botas:** Las botas se utilizan en incendios y en otras emergencias. Resistente a los pinchazos, y puntera de seguridad con protección.

  Suela antideslizante, transpirable e impermeable, con tiradores en la parte superior para una fácil colocación.

- **Guantes:** Son esenciales para proteger las manos del calor, frío, cortes, pinchazos, etc. Tienen que permitir destreza en manipular herramientas y desarrollar tareas, debiendo estar certificados para este uso.

- **Equipo de Intervención. Nivel 1:** Está compuesto por el nivel 0 más el verdugo y el equipo de respiración autónomo.

  - **Verdugo:** Diseñados para proteger orejas, cuello y cara de la exposición al calor extremo. Realizados en fibras ignifugas, como Kevlar o Nomex.

  - **Protección Respiratoria:** El equipo de protección respiratoria es un aparato autónomo de circuito abierto, independiente del aire ambiente y presión positiva, que incluirá espaldera, botella y máscara.

- **Equipo de Intervención Nivel 2**: Está compuesto por el nivel 1 más el traje anti salpicadura.

- **Equipo de Intervención Nivel 3**: Conocidos como trajes antigás, estancos, protección total o NBQ. Encapsulado y no encapsulado.

4.2 Equipos de protección respiratoria

La intervención en todas las emergencias que impliquen un deterioro de la atmósfera del entorno, hace imprescindible la protección del aparato respiratorio para los integrantes del Equipo de Intervención.

4.2.1 Riesgos

El peligro para el individuo puede ser consecuencia de la deficiencia de O_2 en el aire respirable, que lleva a un defecto de O_2 en las células humanas, con el consiguiente bloqueo de sus funciones. Esta deficiencia de oxígeno puede suponer un peligro irreversible para las células cerebrales e incluso puede provocar la muerte. La gravedad de este peligro depende de la concentración de O_2 residual en el aire respirable, la duración de estas condiciones, la frecuencia respiratoria, el volumen y las condiciones físicas del usuario.

La absorción de sustancias nocivas para el organismo humano, en sus diferentes formas como gases, humos, vapores, etc…, conduce a enfermedades de pulmón, intoxicaciones rápidas o crónicas, peligros de radiación, enfermedades transmitidas por virus, y otros tipos de peligros, como alergias y diferentes tipos de cáncer. La gravedad además va a depender de la concentración de la sustancia nociva y la duración de la exposición a la misma, la manera de reaccionar con el cuerpo humano, la frecuencia respiratoria, el volumen y las condiciones físicas del individuo.

4.2.2 Clasificación

Según la norma europea EN-133:2002, los equipos de protección respiratoria pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- **Equipos filtrantes**

Son equipos dependientes de la atmósfera, que purifican el aire en el que se encuentra el usuario, dejándolo en condiciones adecuadas para ser respirado. El tipo de retención puede ser:

  - **Físico**: filtro de control de partículas.
  - **Químico**: Se produce la filtración a través de sustancias que retienen o transforman los agentes nocivos (contra gases y vapores).
  - **Mixto**: Cuando se conjugan los dos tipos de retención (contra partículas, gases y vapores).

- **Equipos respiratorios**

Son equipos respiratorios independientes o autónomos de la atmósfera, que aíslan la respiración del usuario proporcionando aire u oxígeno procedente de un lugar sin contaminantes, o de un recipiente a presión. para la respiración del usuario.

  - **Autónomos**: Son aquellos en los que el usuario transporta el sistema que le suministra el aire que necesita para respirar.

    - **Equipos en circuito cerrado:** Son aquellos que aprovechan el aire procedente de la respiración del usuario recirculándolo, tras eliminar el dióxido de carbono por absorción en unidades filtrantes intercaladas en el circuito.

- **Equipos con generación de oxígeno**: Son aquellos donde los filtros destinados a limitar el CO_2 generan además oxígeno.

  Equipo respiratorio de circuito cerrado para aplicaciones de larga duración, 4 horas. Genera Oxígeno mediante una reacción del aire exhalado con la sustancia química Peróxido de Potasio (KO_2), esta sustancia reacciona con la humedad y el Dióxido de Carbono, liberando Oxígeno puro y generando calor.

  El Dióxido de Carbono se convierte en otra sal. Permite una respiración completamente controlada, es de construcción sencilla, funcionamiento seguro y con posibilidad de tener un almacenamiento prolongado. Controlado y regulado electrónicamente con indicador de consumo y tres niveles de alarmas acústicas y visuales.

- **Equipos sin generación de oxígeno:** cuando se elimina solamente el CO_2 procedente de la respiración y la deficiencia de O_2 creada se compensa directamente de una botella.

- **Equipos de circuito abierto:** Son aquellos en los que el aire comprimido procedente de las botellas es inhalado por el usuario y después expulsado fuera del adaptador facial, a través de sus válvulas de exhalación, sin posibilidad de ser aprovechado.

  El diseño del equipo debe cumplir los siguientes requerimientos:

  - Máxima penetración permitida de la máscara 0,05 %.
  - Campo de visión de la máscara según normativa correspondiente.
  - Protección ocular y robustez mecánica básica.

  En los equipos de aire comprimido en circuito abierto, el suministro de aire respirable se lleva a cabo desde una o dos botellas de aire comprimido. La presión de llenado puede ser hasta de 300 bares.

  El flujo de aire respirable se regula por el regulador de demanda, según los requerimientos del usuario.

  La válvula de regulación se conecta directamente al adaptador facial, o bien a través de una manguera de respiración.

  En caso de ERA de presión positiva, se mantiene en el interior de la máscara una ligera presión positiva, de unos pocos milibares, durante la inhalación.

  En los equipos de circuito abierto de aire comprimido el contenido de agua debe ser inferior a 30 mg/m^3 a 300 bares o 50 mg/m^3 a 200 bares.

  El equipo se prueba para que trabaje sin problemas en un rango de temperatura de -30 ºC a +60 ºC. Los aparatos específicamente diseñados para que trabajen a temperaturas diferentes a estos límites, deben ser probados y marcados adecuadamente.

  El equipo, aunque puede resultar voluminoso, no tiene dependencia de mangueras, con lo que la libertad de movimientos es razonablemente buena. Puede haber algunos problemas al moverse por espacios restringidos.

El peso máximo permitido para el equipo, con las botellas llenas e incluyendo la máscara, es de 18 kg.

- **Capuz de rescate (EPR autónomo de circuito abierto):**

  Es un equipo respiratorio independiente autónomo de circuito abierto para escapes de emergencia de flujo constante. Permite escapar de entornos contaminados de forma rápida, segura.

  Está compuesto de una capucha de fácil colocación y su botella da una autonomía de hasta 15 minutos, su funcionamiento es automático y no necesita entrenamiento previo.

o **Semiautónomos**: Son aquellos en los que el sistema que suministra aire al usuario no es transportado por éste.

- **Equipos de aire fresco**: son los que suministran, para que respire el usuario, aire procedente de un ambiente no contaminado. Pueden ser de dos tipos:

- **Equipos con manguera de aire fresco sin asistencia**: son aquellos en los que el aire procedente de un ambiente no contaminado llega directamente a las vías respiratorias del usuario, a través de una manguera, bajo la acción de su propia respiración.

- **Equipos de manguera de aire fresco con asistencia**: son aquellos en los que el aire fresco es suministrado al usuario por medio de un ventilador, accionado manualmente o motorizado, a través de una manguera.

- **Equipos de línea de aire comprimido**: son aquellos en los que el aire viene de recipientes a presión o de compresores, a una presión máxima de 10 bares.

4.2.3 Partes principales

4.2.3.1 Placa dorsal y atalajes de transporte

Consisten en una placa dorsal de plástico antiestático y diseño ergonómico que incorpora unas asas para un fácil transporte del equipo.

Un cinturón ancho y acolchado permite que el peso del equipo caiga sobre las caderas y descargue los hombros.

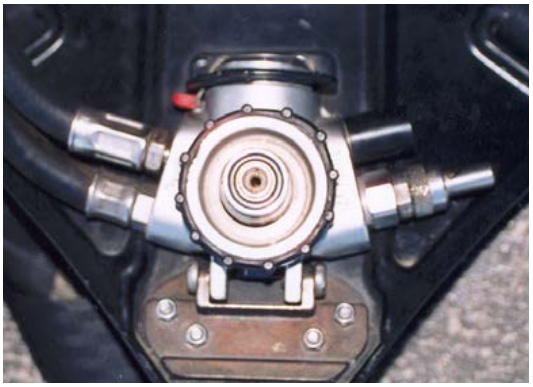
Las correas de los hombros, anchas y almohadilladas aseguran un buen ajuste y cómoda distribución de la presión. Los atalajes están diseñados para permitir su rápida sustitución y son de fibra Aramida/Nomex permanentemente ignífugos y auto extinguibles.

En la parte inferior está situado el soporte del reductor de presión y un protector de goma contra golpes.

En la parte superior de la placa dorsal hay un soporte de asentamiento de la botella que integra además unas guías para el posicionamiento de los tubos de aire. Todo ello combinado con un separador de botellas pivotante, banda de sujeción y pasador de palanca para su apriete que permite la conexión de diversos tipos de botellas de aire comprimido.

4.2.3.2 Reductor de presión y acoplamientos

El reductor de presión o manorreductor, está constituido de un cuerpo de bronce que va incorporado en la parte inferior de la placa dorsal.



En el reductor de presión hay una válvula de sobrepresión tarada, un dispositivo de aviso (acústico), la línea del manómetro y la línea de media presión. Este reductor disminuye la presión de la botella hasta aprox. 7 bares. La válvula de seguridad para sobrepresión viene tarada para activarse a una presión de aprox.11 bar y está conectada a la parte de media presión.

El avisador acústico está ajustado para emitir una señal de aviso cuando la presión de la botella llega a 58 bar aprox. Sigue sonando continuamente hasta que el suministro de aire está prácticamente agotado y se alimenta por la presión de alta.

El dispositivo de aviso funciona sin inyector lo que significa que no aspira aire exterior para dar la señal acústica. Así pues, funcionará incluso en aire cargado de humedad o con salpicaduras de agua, incluso a temperaturas cercanas al punto de congelación.

Versiones del reductor de presión

- **Reductor con sistema de aviso en latiguillo:** El diseño de reductor de presión se ha descrito en apartado anterior, el equipo de protección respiratoria por aire comprimido tipo S viene equipado con línea de aviso. El silbato está colocado, mediante una línea independiente, cerca de la oreja del usuario donde pueda oírse bien y su señal acústica identificarse fácilmente.

  Puesto que la línea del avisador acústico del reductor de presión es totalmente independiente de la línea del manómetro, constituye un sistema separado que ofrece una alta seguridad.

- **Reductor de presión con una segunda conexión:** El equipo de protección respiratoria por aire comprimido tipo Z viene provisto de un reductor de presión. En este caso, en la parte izquierda del cinturón hay disponible una segunda conexión a la línea de media presión. Lleva un acoplamiento de seguridad que puede protegerse de la suciedad mediante un tapón de cierre.

  1. Conectar un segundo regulador a demanda (para el rescate de emergencia de otro usuario del equipo de protección respiratoria de aire comprimido).
  2. Conectar un equipo de rescate consistente en un regulador a demanda y una máscara.
  3. Conectar el sistema de línea de aire a presión usando el doble conector que se suministra como accesorio, por ejemplo, descontaminación después del uso.

  Según está marcado, conectar primero el tetón más corto a la segunda conexión a continuación la línea de aire comprimido al tetón más largo que dispone de válvula de retención.

- **Reductor de presión con sistema rápido de llenado:** Los equipos de protección respiratoria por aire comprimido van equipados con el reductor de presión. Estos equipos llevan en la parte izquierda del cinturón una línea de alta presión con una conexión de seguridad. Esta línea va conectada a la misma línea del suministro al indicador de presión.

  El sistema de llenado rápido permite lo siguiente:

  - Recarga rápida de la botella de aire comprimido desde otra botella de suministro sin necesidad de quitarse el equipo.
  - Ayuda recíproca, es decir, recargar la botella que lleva el equipo de un segundo usuario y viceversa.
  - La conexión de la botella al reductor de presión está diseñada solo para botellas de aire a 300 bares a fin de evitar una sobrecarga accidental de botellas de 200 bares.

4.2.3.3 Manómetro

El manómetro se conecta a la línea de alta presión y nos marca la presión de la botella, viene encapsulado, es estanco al agua y protegido contra golpes, estando conectado al reductor de presión por medio de un tubo especial flexible, la esfera es luminiscente y de fácil lectura.

La ICU (Unidad de Control Integrada o Bodyguard), para equipos de Respiración Autónoma (ERA), es una opción actualizable y controla de forma continua:

- Presión
- Temperatura
- Tiempo restante de servicio
- Capacidad de la batería
- Movimiento del usuario

4.2.3.4 Regulador

- Es manejable y ergonómico.
- Operable con ambas manos y también con guantes.
- Presión positiva.
- Diseño resistente a choques, pulsadores grandes y de color.
- Activación automática a la primera inhalación.

4.2.3.5 Máscara

Se encarga de hacer que el aire llegue al usuario sin contaminación exterior. Cubre las vías respiratorias y los órganos visuales. Se fabrica en caucho o siliconas. Dispone de un visor panorámico, fabricado en vidrio de seguridad o sintético (metacrilato). Resistente al fuego.

El adaptador facial o máscara tiene encomendadas las misiones:

- Estanqueidad
- Visibilidad
- Comunicación oral

¡ATENCIÓN! A veces, al colocarte la máscara, ésta puede no ajustar bien en la zona de la frente, porque interfiere con el aro de soporte del casco. Si esto ocurre, la máscara no sella bien contra la cara, y se produce una fuga del aire respirable. Si hay mucho ruido alrededor, y el avisador acústico no funciona por algún motivo, no se escucha la fuga y puedes ponerte en riesgo porque se produce una pérdida de aire.

¿QUÉ PUEDES HACER?

- Al colocar la máscara, verifica que asienta bien en tu cara.
- Realizar prueba de estanqueidad de la máscara.
- Durante el uso, verifica periódicamente el manómetro.

4.2.3.6 Botella de aire comprimido

Las botellas de acero y composite (fibra de carbono) están homologadas para sus correspondientes presiones de funcionamiento. El color se rige por la norma DIN 3171.

El análisis del aire de las botellas debe ajustarse a la normativa, midiendo la concentración de humedad, CO_2 y otros valores; puede formarse hielo en el grifo de la botella, el reductor de presión y las conexiones, sin embargo, esto no influye en el funcionamiento del equipo.

- **Tipos de Botellas**
  - **Acero**
    - **Capacidad** 6 l/300 bar (composite de carbono)
    - **Volumen de aire:** 1.800 litros
    - **Peso:** 3,70 kg
    - **Autonomía:** aprox. 35´
  - **Composite**
    - **Capacidad** 6,8 l/300 bar (composite de carbono)
    - **Volumen de aire:** 2.040 litros
    - **Peso:** 4,33 kg
    - **Autonomía:** aprox. 40´

- **Consideraciones**

  - **Carga:** Las botellas de aire comprimido deben cargarse solamente con aire respirable. Una vez que las botellas cargadas se han enfriado y recuperado la temperatura ambiente, comprobar la presión de carga para asegurarse de que disponen de la máxima presión de funcionamiento. Si fuese necesario, recargar las botellas.

  - **Uso:**

    - La grifería de la botella con tres vueltas estará completamente abierta, pero por razones de seguridad y comprobación, se debe abrir completamente menos ¼ de vuelta.
    - Para evitar un exceso de humedad en el aire respirable del interior de la botella de aire comprimido debe tenerse en cuenta lo siguiente:

      - Las botellas de aire no deben estar nunca totalmente descargadas (sin presión).
      - Cerrar los grifos de las botellas inmediatamente después de utilizar el equipo de protección respiratoria.
      - Taponar la boca de los grifos inmediatamente después de recargar o desconectar las botellas.

  - **Transporte y almacenado de botellas sueltas:**

    - Deben transportarse en posición vertical con el grifo hacia arriba.
    - En el transporte y almacenamiento deben estar protegidas contra golpes.
    - Al manejarlas utilizar ambas manos, agarrándolas por el cuello del grifo y no por el mando.
    - Para su almacenado deben tomarse precauciones para que no se ladeen, caigan o bien puedan moverse por inercia.

  - **Comprobación visual de daños en el grifo inspeccionando:**

    - Dañado el mando o cuerpo del grifo.
    - Rosca mellada.
    - Eje del grifo torcido (se nota por la inclinación del mando)

  - **Limpieza:**

    - Después del uso limpiar a fondo los componentes del equipo, si fuera necesario limpiar la placa dorsal con agua templada. Para ello, desprender de la placa dorsal el reductor de presión (desenroscar tornillos de retención o taponar la conexión de alta presión del reductor de presión/conexión a la botella) y no sumergir en agua el reductor de presión.
    - Acabar de secar a una temperatura máxima de 60 ºC.
    - Para la limpieza no utilizar disolventes orgánicos, tales como alcohol y gasolina, tricloroetileno, soluciones nitrosas, etc.
    - Si estuviese muy sucio, los atalajes completos, incluyendo las partes metálicas, pueden meterse en la lavadora a 40 ºC. Para el lavado cerrar las tiras de velcro.

  - **Almacenamiento:** El almacenamiento de los equipos debe hacerse en lugar seco, limpio y sin polvo a una temperatura aproximada de 20 ºC y protegido contra la luz directa del sol.

4.2.3.7 Grifería

Los grifos que van roscados en las botellas de aire comprimido disponen de aprobación de tipo según la DIN 477, correspondiente a la EN 144 con conexión G 5/8.

El mando de los grifos va recubierto con un protector de goma contra impactos. Dependiendo del tipo también disponen de un mecanismo que evita puedan apretarse con exceso al cerrarlos (cierre deslizante).

- **Botellas estándar:** Los grifos se abren haciendo girar el mando contrarreloj. Para evitar que puedan cerrase involuntariamente durante su uso, deben abrirse dándoles por lo menos dos giros completos. Al abrir el grifo no forzar más allá del tope de apertura.

- **Botellas con dispositivo de apertura:** Como dispositivo adicional de seguridad frente a una apertura involuntaria, este tipo de grifos incorporan un dispositivo de abertura. Para abrir, al igual que con los grifos estándar, hacer girar el mando por lo menos dos vueltas completas en sentido contrario al reloj. El dispositivo de apertura funciona automáticamente (suena un "clic").

- **Botellas con válvula de exceso de flujo (EFV):** EFV es otro sistema de seguridad que montan algunas botellas consistentes en que, si por cualquier motivo la válvula de apertura de la botella sufriese daños o abriese repentinamente, la salida de aire estaría controlada por la válvula EFV, evitándose el “efecto proyectil” de la botella.

- **Pieza en forma de "T" (sistema doble botella):** La pieza en forma de "T" para 115/200 bar debido a sus conectores angulados de alta presión permite conectar, sin necesidad de forzar, dos botellas de aire comprimido de 4 l/200 bar y la pieza T 156/300 bar dos botellas de 6,8 l/300 bar del tipo composite.

4.2.3.8 Junta tórica

Se denomina junta tórica u O-Ring a una junta generalmente de goma y forma toroidal, cuya función es la de asegurar la estanqueidad del circuito entre el manorreductor y la botella.

La junta tórica en los equipos respiratorios y sus elementos, NO se encuentra en la grifería, si no en la tornillería de la botella y en el manorreductor de la espaldera.

4.2.4 Utilización

4.2.4.1 Cambio de botella y comprobación del equipo

- Cerrar la botella.
- Vaciar el circuito de aire pulsando la válvula de barrido del regulador.
- Desajustar la cinta de la espaldera – botella.
- Desenroscar la conexión del manorreductor a la botella vacía.
- Comprobar la presencia y el estado de la junta tórica alojada en la conexión del manorreductor.
- Quitar el tapón de la botella llena y enroscarlo en la botella vacía comprobando la presencia de la junta tórica.
- Colocar la botella en la espaldera, roscarla al manorreductor y ajustar la cinta de la espaldera – botella.
- Comprobar que el regulador está cerrado.
- Abrir la botella con 2 vueltas y el manómetro hacia el suelo por seguridad.
- Comprobar la presión de la botella. Botella de 300 bares – mínimo 270 bar.
- Cerrar la botella.
- Comprobar durante 1' que la presión de la botella no desciende más de 10 bares.
- Taponar la salida del regulador con la palma de la mano y con la otra pulsar la válvula de barrido, dejando salir el aire progresivamente de forma lenta y continuada hasta que el avisador acústico salte entorno a los 58 bares.

4.2.4.2 Como colocarse el equipo de protección respiratoria

1. Ponérselo a la espalda con las cintas totalmente destensadas.
2. Ajustarse las cintas de los hombros hasta que el soporte dorsal se asiente cómodamente sobre la espalda.
3. Ajustarse el cinturón con la hebilla. El pulsador de apertura de la hebilla encarado al cuerpo.
4. Agarrar los extremos del cinturón con ambas manos y estirar para ajustarlo. Introducir los extremos libres del cinturón en sus correspondientes pasadores a derecha e izquierda para que no queden sueltos.
5. Ajustarse las cintas de los hombros hasta conseguir la deseada distribución del peso entre los hombros y las caderas.
6. Colgarse del cuello la máscara.
7. Colocarse la máscara, ajustarse los atalajes de la máscara y comprobar su adaptación y estanqueidad con la cara (prueba de la palma de la mano).
8. Abrir completamente el grifo de la botella - ¼ de vuelta.
9. Conectar el regulador automático a la máscara.
10. La lectura del manómetro puede utilizarse como guía para establecer retiradas con mayor antelación en los casos en que el tiempo necesario para la retirada sea mayor de lo normal.

4.2.4.3 Como quitarse el equipo de protección respiratoria

1. Desconectar del adaptador facial el regulador automático a demanda.
2. Quitarse la máscara.
3. Cerrar el (los) grifo(s) de la(s) botella(s) del equipo, activar la modalidad de barrido del regulador automático a demanda hasta que deje salir todo el aire, así el equipo está totalmente despresurizado.
4. Pulsando hacia afuera, entre el cuerpo y la hebilla, el mecanismo de apertura, se abre la hebilla del cinturón.
5. Levantando con el pulgar la cerradura de metal, se destensan los atalajes de los hombros.
6. Se recuerda que en cada ocasión que nos quitemos el equipo de respiración destensaremos por completo las cintas de hombros y cintura.

FAMILIARIZACIÓN CON LAS AERONAVES

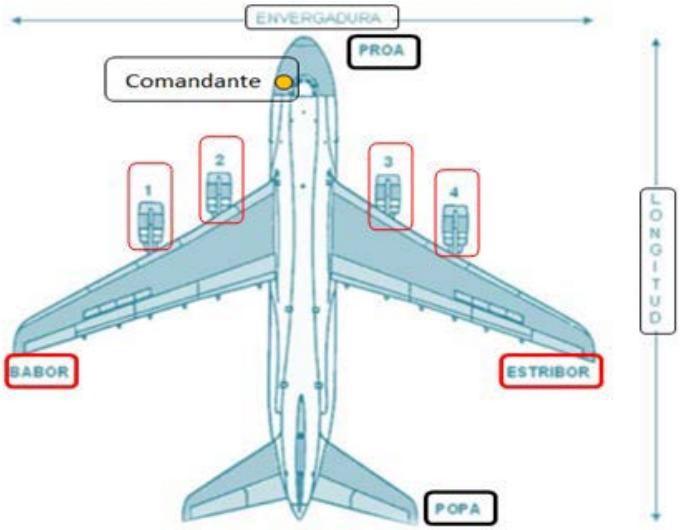
5. FAMILIARIZACIÓN CON LAS AERONAVES

5.1 Estructura de aeronaves

En función de la longitud y envergadura de las aeronaves, estas se agrupan en diferentes categorías, y dependiendo de esas categorías podrán operar en diferentes aeropuertos.

- Longitud: Distancia entre la punta del morro y la cola de la aeronave
- Envergadura: Distancia entre las puntas de las alas

Algunos de los elementos que deben conocerse de una aeronave son sus puntos cardinales: popa, proa, estribor y babor, necesarios para la correcta localización y orientación entorno a una aeronave. Conocer la posición del comandante es importante pues sirve de referencia a la hora de realizar señales desde tierra y numerar algunos elementos de la aeronave.



La estructura de un avión tiene dos funciones básicas, por un lado, transmite y soporta las diversas cargas a las que se ve sometida la aeronave y por otro lado da la forma externa y la mantiene, indispensable para el vuelo. Una aeronave de diseño actual y convencional dentro de su estructura presenta cuatro componentes diferenciados:

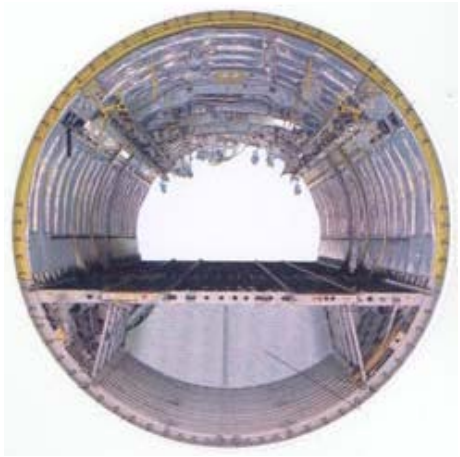
5.1.1 Fuselaje

Es el cuerpo principal de la estructura de un avión, sirve de soporte. Tiene que ser hermético, pues para volar a grandes altitudes, el interior del fuselaje ha de presurizarse, y debe de estar térmicamente aislado.

Esencialmente, un fuselaje consta de:

- Una o varias vigas longitudinales, que conforman el "suelo" de la cabina.
- Una serie de cuadernas verticales montadas perpendicularmente desde el morro a la cola del avión (suelen ser aros de una sola pieza de aleación para darle mayor solidez).
- Unos largueros montados sobre las cuadernas que se sitúan horizontalmente alrededor de todo el perímetro del fuselaje.

Toda esta estructura va recubierta exteriormente con paneles de revestimiento, que se unen con remaches o se pegan a las cuadernas y largueros.



Sobre la parte interna de la estructura se montan los soportes necesarios para anclar el resto de los componentes, (portaequipajes, aislante térmico y acústico, paneles interiores, asientos, mamparos, etc.).

El fuselaje de un avión tiene el mismo diámetro a lo largo de la mayor parte de su longitud, lo que implica que las piezas de gran parte de su estructura tienen el mismo tamaño y forma, construyéndose los fuselajes por secciones que luego se unen unas a otras.

El número de secciones debe de ser el menor posible para darle al conjunto la mayor resistencia estructural. En el fuselaje se ubican:

- La cabina de mando.
- La cabina de pasajeros.
- Las bodegas de carga.
- Las puertas.

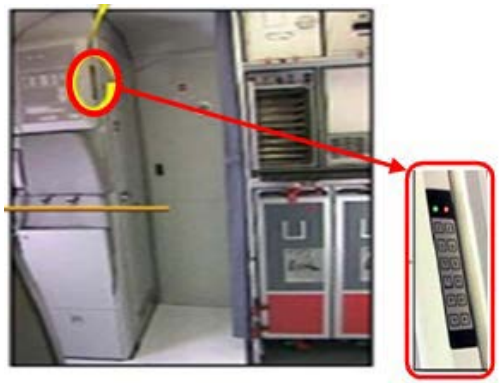
5.2 Cabina de Mando

Llamada también cabina de vuelo, de pilotaje o cockpit. Es el habitáculo o lugar donde la tripulación técnica (pilotos), llevan a cabo las tareas de pilotaje, comunicaciones y operación del avión.

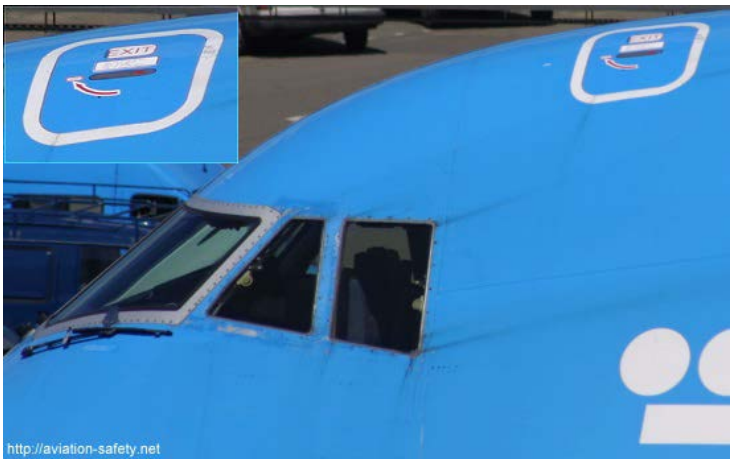
Aunque no todas las cabinas son iguales, suelen tener una distribución similar y común de comandos, indicadores e instrumentos. Los fabricantes las diseñan de forma que sean lo más homogéneas posible, de modo que la transición de un modelo a otro de los pilotos sea sencilla y se ahorren costos de adecuación.

En el pedestal central, entre otros elementos, están situados los mandos de gases (aceleradores) de los motores y las válvulas principales de corte de combustible.

En la mayoría de las aeronaves comerciales, una puerta separa la cabina de vuelo de la cabina de pasajeros, es generalmente acorazada y pueden contar con un sistema de seguridad que obliga a marcar un código en un panel en el exterior de la puerta para que la tripulación, desde el interior, admita o deniegue la entrada.



Dependiendo del modelo de avión, las cabinas disponen de una o más ventanillas que pueden ser abiertas mientras el avión está en tierra, y en algunos aviones existe una trampilla de escape para la tripulación que se puede abrir desde el exterior (A340) Los asientos de los pilotos se desplazan hacia atrás por unas guías, y los cinturones de seguridad suelen ser de cuatro bandas y cierre central.



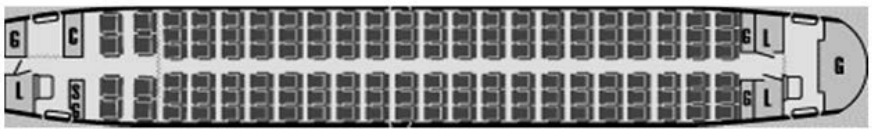
5.3 Cabina de pasajeros

Es la zona que ocupa la mayor parte del fuselaje, y en ella se encuentran los asientos del pasaje, los portaequipajes, los baños y los “galleys” (espacios para llevar y preparar alimentos y bebidas).

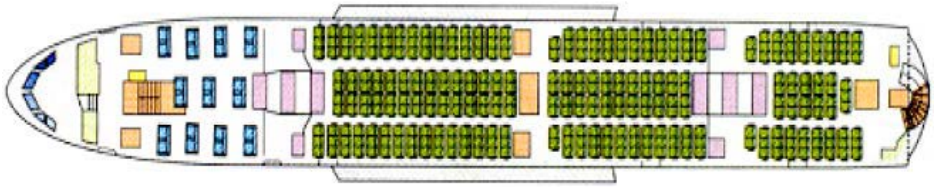
Sobre las filas de asientos están situados los portaequipajes o bins (antiguas sombrereras).

Su configuración básica dependiendo de la anchura interior del fuselaje, puedes ser de uno o más pasillos entre asientos, clasificándose los aviones de pasajeros bajo esta circunstancia en dos tipos:

- **Fuselaje estrecho o narrow body:**
  - Disponen de un solo pasillo con hasta seis asientos por fila.
  - Suelen tener menos de 200 pasajeros.
  - No suele tener acceso a la cabina de mando desde el compartimento de carga inferior.
  - (A319, A320, DC9, B737 etc.).



- **Fuselaje ancho o wide body:**
  - La cabina tiene más de 4`5 metros de ancho.
  - Doble pasillo con más de seis asientos por fila.
  - Más de 200 pasajeros.
  - Las rampas de evacuación se desarman desde el exterior.
  - Normalmente todas las salidas de emergencia son puertas.
  - La cabina de pilotaje puede tener acceso desde la parte inferior de la aeronave. (A310, A340, B767, B777 etc.).



Los asientos son integrales, están sujetos al piso del avión y van equipados con cinturones de seguridad, obligatorios en algunas fases del vuelo. Se están introduciendo en algunas aeronaves, cinturones de seguridad, con dispositivo air-bag, sobre todo en asientos de primera clase, y los de los pilotos.

En las cabinas de pasajeros hay un determinado número de baños o lavabos, equipados con detectores de humo y/o sistema automático de extinción, y uno o varios galleys, situados en los extremos y/o en el centro, que suelen disponer de hornos, calentadores y frigoríficos y que, por razones de seguridad, no tienen puertas, llevan cortinas que deben permanecen abiertas durante las maniobras de despegue y aterrizaje.

Algunas aeronaves disponen de cabina superior, a la que se accede por una escalera interior (A380, B747).

5.4 Bodegas de carga

Su función es el transporte de equipajes y carga debidamente estibados. Pueden estar presurizadas, climatizadas, disponer de detectores de humo o incendios y sistemas fijos de extinción.

Por lo general las bodegas en las aeronaves de pasajeros van en el lado de estribor (derecho), aunque hay modelos (CRJ 1000, Falcón 900, aeronaves de carga, pequeñas aeronaves, etc.) que pueden ir en el lado de babor (izquierdo). Su número y tamaño varía según modelos y tamaños de aeronaves.

Estas bodegas de carga se clasifican en 5 clases, de la clase A, a la clase E (Doc9481 - AN\928), dependiendo del tipo de aeronave, y de que dicha bodega cuente con:

- Fácil acceso a la tripulación.
- Disponga de detectores de incendio, o detectores de humo.
- Sistema de extinción propia, etc.

Clase A: Aquella en la que la presencia del incendio pueda ser descubierta fácilmente, y cualquier parte del compartimento sea de fácil acceso en vuelo.

Clase B: Aquella que permite acceso suficiente a la tripulación en vuelo, para que alcance efectivamente cualquier parte del compartimento con un extintor manual, y consta de un detector de humo o de incendio.

Clase C: Aquella que no cumple con los requisitos de la clase A, ni B, pero cuenta con un detector de humo o incendio, tenga un sistema extintor de incendios que se pueda accionar desde el puesto de pilotaje y disponga de medios para dominar la ventilación y las corrientes de aire dentro del compartimento.

Clase D: Aquella en la cual un incendio se pueda delimitar por completo sin poner en peligro la seguridad de los ocupantes, disponiendo de medios para controlar la ventilación y las corrientes de aire.

Clase E: Aquella que dispone de un detector de humo o de incendio, medios para obturar la ventilación hacia dentro del compartimento de pasajeros, y las salidas de urgencia necesarias para la tripulación son accesibles en cualquier situación.

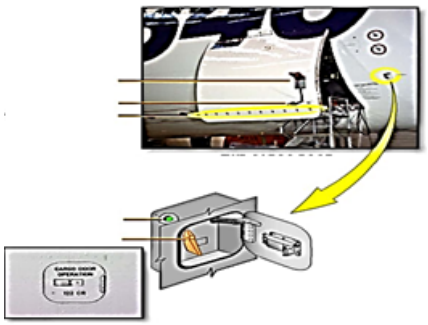
En las aeronaves de pasajeros suelen disponer de y dependiendo del tipo y dimensiones de la aeronave:

- bodegas clase **A** y **B** en la cubierta principal del avión (cabina de pasajeros).
- bodegas adicionales clase **C** y **D**, debajo de cabina de pasajeros y en la cola del avión.

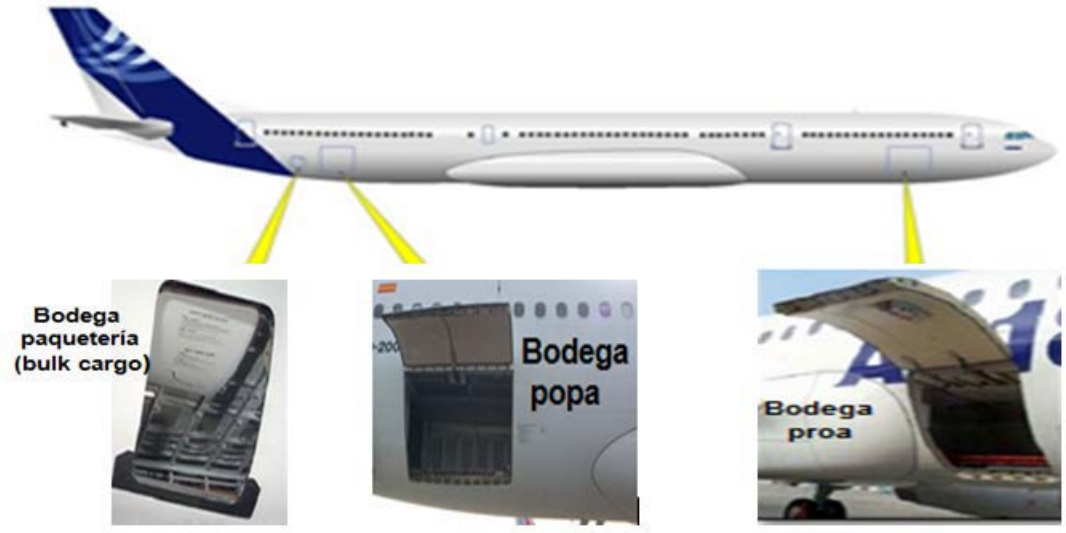
En las aeronaves de carga (cargueros) disponen de:

- bodega principal **E**, situada en la cubierta principal de la aeronave, siendo este tipo de bodega exclusiva de aeronaves de carga.
- bodegas adicionales clase **C** y **D** debajo y en la cola del avión, igual e iguales que en las aeronaves de pasajeros.

El accionamiento de las puertas de las bodegas de carga puede ser hidráulico, eléctrico o manual, aunque todas van dotadas de algún dispositivo mecánico de apertura manual, que hace que puedan ser activadas desde el exterior.



Las más grandes se accionan bien de forma hidráulica o eléctrica, y suelen abrir hacia afuera, mientras que las más pequeñas denominadas **BULK CARGO o bodega de paquetería**, operan manualmente y suelen abrir hacia adentro.



Algunos aviones poseen rampas de acceso o aperturas por el morro o por la parte posterior para la carga y descarga de mercancías voluminosas.

Otros aviones, especialmente en los de fuselaje ancho, la carga se coloca en contenedores normalizados (mercancía paletizada) para facilitar su manejo

5.5 Puertas

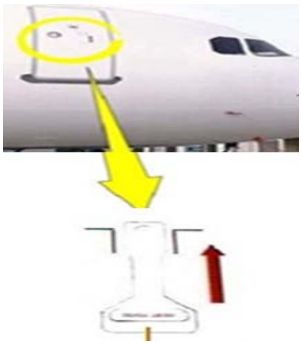
En ambos costados del fuselaje van situadas una serie de puertas y su ubicación y cantidad varía según el modelo de aeronave. Generalmente las del lado babor (puertas L) suelen utilizarse para embarque y desembarque del pasaje, y las del lado estribor (puertas R), para el servicio de galleys.

Tienen características, dimensiones, formas, sistemas de apertura y bloqueo, debidamente normalizados pero la forma de accionarlas varía de unas aeronaves a otras (hacia adentro, hacia fuera, hacia abajo, etc.).

Otras diferencias consisten en el sistema de accionamiento, que puede ser manual o automático, mediante energía eléctrica o hidráulica, con posibilidad de actuar manualmente si falla el sistema.

Su cerrado se produce de tal forma que apoyan en el marco de dentro hacia fuera, para asegurar el hermetismo necesario para presurizar la cabina.

Estarán claramente señalizadas; sus mecanismos de apertura y cierre deben de ser fácilmente accionables; todas llevan una inscripción, por fuera y por dentro, en la que se explica cómo se deben de accionar, debiendo mantener su operatividad incluso en caso de impacto tolerable.



Las puertas de acceso y salida de pasaje (puertas L) se utilizan por los pasajeros y la tripulación para embarcar y desembarcar en operación normal. Sus dimensiones son las adecuadas para este cometido. Van situadas habitualmente en el costado de babor (izquierdo) del fuselaje, y en ocasiones bajo el cono de cola.

Algunos modelos llevan escaleras desplegables integradas, que se pueden extender desde el exterior. En otros es necesario acoplar escaleras exteriores para facilitar la entrada y la salida, bien se acoplan a las pasarelas de los aeropuertos.

Prácticamente todas están equipadas con rampas de evacuación para su utilización como salidas de emergencia y todas son practicables tanto desde el interior como desde el exterior. Hay que tomar precauciones en este último caso, pues la rampa puede estar armada.

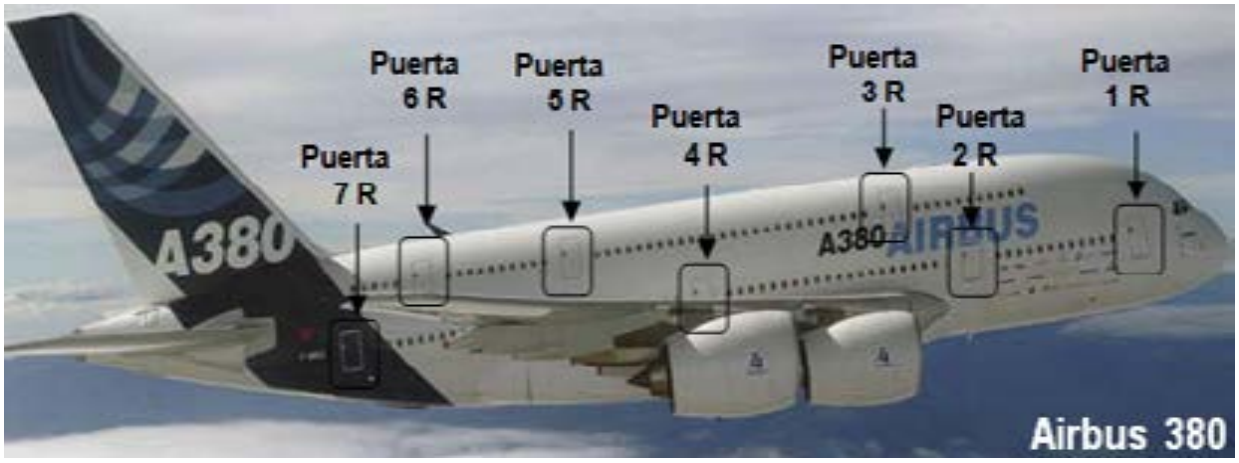
Las puertas de acceso de servicio (puertas R o puertas "galleys") suelen estar situadas en el costado de estribor (derecho) de la aeronave, y su principal función es facilitar la carga y descarga de catering, etc.

Solo se utilizan por los pasajeros y la tripulación en caso de evacuación de emergencia, y para ello disponen también de rampas desplegables. Son asimismo operables desde el interior y el exterior.

IMPORTANTE es que todas ellas, se pueden utilizar para evacuar la aeronave en caso de emergencia o necesidad.

Se identifican y enumeran por un lado las de la parte izquierda (puertas L) y por otro lado las de la parte derecha (puertas R) desde posición del comandante y de adelante hacia atrás, siendo su número generalmente igual en ambos lados.

Por otro lado, se diferencian las puertas para embarcar o desembarcar de las denominadas de emergencia, escotillas o vías de escape que se utilizarán exclusivamente en caso de emergencia y son más pequeñas.



La cantidad y ubicación de las salidas de emergencias varían según las aeronaves pudiendo estar encima de los planos (una o dos por cada lado) o por delante y por detrás de los planos, y abriéndose tanto desde el interior como desde el exterior.

Para el caso que tuviésemos que abrir dichas puertas o salidas de emergencia desde el exterior hay que tener máxima precaución por posible activación de las rampas de evacuación. En la actualidad muchas aeronaves incorporan un sistema de desarme de la rampa que actúa a la vez que se abre la puerta desde el exterior (no es extensivo a todos los modelos).

Algunas aeronaves llevan un visor en la puerta, para ver la luz de presión residual en cabina. En el caso que se encuentre encendida, **NO debe abrirse la puerta.**

La actuación del SSEI ante una puerta, será actuar siempre como si estuvieran armadas. Otros accesos al interior del fuselaje de una aeronave, son los **puntos de penetración**, que son accesos que solo y únicamente se practicaran en caso de emergencia y con la herramienta necesaria.

Son áreas corte adecuadas del fuselaje, para que entren las brigadas de salvamento en caso de emergencia, que pueden estar marcadas con líneas discontinuas. Estas zonas no son más débiles que el resto, sino que nos indican que están libres de conductos, cables, largueros, cuadernas, muebles, etc., para facilitar dicho corte.

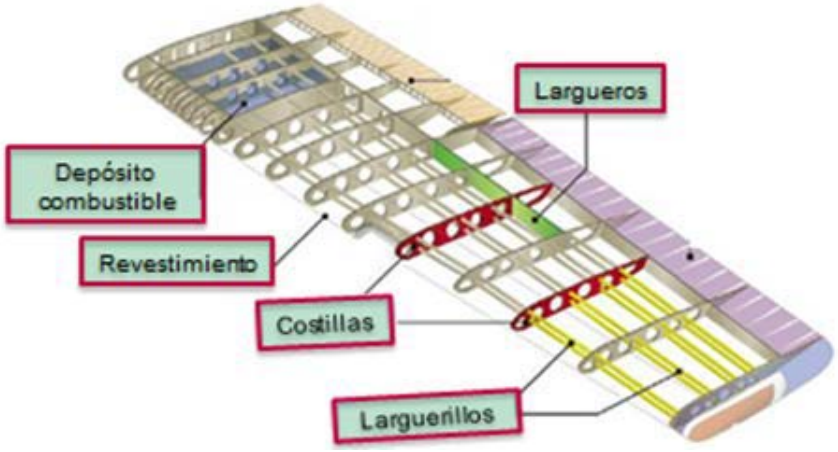
Por lo general, se utilizan otras vías para acceder al interior de la aeronave en caso de emergencia, ya que estas zonas de corte, están muy limitadas por cantidad y trabajo. Aunque no todas las aeronaves las llevan marcadas, es frecuente que aparezcan marcadas en las cartas de salvamento del modelo de aeronave.

5.6 Alas o planos

Son los elementos que, por su diseño y características particulares, generan la sustentación de la aeronave en el aire y permiten que ésta vuele. Tienen que soportar el peso total de la aeronave en el aire, y se ven sometidas a fuerzas de torsión, tanto longitudinal como axial. En muchos casos cargan además el peso del combustible y los motores.

Los planos de un avión están generalmente constituidos por:

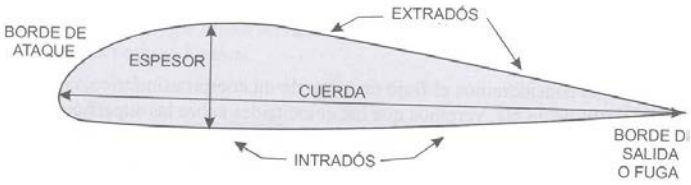
- **Largueros longitudinales**, es el componente principal y soporta esfuerzos de flexión y de torsión.
- **Costillas transversales,** unidas a los largueros, y que dan la forma al ala y transmiten la carga del revestimiento a los largueros. Ambos elementos (largueros y costillas), determinan una especie de cajón hueco, que es donde se ubican los depósitos de combustible.
- **Larguerillos longitudinales**, que transmiten la carga soportada por el revestimiento a las costillas del ala.
- **Revestimiento,** que es conjunto de planchas y paneles unidos y sujetos a la estructura por remaches u otros medios, como se indica en la figura.

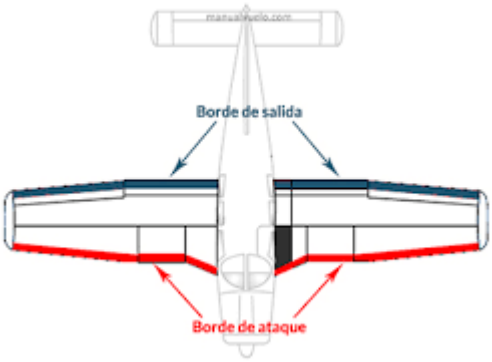


Los planos se construyen independientemente del resto del avión, y luego se unen al fuselaje mediante encastres, aunque a veces ambos planos forman un solo conjunto.

Normalmente tienen forma de flecha, el tamaño y forma de las alas varía en función de la aeronave. Son más anchas cerca del fuselaje y se van estrechando hacia los extremos, por una cuestión de reparto de fuerzas. En algunos casos, incluso disponen de superficie y geometría variables.

La fuerza de sustentación va en función, entre otros factores, de la superficie alar, que es la suma del área de ambos planos. Los aviones más lentos tienen más superficie alar que los más rápidos. Un corte trasversal de un ala nos permite ver el perfil alar con la denominación de sus componentes.



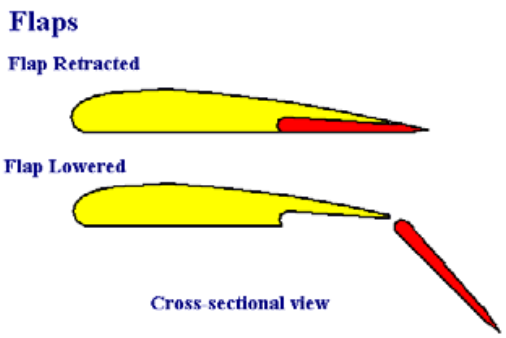


Los perfiles alares de las aeronaves están diseñados para vuelos a considerable altura y alta velocidad, siendo los adecuados para estas condiciones, pero las maniobras de despegue y aterrizaje se han de realizar a velocidades relativamente bajas.

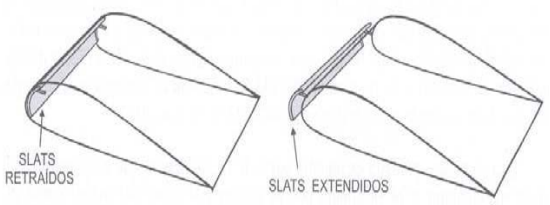
Para que el avión mantenga condiciones de vuelo seguro, las alas cuentan con los llamados **elementos hipersustentadores**, que cuando se utilizan modifican el perfil alar de tal manera que se conserva la sustentación necesaria a bajas velocidades. Estos elementos se denominan **flaps y slats.**

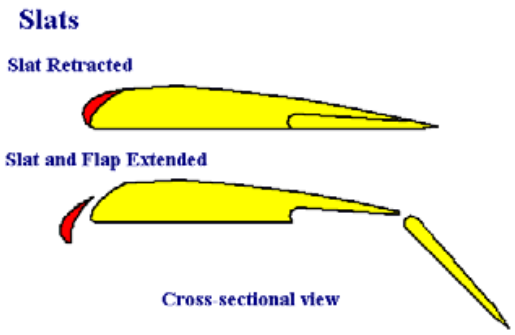
- **Flaps:** Son grandes elementos que aumentan las superficies de los planos y están situados en el borde de salida del ala. Su función es aumentar la sustentación del ala y permitir que el avión pueda volar más lento, lo que es importante durante el despegue y el aterrizaje.

  Al ser accionados, se extienden hacia fuera y hacia abajo, produciendo un aumento de la curvatura y de la superficie alar, aumentando así la sustentación de la aeronave. Dentro de su movimiento admiten una serie de posiciones, desde la retracción total (flaps up) hasta la extensión total (full flaps).

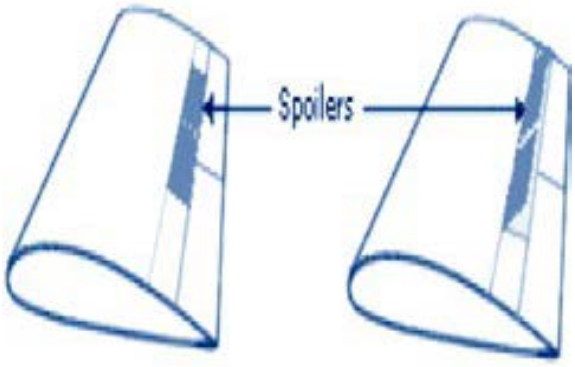


- **Slats:** Son superficies auxiliares, que tienen el mismo objetivo que los Flaps, aumentar la sustentación de la aeronave. Están dispuestos en el borde de ataque del ala, y se despliegan hacia delante y hacia abajo siguiendo la curvatura del perfil alar, manteniendo la forma del borde de ataque. De esta forma aumenta la superficie y la curvatura alar, consiguiendo que el aire fluya por el extradós a mayor velocidad y aumentando así la sustentación a menor velocidad. Su accionamiento suele ser simultáneo al de los flaps.





- **Spoilers:** En las alas también están los frenos aerodinámicos o spoilers. Son superficies móviles de control que también modifica el perfil alar cuando las condiciones de vuelo lo requieren. Están ubicadas en la zona de extradós del ala, y su objetivo principal es frenar el avión durante la rodadura en pista tras el aterrizaje, aunque a veces apoyan a los alerones en los giros a baja velocidad. Cuando se accionan, se levantan y provocan una gran resistencia aerodinámica, reduciendo rápidamente la velocidad y disminuyendo la sustentación. Ayudan en el frenado en tierra y en los movimientos de giro, en vuelo.



- **Winglets:** Debido al paso del aire a través del ala a gran velocidad, y a la diferencia de presiones entre el extradós y el intradós, se generan torbellinos en las puntas alares que aumentan la resistencia al avance. Para evitar esto, en algunos planos las puntas acaban en unas aletas verticales o Winglets que eliminan en parte esos remolinos, permitiendo disminuir hasta un 4 % el consumo de combustible.

Las alas en las aeronaves, pueden tener posición baja, media o alta, dato importante a tener en cuenta, a la hora de atajar un incidente en esta zona.

El ala baja, suele ser la más común en aviones de transporte comercial grandes debido a que produce una interferencia mínima con la cabina de pasajeros ya que el ala atraviesa el fuselaje por la zona de las bodegas, mientras que el ala alta, permite que el fuselaje esté más cercano al suelo, lo que facilita la carga y descarga. Necesita un tren de aterrizaje más bajo, pero tienen problemas de espacio para recogerlo. El ala media, no se utiliza apenas en la aviación comercial, ya que reduce mucho el volumen útil del fuselaje.

5.7 Empenaje de cola

El modelo normal de empenaje de cola consta de dos superficies básicas; la horizontal y la vertical. Cada una tiene secciones fijas para proporcionar estabilidad y móviles para controlar los movimientos de vuelo.

La sección fija de la superficie horizontal se llama estabilizador horizontal y la parte móvil se denomina timón de profundidad o elevador, aunque, a veces, se puede mover todo el conjunto. La parte fija de la superficie vertical se llama estabilizador vertical (cola) y la parte móvil, timón de dirección. Hay diseños que incluyen dos o más estabilizadores verticales con otros tantos timones de dirección.

La estructura y construcción de los estabilizadores es similar a la de las alas, a base de largueros longitudinales y costillas transversales, que les confieren a estos elementos la suficiente resistencia y flexibilidad para soportar las cargas y tensiones que han de soportar en vuelo.

Para facilitar las configuraciones de vuelo, tanto el estabilizador horizontal como el vertical van equipados con unas pequeñas aletas móviles llamadas **compensadoras o trims**, que al ser accionadas realizan las correcciones necesarias para contribuir a la estabilidad general de la aeronave.

5.8 Tren de aterrizaje

Mecanismo aerodinámico compuesto por un conjunto de elementos (ruedas, soportes, amortiguadores, etc.) destinados a permitir los movimientos de la aeronave en tierra (rodaje, toma, despegue). Es una parte muy comprometida en el diseño de un avión ya que soporta grandes cargas, impactos de cierta magnitud como cuando se produce un aterrizaje.

Algunos trenes son fijos, pero habitualmente son retráctiles durante el vuelo, para disminuir la resistencia aerodinámica de la aeronave, pudiendo retraerse en el interior de los pozos, en los planos o en el fuselaje, dependiendo del modelo de aeronave.

Un conjunto de tren consta generalmente de:

- Enclavamiento para la pata en largueros del ala o fuselaje.
- Uno o varios amortiguadores hidráulicos.
- Frenos, las llantas y neumáticos.

El tren de aterrizaje principal está equipado con un sistema de frenado para detener el avión. Los frenos van integrados en el conjunto de los ejes de las ruedas.

Normalmente está formado por un conjunto de placas metálicas o de composite, que cuando se accionan los frenos, un pistón hidráulico hace que friccionen unas contra otras con la intensidad requerida, consiguiendo el efecto de frenado

Debido a la masa de las aeronaves y a la elevada velocidad de aterrizaje, la zona de los frenos genera muy altas temperaturas y gran cantidad de calor, debido a la alta fricción en los discos durante la frenada, produciéndose en ocasiones sobrecalentamientos o incluso incendios del conjunto del tren.

Las pastillas de los frenos son de carbono (con tratamiento especial), capaces de alcanzar temperatura de hasta 3.000 ºC en aterrizajes de emergencia o despegues abortados.

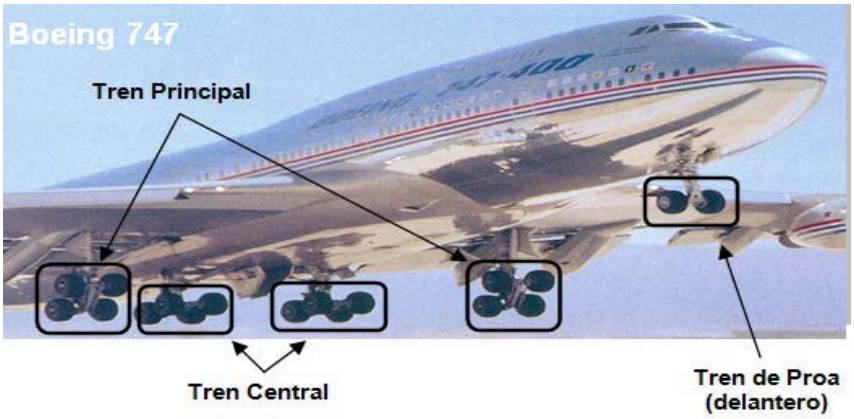
Hay que tener presente que los frenos transfieren las altas temperaturas u otros posibles riesgos a las ruedas, pudiendo ocasionar fallas en las mismas, con alto riesgo de incendio.

Cuando el fuego afecta al **tren principal o central**, aparte de la rapidez con que se propaga, tienen un riesgo añadido que es la proximidad de los depósitos de combustible.

Los neumáticos de las ruedas del tren de aterrizaje están formados por varias capas y suelen estar inflados con nitrógeno seco. Han de soportar enormes aceleraciones, calentamientos bruscos y grandes pesos. Van provistos de válvulas con fusibles que, en caso de calentamiento excesivo, los desinflan para evitar que revienten.

La disposición más común es la llamada de triciclo y en función del lugar del fuselaje donde esté ubicado se denominan:

- **Tren delantero, de proa o morro**: tiene capacidad de giro y no dispone de sistema de frenado.
- **Tren principal**: está a ambos lados del centro del avión y que soporta la mayor parte del peso y el esfuerzo, por eso está equipado con un sistema de frenado para detener el avión.
- **Tren central**: está en la parte central del avión, debajo del fuselaje. Es un componente o complemento del tren principal, que soporta gran parte del peso y esfuerzo en aeronaves de grandes dimensiones.



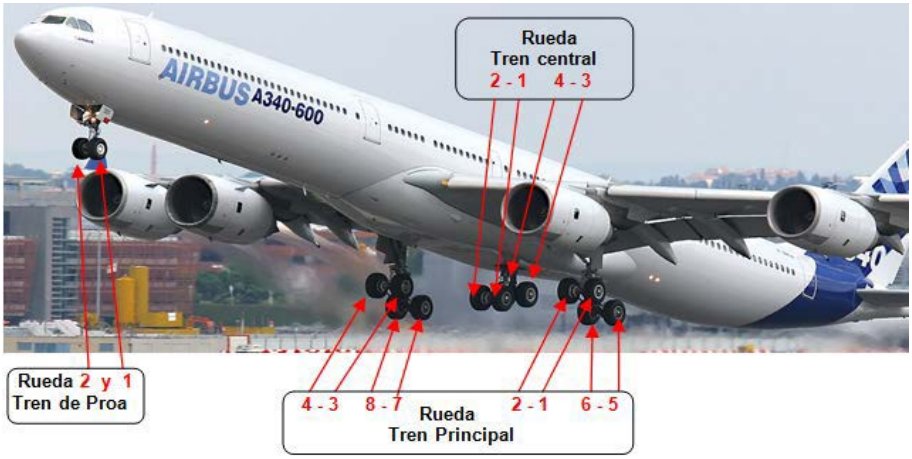
Por otro lado, y dentro de los trenes de aterrizaje, las ruedas también guardan una numeración concreta, en función de su posición, enumerándose las ruedas de cada tren independientemente, es decir, el tren de morro, por una parte, el principal y el tren central por otra, así como si existieran patas auxiliares. Las ruedas se numerarán de babor a estribor y seguidamente de proa a popa.

En aeronaves de grandes dimensiones y normalmente utilizadas para carga, se emplean otras configuraciones estructurales, en las que se colocan todas las parejas de ruedas en serie manteniendo cada una su propio amortiguador, mejorando de este modo la transmisión de cargas al fuselaje.

5.9 Diseño y construcción de aeronaves

El diseño de una aeronave ha de contemplar necesariamente un aspecto crucial, y es que el avión ha de presentar la menor resistencia aerodinámica posible.

En cuanto a la resistencia estructural, hay que considerar que las distintas partes de una aeronave (fuselaje, alas, empenaje, tren de aterrizaje) se van a ver sometidas a fuerzas y tensiones de muy diversa índole, tanto en vuelo como en las maniobras en tierra.



El peso es un criterio esencial en todas las aeronaves. En esencia, cuanto menos pese una aeronave, necesitará menos empuje para volar, podrá llevar más carga, maniobrará mejor, etc. Por lo tanto, los materiales empleados en su construcción deberán ser lo más ligeros posible, siempre sin perder o disminuir las características físicas necesaria.

5.10 Materiales usados en la construcción de aeronaves

- **Aluminio:** La mayor parte de las aeronaves actuales están hechas en gran medida de este material y de una de sus aleaciones llamada duraluminio, que contiene el 4 % de cobre y el 1 % de magnesio.

Este metal combina ligereza y resistencia mecánica. Tiene una densidad de 2,7 gr/dm^3, un tercio de la del acero, y similar tenacidad. Resiste bien la corrosión por aire y agua, es un buen conductor eléctrico y tiene un bajo coeficiente de expansión. Es fácil de fundir, conformar, ensamblar y mecanizar, y admite variedad de acabados.

Por estas razones, de aluminio y duraluminio están hechas la mayor parte de las vigas, largueros, cuadernas, costillas y paneles de recubrimiento de un avión.

- **Acero:** Se denomina acero a la aleación del hierro con el carbono. En función de qué elementos más entran en la aleación, existen varias decenas de clases de acero, cada uno con propiedades específicas (inoxidable, dieléctrico, de alta resistencia, etc.)

  En las aeronaves se utilizan los aceros en la construcción de aquellos elementos que requieren gran resistencia y tenacidad. Algunas vigas y largueros, piezas móviles, patas y anclajes del tren, componentes de compresores y turbinas, sirgas de mando, conductos de alta presión, tornillería, ejes, pistones hidráulicos, marcos y anclajes de puertas, etc.

  El acero funde a temperaturas próximas a los 1500 ºC, pero empieza a perder propiedades a partir de 600 ºC o 700 ºC.

- **Magnesio:** Es el metal usado en estructuras metálicas más ligero que existe (densidad de 1,7 gr/dm^3). Por esta razón, se utiliza en la construcción de aviones, pero su uso está bastante limitado por la rigidez del metal.

Se puede encontrar en forma de aleaciones con aluminio y níquel formando parte del tren de aterrizaje, concretamente en aros de cierre, llantas y otras piezas móviles, ya que genera poca inercia. También en la estructura metálica de los asientos y formando largueros embutidos en plástico en arquitectura interior.

- **Titanio:** Es un metal relativamente ligero, de densidad 4,5 gr/dm^3. Su principal característica es que es extraordinariamente resistente a la corrosión que tiene un alto punto de fusión (1800 ºC). Esto lo hace indicado para utilizarlo en la construcción de aeronaves. Lo podemos encontrar en ejes, álabes de compresores y turbinas, en rotores y estátores y en anillos de separación.

- **Composite:** Bajo este nombre genérico se agrupan una serie de materiales que, básicamente, consisten en elementos tales como fibra de carbono, grafito, vidrio, boro, aramidas o una combinación de varios de ellos homogeneizados con algún tipo de resina que los mantiene unidos y les da su peculiar estructura. Los más populares son, el Kevlar (fibra de carbono y resina epoxi) y plásticos reforzados (fibra de vidrio con algún polímero).

  Cada vez se emplean más en la construcción de aeronaves, debido a que, dependiendo del tipo de composite, pueden sustituir a bastantes de las aleaciones usadas tradicionalmente, pues mejoran las propiedades físicas (flexibilidad, dureza, resistencia) con bajos pesos específicos e incluso a menor coste. La durabilidad y fiabilidad de estos elementos suele ser considerablemente mayor y se pueden moldear o conformar en multitud de configuraciones.

  Hay que hacer una serie de consideraciones acerca del comportamiento de este tipo de materiales en caso de accidente de la aeronave.

  1. **Como consecuencia de un impacto**: el riesgo es que se desmenucen las fibras que forman los composite. Si el diámetro de las partículas es menor de 3 micras flotan en el entorno y causan graves problemas respiratorios.

  2. **Al romperse**: pueden formar bordes afilados que traspasan guantes y botas.

  3. **En caso de incendio**: se generan gases altamente tóxicos procedentes de las resinas por encima de 400 ºC. Además, la resistencia estructural se debilita mucho, y hay que tener en cuenta que ciertos paneles del suelo están hechos con este tipo de material.

- **Plásticos, textiles y maderas:** Los plásticos, tanto termoformados como termoplásticos, están presentes en el interior de las cabinas, formando parte de los paneles de revestimiento interior, bins, separadores, etc. Muchos conductos eléctricos llevan aislamiento plástico o PVC.

  En caso de incendio, la mayor parte de los plásticos se descomponen con el aumento considerable de temperatura, liberando humos espesos y gases tóxicos.

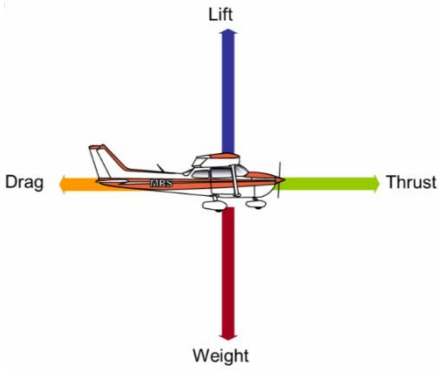
  Los textiles y las maderas tienen puntos de ignición bastante bajos, y a pesar de los tratamientos ignífugos pueden arder y generar humos y gases.

En un incendio originado en el interior de una aeronave, bien en las cabinas o en las bodegas, hay que tener en cuenta que, dado que el fuselaje está aislado térmicamente, se comporta a efectos de la transmisión del calor como un termo, por lo que se alcanzan elevados niveles térmicos en poco tiempo.

Así, un incendio interior se propaga con rapidez a todos los elementos, con el agravante de que el calor no se disipa al exterior y la ventilación es casi nula.

5.11 Propulsión de aeronaves-motores

Para que un avión vuele, es necesaria una fuerza que se oponga a la resistencia del avance en el aire, y que proporcione la suficiente velocidad como para que se genere la sustentación. Esta fuerza se denomina empuje (thrust), y es generada por el sistema de propulsión del avión, es decir, por el motor o motores.



Esencialmente, un motor de avión genera la fuerza de empuje tomando una masa de aire y aumentando su velocidad. Cualquier fuerza es el producto de una masa por una aceleración. La aceleración la determina la diferencia de velocidad en la unidad de tiempo:

$F = m_x a$	$a = (Vf - Vi)/t$

2ª Ley de Newton: esta fuerza, para una masa constante de aire, será tanto mayor cuanto más varíe su velocidad.

3ª Ley de Newton: a toda fuerza aplicada en un sentido se opone otra de igual magnitud en sentido contrario (principio de acción y reacción).

Este desplazamiento de aire y el incremento de su velocidad se pueden lograr, bien mediante hélices, o bien mediante propulsión a chorro.

El principio de funcionamiento de una hélice es que mueve una gran masa de aire, pero el incremento de la velocidad es relativamente bajo.

En la propulsión a chorro o jet, la masa de aire que mueve el motor es menor, pero el aumento de la velocidad es alto.

Dependiendo de cómo generan la energía necesaria para la propulsión, los motores de aeronaves se pueden clasificar en dos tipos:

- De pistón o alternativos (convencionales).
- De turbina (reactores).

5.12 Motores de turbina

Los motores de turbina entregan la potencia que generan a un eje central, al que a su vez pueden ir acoplados otros elementos como hélices, ventiladores (fan) o ejes de rotores. Los motores de turbina se clasifican en:

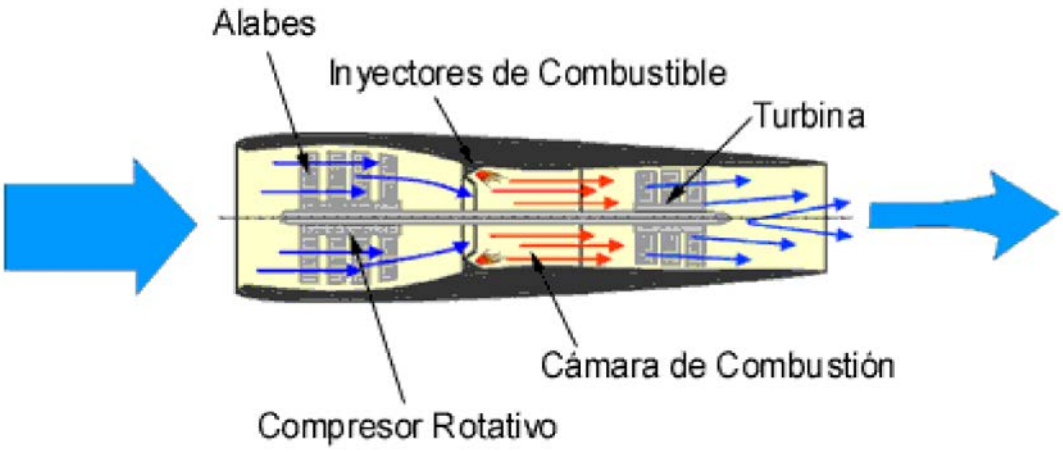
- Turbo-jet o turborreactor.
- Turbo-fan o turboventilador.
- Turbo-propulsor o turbohélice.
- Turbo-shaft o turboeje.

5.12.1 Turbo-jet o turborreactor

Es el tipo más elemental de motor a reacción, que equipaba a los primeros aviones en utilizar esta clase de propulsión. Funciona en tres etapas: una de compresión, una de combustión de la mezcla aire-combustible y una de expansión a través de una turbina.

Esto produce aumento de volumen de los gases. Lógicamente, estos gases se expanden hacia la turbina, donde pierden presión y ganan velocidad, a la vez que les transfieren energía a los álabes.

Esta energía es la que mueve el compresor, donde se vuelve a iniciar el proceso.

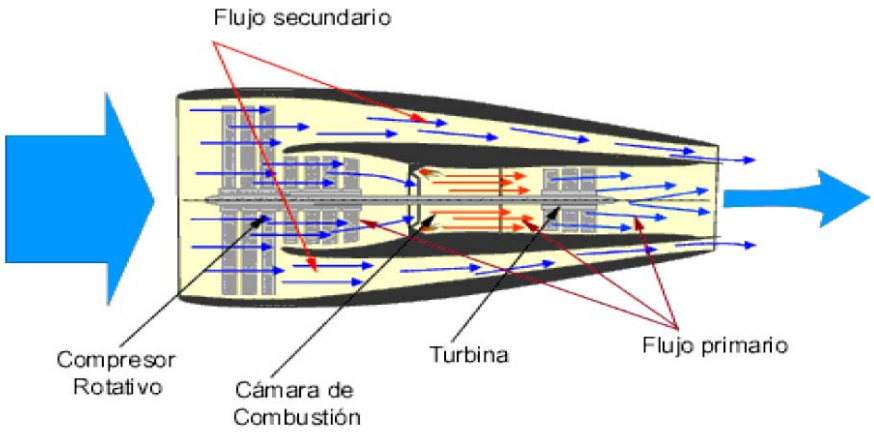


5.12.2 Turbo-fan o turboventilador

El turboventilador es una mejora del turborreactor básico. Parte del aire que entra en el motor se comprime solo parcialmente y se desvía para que fluya por el exterior del motor hasta el final de la zona de turbina, donde se mezcla con los gases de combustión y sale con ellos por la tobera al exterior.

Al flujo de aire que va por el exterior (flujo secundario) le imprime presión y velocidad un ventilador o fan, de diámetro sensiblemente mayor que el del compresor. Este aire refrigera el motor y contribuye a atenuar el ruido. Es más eficiente, ya que solo una parte del mismo pasa a la cámara de combustión.

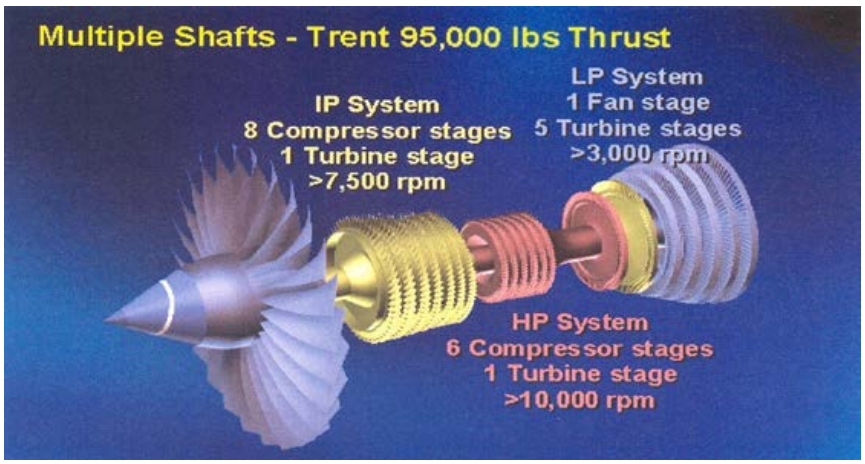
Los motores actualmente en servicio en las aeronaves comerciales son de este tipo. La relación entre la cantidad de aire del flujo secundario y del primario, relación de derivación, y suele ser de 4 a 7.



Para lograr una eficacia mayor del motor y para poder sobredimensionar los fans, no todas las etapas de un motor de esta clase giran a la misma velocidad.

Esto se logra con la utilización de un eje múltiple, de dos o tres ejes concéntricos. Funciona como se indica en el esquema.

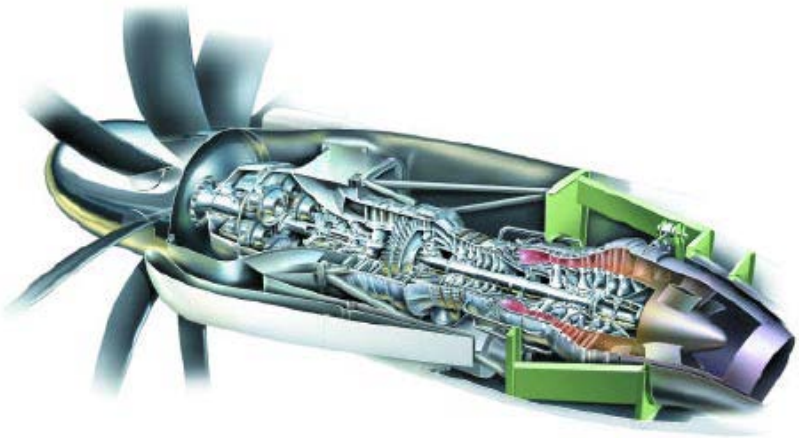
- El eje de baja presión (LP) acopla el fan con 5 etapas de turbina a baja velocidad.
- El eje de presión intermedia (IP) acopla 1 etapa de turbina con 8 de compresión a velocidad media.
- El eje de alta presión (HP) acopla 6 etapas de compresión y una de turbina, y gira a alta velocidad.



5.12.3 Turbo-propulsor o turbohélice

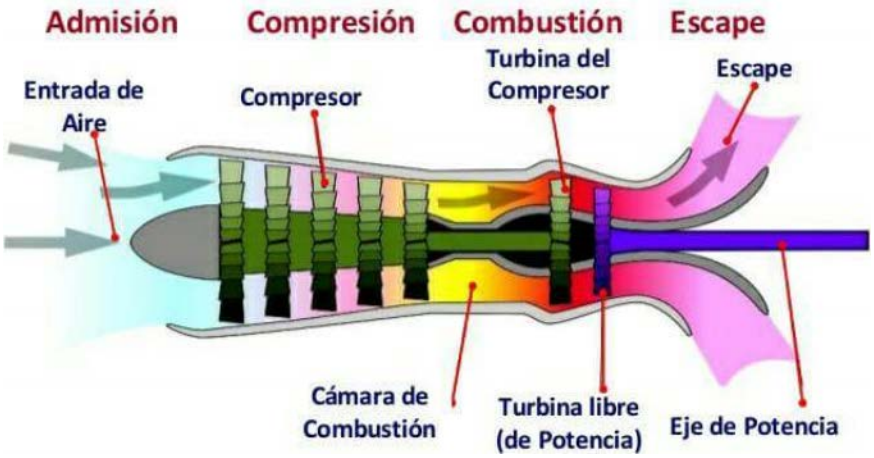
Es un motor de turbina a cuyo eje se acopla una hélice exterior, previo paso por una caja de engranajes des-multiplicadores. En este tipo de motores, el 90 % de la potencia generada se emplea en mover la hélice.

Es muy eficaz para aeronaves de tamaño pequeño o mediano, de velocidades hasta 500 o 600 km/h. El giro de las hélices está limitado a 2.500 o 3.000 rpm, ya que a velocidades superiores el aire forma turbulencias en las palas y pierde eficacia.



5.12.4 Turbo-shaft o turbo-eje

A un motor de turbina que entrega su potencia a través de un eje para operar un mecanismo externo que no sea una hélice se le conoce como un motor turbo-eje. La toma de fuerza puede acoplarse directamente a la turbina del motor, o el eje puede estar arrastrado por su propia turbina localizada en la corriente de los gases de escape (turbina libre).



Normalmente, el motor de turbo-eje se emplea para propulsar helicópteros. La turbina primaria mueve el compresor, y la turbina secundaria o libre mueve el eje principal de la caja de engranajes y éste al rotor. En caso de que no exista turbina libre, ha de haber un sistema de embrague.

Las posiciones más estándar de los motores son debajo de las alas, o en el fuselaje, bien sea encima o en los laterales del mismo, teniendo cada posición su peligrosidad, pues los que van en las alas, están posicionados justo debajo de los depósitos de combustible, y los que van en el fuselaje o encima de él, tienen mayores alturas, siendo más difícilmente accesibles.

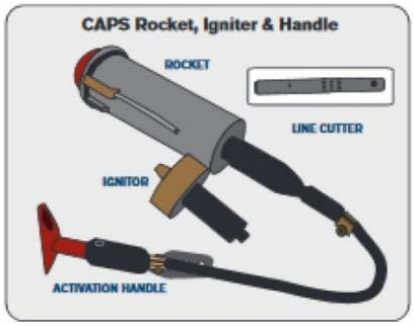
Otro aspecto básico a tener en cuenta respecto a los motores, es que se numeran de babor a estribor, es decir, el primer motor es el más externo de babor y el último motor es el más externo de estribor.

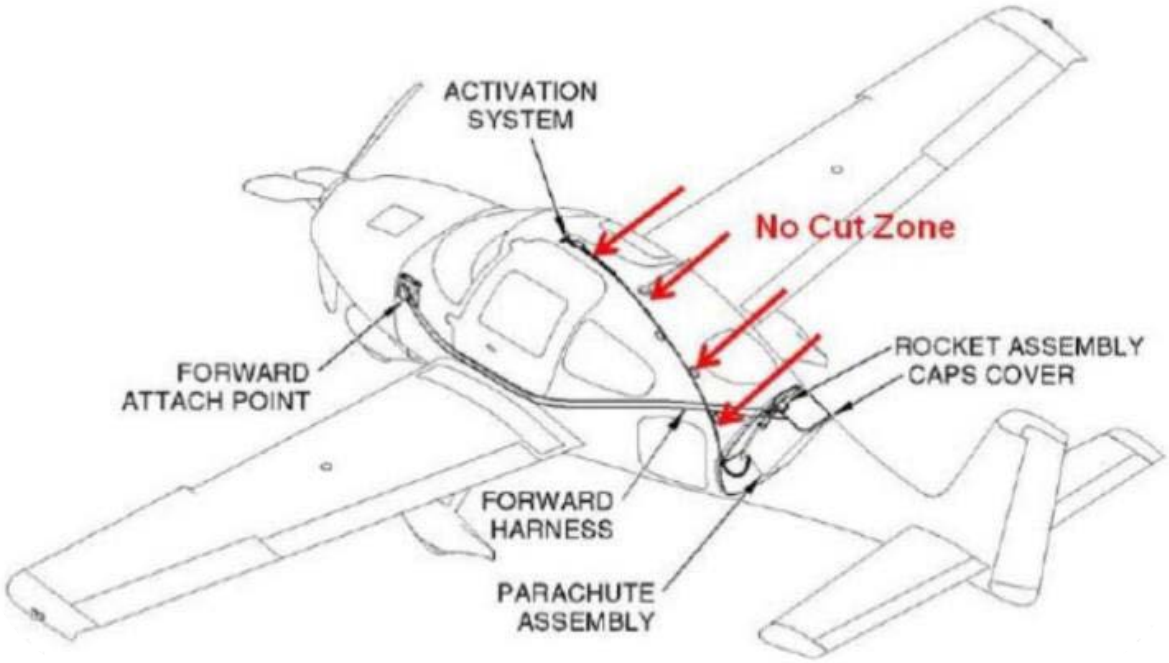
Los motores van rodeados de carenados, capots o góndolas que encierran la planta de potencia y que generalmente son redondos, salvo en el Boeing 737 que los lleva achatados por la parte inferior. Cuando estos motores van en el ala, se sujeta a través del Pylon mediante una sujeción delantera y otra trasera.

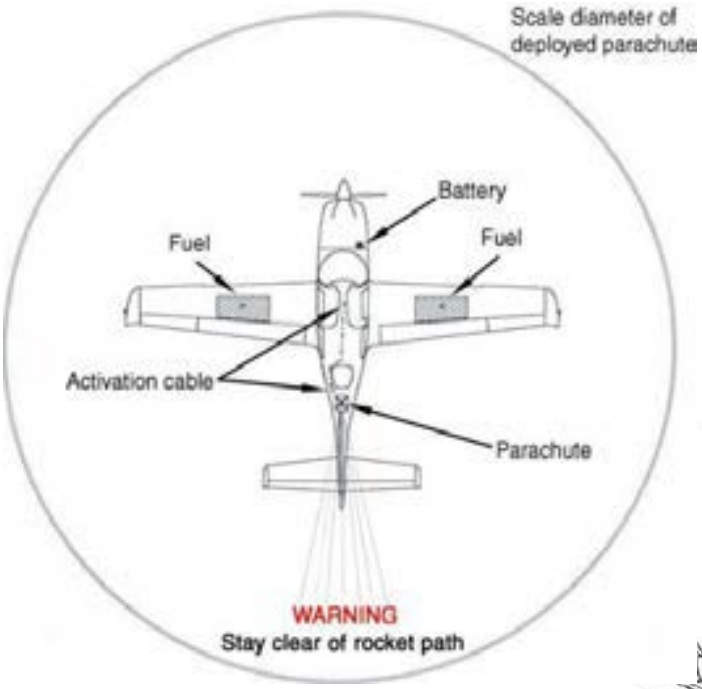
5.13 Sistemas de eyección con paracaídas de la aeronave

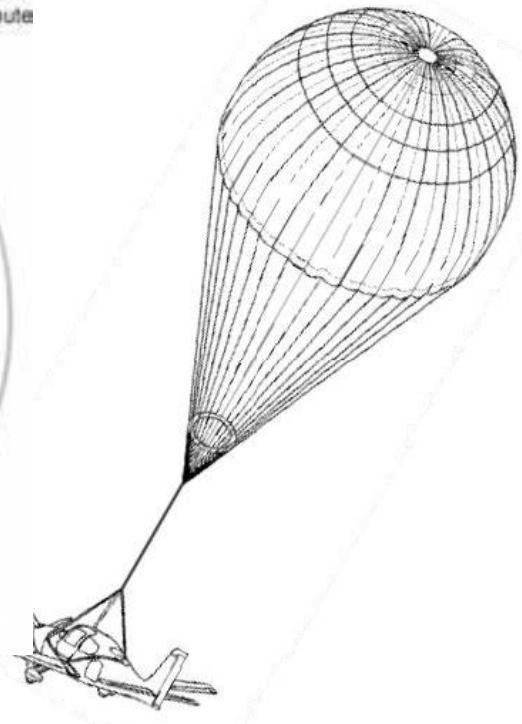
En el caso de aeronaves de pequeña masa y provistos de un solo motor para su impulsión, últimamente se les incorpora un sistema de emergencia en caso de fallo del mismo, que consiste en un paracaídas que disminuye la velocidad de descenso de la aeronave, reduciendo al mínimo los efectos del impacto en la caída. Dicha medida de seguridad tiene riesgos importantes durante las operaciones de emergencia del SSEI, consistente en el sistema de disparo o eyección, con y sin seguro tal como muestran las fotografías.

En estos casos, antes de actuar es muy importante localizar estos sistemas de eyección con paracaídas y mantenerse fuera de la trayectoria de eyección del sistema.




ACTIVATION SYSTEM
No Cut Zone
ROCKET ASSEMBLY CAPS COVER
FORWARD ATTACH POINT
FORWARD HARNESS
PARACHUTE ASSEMBLY


Scale diameter of deployed parachute
Battery
Fuel
Fuel
Activation cable
Parachute
WARNING
Stay clear of rocket path



5.14 Inversor de flujo

La mayor parte de los motores de turbina están equipados con unos dispositivos llamados inversores de flujo, conocidos también como reversas. Se emplean para ayudar al frenado de la aeronave durante la fase de aterrizaje.

Se trata de unos elementos, que cuando se accionan, modifican el sentido de salida del flujo de gases del motor, logrando un efecto similar al de las toberas direccionales.

Cuando el avión toma tierra, se despliegan los inversores, orientando el flujo aproximadamente en la misma dirección del avance, con lo que la fuerza de empuje resultante se aplica en la dirección opuesta. Esto contribuye a frenar la aeronave, haciendo más corta la carrera de aterrizaje y descargando esfuerzo sobre los frenos de las ruedas.

5.15 Elementos auxiliares de los motores

Los motores de las aeronaves no solo tienen el cometido de generar empuje. Hay una serie de elementos movidos directamente por ellos, a través del acoplamiento al eje principal de una caja de engranajes. Los más significativos son:

- **Generadores:** Los motores mueven generadores de la energía que se emplea para los sistemas eléctricos de la aeronave, y para la recarga de las baterías.

- **Bombas de combustible:** Para mover el combustible de los depósitos a los motores, o bien, para pasarlo de unos depósitos a otros a fin de mantener estable el centro de gravedad del aparato.

- **Bombas hidráulicas:** Suministran la presión necesaria a todos los accionamientos hidráulicos del avión.

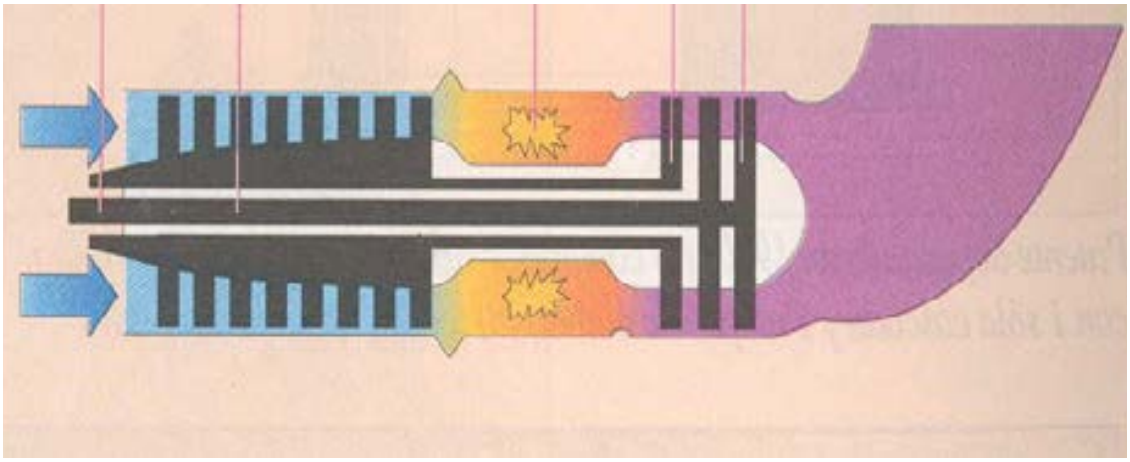
Además de los anteriores, en los motores existen registros de sangrado de compresores. A través de ellos se toma aire a presión para, una vez enfriado, presurizar la cabina o para el sistema de climatización.

5.16 APU (Auxiliar Power Unit)

La unidad de potencia auxiliar tiene como cometido producir la energía eléctrica, presión neumática y presión hidráulica necesarias para alimentar a los distintos sistemas y subsistemas de a bordo cuando los motores están parados.

Básicamente, se trata de un turborreactor en pequeño, que funciona con el mismo combustible que utilizan los motores. A su eje tiene acoplado un generador de electricidad y una bomba hidráulica, y de sus etapas de compresor se obtiene el aire a presión para el sistema neumático (esencialmente para suministrar a los motores la presión necesaria para el arranque).

La APU no contribuye al empuje del avión, por lo que se suele utilizar solo cuando el avión está en tierra. Pero también se puede utilizar en vuelo ante el fallo de un motor o de sus generadores eléctricos.

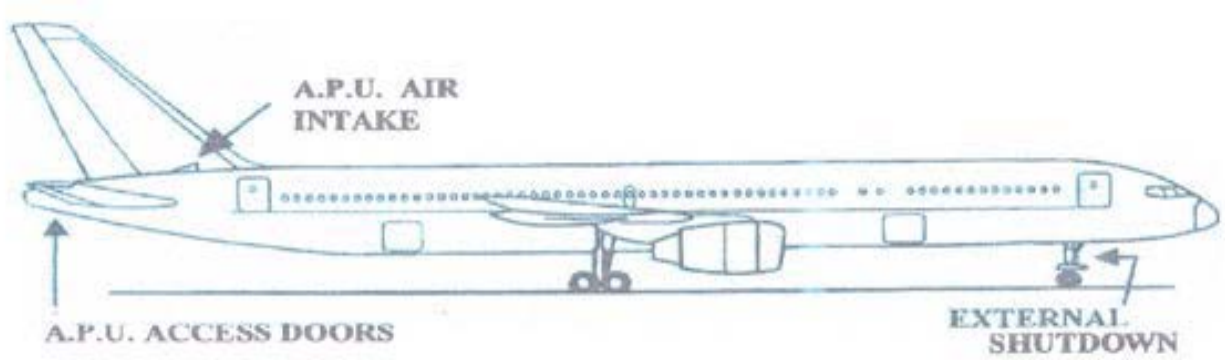


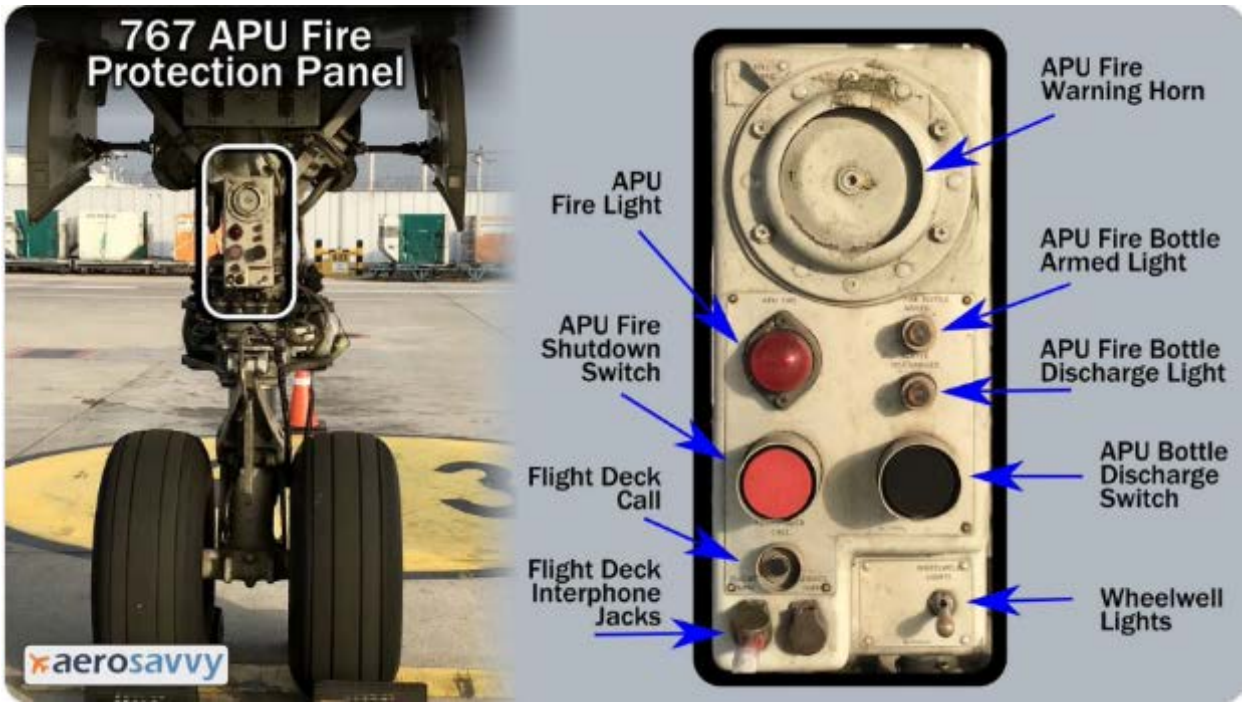
Su puesta en marcha se realiza mediante un arrancador que recibe energía eléctrica de las baterías de a bordo, y a su vez, recarga a éstas si es necesario.

La APU está protegida por detectores de sobre-velocidad, baja presión de aceite, sobrecalentamiento o fuego. Cuenta con su propio sistema de extinción y generalmente está ubicada en la cola del avión.

La APU cuenta, como es lógico, con un conducto de admisión de aire para el compresor y una salida de gases de turbina. Se localizan fácilmente, pero hay que tener en cuenta la temperatura y velocidad de salida de los gases.

El acceso al compartimento donde está alojada normalmente la APU suele ser sencillo, aunque tanto su puesta en marcha y parada, incluso de emergencia, se puede hacer desde el exterior del avión en muchos aviones.





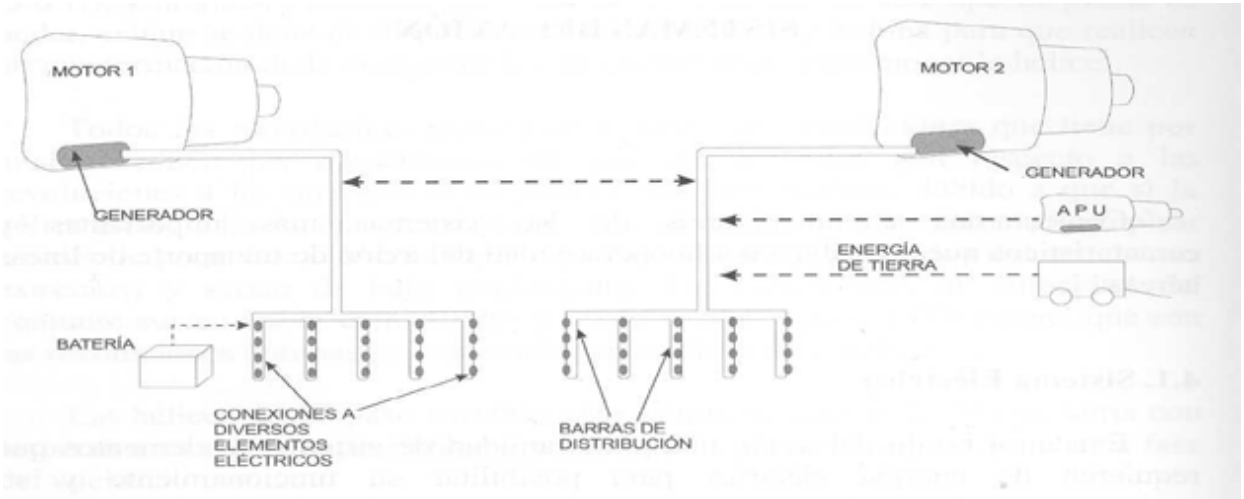
5.17 Sistemas y subsistemas de las aeronaves

Para que una aeronave vuele, ha de contar con sistemas básicos como son: propulsión, controles de vuelo, tren de aterrizaje, etc. Pero además de éstos, existen una serie de sistemas y subsistemas auxiliares que contribuyen a la operatividad del avión.

5.17.1 Sistema eléctrico

La energía eléctrica es necesaria para el funcionamiento de muchos sistemas en instrumentos del avión, como arranque del motor, radios, luces, instrumentos de navegación, y otros dispositivos que necesitan esta energía para su funcionamiento (bomba de combustible, en algunos casos accionamiento de flaps, subida o bajada del tren de aterrizaje, calefacción del pitot, avisador de pérdida, etc.).

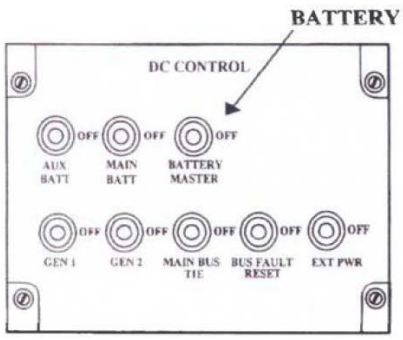
El sistema eléctrico del avión se nutre de dos fuentes de energía: la batería y el generador/alternador. Los generadores se localizan habitualmente dentro de la denominada “caja de accesorios”, situada entre el motor y la carcasa exterior.

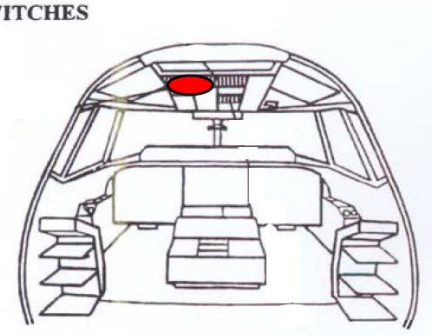


Para más seguridad, el circuito eléctrico e hidráulico suele estar duplicado, de forma que, ante el fallo de un generador, se puede seguir obteniendo energía de otro, incluso en caso de emergencia (RAT).

En la cabina de mando está situado el interruptor central del sistema eléctrico, que al ser accionado conecta o desconecta todo el sistema. Se le denomina “master “, y por su ubicación suele ser fácil de localizar.

Cuando los motores están parados, la energía eléctrica puede ser suministrada desde el exterior (GPU) o desde el interior mediante un generador auxiliar (APU) o baterías. En caso de accidente, hay que desconectarlas para evitar que la energía eléctrica sea el origen de un incendio**.**



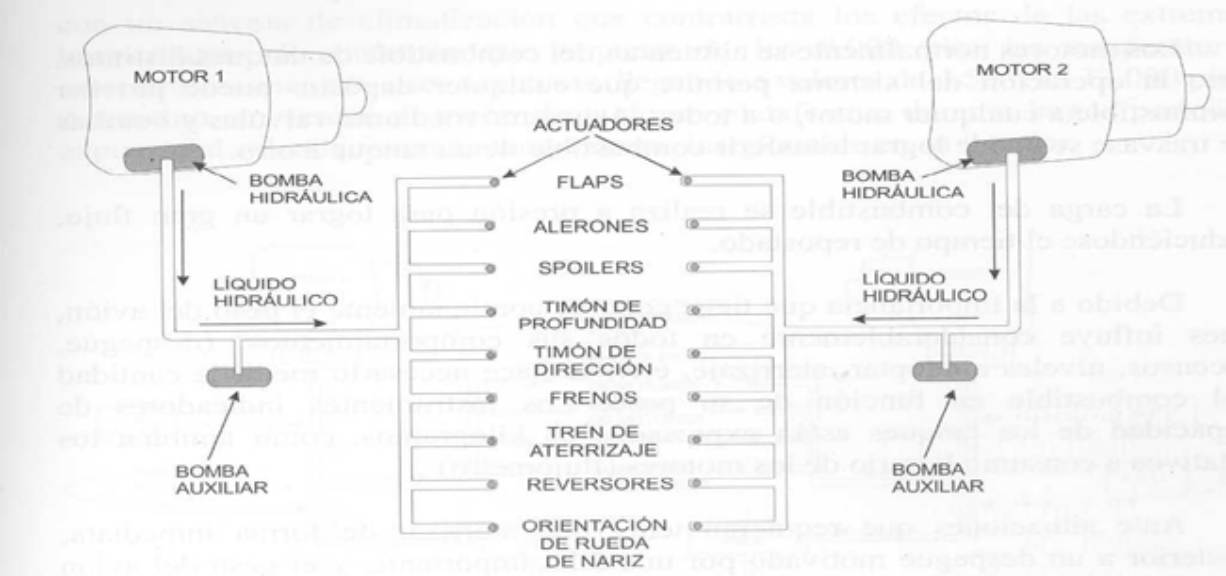


5.17.2 Sistema hidráulico

En un avión hay dispositivos que requieren bastante energía para su accionamiento (despliegue y repliegue del tren de aterrizaje, extensión y retracción de alerones, flaps, slats, spoilers, elevadores y timones, reversas de motores, la orientación de la rueda de morro y los frenos).

Para el accionamiento de estos elementos se utilizan actuadores hidráulicos. La presión necesaria es producida por bombas hidráulicas situadas en las cajas de accesorios de los motores, y se canaliza hasta los puntos requeridos por un sistema de conductos y válvulas.

El sistema hidráulico suele operar con presiones del orden de 3.000 psi, y el fluido utilizado es una mezcla de alcoholes y aceites sintéticos. Para su distribución se almacena en reservorios a alta presión, que están normalmente en los alojamientos del tren principal.



El fluido hidráulico no es en sí inflamable, pero si por causa de una fuga a alta presión se pulveriza, entonces sí que puede arder fácilmente.

Para distribuir y compartir las maniobras de actuación, y por razones de seguridad, los aviones tienen duplicado y hasta triplicado en ocasiones el sistema hidráulico, garantizando la operatividad ante cualquier fallo. Disponen además de bombas auxiliares potenciadas eléctricamente.

5.17.3 Sistema de alimentación de combustible

Este sistema comprende el almacenaje, control y distribución de combustible, hacia los motores y APU.

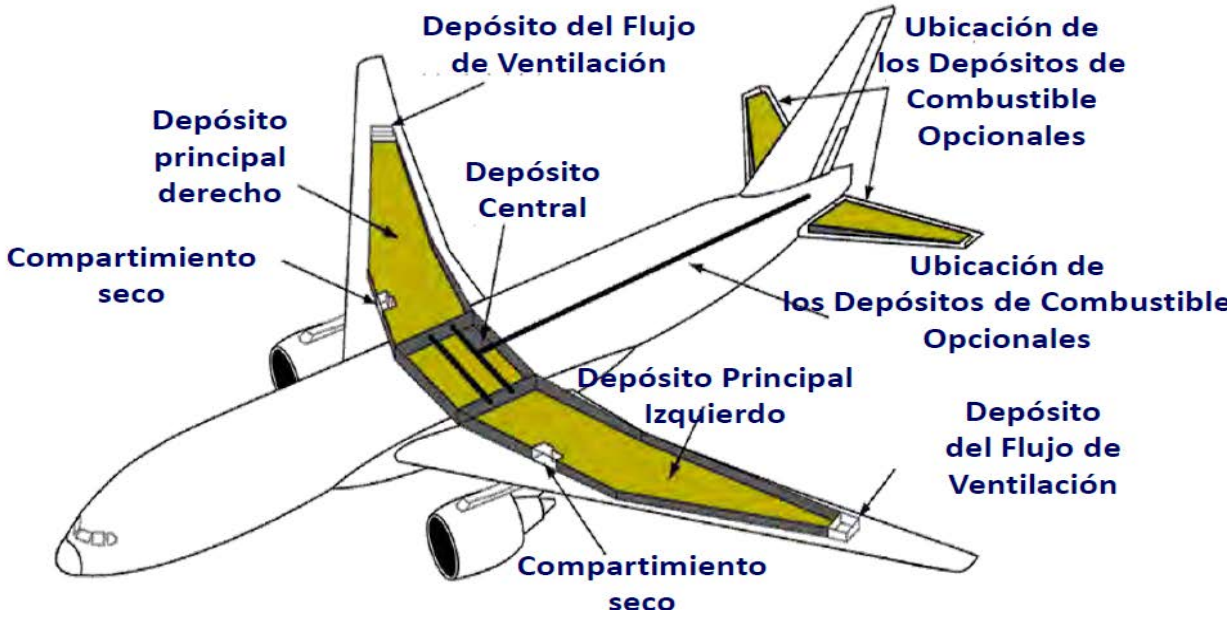
El almacenamiento se realiza en los tanques o depósitos. Se encuentran en el interior de las alas o en la parte inferior del fuselaje y son de dos tipos:

- Rígidos o semirrígidos, construidos con aleación de aluminio.
- Flexibles, hechos de algún tipo de goma o caucho.

En su interior hay separadores para evitar los desplazamientos del líquido en virajes, ascensos, descensos o turbulencias.

La distribución del combustible se realiza a través de conductos por la acción de bombas mecánicas o eléctricas.

Los depósitos están equipados con drenajes y tanques de expansión de sobrepresiones, así como de un sistema llamado “dumping” que permite arrojar combustible en caso de aterrizaje de emergencia para facilitarlo y minimizar el riesgo.



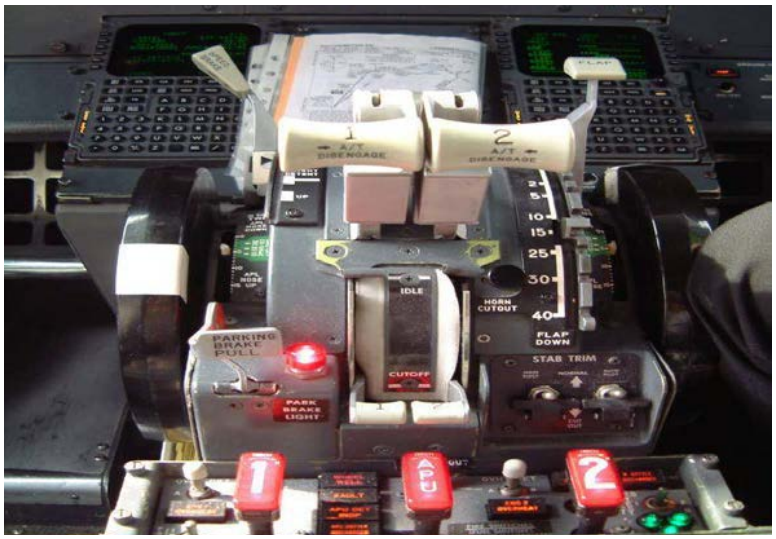
La mayoría de los aviones utilizan para sus turbinas y APU el denominado JET A1, desde el momento que es inflamable, el mayor riesgo en un accidente con colisión es que uno o varios depósitos se rompan, el combustible se derrame y se incendie. De hecho, en casi todos los accidentes debidos a colisiones fuertes, con el terreno, con otros aviones, con obstáculos, etc., suele haber incendio debido a la inflamación del combustible.

Por un lado, éste se pulveriza debido normalmente a la propia velocidad, o al corte de alguna línea de alimentación. Por otro, las fuentes de energía de ignición habituales son chispas de rozamiento, descargas eléctricas o puntos muy calientes como los propios motores (cámaras de combustión o secciones de turbina de alta presión).

Habitualmente, es la propia tripulación la que se encarga de, en caso de accidente, cortar o apagar todo lo que sea susceptible de ser origen de incendio. Así, cortan el envío de combustible a motores o APU, con lo que éstos se paran. Quitan la energía eléctrica desconectando los sistemas (con el interruptor master) para evitar que las bombas sigan trabajando, evitando además posibles descargas y arcos voltaicos.

Pero puede darse el caso de que la tripulación no pueda realizar estas maniobras, por lo que conviene saber cómo detener el flujo de combustible o apagar los motores haciendo la maniobra desde los controles de cabina.

En el pedestal central, entre ambos pilotos está situado el mando de gases (aceleradores o throttles) de los motores. Desplazándolos totalmente hacia atrás se desaceleran e incluso se paran. Pero justo debajo de la posición “todo atrás” está las válvulas de corte de alimentación. Accionándolas, se detiene el flujo y se paran los motores.

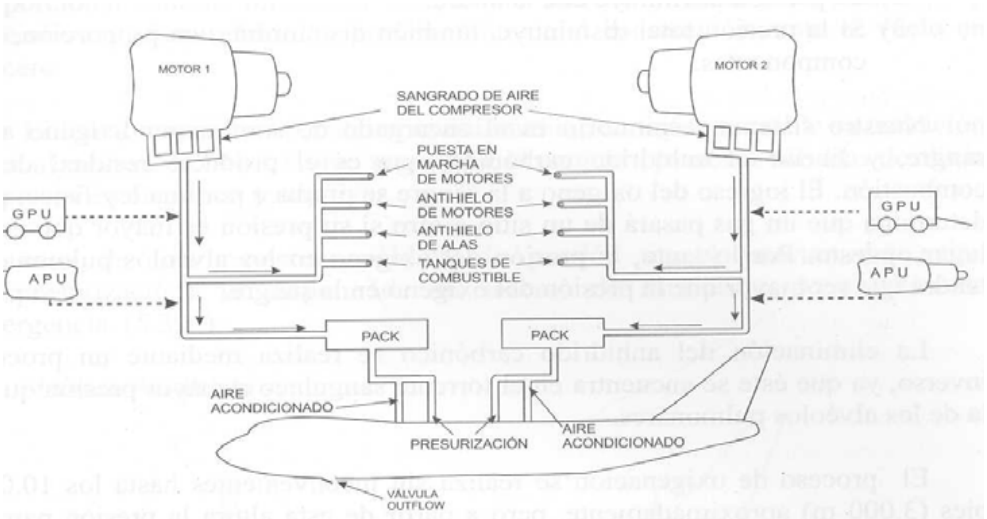


5.17.4 Sistema neumático

El sistema neumático general es el encargado de proveer aire a presión a otros sistemas del avión, como son presurización, climatización, anti-hielo, puesta en marcha de motores y presión en los tanques de combustible.

Básicamente consiste en un colector que obtiene el aire de una o varias aperturas de sangrado de diversas etapas del compresor de los motores y lo distribuye a través de un complejo sistema de válvulas y conducciones a los lugares apropiados. En tierra, este aire a presión lo suministra la APU del avión o una unidad exterior llamada GPU o ASU.

Desde el colector central del sistema neumático se hace llegar el aire a los llamados “packs” desde donde alimenta a dos subsistemas.



5.17.5 Sistema de climatización

Durante la operación de la aeronave, el sistema de aire acondicionado utiliza el aire que le suministra el sistema neumático.

Este aire, al provenir del compresor del motor, está a elevada temperatura, por lo que hay que enfriarlo con expansiones sucesivas antes de meterlo en la cabina a la temperatura deseada, teniendo en cuenta las tremendas diferencias térmicas a que se ve sujeto el avión. El sistema es automático, controlado por un sensor de temperatura.

En caso de fallo, también se puede operar de forma manual. En tierra se puede recurrir a la APU del avión o a algún aparato auxiliar como la Air Conditioning Unit (ACU).

Cuando se suministra aire acondicionado desde el exterior, se hace por medio de unos conductos por los que circula el aire a presión, que pueden soltarse si no están bien anclados, y que pueden dar salida a aire muy **caliente.**

5.17.6 Sistema de presurización

Los aviones comerciales que vuelan por encima de los 10.000 pies de altitud cuentan con cabinas presurizadas con un control isobárico que mantiene la presión del aire en su interior aproximadamente con un valor equivalente a la que habría a 5.000 pies, independientemente de la que haya en el exterior. La razón es que si la presión parcial del aire supera a la del oxígeno en la sangre se produce hipoxia. En estas condiciones, el sistema respiratorio funciona con dificultad, y se producen serias lesiones, incluso la muerte.

Por lo tanto, se debe de suministrar aire a presión a la cabina para que se mantenga a un valor constante. El aire procede de los “packs” del sistema neumático, y el control de la presión se hace de manera automática, seleccionando en el mando la presión deseada.

Dado que durante el vuelo la presión exterior sufre grandes variaciones, hay una válvula (outflow valve) que se encarga de descargar la sobrepresión en la cabina.

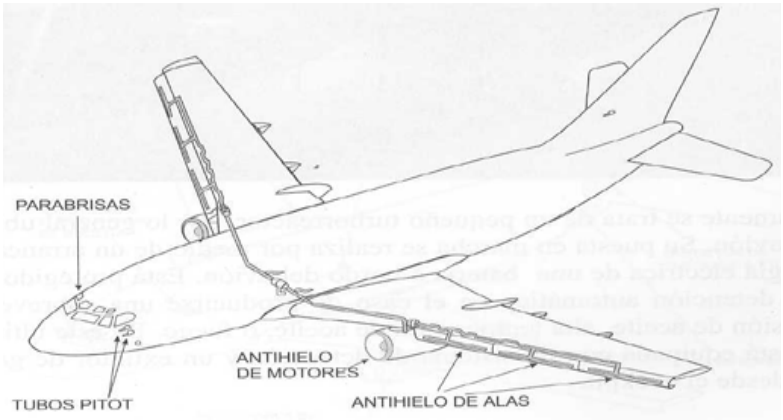
En caso de fallo de esta válvula, existen otras de seguridad, que se activan con la diferencia de presión, tanto positiva como negativa, para evitar daños en la estructura de la aeronave por sobrepresión o por vacío. Se pueden actuar desde el exterior para igualar presiones y, por ejemplo, poder abrir las puertas.

Si durante el vuelo se despresuriza súbitamente la cabina, está previsto el despliegue de máscaras individuales, tanto para la tripulación como para el pasaje, de modo que puedan mantener la respiración con el nivel de oxígeno requerido. Se suelen activar de forma automática.

Hay otros subsistemas que también utilizan el aire procedente de los compresores de los motores. El arranque de los motores una vez que se ha puesto en marcha el primero se hace con aire a presión. Otro subsistema que utiliza aire presurizado es el destinado a evitar la formación de hielo.

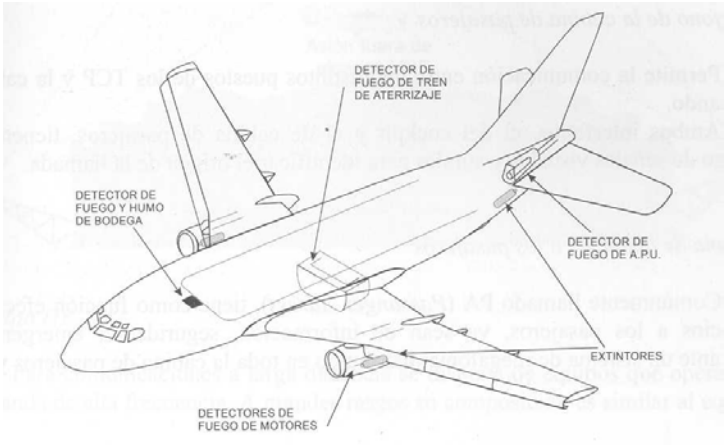
5.17.7 Sistema de anti-hielo

El engelamiento es un serio problema para la operatividad de un avión. Si se forma hielo en los bordes de ataque de las alas puede variar el perfil aerodinámico, y en las tomas de aire de los motores puede afectar a su potencia. El sistema anti-hielo funciona con aire caliente extraído de los compresores de los motores.



Mediante conductos se lleva al interior del borde de ataque de las alas y a la zona delantera de los motores, evitando así que se forme hielo. La protección contra el hielo se complementa con la calefacción eléctrica de los parabrisas y tomas dinámicas de los indicadores de vuelo (tubos de pitot).

5.17.8 Sistema contraincendios



Uno de las principales situaciones problemáticas que se pueden producir en un avión es que se declare un incendio a bordo. Para hacer frente a este riesgo, las aeronaves están equipadas con un sistema de detección y extinción de incendios.

Uno de los lugares protegidos por este sistema son los motores y la APU.

La detección de fuego se realiza mediante unos “loops“, (detectores de líquido termosensible), que cuando se activan envían una señal a la cabina. Esta dispara la alarma y se enciende en rojo la llave de fuego correspondiente al motor.

Al accionarla, se produce la interrupción de combustible, presión hidráulica y salida de aire, y se arman las válvulas de descarga de los extintores que hay en cada motor que suelen tener dos descargas.

Para fuegos en la APU el sistema es similar, con la salvedad que se puede accionar el sistema no solo desde el cockpit, sino desde algún punto del exterior, como desde un alojamiento en la pata de morro del tren de aterrizaje.

La mayoría de las llaves de fuego se accionan tirando hacia atrás de ellas. De esta forma se realiza el corte de combustible al motor, con lo que éste se detiene y girándolas a izquierda o derecha se produce la descarga de las dos fases de extinción.

El agente extintor utilizado suele ser algún tipo de CFC, como el Halón 1301 o HFC-125 (Pentafluoroetano C_2HF_5). Las últimas generaciones llevan el HCF-227 (heptafluoropropano C_3HF_7), más eficaz y ligero. Se encuentra en botellas alojadas en las proximidades de los motores o APU.

Además de las alarmas y elementos de extinción en los motores y APU, muchos aviones están equipados con detectores de humo y fuego en las bodegas de carga y en los alojamientos del tren principal y extintores que se accionan también desde la cabina de mando.

En los servicios también suele haber detectores de humo y sistema automático de extinción, y los hornos y calentadores de los galleys llevan detectores térmicos.

En caso de incendio en la cabina de mando o de pasajeros, se cuenta con extintores portátiles en varios puntos de las mismas. Además, puede haber equipo de protección respiratoria para los miembros de la tripulación (capuchas de aire) y herramientas (hachas).

La generación de energía para los sistemas del avión corre a cargo de los motores o de la APU, pero en el caso de que los motores estén parados y la APU esté fuera de servicio, desde tierra se puede aportar energía a través de los llamados GPU y ASU.

5.17.9 GPU (Ground Power Unit)

La unidad de potencia de tierra consiste en un generador eléctrico capaz de suministrar a la aeronave la energía para mantener el sistema eléctrico en funcionamiento y recargar las baterías si es necesario**.**

La GPU se conecta al avión generalmente en la parte delantera del fuselaje o en la pata de morro del tren. Generalmente proporciona 400 Hz AC o 28 V DC.

Para evitar posibles incendios lleva protectores térmicos que paran el grupo si hay exceso de temperatura. También llevan limitadores de tensión para evitar sobrecargas, y deben de llevar como equipo obligatorio uno o más extintores portátiles.

5.17.10 ASU (Air Supply Unit)

En muchos aviones, si la APU está fuera de servicio, es necesario inyectar aire a presión desde el exterior para arrancar los motores. Para eso sirve la unidad de suministro de aire.

Básicamente consiste en una turbina mecánica movida por un motor que puede suministrar la presión necesaria para mover la etapa de compresión del motor hasta alcanzar los parámetros de ignición del combustible y se ponga en marcha.

Se conecta al avión mediante una toma de anillo en el lugar apropiado, normalmente en la parte baja central del fuselaje. Cuando uno de los motores arranca, se retira el conector, pues con la potencia del motor en marcha se pueden arrancar los demás.

Hay que tener en cuenta que, para que el motor en servicio genere la suficiente presión para arrancar los demás, se tiene que acelerar hasta más de la mitad de su potencia, y dado que esta maniobra se realiza con el avión parado (normalmente en el parking), el peligro generado por los gases calientes y a gran velocidad es muy considerable.

5.17.11 Sistema electrónico

En las aeronaves comerciales actuales la aviónica, es decir los instrumentos de vuelo y de comunicaciones, son en gran parte electrónicos. También los mandos de vuelo y los elementos de navegación.

Casi todos los aparatos de control de la aviónica se localizan en la llamada “E & E Bay”, (compartimento de componentes eléctricos y electrónicos) situada normalmente en la parte delantera del avión debajo o delante de la cabina de vuelo.

EQUIPOS DE EXCARCELACIÓN Y RESCATE

6. EQUIPOS DE EXCARCELACIÓN Y RESCATE

6.1 Introducción

Los equipos de excarcelación sufren cambios continuos debido al ritmo acelerado en la evolución de la Industria general y aeronáutica en particular. Esto implica que las herramientas tengan que adaptarse y desarrollarse paralelamente a las necesidades que impone este ritmo. Con ello adquirimos una gran diversidad en cuanto a herramientas manuales, hidráulicas de explosión o a baterías, cada cual más apropiada dependiendo de las circunstancias, de los materiales de los que se componen, consiguiendo sean más versátiles, ligeras, cómodas y funcionales en cuanto a su manejo y objetivo.

6.2 Concepto de hidráulica

La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que se relaciona con el estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos.

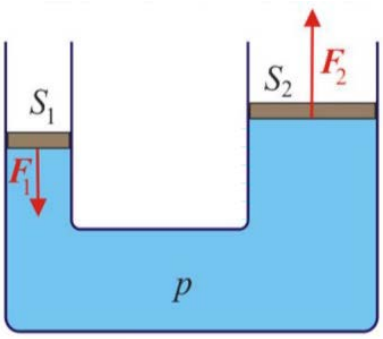
Las dos aplicaciones más importantes de la hidráulica se centran en el diseño de herramientas hidráulicas, que mediante el fundamento del principio de Pascal consiguen grandes rendimientos.

6.3 Principio de Pascal

El incremento de presión aplicado a una superficie de un fluido incompresible (líquido), contenido en un recipiente indeformable, se transmite con el mismo valor a cada una de las partes del mismo.

$F = P \cdot S$
$P = F/S$
F = Newton
$P = kg/cm^2$
$S = cm^2$
10 Nw = 1 kg

SI $P_1=P_2$; $F_1/S_1 = F_2/S_2$



Ejemplo:

Un pistón tiene un área de S_1=1 cm^2 y otro de S_2=10 cm^2. Al aplicar una fuerza de 1 kg al pistón pequeño, por el principio de Pascal, en el segundo pistón la fuerza será de 10 kg.

6.4 Herramientas y equipos

6.4.1 Herramientas manuales

Se denomina herramienta manual o de mano al utensilio, generalmente metálico, de madera o de goma, que se utiliza para ejecutar de manera más apropiada, sencilla y con el uso de menor energía, tareas constructivas o de reparación, desmontaje y fractura, que solo con un alto grado de dificultad y esfuerzo se podrían hacer sin ellas:

- Alicates.
- Barras de acero (pata de cabra o barra de uña).
- Bichero (pértiga o gancho de desescombro).
- Caja de herramientas varias.
- Cepillos barrendero.
- Corta-pernos.
- Corta-cinturones.
- Cuñas, puntales, mantas protectoras.
- Hachas.
- Halligan.
- Palas ATEX (anti chispa).
- …

6.4.2 Escaleras de mano

La más común en los aeropuertos es la extensible. Es una escalera compuesta de dos simples superpuestas y cuya longitud varía por desplazamientos relativo de un tramo sobre otro.

ESCALERAS (aluminio)	
VENTAJAS	**DESVENTAJAS**
Ligera Incombustible Inoxidable Larga duración	Buena conductividad térmica Buena conductividad eléctrica Sensible a los golpes Elevado precio

- **Determinación de la longitud:** La escalera debe ser de longitud suficiente para trabajar sobre ella, deberá haber como mínimo cuatro escalones libres por encima de la posición de los pies.

- **Caída de altura (factores de riesgo)**

  - Deslizamiento lateral de la cabeza de la escalera.
  - Deslizamiento del pie de la escalera.
  - Desequilibrio subiendo cargas o al inclinarse lateralmente.
  - Rotura de un peldaño o montante.
  - Desequilibrio al resbalar en peldaños.
  - Gesto brusco del usuario.
  - Basculamiento hacia atrás.
  - Subida o bajada de espaldas a ella.
  - Mala posición del cuerpo, manos o pies.

- **Atrapamientos**

  - Desplegando una escalera extensible.
  - Rotura de la cuerda de maniobra en una escalera extensible, cuerda mal atada, tanto en el plegado como en el desplegado.

- **Caída de objetos sobre otras personas**

- **Contactos eléctricos directos o indirectos**

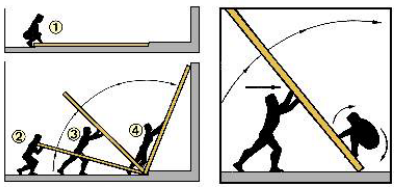
- **Accidentes varios:** Operario afectado de vértigos o similares.

- **Elección del lugar donde levantar la escalera**

  - No situar la escalera detrás de una puerta. Limpiar de objetos las proximidades del punto de apoyo de la escalera.
  - No situarla en lugar de paso para evitar todo riesgo de colisión con peatones o vehículos y en cualquier caso balizarla o situar una persona que avise de la circunstancia.

- **Levantamiento o abatimiento de una escalera**

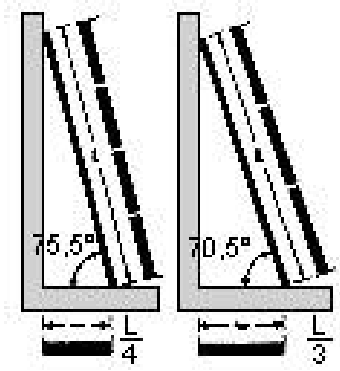
  - Situar la escalera sobre el suelo para que los pies apoyen sobre un obstáculo suficientemente resistente para que no se deslice.
  - Elevar la extremidad opuesta de la escalera.



- Avanzar lentamente sobre este extremo pasando de escalón en escalón hasta que esté en posición vertical.
- Inclinar la cabeza de la escalera hacia el punto de apoyo.
- Una persona se sitúa agachada sobre el primer escalón en la parte inferior y con las manos sobre el tercer escalón.
- La segunda persona actúa como en el caso precedente.
- Para el abatimiento, las operaciones son inversas y siempre por dos personas.

- **Situación del pie de la escalera**

  - Las superficies deben ser planas, horizontales, resistentes y no deslizantes. Las ausencias de cualquiera de estas condiciones pueden provocar graves accidentes.
  - No se debe situar una escalera sobre elementos inestables o móviles (cajas, bidones, planchas, etc.).



- **Inclinación de la escalera:** La inclinación comprendida entre 75,5º y 70,5º.

- **Carga:** La carga máxima recomendada es aproximadamente de 150 kg e igualmente la carga máxima a llevar por el trabajador es de 25 kg.

- **Ascenso – Descenso:** Se debe hacer siempre de cara a la misma teniendo libres las manos y utilizándolas para subir o bajar los escalones. Cualquier objeto a transportar se debe llevar colgando al cuerpo o cintura.

- **Trabajo sobre una escalera:** La norma básica es la de no utilizar una escalera manual para trabajar. En caso necesario y siempre que no sea posible utilizar una Plataforma de trabajo se deberán adoptar las siguientes medidas:

  - Si los pies están a más de 2 m del suelo, utilizar cinturón de seguridad anclado a un punto sólido y resistente.
  - Fijar el extremo superior de la escalera por medio de una cuerda.
  - En cualquier caso, solo la debe utilizar una persona para trabajar.
  - No trabajar a menos de 5 m de una línea de AT y, en caso imprescindible, utilizar escaleras de fibra de vidrio aisladas.
  - Otra norma común es la de situar la escalera de forma que se pueda acceder fácilmente al punto de operación sin tener que estirarse o colgarse. Para acceder a otro punto de operación no se debe dudar en variar la situación de la escalera volviendo a verificar los elementos de seguridad de la misma.

- **Mala utilización de las escaleras:** Las escaleras no deben utilizarse para otros fines distintos de aquellos para los que han sido construidas. Así, no se deben utilizar las escaleras dobles como simples. Tampoco se deben utilizar en posición horizontal para servir de puentes, pasarelas o Plataformas. Por otro lado, no deben utilizarse para servir de soportes a un andamiaje.

6.4.3 Equipos de excarcelación

Se encargan de transformar la energía eléctrica o mecánica en presión de un fluido, generalmente aceite o proporcionar aire comprimido desde un envase a presión.

- **Equipos de presión neumática**

  La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

  El aire es un gas que se puede comprimir, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la ley de los gases ideales.

- **Equipos de presión hidráulica por bombas pesada y ligera**

  Pueden ser utilizados en trabajos subacuáticos. Realiza diversas acciones como corte, empuje y tracción gracias al cambio de las puntas.

  Disponen de válvulas anti retorno incorporadas que consiguen que los brazos queden exactamente en la posición y no se muevan de ninguna manera, aunque la presión baje o soltemos el mando.

  Trabajan indistintamente con bomba hidráulica de pie, manual o con motor de explosión. Están provistas de un sistema de seguridad por si tenemos que soltar la herramienta, para que esta quede inmediatamente parada (dispositivo hombre muerto).

- **Equipos eléctricos**

  Son equipos muy versátiles por su funcionalidad y autonomía, aportando una mejor capacidad de trabajo frente a cualquier disposición.

  Se pueden alimentar mediante la red, un generador o batería.

A continuación, os presentamos una breve representación, la más estandarizada en cuanto a equipos neumáticos, hidráulicos y eléctricos (batería), (Holmatro, Lukas y Weber), desplegados dentro del colectivo SSEI del grupo AENA:

- **Bombas hidráulicas manual y pedestre:** Las bombas hidráulicas tienen una gama de tipos desde las bombas de una sola etapa hasta las bombas de alto volumen de tres etapas. Su principal utilización es como bomba de repuesto o para situaciones donde una bomba con un motor no pueda ser utilizada.

- **Bomba múltiple:** Las bombas hidráulicas pueden ser accionadas por motores de explosión. Tienen la capacidad de operar simultáneamente dos o más herramientas. Debido a su peso, generalmente se encuentran instaladas en el camión de rescate, aunque también pueden ser transportadas fuera del vehículo. Estas bombas pueden disponer de carretes, ya sean colocados en la misma estructura de la bomba o en un conjunto aparte con diferentes longitudes de mangueras. Las presiones de trabajo pueden oscilar entre 350 y 700 Bar.

- **Bomba ligera:** Estas bombas accionadas por gasolina son ligeras, compactas y portátiles. La movilidad que permiten hace que sean especialmente apreciadas para llegar a áreas remotas o de acceso difícil.

- **Cilindro de separación (RAM):** Hacen uso de su fuerza mediante potentes pistones hidráulicos y son empleados principalmente para separar componentes.

  Algunos tienen un diseño telescópico que hace posible lograr una gran longitud de separación manteniendo su pequeño tamaño y son útiles para espacios reducidos.

  Algunos cilindros de separación tienen cabezas reemplazables haciendo posible la utilización de diferentes accesorios para otras aplicaciones tales como puntas para tirar y cadenas.

- **Pinza separadora:** Pueden modificar el metal de una estructura para crear puntos de doblez débiles o áreas para corte y además pueden separar componentes.

  Tienen cuatro funciones principales:

  - Levantar
  - Bajar
  - Empujar
  - Tirar

  La última función se realiza usando unas puntas con adaptadores para cadenas lo cual permite que el separador acerque objetos hacia su punto de fuerza.

- **Cizalla:** Las cizallas se emplean para cortar los componentes con el fin de retirarlos de la estructura. Adicionalmente, pueden ser empleadas para realizar cortes de alivio que permiten el desplazamiento de algunos componentes.

  Otra particularidad de estos equipos, es la multitud de modelos de cuchillas que podemos encontrar, su diseño se debe a la continua evolución de estos equipos y a las pruebas realizadas para aumentar el rendimiento de los mismos.

- **Herramienta multiuso:** Estas herramientas versátiles combinan un separador y una cizalla en una sola herramienta. Sin embargo, debido a esta combinación de funciones, se disminuyen o se sacrifican algunas habilidades de separación y de corte cuando se comparan con las herramientas individuales. Al igual que en los separadores, se pueden utilizar con estas herramientas accesorios para tirar.

- **Cortapedal:** Minicizalla compacta y ligera, fácil de utilizar en espacios muy reducidos y de difícil acceso.

- **Mangueras:** Conducen el aceite hidráulico de la bomba a la herramienta y viceversa.

  En el sistema tradicional se usa una manguera doble (líneas gemelas), consiste en mangueras separadas de presión y retorno que conectan la bomba con la herramienta de rescate.

  El sistema CORE comprende una única manguera: una manguera interna de alta presión rodeada y protegida por una manguera exterior de baja presión.

HOLMATRO

Recta Curva Recta-Curva NTC

LUKAS

Recta Stromgarm Curva Curva

Batería E2 (para equipos Lukas eDraulic.

Capacidad = 75…100% - Los LED 1 a 4 se iluminan

Capacidad = 50…75% - Los LED 1 a 3 se iluminan

Capacidad = 25…50% - Los LED 1 y 2 se iluminan

Capacidad = 0…25% - El LED 1 se ilumina

6.4.3.1 Sierra sable

Es una herramienta eléctrica, con cable o batería, muy práctica para el corte de diversos materiales como el metal y cristal.

Otra particularidad es la grandísima gama de hojas de sierra diferenciadas por sus dimensiones y materiales para las que están indicadas.

Disponen de velocidad variable y posibilidad de cambio rápido de hoja.

Seguir las normas de seguridad y recomendaciones de uso del fabricante.

Riesgos de uso:

- Cortes y amputaciones.
- Riesgo de proyección de objetos.
- Inhalación de partículas en suspensión producidas tras el corte de distintos materiales.

6.4.3.2 Motocortadora circular

Es una herramienta portátil para realizar cortes longitudinales y trasversales en diferentes tipos de material (madera, metal y hormigón) dependiendo del disco empleado. Es accionada por un motor de explosión como en el modelo adquirido para los SSEI de AENA (Husqvarna K970).

La máquina solo deberá ser empleada por personal autorizado y debidamente formado.

6.4.3.3 Cojines neumáticos

El principio de funcionamiento o capacidad de elevación de los cojines viene dado por la definición que la física hace de la presión como fuerza ejercida por unidad de superficie.

Donde:

- P se expresa en kg/cm^2
- F en kg
- S en cm^2

$$P = F/S$$

Para determinar la fuerza de elevación de un cojín despejamos de la formula la fuerza y ésta queda que es igual a la presión por la superficie: F = P x S.

Ejemplo para un cojín a 8 kg/cm^2 con una superficie de 40 x 40 cm:

F = P x S; F = 8 kg/cm^2 x (40 cm x 40 cm) = 8 kg/cm^2 x 1.600 cm^2 = 12.800 kg

Este cojín podría levantar 12.800 kg, aunque conforme se eleve el cojín la superficie de contacto disminuye y, por tanto, la fuerza.

En AENA existen dos tipos de cojines según la presión de trabajo:

- Alta presión (8 - 12 Bar)
- Baja presión (0,5 Bar)

- **Componentes**

  - **Cojín**
    - Están diseñados para levantar o mover cargas.
    - De diferentes formas y tamaños según su aplicación.
    - Están vulcanizados y fabricados con productos como la Aramida.

  - **Mangueras**
    - Las hay de varios colores, longitudes y diámetros.
    - Se emplean para llenar los cojines.

  - **Dispositivo de control**
    - Dispone de válvulas para inflar o desinflar los cojines, válvulas de seguridad y manómetros para controlar la presión.
    - Normalmente la palanca de conexión vuelve automáticamente a la posición cero (conexión hombre muerto).

  - **Manorreductor**
    - Reduce la presión de la botella a la presión de trabajo.
    - Disponen de manómetros que nos indican la presión de la botella y la de uso.

- **Instrucciones de uso**

  - Conectar el manorreductor a la botella.
  - Conectar con una manguera la salida del manorreductor y el dispositivo de control.
  - Conectar los cojines con el dispositivo de control mediante mangueras y conectores.
  - Abrir el grifo de la botella, ajustar la presión de salida en el manorreductor y abrir la válvula de salida de aire.
  - El desmontaje se realiza en orden inverso.
  - Por lo menos el 75 % de la superficie portante del cojín debe estar debajo de la carga.

- **Medidas de seguridad**

  - Utilizar el EPI.
  - Inspeccionar visualmente después de cada intervención.
  - Respetar la altura de elevación máxima.
  - No colocar nunca 3 o más cojines uno encima de otro.
  - Colocar siempre debajo el cojín más grande si se necesitan más de uno.
  - No colocarse nunca delante de los cojines. Respetar la zona de seguridad.
  - Asegurar las cargas contra el peligro de deslizamiento.
  - No utilizar los cojines en cantos cortantes.

- **Cuidado del equipo**

  - Limpiar después de cada intervención con agua templada y solución jabonosa.
  - Almacenar el equipo en su alojamiento específico de forma ordenada.
  - Los cojines tienen que ser sometidos a revisiones periódicas y tienen que estar documentadas.
  - La vida útil oscila entre los 15 – 18 años como máximo.

6.4.3.4 Escoplo neumático

Es una herramienta neumática de corte por percusión, mediante el suministro de aire comprimido realizado desde una botella de aire respirable.

- **Componentes**
  - **Botella de aire:** Tenemos botellas a 200 bares de aire industrial o las botellas del ERA.
  - **Manorreductor:** Reduce la presión de la botella a la presión de trabajo, incorpora la conexión a la botella, la conexión a la manguera y las válvulas de apertura - cierre y de regulación.
  - **Manguera y racores de conexión:** Tienen diferentes colores y dimensiones y deben estar preparadas para soportar la presión.
  - **Martillo cincelador:**
    - Utiliza el aire a presión para producir el movimiento.
    - Algunos modelos tienen un regulador de velocidad.
    - Pueden ser rectos, picadores o tipo pistola.
  - **Puntas – Cinceles:** Existen de diferentes tipos en función del uso al que estén destinadas.

- **Instrucciones de uso**
  - Conectar el manorreductor a la botella.
  - Conectar con una manguera la salida del manorreductor y el Martillo.
  - Abrir el grifo de la botella, ajustar la presión de salida en el manorreductor y abrir la válvula de salida de aire.
  - El desmontaje se realiza en orden inverso.

- **Medidas de seguridad**

  - Utilizar los EPI.
  - Mantener el manorreductor limpio y alejado de aceites y grasas. No lubricar nunca el grifo de la botella o el manorreductor con aceite o grasa.
  - Abrir siempre lenta y cuidadosamente el grifo de la botella.
  - Comprobar que no existen fugas de aire ni en el manorreductor ni en el grifo de botella.
  - Cuando se termine de trabajar, cerrar el grifo de la botella y girar el volante de regulación del manorreductor en sentido contrario a las agujas del reloj, para cerrar el paso del gas.

6.4.3.5 Puntales de estabilización

Se utilizan para la estabilización de vehículos, el objetivo es efectuar una triangulación entre el puntal, el suelo y el propio vehículo, de manera que el vehículo quede inmovilizado. No obstante, para que la inmovilización sea completa puede ser necesario utilizar otros elementos como tacos, cuñas o trácteles.

6.4.3.6 Bloques y cuñas

Se fabrican en polietileno. Sus características son:

- No son absorbentes.
- Tienen una gran resistencia a la rotura. Son apilables.
- Flotan en el agua.
- No se astillan.
- Pueden soportar 100 kg/cm^2 en todas las direcciones del elemento.
- Las cuñas de escalera pueden utilizarse en cualquiera de sus dos posiciones.

6.4.3.7 Protecciones duras y blandas

- **Duras**: Se fabrican en PVC Para la protección de la víctima y rescatadores, frente a cortes, golpes u otros peligros, como protección en el proceso de rotura de lunas. Su diseño puede ser variado, disponiendo de asideros para una colocación más efectiva de la misma.

- **Blandas**: Protegen a las víctimas y rescatadores de lesiones que puedan producirse por las aristas vivas que se van generando durante las operaciones de rescate y por la rotura de cristales. Se fabrican en poliester y pueden repeler el agua, algunos cuentan con puntos inmantados para su fijación al vehículo. Tambien estan los bolsos de protección anticorte para cubrir las “espadas” producidas al cortar los pilares y montantes.

6.4.3.8 Protectores de airbag

Son elementos de protección frente al disparo no deseado de los diferentes airbags situados en el vehículo que puedan activarse por fallo de los mismos, o por una acción accidental realizada durante las operaciones de rescate. Por lo tanto, sirven para ofrecer protección a las víctimas y a los propios rescatadores.

Existen en el mercado muchas opciones en cuanto a modelo, material, características y fabricantes. Hay que tener cuidado en la selección del tamaño del protector a utilizar, puesto que un tamaño excesivamente pequeño o grande puede originar que el protector no ofrezca la protección deseada, ya que el airbag no sería contenido por el protector deslizándose bajo este, impactando con la víctima o los rescatadores.

6.4.3.9 Plataforma de rescate

Este equipo se utiliza para realizar intervenciones a una determinada altura, son ligeras, con escalones antideslizantes y suelo con rejilla. Ideales para intervención en camiones, trenes, aviones y edificios.

6.4.3.10 Eslinga

Son elementos intermedios colocados entre una carga y un equipo de elevación o de arrastre, se trata de una cinta fabricada en material sintético (textil) o bien un cable de acero o cadenas.

Plana sin fin

Con gazas

Tubular sin fin

Tubular con gazas

6.4.3.11 Cinta de amarre

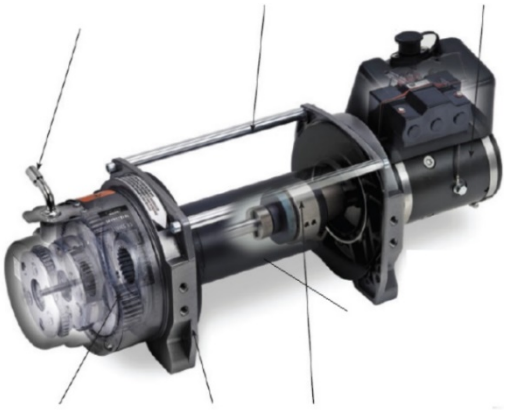
Se trata de elementos para fijar cargas, pueden ser de una o de dos piezas. El material de fabricación de las correas puede ser poliester (PES), poliamida (PA), polipropileno (PP). se pueden distinguir por el color de la etiqueta del equipo de amarre.

6.4.3.12 Ratchet

Se trata de un sistema de sujeción, que cuenta con una cuerda trenzada, un trinquete, palanca de liberación y dos ganchos zincados. Es muy utilizado para sujetar elementos que puedan obstaculizar o dificultar las tareas de rescate.

6.4.3.13 Cabestrante o winch

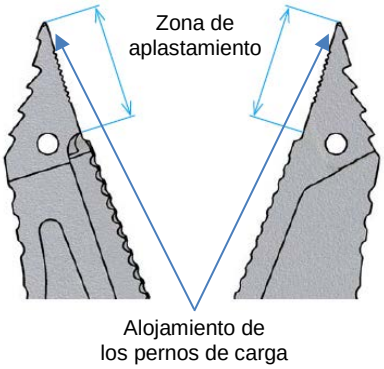
Es un equipo destinado a la tracción, arrastre o fijación de cargas, lo componen un sistema motriz (generalmente conectado a la batería del vehículo) y un tambor para alojar el cable. Pueden ir montados en el chasis o bien en otras zonas del vehículo en base a la necesitad del servicio de bomberos. En cuanto a los cables podemos encontrar cables de acero o cables de plasma (de material sintético).

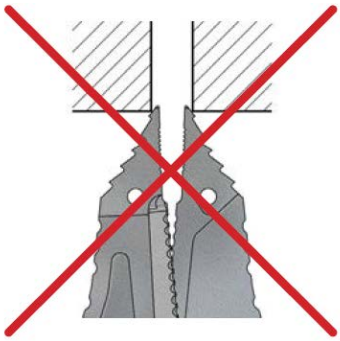


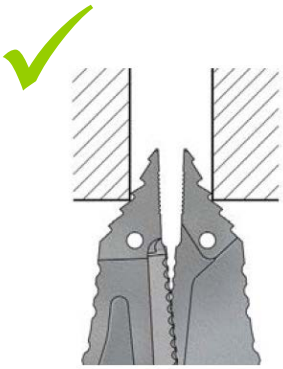
6.4.4 Normas y precauciones de seguridad

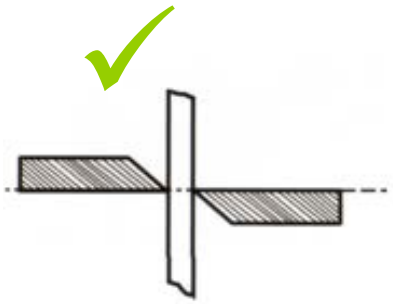
- **Uso del EPI para el trabajo con herramientas y equipos de excarcelación**
    - Casco, chaquetón, cubre pantalón, guantes de riesgo mecánico, botas, protección ocular, auditiva y mascarillas filtrantes.
- **Recomendaciones generales en el uso de herramientas y equipos**
    - Evitar colocarse entre la herramienta y el vehículo.
    - Usar las herramientas por sus puntos de agarre.
    - Mantener la perpendicularidad en los cortes.
    - Recolocar la herramienta si observamos que la maniobra no es efectiva y tener en cuenta la respuesta no deseada del material sobre el que estamos trabajando.
    - Estirar las mangueras*, evitando cocas antes efectuar la conexión de mangueras.
    - Después de los trabajos despresurizar los equipos.
    - Asignar un espacio seguro para las herramientas que no se estén usando.
    - Algunos equipos tienen una vida útil, como las mangueras hidráulicas, efectuar su sustitución siguiendo las recomendaciones del fabricante del equipo.
    - Comunicar cualquier defecto observado al responsable del servicio para que se adopten las medidas oportunas.
    - Retirar del servicio las mangueras dañadas o defectuosas.
    - No usar las mangueras para transportar, colgar o mover las herramientas.
    - Conectar las herramientas sin presión, arrancar y accionar el distribuidor.
    - No cortar piezas sometidas a tensión mecánica (cables, amortiguadores, etc.), tensión eléctrica o presión.
    - Prevenir el efecto pandeo de los cilindros, no colocando más de un alargador en los mismos o no desarrollar etapas en exceso.
    - No permanecer debajo de cargas que no han sido apuntaladas (cilindros).
    - No confundir el aceite hidráulico con el aceite del motor.
    - Dejar siempre la herramienta cerrada para que el aceite vuelva al cárter, los intercambios de herramienta se harán siempre con estas en posición cerradas.
    - Nunca buscar una fuga en una manguera pasando la mano por su superficie, estando conectada a una bomba que esté operando.
    - Efectuar el mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante del equipo.

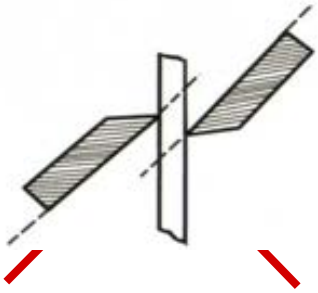
Una herramienta de corte posee su máxima fuerza en la parte más próxima al eje de la cuchilla, por lo tanto, se debe procurar colocar la superficie a cortar en este sitio ya que una distancia de 5 cm hacia delante podría representar hasta un 30 % menos de su fuerza total de corte.

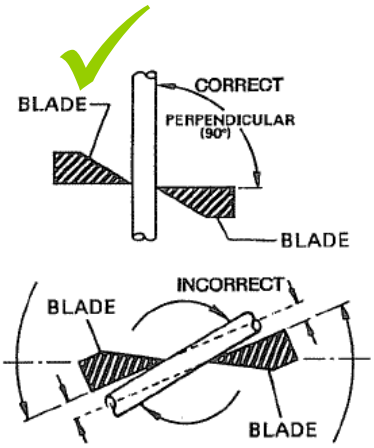


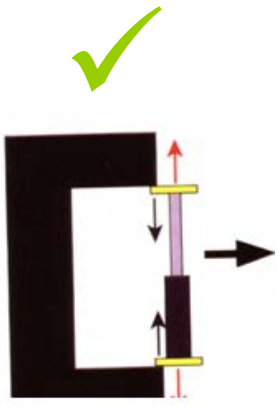


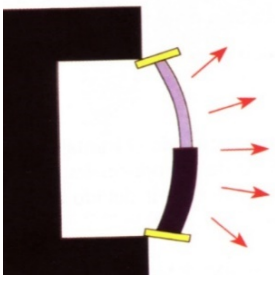












6.4.5 Mantenimiento de los equipos

Es necesario mantener los equipos conforme a las instrucciones del fabricante.

- **Equipos de presión,** tras cada uso, hacer los siguientes chequeos:
    - Inspección visual por daños.
    - Los niveles de todos los líquidos incluyendo:
        - Combustible.
        - Fluido hidráulico.
        - Aceite del motor.
    - Colocar la llave de paso de combustible en la posición OFF/CERRADO.
    - Los acoples deben estar limpios y funcionar correctamente.
    - Limpiar los tapones guardapolvo y colocarlos en su sitio.

- **Mangueras,** tras cada uso, hacer los siguientes chequeos:
    - Inspección visual por daños:
        - Cortes, abrasiones u otro daño en la cubierta externa de la manguera.
        - Dobleces.
    - Los acoples deben estar limpios y funcionar correctamente. Limpiar los tapones guardapolvo y colocarlos en su sitio.
    - Los sistemas anti-retorcimiento deben estar bien colocados.
    - Limpiar cualquier contaminante que tenga la manguera.

- **Herramientas,** tras cada uso, hacer los siguientes chequeos:
    - Inspección visual por daños:
        - Cuchillas de la cizalla, puntas del separador, cabezales de agarre del cilindro de separación.
        - Funcionamiento del mando de operación.
    - Mangueras cortas:
        - Cortes, abrasiones o cualquier otro daño en la cubierta externa.
    - Los acoples deben estar limpios y funcionar correctamente.
    - Limpiar los tapones guardapolvo y colocarlos en su sitio.
    - La herramienta debe quedar en una posición segura (no bajo presión):
        - Separadores y multiusos: Puntas ligeramente abiertas.
        - Cilindros de separación: Émbolos ligeramente extendidos.
        - Cortadores: Puntas ligeramente superpuestas.
    - Las etiquetas de seguridad y de operación deben estar en su lugar y ser legibles.

FAMILIARIZACIÓN CON EL AEROPUERTO

7. FAMILIARIZACIÓN CON EL AEROPUERTO

7.1 Generalidades

Según la OACI, se entiende por **aeropuerto** el área definida de tierra o agua destinada, total o parcialmente, a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves. Esta área está dotada de forma permanente, de instalaciones y servicios de carácter público para:

- Asistir, de modo regular, al transporte aéreo.
- Permitir el aparcamiento de aeronaves.
- Posibilitar la recepción y despacho de pasajeros y carga.

Desde un punto de vista operativo, es tradicional dividir el aeropuerto en dos grandes zonas de actividad:

- Lado Tierra.
- Lado Aire.

7.2 Lado Tierra

Es la zona donde el cliente es el pasajero. Todas las actividades que se realizan en esta zona están dirigidas a satisfacer sus necesidades. Las actividades más importantes giran en torno a la organización y control de:

- El flujo de pasajeros en la terminal.
- Los medios e instalaciones para facilitar ese flujo (vestíbulos, mostradores de facturación, puertas embarque, zonas de espera, etc.).
- Los diferentes medios de transporte, para el acceso a la/s terminal/es.

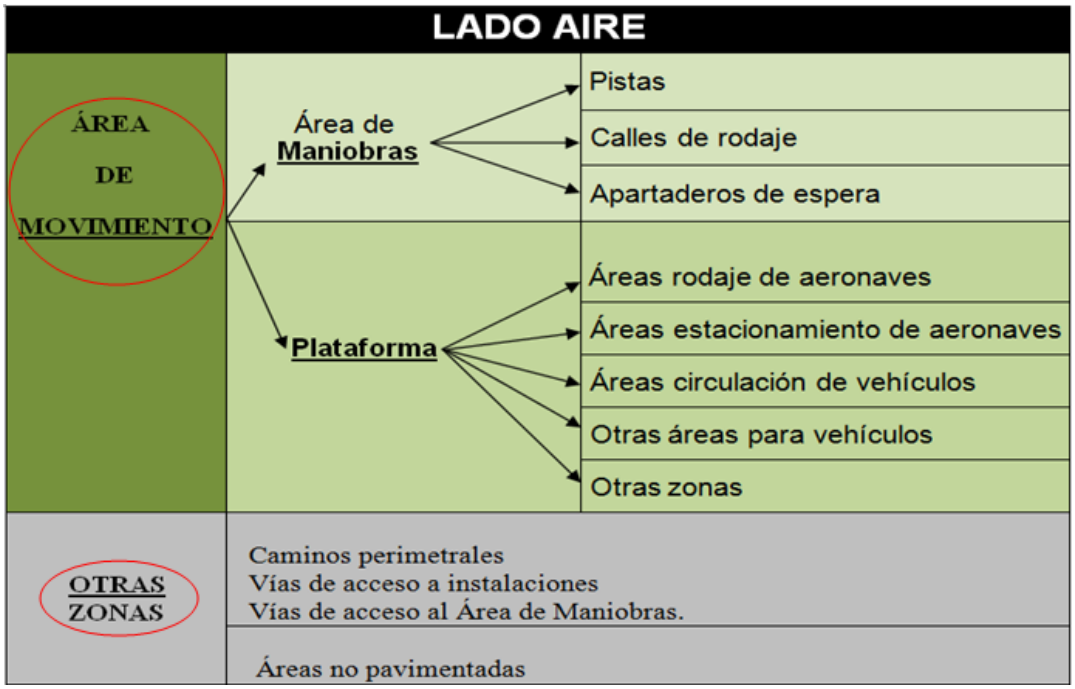
7.3 Lado Aire

Es la zona donde el cliente es la aeronave y todo lo que se relaciona con ella.

- **Entre las actividades operacionales más importantes del Lado Aire están:**
    - Organización y control del movimiento de las aeronaves.
    - Organización y control del movimiento de los vehículos.
    - Inspección y control de las diferentes zonas aeroportuarias.
    - Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios.
    - Retirada de aeronaves siniestradas, etc.

- **Las principales responsabilidades que AENA tiene en el Lado Aire son:**
    - Proporcionar las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la actividad.
    - Mantener y cuidar dichas infraestructuras.
    - Mantener las relaciones con todos los colectivos, handling o personas que usan o desempeñan sus funciones en el Lado Aire.
    - Asignar puestos de estacionamiento de aeronaves.
    - Vigilar el cumplimiento de la Normativa de Seguridad.

El Lado Aire se divide básicamente en dos partes, el Área de Movimiento y otras zonas; estas a su vez están también formadas por diferentes áreas. El siguiente esquema describe las distintas áreas o zonas en las que se divide el Lado Aire.



7.3.1 Área de Movimiento

Constituye, dentro del aeródromo, la zona donde se producen las operaciones de movimiento, despegue, aterrizaje y estacionamiento de aeronaves. Está integrada básicamente por el Área de Maniobras y la Plataforma.

7.3.1.1 Área de Maniobras

El Área de Maniobras es aquella zona que se usa para el rodaje, despegue, y aterrizaje de aeronaves, EXCLUYENDO LA PLATAFORMA.

Dentro de esta área se encuentran las pistas, las calles de rodaje, y los apartaderos de espera, que presentan características y funciones muy diferenciadas.

El control de tránsito dentro de esta zona, corresponde al Servicio de Control del Aeródromo y se realiza desde la Torre de Control.

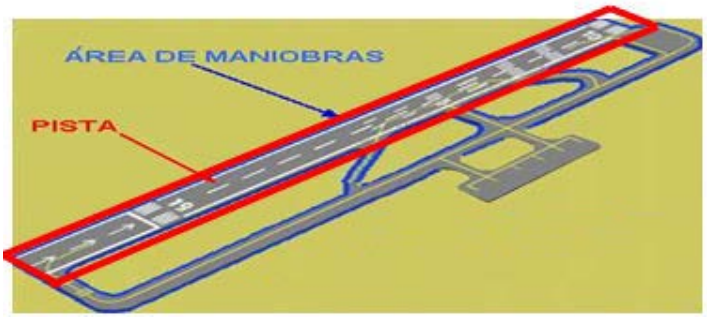
El acceso y permanencia, requiere la autorización expresa de la Torre de Control, consiguiéndose en tiempo real mediante comunicación.

Es importante mencionar el Punto de Referencia de Aeródromo (ARP). Este punto, que se sitúa en el Área de Maniobras, se define como el punto cuya situación geográfica designa el aeródromo. El ARP se sitúa en las proximidades del centro geométrico inicial, o planificado, del aeródromo y permanece en el mismo lugar, independientemente de las modificaciones que pueda sufrir la configuración del aeropuerto a lo largo del tiempo.

7.3.1.1.1 La Pista

Es un área rectangular definida dentro del aeródromo para el aterrizaje y despegue de las aeronaves.

Constituye una de las zonas más importantes del aeropuerto, ya que alrededor de ella se articulan las restantes instalaciones.



7.3.1.1.1.1 Características de las pistas

- **Longitud y anchura:** Se determinan en función de las características de la aeronave crítica (con mayores exigencias) que se haya previsto que operará en el aeropuerto. Así, la longitud de la pista corresponderá, al menos, al valor más elevado de las longitudes de carrera de despegue y aterrizaje de las aeronaves para las que se destine la pista.

  La longitud de la carrera de despegue y aterrizaje de las aeronaves está condicionada por aspectos como la elevación del aeropuerto, la temperatura de la zona y la pendiente de la pista. Por tanto, estos factores también intervienen en la longitud de la pista.

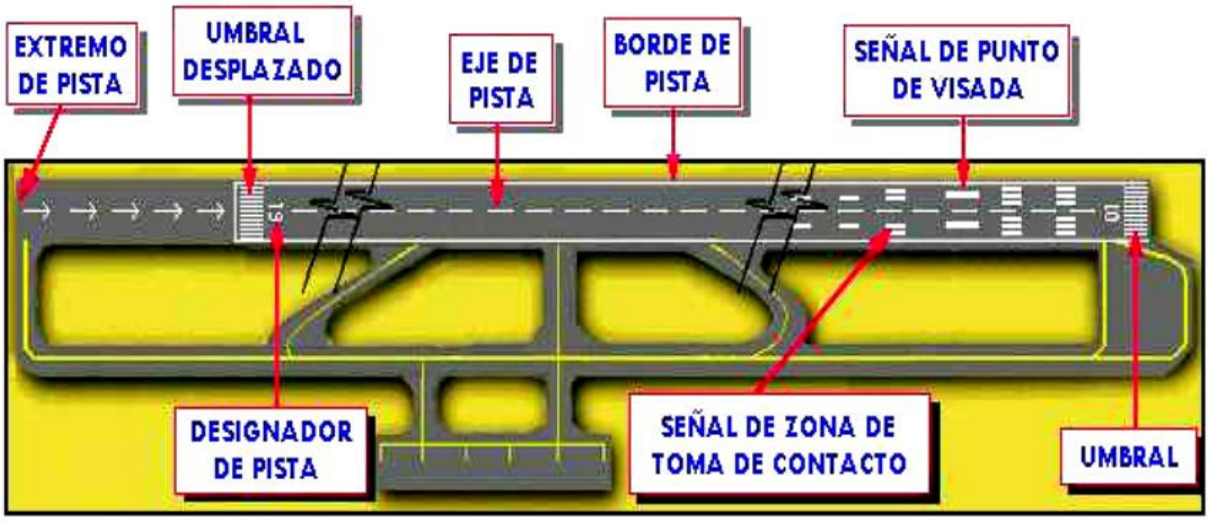
- **Orientación:** Está condicionada por la distribución de los vientos dominantes en la zona, ya que las aeronaves deben operar en contra del viento. También es importante la orografía, ya que no deben existir obstáculos, naturales o artificiales, por encima de las superficies limitadoras de obstáculos.

- **Pavimento:** Debe tener la resistencia suficiente para soportar el tránsito de las aeronaves y disponer de adecuadas características de rozamiento cuando la pista esté mojada.

- **Pendiente:** Longitudinales, que deben permitir disponer de línea de visión, al menos en la mitad de la longitud de la pista y transversales, para facilitar la rápida evacuación del agua.

Por ejemplo:

En un aeropuerto situado a nivel del mar, con pendiente de pista nula y a temperatura estándar un Boeing 747-400 necesita 3.200 metros para despegar (con máximo peso), mientras que en un aeropuerto situado a 600 metros de elevación y con una temperatura 15 ºC superior a la estándar, necesita cerca de 4.000 metros.



7.3.1.1.1.2 Elementos de la Pista

Elementos de la pista: La pista consta de diversos elementos, en cada uno de los cuales se dispone de unas ayudas visuales determinadas, pero no todas las pistas tienen que disponer de todas las señales y/o luces que se describen a continuación.

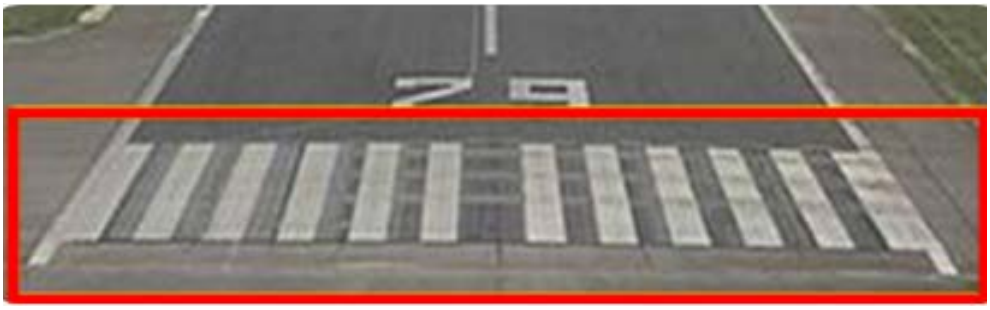
- **Umbral de Pista:** Constituye el comienzo de la zona utilizable para el aterrizaje de las aeronaves y normalmente se sitúan en el extremo de la pista. Por motivos operacionales (obras, obstáculos, etc.) el umbral podrá ser desplazado del extremo de la pista.

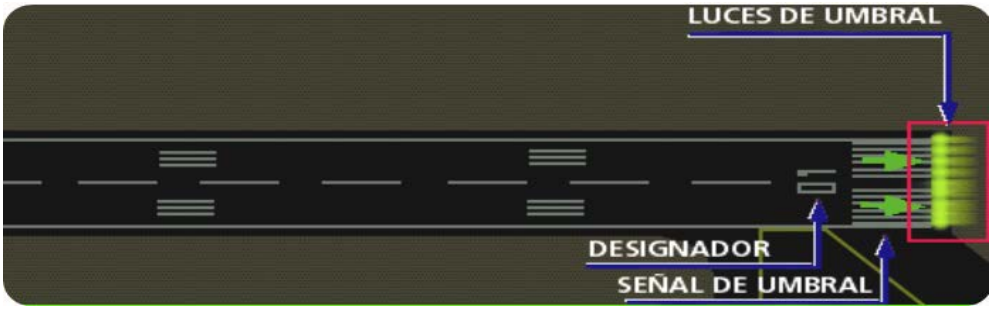
    - **Señalización:** El umbral se señaliza mediante fajas longitudinales y simétricas con respecto al eje de pista. El número de fajas depende del ancho de la pista.

    - **Iluminación. Las luces de umbral son:**

        - De color verde.
        - Fijas y unidireccionales.
        - Distribuidas en una línea perpendicular al eje de la pista (a menos de 3 metros del extremo de la pista).

      En ocasiones, junto con las luces de umbral, y como ayuda para la identificación del mismo, se instala el sistema denominado **SLIU o Sistema de Luces de Identificación de Umbral,** que consiste en un par de luces blancas de destellos, situadas a ambos lados de la pista y alineadas con el umbral (a diez metros aproximadamente del exterior de cada línea de luces de borde de pista), siendo visibles solamente en la dirección de aproximación a la pista.





- **Umbral de pista desplazado:** Es aquel que no coincide con el extremo de la pista.

    - **Situación especial**: Si por motivos operacionales, fuese necesario desplazar el umbral, las señales serían modificadas dependiendo de la duración del cambio:

        - **Desplazado temporalmente:** Se eliminarán (cubrirán) todas aquellas señales que estén situadas antes del umbral, excepto las señales de eje de pista que se transformarán en flechas.

        - **Desplazado permanentemente:** Se indicará con flechas hasta el nuevo umbral. En ambos casos, las luces son las mismas que las del umbral de pista y se emplazarán sobre el umbral.

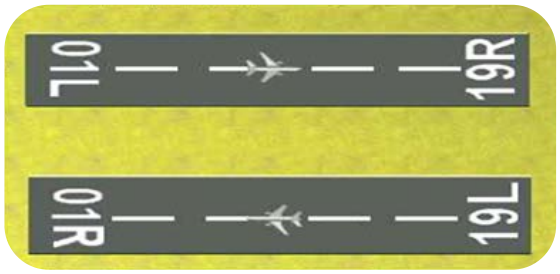
- **Extremo de Pista:** Es el final de pista situado en el lado opuesto del umbral. Dependiendo del sentido en que una aeronave aterrice o despegue, una pista tiene dos umbrales y a su vez dos extremos de pista.

    - **Iluminación:** Las luces del extremo de pista son:
        - Color rojo.
        - Fijas y unidireccionales, visibles en el sentido del despegue.
        - Situadas perpendicularmente al eje de pista y lo más cercano al extremo.

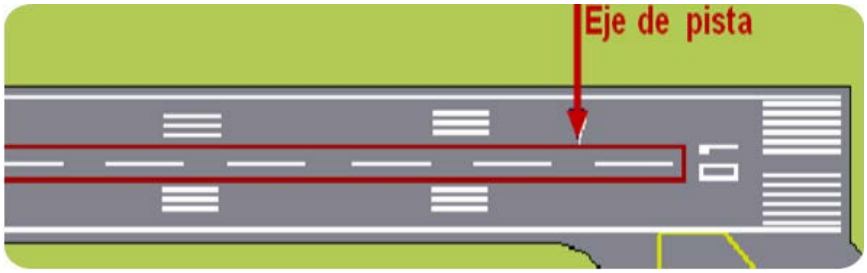
- **Designador de pista:** Es una señal representada por un número de dos cifras pintado sobre la pista, después de la señal del umbral que indica la decena de grado más próxima a la orientación magnética de la pista, vista en la dirección de la aproximación.

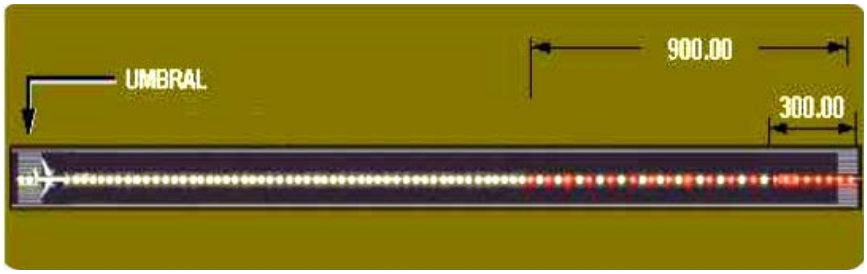
  Una pista tiene dos designadores, situados uno en cada extremo. En caso de existir pistas paralelas, se añade una letra a los dos números del designador, para indicar de qué pista se trata... Dependiendo del número de pistas, se utiliza una combinación de estas letras para designarlas.

L: Izquierda - (Left) **R**: Derecha - (Right) **C**: Central - (Central)



- **Eje de Pista**: Constituye el eje longitudinal que divide a la pista en dos partes simétricas.
  - **Señalización:** Se señaliza con línea blanca discontinua. Dependiendo del tipo de pista, la anchura de la línea es variable.
  - **Iluminación:** Las luces se emplazan a lo largo del eje de pista, son visibles en sentido aterrizaje/despegue y son de color:
    - **blancas variables** desde el umbral hasta los 900 m del extremo de la pista.
    - **rojas y blancas alternativas** desde los 900 m hasta 300 del extremo de pista.
    - **rojas** en los últimos 300 m hasta el extremo de la pista.





- **Borde de pista:** Es una línea continua que bordea la pista pavimentada de un umbral a otro.

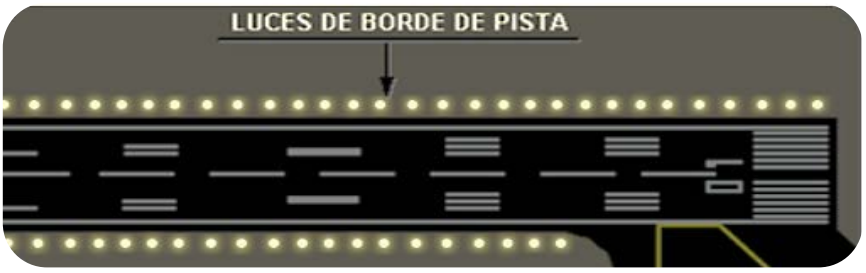
    - **Señalización:** Son dos fajas, situadas una a cada lado del eje de pista a lo largo del borde de la misma, de modo que el borde exterior de la faja coincida con el borde de la pista.

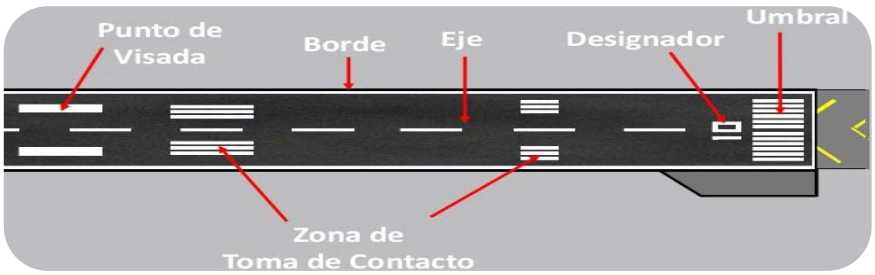
    - **Iluminación:** Se encuentran en una pista destinada a uso nocturno o en una pista de vuelo por instrumentos destinada a uso diurno o nocturno y son:

        - Son de color blanco, excepto cuando una pista tiene el umbral desplazado, que las luces de borde de pista situadas en la zona anterior al umbral serán de color rojo en la dirección de aproximación.

        - Se ubican a lo largo de la pista, en dos filas equidistantes del eje, espaciadas a intervalos uniformes.

        - En el extremo de la pista, en el sentido del despegue, las luces pueden ser de color amarillo en una distancia de 600 metros, o en el tercio de la pista, si esta longitud es menor.





- **Zona de toma de contacto**: Zona destinada a que las aeronaves realicen su primer contacto con la pista. Está situada después del umbral y su longitud depende de la distancia de aterrizaje disponible o la distancia entre umbrales. (Ejemplo: En una pista de más de 2.400 metros, la zona de contacto mide 900 metros).

    - **Señalización:** Son pares de señales rectangulares y simétricas respecto al eje de pista. Comienzan a 150 metros del umbral y su número depende de la distancia de aterrizaje disponible.

    - **Señal de punto de visada:** Consiste en dos señales rectangulares de color blanco simétricas al eje de pista, que se sitúan a distancia variable del umbral, dependiendo de la longitud disponible para el aterrizaje.

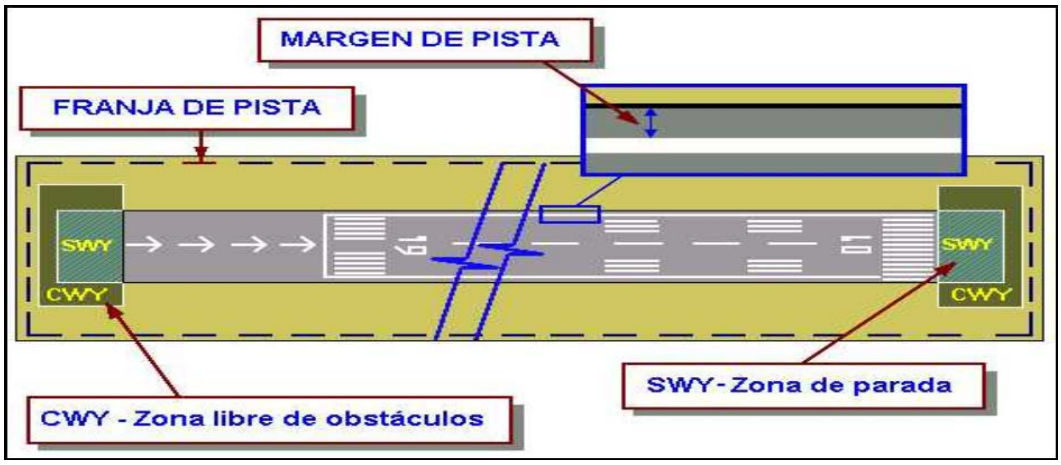
- **Iluminación:** Las luces de zona de toma de contacto van desde el umbral hasta una distancia de 900 metros, y serán:

  - Color blanco variable.
  - Fijas y unidireccionales, visibles en el sentido de la aproximación o aterrizaje.
  - Pares de barretas colocadas simétricamente respecto al eje de pista.

7.3.1.1.1.3 Otros elementos asociados a la Pista

Pueden existir también otros elementos asociados a la pista, como superficies limitadoras de obstáculos, que tienen como objeto definir el volumen de espacio aéreo que debe mantenerse libre alrededor de los aeropuertos, y en especial de las pistas, para garantizar la operación segura de las aeronaves.

Estas superficies marcan los límites hasta donde los objetos (naturales o artificiales) pueden proyectarse en el espacio aéreo.



- **Franja de pista:** Es una superficie que comprende la pista, zona de parada y la zona libre de obstáculos, y sus principales funciones son:

    - Reducir el riesgo de daños de las aeronaves que se salgan de la pista.
    - Proteger a las aeronaves que sobrevuelen la pista durante las operaciones de despegue y aterrizaje.

  Las dimensiones de la franja dependen del tipo de operaciones que se realicen en la pista y en su interior únicamente se podrán instalar las ayudas a la navegación frangibles (frangibles se refiere a las ayudas que conservan su integridad estructural y su rigidez hasta una carga máxima conveniente, deformándose, quebrándose o cediendo con el impacto de una carga mayor, de manera que represente un peligro mínimo para las aeronaves).

  Además, en la superficie de la franja que se extiende desde el borde de la pista hasta una distancia determinada, que puede variar entre 77.5 y 45 metros dependiendo del tipo de operaciones que se realicen en la pista, no se permitirá la presencia de ningún objeto móvil (vehículos, etc.) durante las operaciones de aterrizaje o despegue.

- **Margen de pista:** Zona pavimentada que bordea ambos lados de la pista, que sirve de transición entre la pista y el terreno circundante. Deben de poder soportar el peso de las aeronaves y vehículos que operen en el aeropuerto.

- **Zona libre de obstáculo (CWY - Clearway):** Es un elemento asociado a la pista, que consiste en un área rectangular definida en el terreno o en el agua, y preparada para que el avión, sobrevolándola, pueda efectuar una parte del ascenso inicial hasta una altura especificada.

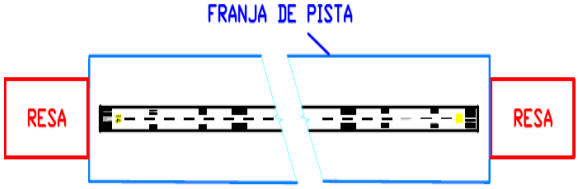
- **Zona de parada (SWY – Stopway):** Es un elemento asociado a la pista, que consiste en un área rectangular situada a continuación del recorrido de despegue, y preparada para que las aeronaves puedan pararse en caso de despegue interrumpido. Tiene la misma anchura que la pista.

  En las zonas de parada previstas para uso nocturno, se instalarán luces en todo el perímetro de la zona de parada, excepto en el enlace con la pista.

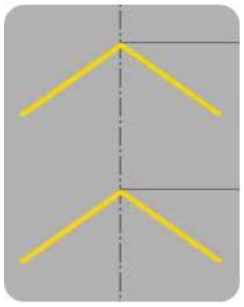
- **Área de Seguridad de Extremo de Pista (RESA):** Es una superficie situada a continuación de la franja, cuyo objeto es reducir el riesgo de daños a un avión que efectúe una salida longitudinal de la pista, bien por aterrizaje demasiado corto, demasiado largo, o por salida longitudinal en despegue.

  Esta área se extenderá desde el extremo de la franja hasta por lo menos 90 m y su anchura será por lo menos el doble de la anchura de la pista, debiendo presentar una superficie despejada y nivelada.

  Todo objeto situado en una **RESA** que pueda poner en peligro a los aviones, debería considerarse como obstáculo y eliminarse, siempre que sea posible.



- **Señal de área anterior al umbral:** Cuando el área anterior al umbral esté pavimentada, exceda de 60 metros de longitud y no sea apta para que la utilicen normalmente las aeronaves (Ej., zona de parada, zona resistente al chorro), toda longitud que preceda al umbral se señala con trazos en ángulo de color amarillo.



- **Señal de pista cerrada:** Señal en forma de aspa, de color blanco, que se dispone en una pista o parte de una pista cerrada, temporal o permanentemente, para la operación de las aeronaves.

  Se colocan señales en ambos extremos de la pista o de la parte cerrada de la pista y a intervalos regulares a lo largo de toda la parte cerrada.

7.3.1.1.2 Calles de Rodaje

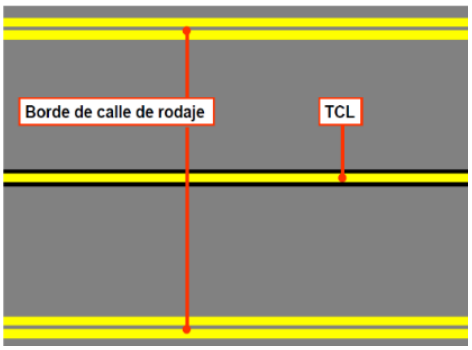
Es la segunda zona en importancia del Área de Maniobras, siendo un elemento primordial en la estructura de un aeródromo, ya que son vías que permiten el rodaje de las aeronaves y el enlace entre una y otra parte del aeropuerto.

Su trazado se diseña para conectar los diversos elementos del aeropuerto utilizando las distancias más cortas, con el objeto de minimizar el tiempo de rodaje, el coste y procurando que los trayectos sean lo más sencillos y operativos posible. Las principales características físicas de las calles de rodaje son:

- Resistencia del pavimento adecuada al tráfico que ha de soportar.
- Pendientes longitudinales que permitan suficiente distancia visible.
- Pendientes transversales adecuadas para impedir la acumulación del agua.
- La superficie no debe tener irregularidades que puedan dañar a las aeronaves, y proporcionar buenas características de rozamiento cuando esté mojada.
- Anchura suficiente para el tren de aterrizaje de la aeronave. En la parte interior de las curvas se provee de un sobre ancho.

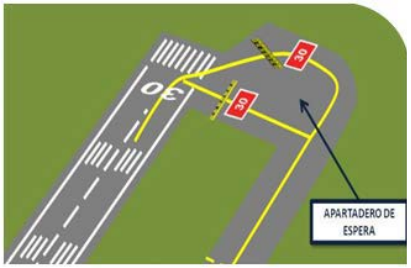
Igual que las pistas, las calles de rodaje tienen su eje (TCL) y sus bordes (dos líneas paralelas y trazo continuo), pero de color amarillo. Disponen también de señalización e iluminación específica.

Dentro de las calles de rodaje solamente se podrán instalar ayudas a la navegación, que por su función deban estar ahí y que sean frangibles.



7.3.1.1.3 Apartaderos de Espera

Son áreas en las que pueden detenerse las aeronaves para esperar o dejar paso a otras, con el fin de facilitar el movimiento de las aeronaves en tierra. Se emplazan en las proximidades de los umbrales de pista con el objeto de permitir que los Servicios de Tránsito Aéreo del aeropuerto puedan gestionar adecuadamente las salidas, modificando el orden de los despegues y así optimizar la capacidad del aeropuerto.



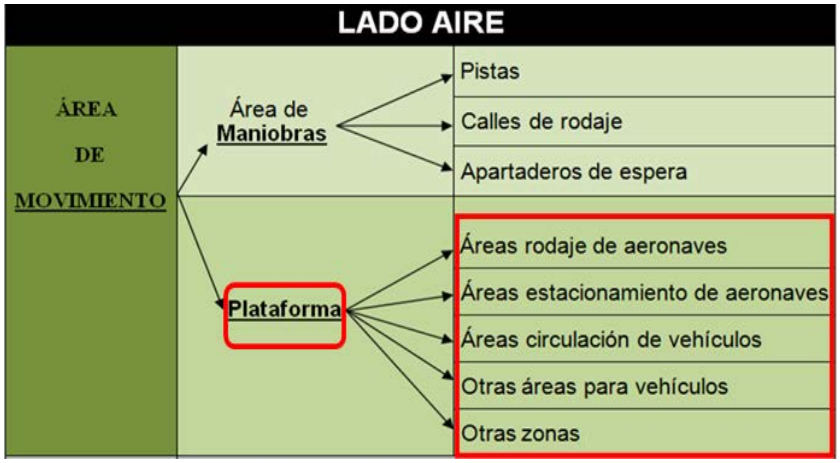
7.3.1.2 La Plataforma

La Plataforma es aquella zona del aeródromo dentro del Lado Aire, destinada a dar cabida a las aeronaves, para fines de embarque y desembarque de pasajeros, carga y descarga de mercancías, abastecimiento de combustible, estacionamiento, mantenimiento, etc.

Dentro de esta zona se realizan funciones tales como:

- Rodaje y estacionamiento de aeronaves.
- Embarque y desembarque de pasajeros y mercancías.
- Atenciones a la aeronave en general (abastecimiento de combustible, estacionamiento, etc.).

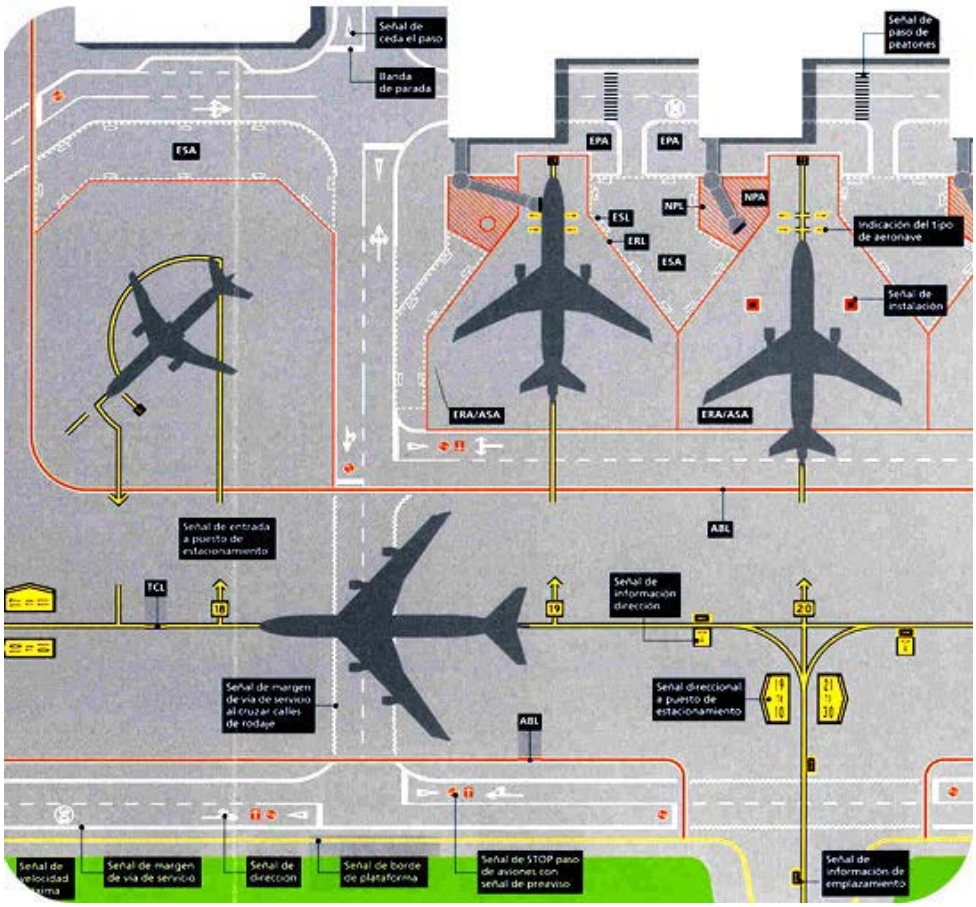
Circulación y estacionamiento de vehículos varios. Por ello, en la Plataforma se diferencian zonas para rodaje o estacionamiento de aeronaves, zonas para la circulación o estacionamiento de vehículos, etc., teniendo cada una de ellas, características muy diferenciadas.



La Plataforma suele estar pavimentada, aunque, en algunos casos, una Plataforma provista de césped puede ser adecuada para aeronaves ligeras.

Para delimitar el área de la Plataforma resistente al peso de las aeronaves, se utiliza la Señal de Borde de Plataforma, que es idéntica a la señal de borde de calle de rodaje, con dos líneas continuas y paralelas de color amarillo.

La Plataforma también está iluminada con los proyectores necesarios para poder realizar con seguridad cualquiera de las actividades que se realizan, así como para ayudar al piloto a realizar las maniobras de estacionamiento, y mantener la seguridad aeroportuaria necesaria.



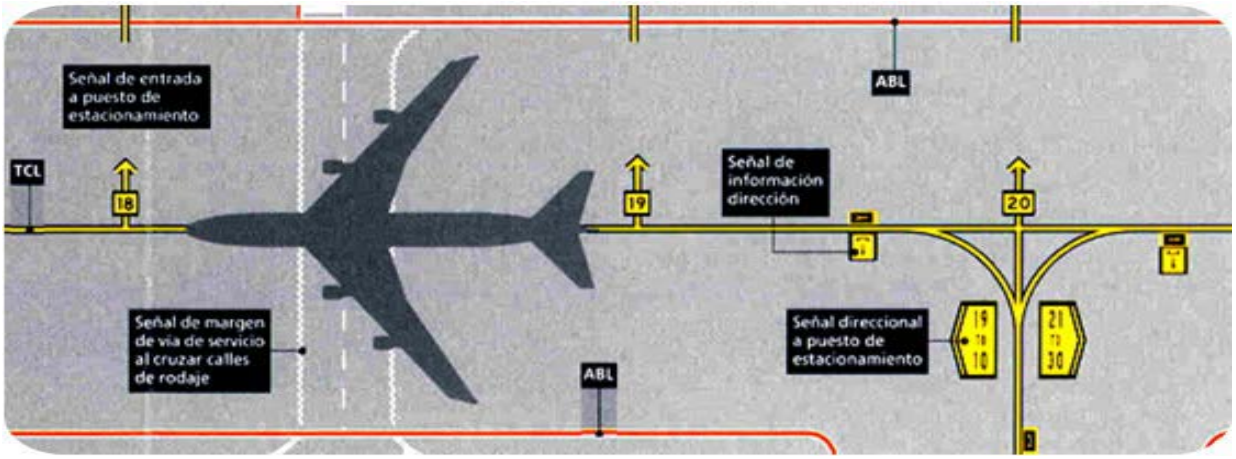
7.3.1.2.1 Zonas de la Plataforma

- **Áreas para el rodaje de aeronaves:** Son las áreas dentro de la Plataforma, destinadas para el rodaje de aeronaves. En ellas existen dos tipos de calles de rodaje:

    - **Calle de rodaje en la Plataforma**, que son vías para el rodaje de la aeronave a través de la Plataforma.

    - **Calle de acceso al puesto de Estacionamiento**, que es la vía de rodaje dentro de la Plataforma, destinada a proporcionar acceso a los puestos de estacionamiento de aeronaves solamente.

  Esta zona esta bordeada por una **Línea de Seguridad de Plataforma** (**ABL**), de color rojo y trazo continuo, contando también con una **Línea de Eje de Calle** (**TCL**), amarilla, y de trazo continúo.



- **Áreas para el estacionamiento de aeronaves (ASA)/(ERA):** Son aquéllas destinadas al estacionamiento de aeronaves. Cada uno de los lugares de estacionamiento de aeronaves en la Plataforma se denomina Puesto de Estacionamiento de Aeronaves o Área de Restricción de Equipos (ERA - Equipment Restraint Área). En algunos aeropuertos se utiliza la denominación de Área de Seguridad de Aeronaves (ASA – Aircraf Safety Área).

  La ERA es un área cerrada y delimitada con una línea continua roja (ERL), en la que la aeronave está aparcada de forma segura durante el proceso de asistencia en tierra (handling) proporcionando un margen seguro frente a cualquier obstáculo, tanto durante la maniobra de entrada como durante la salida del puesto de estacionamiento.

  Dentro de estas zonas, hay Áreas específicas de Prohibición de Aparcamiento (NPA), donde está totalmente prohibido el estacionamiento e incluso la parada de vehículos o equipos de asistencia en tierra o handling. Están delimitadas por la línea de área de prohibición de aparcamiento (NPL), continua y de color rojo.

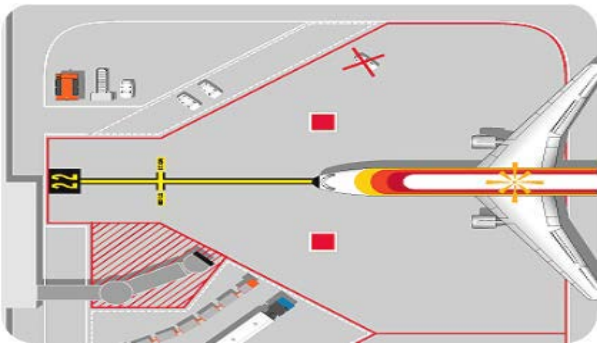
  Se utiliza, por ejemplo, para proteger al área de movimiento de las pasarelas, el área de posicionamiento del tractor push - back, las vías de escape para los vehículos de repostaje, el solape de las distancias de seguridad de los estacionamientos contiguos, etc.

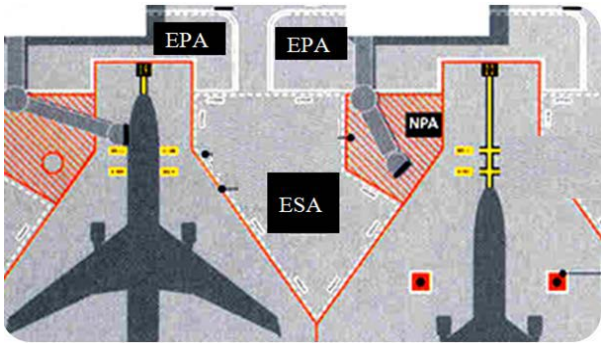
- **Áreas para circulación de vehículos (vías de servicio):** Son los viales marcados en la Plataforma, cuya principal función es permitir el movimiento seguro de vehículos con la mínima interferencia posible con las aeronaves. La circulación de los vehículos en Plataforma se realiza siempre por las vías de servicio, que vienen definidas por bordillos, u otros elementos físicos, o bien por bandas laterales dobles pintadas en el pavimento.

- **Áreas para vehículos en la Plataforma:**

    - **Área estacionamiento de equipos (EPA)**, que se utiliza para el aparcamiento de vehículos y equipos de asistencia en tierra (handling). Está delimitada por la línea de estacionamiento de equipos (EPL), una línea continua de color blanco, excepto en la zona designada para la entrada al área de estacionamiento de equipos (EPA), que se representa por una línea discontinua de color blanco.

    - **Área de espera de equipos (ESA)**, que se utiliza para que los vehículos y equipos de asistencia en tierra, que van a atender a una aeronave, esperen hasta que ésta se haya detenido y así poder comenzar el proceso de asistencia o handling. Es importante saber que estas áreas nunca pueden utilizarse como zonas de aparcamiento. Está delimitada por la línea de espera de equipos (ESL), que es discontinua y de color blanco.





- **Otras zonas:** Sendas peatonales y puntos de reunión.

    - **Punto de reunión:** Es un punto de encuentro, que mediante guiado o de manera individual, facilita el recuento y da seguridad al personal trabajador, pasajeros o cualquier otro colectivo del que no actúe en la emergencia como parte implicada dentro del Plan de Autoprotección del Aeropuerto.

    - **Senda peatonal:** Es una zona habilitada en las Plataformas para el movimiento seguro de peatones (entre el edificio terminal y la aeronave, entre edificios terminales, etc.).

7.3.2 Otras zonas

Compuestas por los viales (camino perimetral, vías de acceso a instalaciones o al Área de Maniobras, etc.) y las zonas no pavimentadas, dónde se instalan las ayudas a la navegación y demás elementos.

7.4 Ayudas a la navegación

Las ayudas a la navegación, son elementos necesarios fuera y dentro del recinto aeroportuario, para facilitar y asegurar las operaciones tanto en ruta, como en la aproximación, aterrizaje, despegue, y rodaje en tierra. Según el tipo, y la función que estas desempeñen, pueden ser:

- **Ayudas visuales**
    - Para la aproximación y el aterrizaje/despegue
    - Para el rodaje en tierra
- **Ayudas instrumentales**
    - Para la aproximación y el aterrizaje/despegue
    - En ruta
- **Otras ayudas**
    - El radar
    - Equipamiento meteorológico

Veremos como una pista puede clasificarse en función de las ayudas visuales o instrumentales de que dispongan para dar soporte a las operaciones de las aeronaves, pudiendo ser:

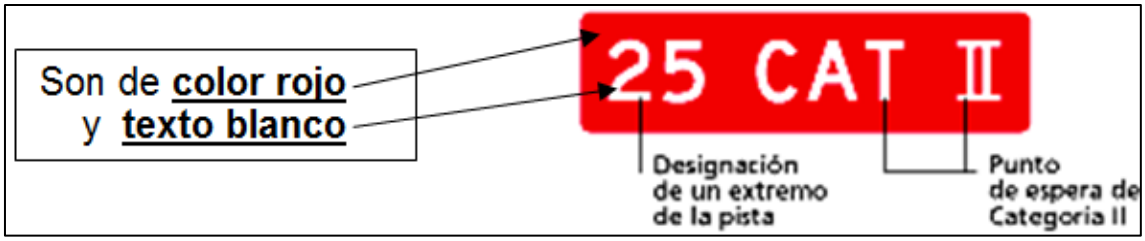
- **Pista de vuelo visual**: aquella pista destinada a la operación de aeronaves que utilicen procedimientos visuales para la aproximación.
- **Pista de vuelo por instrumentos**: aquella pista destinada a la operación de aeronaves que utilicen procedimientos de aproximación por instrumentos.

7.5 Sistemas de ayudas a la navegación visual

- **Señales:** Son un símbolo o grupo de símbolos pintados o expuestos en la superficie del Área de Movimiento, cuyo objeto es transmitir información aeronáutica. se utilizan como complemento de los letreros de información, o para sustituir a éstos cuando no sea posible su colocación en el lugar idóneo. En las páginas siguientes se verán señales del Área de Maniobras y de la Plataforma.

- **Letreros: L**os letreros se instalan para suministrar información a los pilotos y al resto de usuarios del Área de Movimiento. Su emplazamiento y características vienen definidas en la Orden FOM/2086/2011, que actualiza las normas técnicas contenidas en el Anexo al RD 862/2009, teniendo que ser visibles y frangibles. Nos podemos encontrar con dos tipos de letreros:

    - **Letreros con instrucciones obligatorias:** Son letreros que identifican el lugar más allá del cual una aeronave en rodaje, o un vehículo, no debe proseguir a menos que lo autorice la torre de control de aeródromo (TWR) o reciba información de la dependencia del Servicio de Información de Vuelo de Aeródromo (AFIS).



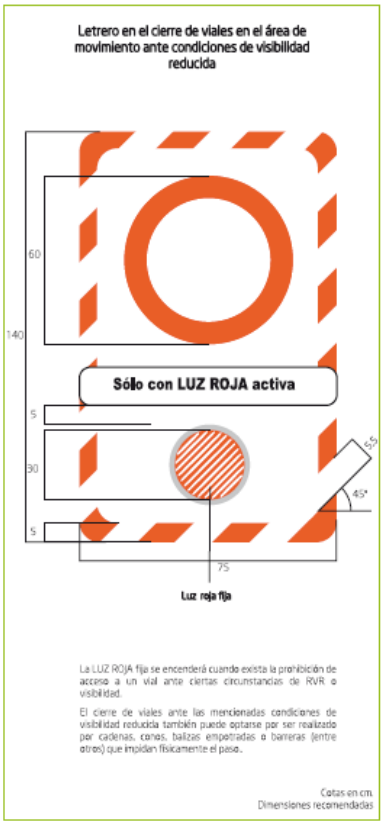
Estos letreros se instalarán de modo que se vean de frente al aproximarse a la pista o al punto de la calle de rodaje. Entre ellos, los más significativos son los de:

Cuando no sea posible instalar letreros con instrucciones obligatorias, o cuando sea necesario desde el punto de vista de las operaciones, se dispondrán señales con instrucciones obligatorias sobre la superficie del pavimento.

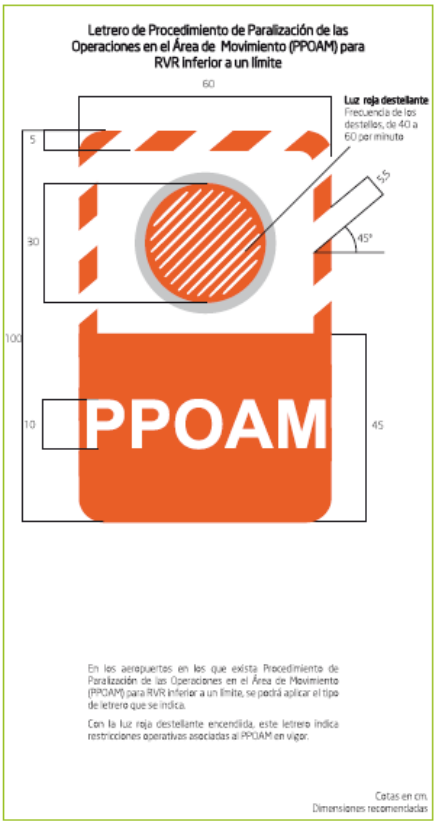
- **Letreros de información:** Se instalará un letrero de información cuando sea necesario para las operaciones identificar un emplazamiento específico, proporcionar información de encaminamiento o suministrar otra información de interés. Los letreros de información se emplazan siempre que sea posible al lado izquierdo de la calle de rodaje. Dentro de los letreros de información que podemos encontrarnos están los:

  - **De Emplazamiento:** Color negro con texto amarillo.
  - **De Dirección o de Destino:** Color amarillo con texto negro.
  - **De Pista libre:** Indica que se ha abandonado una pista, el Área Crítica o Sensible del ILS o el borde inferior de la superficie de transición interna.
  - **Precaución:** Es un letrero móvil que indica circunstancias temporales.
  - **LVP:** Procedimiento de visibilidad reducida. ITE Operaciones de condiciones de visibilidad reducida (CSA-15-IT-028-1.0).

CONSTRUCTION
AHEAD


Letrero en el cierre de viales en el área de movimiento ante condiciones de visibilidad reducida
Sólo con LUZ ROJA activa
Luz roja fija
La LUZ ROJA fija se encenderá cuando exista la prohibición de acceso a un vial ante ciertas circunstancias de RVR o visibilidad.
El cierre de viales ante las mencionadas condiciones de visibilidad reducida también puede optarse por ser realizado por cadenas, conos, balizas empotradas o barreras (entre otros) que impidan físicamente el paso..
Cotas en cm.
Dimensiones recomendadas

Letrero de punto de contacto con CEOPS asociado a procedimientos de operaciones en condiciones de visibilidad reducida.
CEOPS
C1
Sólo con LUZ ROJA activa
Luz roja destellante
Frecuencia de los destellos, de 40 a 60 por minuto
La LUZ ROJA destellante se encenderá cuando exista el requisito de hacer una llamada a CEOPS en ese punto, por dar acceso a un vial de uso restringido ante ciertas circunstancias de RVR o visibilidad.
Al optar por su utilización, también se puede cambiar la dependencia con la que contactar (TWR / AFIS, según proceda, o la forma de hacerlo (llamada, frecuencia MHz..)
Cotas en cm.
Dimensiones recomendadas


Letrero de Procedimiento de Paralización de las Operaciones en el Área de Movimiento (PPOAM) para RVR inferior a un límite
Luz roja destellante
Frecuencia de los destellos, de 40 a 60 por minuto
PPOAM
En los aeropuertos en los que exista Procedimiento de Paralización de las Operaciones en el Área de Movimiento (PPOAM) para RVR inferior a un límite, se podrá aplicar el tipo de letrero que se indica.
Con la luz roja destellante encendida, este letrero indica restricciones operativas asociadas al PPOAM en vigor.
Cotas en cm.
Dimensiones recomendadas

- **Otra señalización de seguridad**

  - **Prohibición**
    - Prohibido.
    - Aparcar.
    - Limitación de altura.
    - Velocidad máxima.

  - **Obligación**
    - STOP.
    - Paso de aviones – Punto de espera de vehículos y llamada a torre.

  - **Advertencia y Peligro**
    - Por chorro de motores.
    - Por hélices y aspas.

  - **De Salvamento**

  - **De Indicación**
    - Calle de rodaje cerrada.
    - Posición reposo cabeza de pasarela.
    - Senda peatonal.
    - De instalación.

  - **Balizas:** Son objetos expuestos sobre el nivel del terreno para indicar un obstáculo o trazar un límite. En el Área de Movimiento podemos encontrar:

    - Balizas de borde de pista sin pavimentar.
    - Balizas de borde para pistas cubiertas de nieve.
    - Balizas de borde de calle de rodaje.
    - Balizas de borde de calle de rodaje sin pavimentar.
    - Balizas de borde de zona de parada.
    - Balizas delimitadoras.

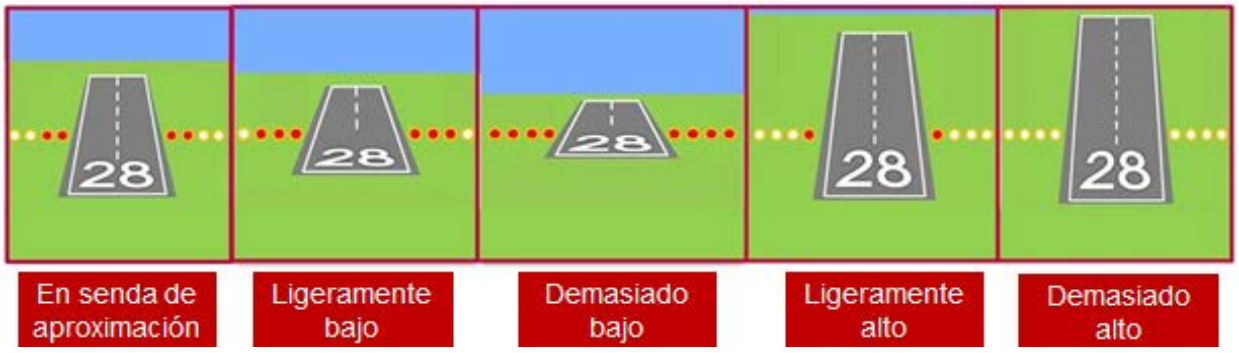
Balizas de
Borde de calle de rodaje

.

- **Luz aeronáutica de superficie:** Es toda luz dispuesta especialmente para que sirva de ayuda a la navegación aérea, excepto las que portan las aeronaves.

  Un ejemplo es el sistema PAPI – Sistema Visual Indicador de Pendiente de Aproximación, que es una barra de cuatro elementos de lámparas múltiples situado a intervalos iguales, colocada al lado izquierdo de la pista (a menos que sea materialmente imposible), y que proporciona al piloto la información visual para establecer la senda de descenso correcta, hacia la pista.

La cantidad de luces blancas o rojas que vea el piloto, será indicadora de la correcta senda de descenso.



7.6 Sistemas de ayuda a la navegación por instrumentos

Las ayudas instrumentales tienen como objetivo aumentar la regularidad y seguridad de las operaciones, es decir, permitir que las aeronaves aterricen y despeguen cuando disminuyan los límites de visibilidad.

Las pistas pueden clasificarse en función de las ayudas instrumentales de que dispongan, para dar soporte y cobertura a las operaciones de las aeronaves, pudiendo ser:

TIPOS DE PISTA DE VUELO POR INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICAS
Aproximaciones de NO precisión	Dispone de ayudas visuales y una ayuda instrumental, (también denominada radioeléctrica o no visual), que proporciona, por lo menos, información sobre el rumbo, para mantener la aeronave alineada con el eje de la pista.
Aproximaciones de precisión o Categoría I o Categoría II o Categoría III (A, B, C)	Dispone de ayudas visuales y Ayuda instrumental "ILS" (Sistema de Aterrizaje por Instrumentos) Es una ayuda instrumental que proporciona información más precisa del rumbo a la pista y de la pendiente de descenso óptima, durante el aterrizaje.

7.7 ILS Sistema de aterrizaje por instrumentos

El ILS (Instrumental Landing System) o Sistema de Aterrizaje por Instrumentos, es un sistema radioeléctrico de precisión diseñado para poner a una aeronave en situación de aterrizaje en condiciones de nubes bajas y visibilidad reducida.

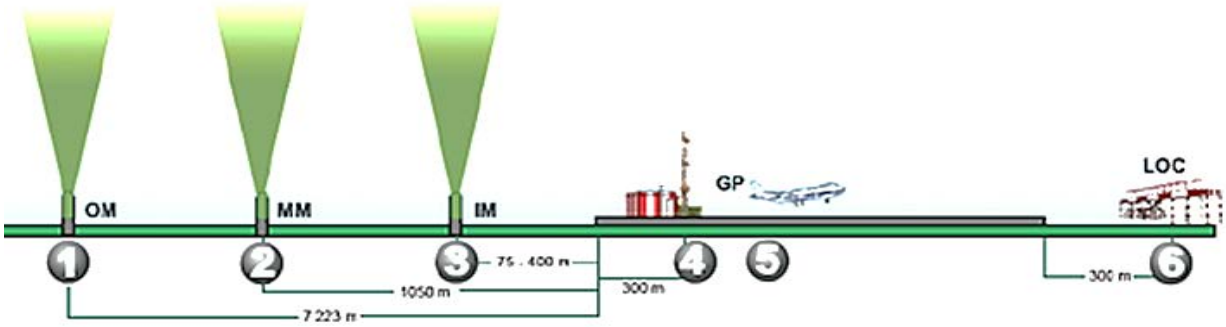
El ILS aumenta la capacidad de tráfico de un aeropuerto
en todas las condiciones meteorológicas

Este sistema proporciona al piloto la información relativa al rumbo y a la pendiente de descenso correctos a la pista, que, si se siguen, harán que la aeronave realice un descenso, y en su caso toma, con precisión y seguridad, sin necesidad de que el piloto recurra a referencias visuales exteriores.

El ILS se compone de un equipo instalado en tierra y de otro instalado a bordo de la aeronave.

El equipo ILS de tierra consta de tres elementos:

- Localizador (LLZ).
- Senda de descenso (GP).
- Radiobalizas.



7.7.1 Localizador (LLz - Localizer)

Proporciona un rumbo a lo largo del eje de pista en la dirección de la aproximación de la aeronave. La antena del localizador se ubica normalmente en la prolongación del eje de pista a unos 300 metros del extremo de la pista y el equipo transmisor (electrónico), se sitúa a la altura de las antenas, desplazado a los 80 a 100 metros de la prolongación del eje de pista.

7.7.2 Senda de descenso (GPS – Glide Path)

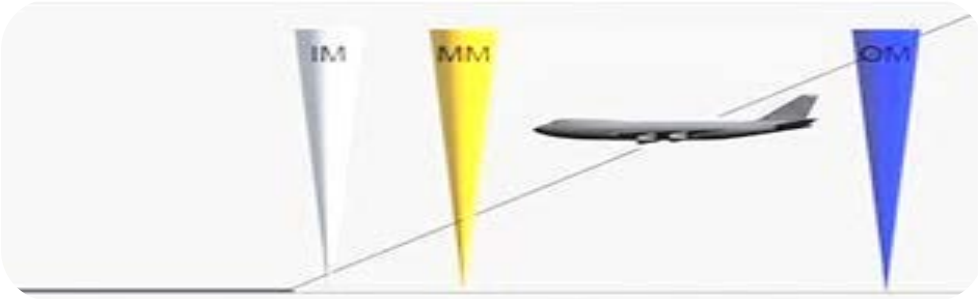
Proporciona una trayectoria de descenso a lo largo del rumbo definido por el localizador. La senda de descenso se ubica generalmente a una distancia aproximada de 300 metros desde el umbral de la pista hacia el interior de la misma en el sentido de la aproximación y a una distancia lateral de 150 metros respecto del eje de la misma.

7.7.3 Radiobalizas

Se sitúan en la prolongación del eje de pista en distancias fijas al umbral. Proporcionan a la piloto indicación de que la aeronave se encuentra exactamente sobre alguna de ellas.

Toda instalación ILS dispondrá como mínimo de dos radiobalizas:

- Radiobaliza Exterior (OM - Outer Marker): ubicada a unos 7 km del umbral de pista.
- Radiobaliza Intermedia (MM - Middle Marker): ubicada a unos 1.050 mm del umbral de pista e indica la proximidad del punto de decisión.
- Radiobaliza Interior (IM - Interior): entre 75 y 450 m, aunque no se suele instalarse.

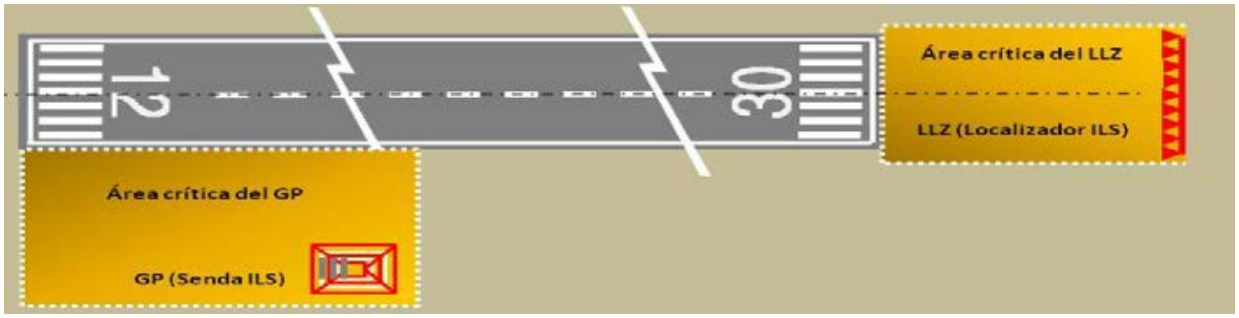


7.8 Áreas críticas y sensible de ILS

Cualquier interferencia con el localizador y/o con la senda de descenso, pueden ocasionar su mal funcionamiento. Los vehículos u objetos fijos que se encuentren en la cobertura de la señal radiada, pueden causar interferencias en la señal de guía de las aeronaves.

Para reducir dichas interferencias, se han definido dos tipos de áreas:

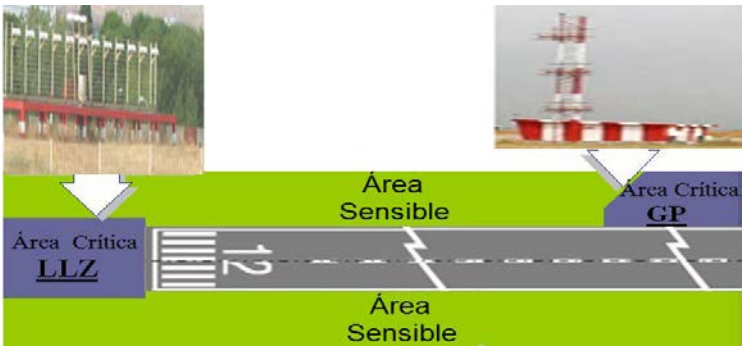
- **Área crítica:** Es un área de dimensiones definidas, alrededor de las antenas del localizador y de la trayectoria de planeo, en la cual se excluye la entrada y circulación de vehículos, incluso aeronaves, durante las operaciones de ILS. El perímetro de esta área se baliza para que se perciba claramente.



Es imprescindible proteger el área crítica del ILS
debido a que la presencia dentro de sus límites, de vehículos y/o aeronaves
puede ocasionar perturbaciones inaceptables en la señal ILS

- **Área sensible:** Es un área que se extiende más allá del área crítica, en la cual se controla el establecimiento y/o movimiento de vehículos, incluso aeronaves, para evitar interferencias inaceptables a la señal ILS durante las operaciones.

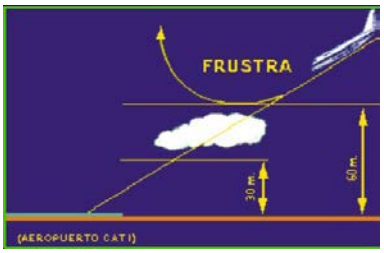
  Se protege el área sensible para evitar la interferencia de grandes objetos en movimiento fuera del área crítica, pero que normalmente están dentro de los límites del aeródromo. En estas áreas se suele excluir todo o parte del tránsito, dependiendo de la posibilidad de interferencia y de la categoría de la operación.



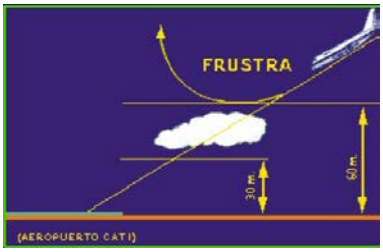
7.9 Categorías de ILS

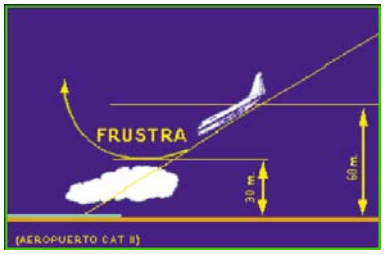
En función del punto hasta el cual el ILS puede guiar a la aeronave en su aproximación al aeropuerto, OACI establece tres categorías ILS. A su vez la última de las categorías se divide en tres subcategorías.

- **Pista para aproximación de precisión Categoría I**
  Pista servida por ILS y Ayudas visuales destinadas a operaciones con:
  - Altura de decisión no inferior a 60 metros.
  - Visibilidad de no menos de 800 metros.
  - Alcance visual en la pista no inferior a 550 metros.



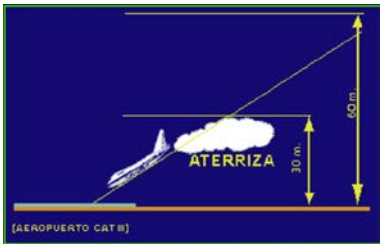
- **Pista para aproximación de precisión Categoría II**
  Pista servida por ILS y ayudas visuales destinadas a operaciones con:
  - Altura de decisión por debajo de los 60 metros, pero no inferior a 30 metros.
  - Alcance visual en la pista no inferior a 300 metros.





- **Pista para aproximación de precisión Categoría III.** Pista servida por ILS hasta la superficie de la pista y a lo largo de la misma.

  - **Categoría III A:** Altura de decisión inferior a 30 metros o sin altura de decisión. Alcance visual en pista no inferior a 175 metros.
  - **Categoría III B:** Altura de decisión inferior a 15 metros o sin altura de decisión. Un alcance visual en pista no inferior a 50 metros.
  - **Categoría III C:** Sin altura de decisión. Sin restricciones de alcance visual en la pista.



COMUNICACIONES

8. COMUNICACIONES

Para la mayor parte de la gente la comunicación es algo muy natural. El comunicarse significa algo más que hablar, se trata de enviar un mensaje y que este se entienda.

Podemos definir la comunicación como la transmisión, emisión y recepción codificada en forma de señales, palabras, sonidos, que se va a producir entre personas.

Cuando esta transmisión de información se realiza a través de hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos, se denomina telecomunicación.

8.1 Aspectos generales de la comunicación

En los aeropuertos se utilizan distintos tipos de medios de comunicación, tales como radio, teléfono, presentación electrónica de datos, etc.

Un ejemplo de los distintos equipos que pueden utilizarse en un aeropuerto, en función de la dependencia e información solicitada, es la siguiente tabla:

DEPENDENCIA	INFORMACIÓN	MEDIO
De personal del SSEI a personal de Operaciones	Repostaje con pasaje a bordo	Radio
De Torre de Control (TWR) a personal de Operaciones	Hora de avión en tierra	Teléfono
De personal de Operaciones a Torre de Control (TWR)	Listado en pantalla de puestos de estacionamiento asignados	Monitor de televisión

8.2 Código y Especificaciones

Por regla general, las comunicaciones radiotelefónicas aeronáuticas se efectúan en castellano y/o inglés. En dichas comunicaciones intervienen unos códigos propios y unas pautas que hay que conocer para poder identificar y elaborar los mensajes, expresar la fonética, realizar las transmisiones, etc.

Entre dichos códigos cabe mencionar los siguientes:

- Alfabeto aeronáutico (OACI).
- Transmisión de números.
- Transmisión de la hora.
- Fraseología aeronáutica.

8.2.1 El alfabeto aeronáutico según OACI

Este alfabeto se usa en radiotelefonía cuando es necesario deletrear nombres propios, abreviaturas de servicio y todas aquellas palabras cuya comprensión sería dudosa de otro modo.

La pronunciación de las palabras o los números usados en el alfabeto puede variar de acuerdo con la manera de hablar de la persona que use este sistema.

Por ello, y a fin de eliminar diferencias, en el cuadro siguiente figura la representación de la pronunciación y se subrayan las sílabas en las que debe ponerse el énfasis:

LETRA	PALABRA	PRONUNCIACIÓN
A	ALFA	AL FA
B	BRAVO	BRA VO
C	CHARLIE	CHAR LI o SHAR LIE
D	DELTA	DEL TA
E	ECHO	E CO
F	FOXTROT	FOX TROT
G	GOLF	GOLF
H	HOTEL	O TEL
I	INDIA	IN DIA
J	JULLIET	TSHULI ET
K	KILO	KI LO
L	LIMA	LI MA
M	MIKE	MAIK
N	NOVEMBER	NO VEM BER
O	OSCAR	OS CAR
P	PAPA	PA
Q	QUEBEC	QUE BEC
R	ROMEO	RO MEO
S	SIERRA	SI E RRA
T	TANGO	TAN GO
U	UNIFORM	IU NI FORM
V	VICTOR	VIC TOR
W	WHISKEY	UIS QUI
X	X-RAY	EX REY
Y	YANKEE	IAN KI
Z	ZULU	TSU LU

8.2.2 Transmisión de números

Cuando se trate de transmitir números, se pronuncia cada dígito por separado.

NÚMEROS	
34	**TRES CUATRO**
630	**SEIS TRES CERO**
4.630	**CUATRO SEIS TRES CERO**

Hay algunas excepciones con los centenares enteros, con los millares enteros y con las combinaciones de millares y de centenares enteros.

En estos casos se transmitirán pronunciando cada dígito del número de centenares o millares seguidos de las palabras CIEN o CIENTOS y MIL, respectivamente.

CENTENARES Y MILLARES	
600	SEIS CIENTOS
4.000	CUATRO MIL
34.000	TRES CUATRO MIL
18.900	UNO OCHO MIL NUEVE CIENTOS

Para transmitir números en inglés aeronáutico, se utilizará la pronunciación que se refleja en el siguiente cuadro:

NÚMEROS EN INGLÉS AERONÁUTICO	
0 (zero)	SI - RO
1 (one)	UAN
2 (two)	TU
3 (three)	TRI
4 (four)	FO - ar
5 (five)	FA - IF
6 (six)	SIKS
7 (seven)	SEV'N
8 (eight)	EIT
9 (nine)	NAI - na
DECIMAL (decimal)	DE - si - mal
CIEN (hundred)	JAN - dred
MIL (thousand)	ZAU - sand

8.2.3 Transmisión de la hora

- **Hora UTC (Universal Time Coordinated) o zulú (Z):** Horario utilizado por todas las estaciones del servicio de telecomunicaciones aeronáuticas y los servicios de tránsito aéreo basado en el huso horario del meridiano de Greenwich, con fines de coordinación horaria mundial.

- **Hora Local:** Es la establecida por las Administraciones de cada país según sus intereses y será aproximada a los husos horarios correspondientes.

HORA	TRANSMISIÓN
08:03	CERO OCHO CERO TRES o CERO TRES
16:00	UNO SEIS CERO CERO
23:57	DOS TRES CINCO SIETE o CINCO SIETE

8.2.4 Fraseología aeronáutica

Las palabras y frases más utilizadas en el argot aeronáutico son las siguientes:

FRASEOLOGÍA AERONÁUTICA		
PALABRAS/FRASES	**INGLÉS AERONÁUTICO**	**SIGNIFICADO**
ADELANTE	**GO AHEAD**	Prosiga con su mensaje (normalmente no se utiliza en las comunicaciones para controlar los movimientos de superficie).
AFIRMO	**AFFIRM**	Sí
APROBADO	**APPROVED**	Autorización concedida para la medida propuesta.
AUTORIZADO/AUTORIZA	**CLEARED/CLEARS**	Permiso para seguir en las condiciones determinadas.
CAMBIO	**OVER**	Mi transmisión ha terminado espero su respuesta.
CANCELE	**CANCEL**	Anular la comunicación, o parte de ésta, transmitida anteriormente.
CONFIRME	**CONFIRM**	He recibido correctamente el mensaje.
CORRECCIÓN	**CORRECTION**	Ha habido un error en esta transmisión o mensaje. La transmisión correcta es …
ESPERE	**STAND BY**	Espere.
IMPOSIBLE	**UNABLE**	No se puede cumplir con la solicitud, instrucción o permiso.
NEGATIVO	**NEGATIVE**	No. Permiso denegado. Es incorrecto.
PERMISO	**PERMISSION**	Permiso (a vehículos para seguir en las condiciones determinadas)
REPITA	**SAY AGAIN**	Repítame todo o repítame su última transmisión.
SEPARACIÓN	**BREAK**	Indica separación entre las distintas partes del mensaje. Se emplea cuando no queda claro la separación.
SIGA	**PROCEED**	(Solo para vehículos) continúe siguiendo las indicaciones/continúe el movimiento.
RUEDE	**TAXI**	(Solo para aeronaves y tractores) circule siguiendo las indicaciones/continúe el movimiento.

8.3 Elementos en una comunicación

El personal del SSEI, en sus comunicaciones orales con los distintos servicios y/o dependencias del aeropuerto, utilizará unas pautas y una fraseología especifica dentro de un procedimiento de radiotelefonía que se va a explicar a lo largo de este apartado.

Para que las comunicaciones puedan realizarse de una forma correcta hay que mantener una actitud de atención permanente a las mismas.

Esto implica conectar los equipos de comunicaciones, sintonizarlos a las frecuencias correspondientes y permanecer a la escucha de las posibles instrucciones.

Obviamente, para ello, es preciso manejar perfectamente dichos equipos en relación con su conexión/desconexión, búsqueda de frecuencias y canales, así como el alfabeto aeronáutico, la transmisión de números y de horas, y la elaboración de mensajes.

Es necesario destacar estos cinco elementos en la comunicación:

- **Emisor:** es aquel que transmite un mensaje que sea entendido por la(s) persona(s) que lo reciba(n). El emisor deber ser consciente de que el receptor puede percibir de forma diferente lo que él quiere transmitir.
- **Mensaje:** es la información que quiere ser transmitida. Debe ser claro conciso.
- **Medio:** es el método de transmisión, bien por palabras habladas, escritas, gestos y varios medios audiovisuales.
- **Receptor:** es aquel que recibe la información transmitida por el emisor. Si el mensaje no es entendido por el receptor, la comunicación no tiene lugar.
- **Confirmación/Colación:** en la comunicación persona a persona, el receptor reacciona ante la recepción del mensaje.

8.4 Pautas para establecer la comunicación

8.4.1 En el inicio de la comunicación

- **Antes** de emitir un mensaje, toda persona debe **escuchar** (antes de comenzar a hablar) durante un tiempo suficiente para cerciorarse de que no interrumpe otra comunicación.
- Al realizar una llamada a una estación aeronáutica, persona o centro emisor/receptor y no recibir contestación, se recomienda dejar transcurrir un período de aproximadamente 10 segundos antes de hacer una segunda llamada. Esto permite evitar transmisiones innecesarias mientras la estación a la que se ha llamado se prepara para contestar la llamada inicial.

En la transmisión inicial que precede a una comunicación deben tenerse en cuenta dos cosas importantes:

¡¡IMPORTANTE!!

Para **comenzar** hay que utilizar el distintivo de llamada completo de la "estación" (dependencia o servicio a la que llame).

A **continuación**, se deberá indicar (a dicha estación) su propio distintivo completo de llamada (P-2 en los ejemplos que siguen).

En la **TWR** se van a diferenciar dos partes, lo que es Rodadura (**GMC** o **GND**) y lo que es Torre (**LCL**). Cada una se responsabiliza del tráfico y movimiento en su área.

DEP	TRANSMISIÓN	OBJETO
VEH	Tenerife GMC, P-2	Al haber comenzado la transmisión con "Tenerife GMC", el controlador entiende que este mensaje es un primer contacto
GMC	P-2 de Rodadura	
VEH	P-2 en punto de espera L-4, solicito permiso para entrar en rodadura L-4 y cruzar pista (núm. Pista) para ir a la Central eléctrica	El personal indicará en el siguiente orden: 1º. Su posición 2º. Sus intenciones
GMC	P-2, proceda a rodadura por puerta Alfa y espere cerca de L-4	
VEH	P-2 entrando en rodadura por puerta Alfa, espera cerca de L-4	

8.4.2 En el desarrollo de la comunicación

El texto del mensaje debe ser lo **más breve posible** para expresar la información. Al elaborarlo se hará uso de la fraseología recogida en el **Reglamento de la Circulación Aérea (RCA).**

La estación que recibe el mensaje debe **confirmar que lo ha recibido correctamente, repitiendo/colacionando** las instrucciones transmitidas.

DEP	TRANSMISIÓN	OBJETO
VEH	P-2 en L-4, Solicito permiso para cruzar pista (núm. Pista).	Una vez que el vehículo llega al punto de espera en L-4, vuelve a contactar con GMC para informar que ha llegado al límite del permiso e indicar intenciones.
GMC	P-2, pase a frecuencia de TWR, xxx.xxx	GMC trasfiere a la frecuencia de TWR que es la que tiene la responsabilidad sobre la pista.
VEH	Tenerife TWR de P-2.	Se solicita contacto con la nueva dependencia y se espera respuesta.
TWR	P-2 de Tenerife TWR.	
VEH	P-2 en punto de espera L-4. Solicito permiso para cruzar pista (número de pista)	El VEH en L-4 solicita permiso a TWR para entrar en pista y cruzarla. Informará de posición e intenciones.
TWR	P-2 cruce pista (número de pista). Notifique pista libre.	
VEH	P-2 permitido cruzar pista (nº de pista). Cruzando pista (nº de pista), notificaré pista libre.	Cruzar una pista es la parte más crítica de cualquier recorrido por el Área de Maniobras, se debe repetir el mensaje, para confirmar su correcta recepción.

Otros mensajes que se pueden recibir desde torre, son:

- Deje pista libre.
- Acelere o apresure rodaje (motivo).
- Precaución ruede más despacio (motivo)

8.4.3 En la finalización de la comunicación

Para terminar la comunicación se tendrá en cuenta:

- Nombrar la identificación de la estación.
- Finalizar con la palabra **TERMINADO** (significa que no se espera ninguna respuesta más).

DEP	TRANSMISIÓN	OBJETO
VEH	Tenerife TWR, P-2, pista libre. Terminado.	Una vez realizada totalmente la maniobra con permiso para cruzar la pista, se informa al controlador y se da por terminado el mensaje.
TWR	P-2, recibido. Terminado	

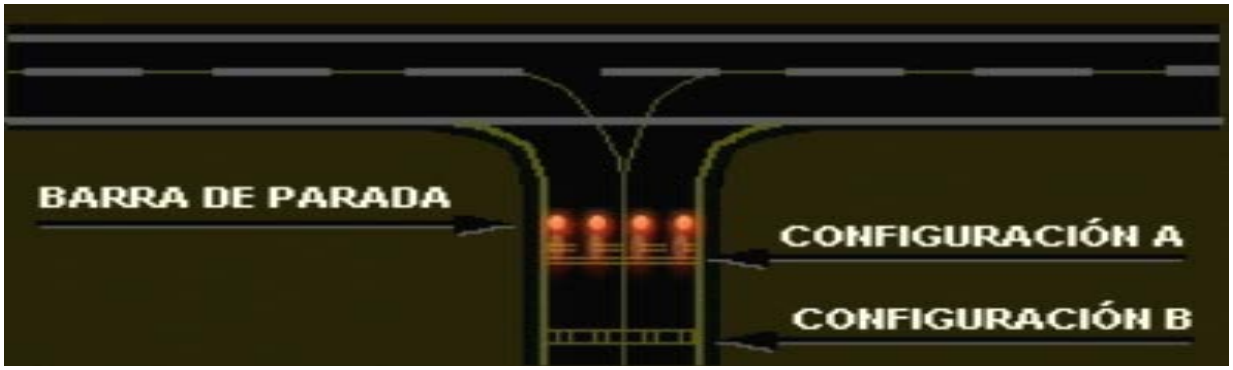
8.5 Pautas de actuación ante situaciones frecuentes

8.5.1 Cruzar o entrar en pista

Cruzar o entrar en una pista es la parte más crítica de cualquier recorrido por el Área de Maniobras, por lo que se debe tener en cuenta:

No entrar en una pista hasta que se reciba el PERMISO del Servicio de Control del Aeródromo del aeropuerto (TWR).

A fin de confirmar al controlador la correcta recepción del mensaje, se repetirán las instrucciones recibidas relativas al PERMISO para entrar o cruzar una pista.



¡¡IMPORTANTE!!

No se puede utilizar la palabra **AUTORIZAR** para comunicaciones con los vehículos, ya que este término solo se utiliza con las aeronaves.

La notificación de **"PISTA LIBRE"** (haber salido de la pista) solo debe **hacerse cuando se haya realizado totalmente** y nunca mientras la acción se lleva a cabo. Se considerará que la pista está libre cuando el vehículo se encuentre a más de **70 m** del borde de la pista o en el punto de espera.

8.5.2 Identificar al emisor

Cuando una estación recibe una llamada inicial dirigida a ella, pero no está segura de la procedencia o identificación de la estación que llama, debe indicarlo.

Ejemplos:

- Estación que llama a Tenerife. Repita el distintivo.
- Significado: La Torre de Tenerife indica (a la estación que le ha llamado) que repita su distintivo, para asegurarse de la procedencia de la llamada.
- Estación llamando a R-1. Repita distintivo.
- Significado: El vehículo R-1 indica (a la estación que le ha llamado) que repita su distintivo, para asegurarse de la procedencia de la llamada.

8.5.3 Intercambiar mensajes

Para indicar al operador de la estación que transmita su mensaje se utiliza la palabra ADELANTE, como se indica en los ejemplos siguientes.

Ejemplos:

- **P-1** Adelante (La estación indica al conductor del vehículo P-1 que transmita su mensaje).
- **M-2** Adelante (La estación indica al conductor del vehículo M-2 que transmita su mensaje).
- Corregir y/o repetir los mensajes
- Para poder comunicar que se ha cometido un error en la transmisión de un mensaje, se utiliza la palabra CORRECCIÓN, además de:
    - Repetir el último grupo o frase trasmitida correctamente.
    - Trasmitir la versión correcta.
    - Cuando un operador transmite un mensaje que considera puede ser difícil para su recepción, es recomendable transmitir dos veces las partes más importantes del mismo.
    - Si el operador que recibe un mensaje duda de su exactitud, debe solicitar la repetición del mismo. Esta repetición puede efectuarse del siguiente modo:
        - Total: se utiliza la palabra REPITA.
        - Parcial: se utilizan las siguientes palabras/frases:
            - “REPITA TODO LO ANTERIOR A...”
            - “REPITA... (la palabra anterior a la que falte) HASTA... (la palabra que sigue después de la parte que falta)”

- **“**REPITA TODO LO QUE SIGUE A.” (la última palabra recibida satisfactoriamente).
- “NEGATIVO...” (Cuando el operador observa que hay puntos incorrectos en la comunicación que recibe).

EJEMPLO

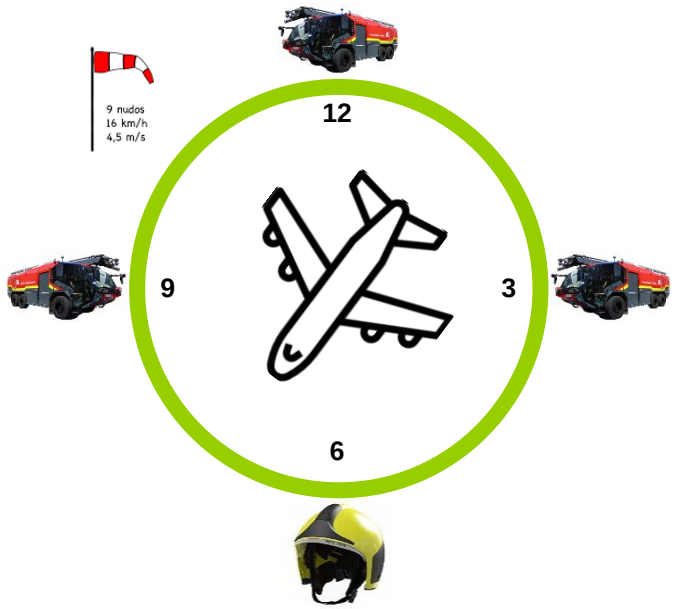
Torre: P-2 proceda con DC-9 Iberia al stand 32
P-2: Recibido. Stand 42. (Mensaje incorrecto)
Torre: Negativo. Stand 32. (Mensaje correcto)
P-2: Recibido. Stand 32. (Mensaje correcto)

Nota: En terminología aeronáutica es frecuente utilizar la palabra inglesa” STAND” para referirse al puesto de estacionamiento de una aeronave.

8.5.4 Transmisión de una orientación relativa (método del reloj)

Cuando se deba transmitir una información sobre la orientación relativa en la que se encuentra un objeto o un tráfico en conflicto respeto a una posición fija se usa el método del reloj de 12 horas, la información se dará pronunciando los dígitos juntos.

POSICIÓN RELATIVA	ESPAÑOL	INGLÉS AERONÁUTICO
03:00	Tres en punto	Three o´clock
10:00	Diez en punto	Ten o´clock



8.5.5 Condiciones de socorro y urgencia

El tráfico de socorro y de urgencia comprenderá todos los mensajes radiotelefónicos relativos a las condiciones de peligro y de urgencia, respectivamente. Las condiciones de peligro y de urgencia se definen así:

- **Peligro**: condición de estar amenazado por un riesgo serio o inminente y de requerir ayuda inmediata.

- **Urgencia**: condición que afecta a la seguridad de una aeronave o de otro vehículo, o de alguna persona a bordo o que esté al alcance de la vista, pero que no exige ayuda inmediata.

8.5.6 Categorías de los mensajes

Las categorías de los mensajes cursados por el servicio móvil aeronáutico, el orden de prioridad de establecimiento de las comunicaciones y la transmisión de mensajes se ajustarán a la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE MENSAJE Y ORDEN DE PRIORIDAD	
Llamadas de socorro, mensajes de socorro y tráfico de socorro	MAYDAY
Mensajes de urgencia, incluidos los mensajes precedidos por la señal de transportes sanitarios	PAN, PAN o PAN, PAN MEDICAL
Comunicaciones relativas a radiogoniometría	
Mensajes relativos a la seguridad de los vuelos	
Mensajes meteorológicos	
Mensajes relativos a la regularidad de los vuelos	

La señal radiotelefónica de socorro **MAYDAY** y la señal radiotelefónica de urgencia **PAN, PAN** se usarán al comienzo de la primera comunicación de socorro y de urgencia, respectivamente. Estas palabras se repiten tres veces ante cualquier comunicación de socorro o urgencia. En estas condiciones, todos los vehículos con equipo de radiotelefonía tienen que mantenerse a la escucha y no interferir la frecuencia de radio.

Al principio de cualquier comunicación subsiguiente del tráfico de socorro y de urgencia, se permitirá utilizar las señales de socorro y urgencia de radiotelefonía.

El remitente de los mensajes dirigidos a una aeronave que se encuentre en una condición de peligro o de urgencia, limitará a lo mínimo la cantidad, volumen y contenido de dichos mensajes, según lo exija la situación.

Las comunicaciones de socorro y de urgencia se mantendrán, por lo general, en la frecuencia en que se iniciaron, hasta que se considere que puede prestarse mejor ayuda mediante su transferencia a otra frecuencia siempre a iniciativa del ATC.

Nota. - Pueden utilizarse, según corresponda, las frecuencias de 121,5 MHz o las frecuencias VHF o HF alternativas que estén disponibles.

En los casos de comunicaciones de socorro y urgencia, las transmisiones radiotelefónicas se harán, por regla general, lenta y claramente, pronunciando distintamente cada palabra para facilitar su trascripción.

8.5.7 Imposición de silencio

La estación en peligro, o la estación que controle el tráfico de socorro, estará autorizada para imponer silencio ya sea a todas las estaciones del servicio móvil dentro del área o a cualquier estación que perturbe el tráfico de socorro. Dirigirá estas instrucciones "a todas las estaciones" o a una estación solamente, de acuerdo con las circunstancias. En ambos casos utilizará:

CESE DE TRANSMITIR (STOP TRANSMITTING)
La señal radiotelefónica de socorro MAYDAY

El uso de las señales especificadas en el párrafo anterior estará reservado a la estación de aeronave en peligro o a la estación que controle el tráfico de socorro.

8.5.8 Medidas que deben tomar todas las demás estaciones

Las comunicaciones de socorro tienen prioridad absoluta y la estación que tenga conocimiento de ellas las transmitirá en la frecuencia de que se trate, a menos que:

- Se haya cancelado el procedimiento relativo al socorro o se hayan terminado las comunicaciones de socorro.
- Todo el tráfico de socorro haya sido transferido a otras frecuencias.
- Dé permiso la estación que controle las comunicaciones.
- Tenga ella misma que prestar ayuda.

Cualquier estación del servicio móvil que tenga conocimiento del tráfico de socorro y que no pueda ella misma ayudar a la estación en peligro seguirá, sin embargo, escuchando a dicho tráfico hasta que resulte evidente que ya se está prestando auxilio.

Terminación de las comunicaciones de socorro y de silencio Cuando una aeronave ya no esté en peligro, transmitirá un mensaje para anular la condición de peligro.

Se terminarán las condiciones de comunicaciones de socorro, y del silencio, mediante la transmisión de un mensaje que incluya las palabras **"TRÁFICO DE SOCORRO TERMINADO" (DISTRESS TRAFFIC ENDED)**, en la frecuencia o frecuencias que se estén utilizando para las comunicaciones de socorro. Dicho mensaje solo podrá ser iniciado por la estación que controle las comunicaciones.

8.5.9 Cabina estéril de vehículo

Durante las operaciones en el Área de Maniobras solo deberían tratarse asuntos relacionados directamente con trabajos operacionales. El conductor aplicará las recomendaciones de cabina estéril durante la conducción, debiendo suprimir todo aquello que nos pueda despistar.

8.6 Transmisión para efectuar una llamada de prueba

En toda transmisión de prueba, a través de una llamada de radio, se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Identificación de la estación a la que se llama para hacer la prueba.
- Identificación del vehículo que llama para hacer la prueba.
- Verificación radio/radio check.
- Identificación de la frecuencia que se usa.

En la prueba se deberá utilizar una escala de legibilidad de los mensajes, que consta de cinco niveles:

ESCALA DE LEGIBILIDAD	SIGNIFICADO
1	Ilegible
2	Legible de vez en cuando
3	Legible con dificultad
4	Legible
5	Perfectamente legible

Nota: Si el mensaje que se está transmitiendo o recibiendo por la radio tiene una legibilidad inferior a 4 (según la escala de legibilidad), no se deberá entrar en el Área de Maniobras, y se procederá a dar parte de este hecho a la Unidad correspondiente para que sea revisada dicha radio.

La secuencia utilizada para contestar a una llamada de prueba de radio es:

- Identificación de la estación a la que se llama para hacer la prueba.
- Identificación del vehículo que llama para hacer la prueba.
- Escala de legibilidad.

DEP	TRANSMISIÓN
VEH	Tenerife TWR, P-2
TWR	P-2, de Tenerife TWR
VEH	Tenerife TWR, P-2, verificación radio 118.15
TWR	P-2, Tenerife TWR, le recibo 4

¡¡IMPORTANTE!!

Los mensajes ATC tienen prioridad sobre el resto de mensajes, excepto los de socorro, urgencia y radiotelegrafía.

8.7 Técnicas de transmisión de un mensaje

Existen diversas técnicas para transmitir oralmente las comunicaciones, de forma clara y satisfactoria. Algunas se dirigen al empleo correcto de los instrumentos técnicos que facilitan la comunicación –como es el caso del micrófono--, mientras que otras se refieren a la propia forma de hablar: vocalización, claridad, ritmo, etc.

8.8 Transmisión eficaz y comprensible de un mensaje

- Antes de iniciar la transmisión hay que verificar que no hay interferencias con la transmisión de otra estación.
- Antes de empezar a hablar oprimir durante 1 segundo el interruptor de transmisión y no soltarlo hasta pasado otro segundo tras finalizar el mensaje. De esta forma se tiene absoluta seguridad de haber trasmitido la totalidad del mensaje**.**
- Utilizar el micrófono a distancia constante, para evitar se altere la audición de la voz.
- Hablar con claridad y utilizar un tono de conversación normal.
- Mantener una velocidad constante de la voz. En general se procurará no exceder las 100 palabras por minuto. Cuando se estime que el receptor va a necesitar realizar anotaciones del mensaje que se le envía, se deberá hablar más lento de lo habitual.
    - Mantener un volumen constante en la voz.
    - Antes y después de transmitir un número, se haga una ligera pausa para facilitar el entendimiento del mensaje.
    - Evitar emitir mensajes de duda tales como: ¡hum!, ¡este...!, etc.

Una situación estresante y potencialmente peligrosa en radiotelefonía es dejar el interruptor del micrófono **"BLOQUEADO"**. Los usuarios deberán asegurarse, en todo momento, de que dicho interruptor ha quedado libre después de una transmisión y de que el transmisor se ha puesto en un lugar apropiado en el cual este interruptor no pueda quedar inadvertidamente conectado. En cada comunicación se observará la mayor disciplina en todo momento.

8.9 Equipos de comunicaciones y frecuencias

Los equipos de comunicación deben ser manejados con la máxima precisión y seguridad posible. Habitualmente se emplean dos tipos de equipos de comunicación:

- Equipo de transmisión/recepción (Tx/Rx) en VHF/AM, en la banda aeronáutica (de 117,975 a 136 MHz), para aviación Comercial y 136 a 143 MHz para aviación Militar.
- Equipo de transmisión/recepción (Tx/Rx) en UHF/FM, en la banda (no aeronáutica) utilizada por el Centro de Operaciones (CEOPS) y/o el Centro de Coordinación (CECOA).

8.10 Mantenimiento de los equipos de comunicaciones

Los distintos equipos de comunicaciones (fijos en el vehículo, portátiles...) utilizados por el personal del SSEI, deben ser revisados continuamente para comprobar su estado y disponibilidad.

Es importante asegurarse y conocer si hay alguna zona de problemas de recepción de radio y las medidas a tomar (caso de detección ponerlo en conocimiento)

Si se detecta una anomalía que pueda dificultar o impedir el uso de los equipos asignados, se informará (a la unidad correspondiente, por el medio que se determine) para que dicha anomalía sea resuelta lo antes posible con el fin de que la comunicación con las distintas dependencias o unidades del aeropuerto funcione perfectamente.

Es importante conocer bien los equipos de comunicaciones, así como el procedimiento local sobre la revisión a realizar.

8.11 Sistema de comunicación TETRA

Instrucciones básicas: Tiene un manejo similar al de un teléfono móvil.

Se puede mantener comunicación abierta en grupo, realizar llamadas telefónicas, llamadas privadas y mensajes.

- **Llamada de grupo:** Una vez seleccionado el grupo activo, con el botón giratorio, solo es necesario pulsar el PTT y empezar a hablar, como ocurre con cualquier walkie, hay que esperar 1 segundo antes de empezar a hablar.

- **Llamada privada:** Es la llamada directa de un terminal TETRA a otro. Hay que marcar el número del terminal y pulsar el PTT para realizar la llamada tipo walkie, (half dúplex).

- **Llamada telefónica:** Marcar la extensión telefónica. Solo se permiten llamadas internas, a móviles corporativos y abreviados. No es necesario pulsar el PTT para hablar, (full dúplex).

- **Mensajes:** Son como un SMS en el que aportamos información.

8.12 Sistema craneal integrado

Es un sensor que va integrado en el casco, el cual transforma las vibraciones que recibe del cráneo en sonido, por lo que el ruido externo queda excluido, quedando así una voz nítida en un entorno ruidoso.

El sonido se recibe de un auricular que se acopla próximo a un oído y la comunicación se emite pulsando el PTT. La conexión está guiada al PTT y a su vez al transmisor integrado en el EPI.

Es muy importante que la colocación del PTT sea la adecuada para que durante los trabajos que podamos realizar no quede pulsado y no interfieran o bloqueen las comunicaciones.

El SSEI mantiene en la sala de comunicaciones escucha con el propio canal del SSEI, con TWR, con señaleros, así como también se puede mantener escucha con canal de emergencia y teléfonos con línea directa con TWR e instalaciones satélites en el caso de que las tuviera.

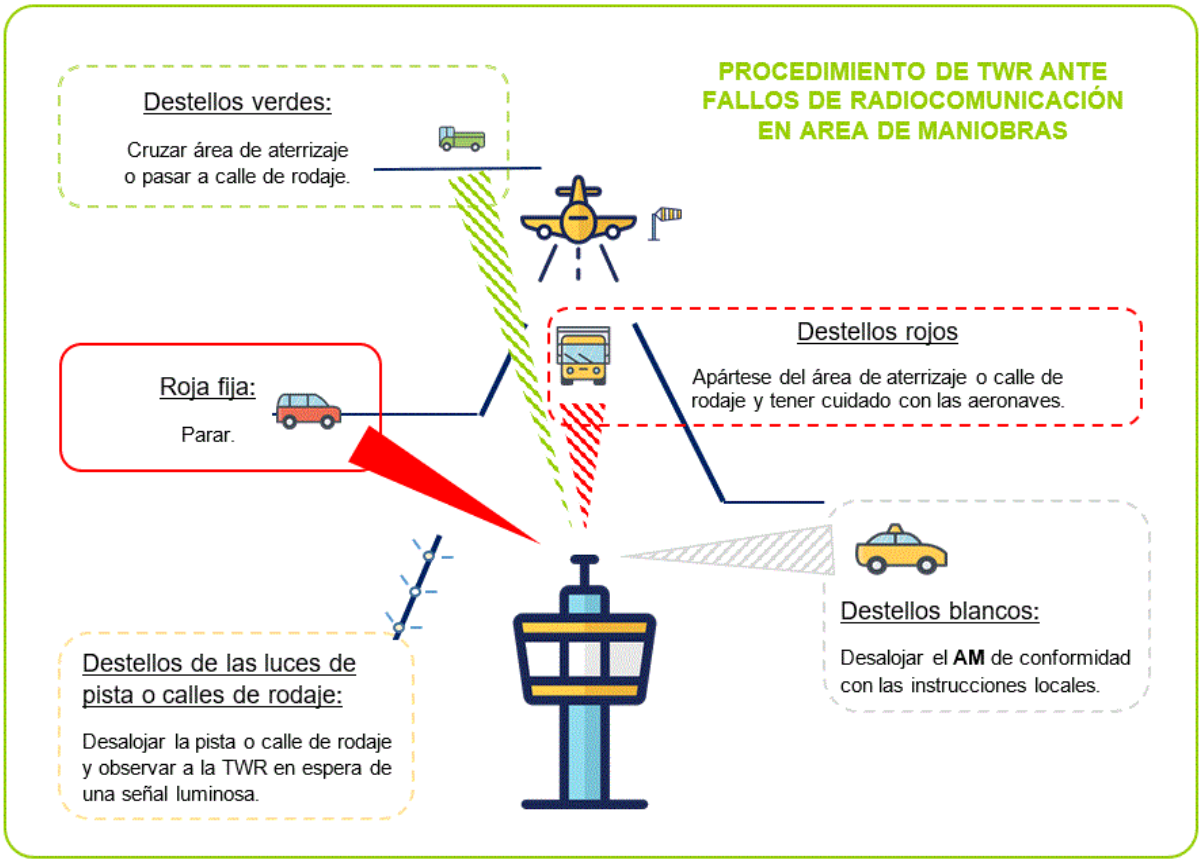
8.13 Procedimiento en caso de fallo en las radiocomunicaciones

En caso de fallo de las comunicaciones radiotelefónicas con los Servicios de Control del Aeródromo cuando el conductor del vehículo se encuentre en el Área de Maniobras, el procedimiento general de actuación será:

- Normalmente, el conductor deberá detenerse y esperar hasta recibir ayuda. No obstante, en caso de que el fallo de comunicaciones se presente mientras cruza una pista activa, abandonará la misma antes de detenerse y de buscar ayuda.

- Si el conductor dispone de emisora en la frecuencia del CEOPS, deberá informar a dicha dependencia de la situación y requerir auxilio.

- Cuando pierda el contacto radiotelefónico con el controlador, deberá mirar hacia la Torre, ya que, posiblemente, desde allí se le harán las señales luminosas que se describen a continuación:



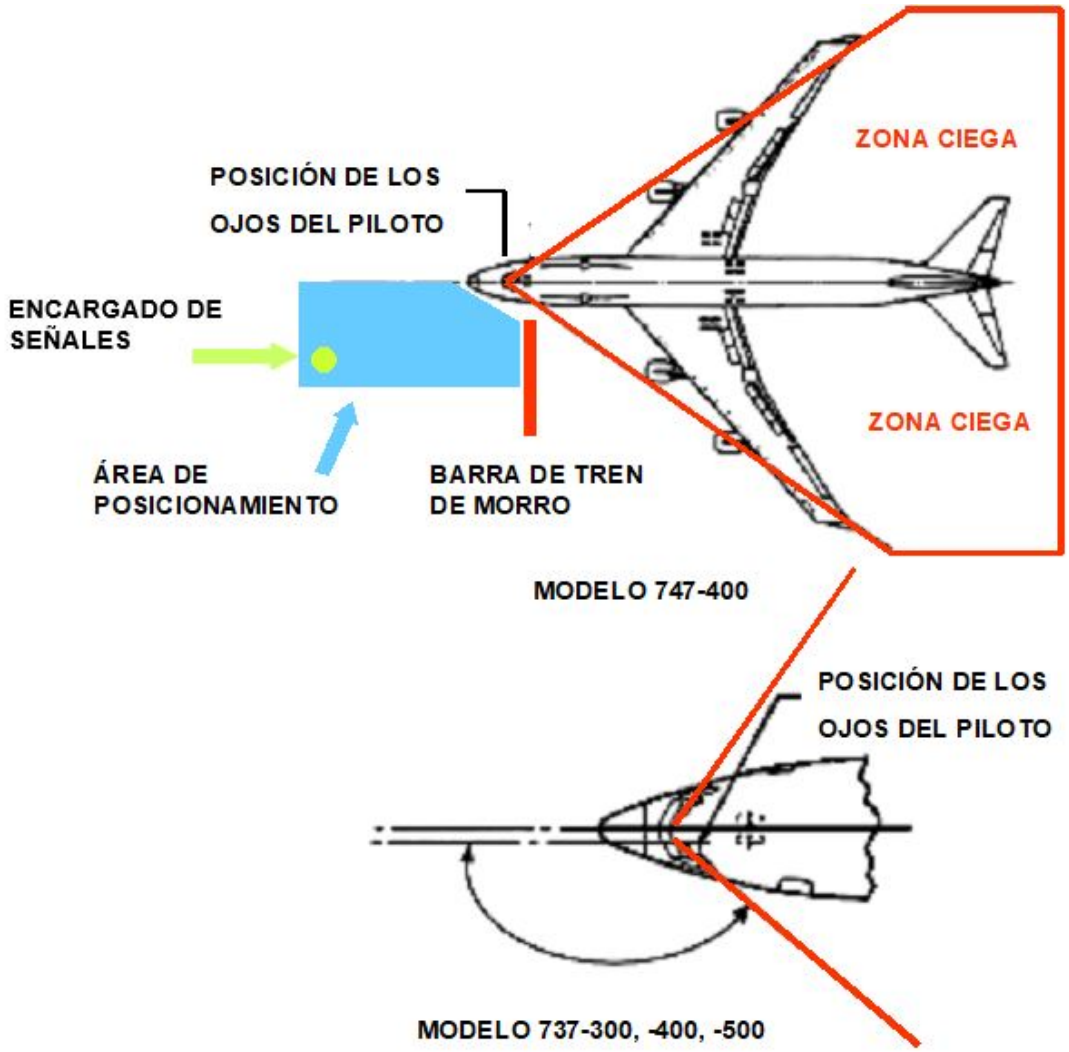
8.14 Señales gestuales en los aeropuertos

En el apartado de señales manuales, deberíamos hacer referencia a varios grupos:

- Señales SSEI a la tripulación de la aeronave.
- Señales que realiza el piloto o comandante con el personal de tierra.
- Señales propias del SSEI.

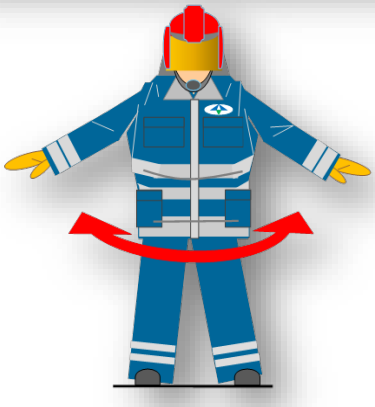
Es importante que la persona que hace o recibe las señales del piloto, normalmente el Jefe de Dotación, se sitúe en la **posición adecuada**, con el fin de que pueda ser visto por el piloto y, simultáneamente, pueda ver las señales.

El siguiente gráfico muestra un ejemplo del ángulo donde podría situarse la persona que hace o recibe las señales.



8.14.1 SSEI a la tripulación de la aeronave

3. EMERGENCIA BAJO CONTROL

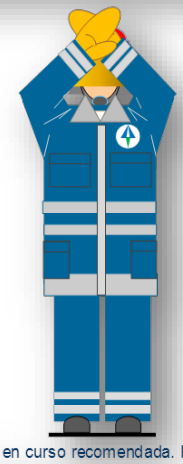


No hay indicios exteriores de peligro o "emergencia terminada".

Brazos extendidos hacia afuera y hacia abajo a 45º. Mueva los brazos hacia adentro por debajo de la cintura simultáneamente hasta que se crucen en las muñecas y después extiéndalos hacia afuera hasta la posición inicial (señal de "safe" del árbitro de béisbol).

De noche: Lo mismo pero con toletes.

2. SE RECOMIENDA PARAR



Parar la evacuación en curso recomendada. Parar el movimiento de la aeronave u otra actividad en curso.

Brazos frente a la cabeza, cruzados en las muñecas.

De noche: Lo mismo pero con toletes.

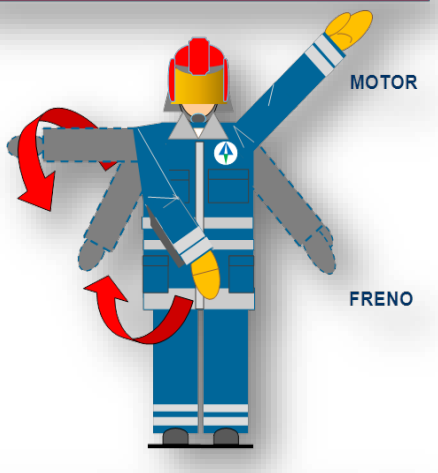
1. SE RECOMIENDA EVACUAR

Se recomienda la evacuación basándose en la evaluación de la situación externa por el comandante del incidente ARFF.

Brazo extendido manteniéndole horizontal con la mano levantada al nivel de los ojos. Haga un movimiento de llamada con el antebrazo inclinándolo hacia atrás. El otro brazo permanece inmóvil pegado al cuerpo.

De noche: Lo mismo pero con toletes.

4. FUEGO / INCENDIO



Mueva la mano derecha en movimiento de abanico desde el hombro hacia la rodilla, señalando al mismo tiempo con la mano izquierda la zona de fuego.

De noche: Lo mismo pero con toletes.

8.14.2 Propias del SSEI

AVANZAR
Hacia la posición donde se encuentra la persona que hace la señal

FIN DE LA MANIOBRA
Detener maniobra que se estaba realizando. Como la marcha atrás del camión

PARAR
Parar la bomba. Cualquier otro trabajo, máquina funcionando etc.

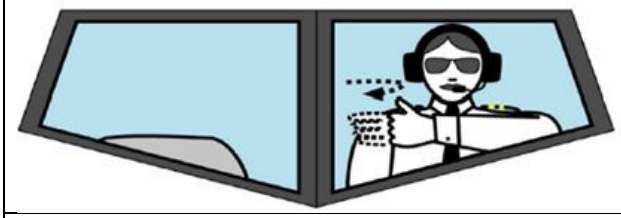
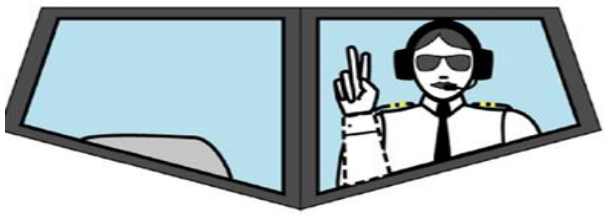
VIRAJE A IZQUIERDA
Con el brazo derecho y el tolete extendidos a un ángulo de 90º respecto del cuerpo, haga la señal de avanzar con la mano izquierda. La rapidez con la que se mueve el brazo indica al piloto la velocidad de viraje.

VIRAJE A DERECHA
Con el brazo izquierdo y el tolete extendidos a un ángulo de 90º respecto del cuerpo, haga la señal de avanzar con la mano derecha. La rapidez con la que se mueve el brazo indica al piloto la velocidad de viraje.

ACELERAR BOMBA
Pedir más presión en la bomba. Indicación de subir en alguna maniobra

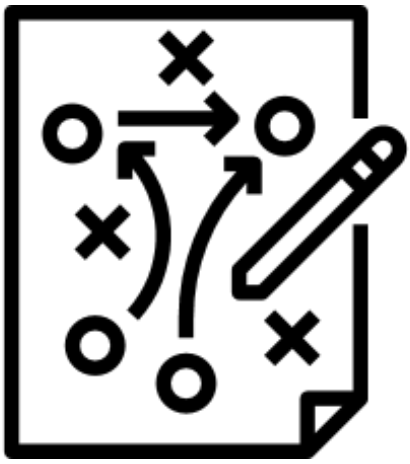
DECELERAR BOMBA
Pedir menos presión en la bomba. Indicación de bajar en alguna

8.14.3 Piloto o comandante a personal de tierra

	Frenos accionados: levantar brazo y mano, con los dedos extendidos, horizontalmente delante del rostro, luego cerrar la mano.
	**Frenos sueltos:** Levantar el brazo, con el puño cerrado, horizontalmente delante del rostro, luego extender los dedos.
	Poner calzos: Brazos extendidos, palmas hacia fuera, moviendo las manos hacia dentro cruzándose por delante del rostro
	Fuera calzos: Manos cruzadas delante del rostro, palmas hacia fuera, moviendo los brazos hacia fuera.
	**Preparando para poner en marcha el motor o motores**: levantar el número apropiado de dedos de una mano indicando el número del motor que ha de arrancar.

- Las señales gestuales en una maniobra o intervención deben ser precisas, simples, amplias, fácil de realizar y comprender y claramente distinguibles de cualquier otra señal gestual.
- La utilización de los dos brazos al mismo tiempo se hará de forma simétrica y para una sola señal gestual, no podrá haber ninguna duda al respecto.
- Estas señales, no serán obstáculo para que se pueda realizar alguna diferente, siempre que todo el equipo de trabajo, las conozca y las tengan entrenadas.

CATEGORÍA SSEI
NIVEL PROTECCIÓN: TÉCNICAS Y TÁCTICAS



9. CATEGORÍA SSEI, NIVEL DE PROTECCIÓN: TÉCNICAS Y TÁCTICAS

9.1 Introducción

El objeto de este tema es conocer como se establece la categoría SSEI de un Aeropuerto, así como, el nivel de protección SSEI que debe de suministrarse dentro del horario operativo del mismo, definiendo los medios mínimos necesarios (agentes extintores, nº VSSEI, personal…) para cubrir dicha categoría.

El principal objetivo del SSEI es salvar vidas en caso de que se produzca un accidente o incidente de una aeronave dentro del aeródromo o en sus inmediaciones.

Para ello el SSEI debe disponer de medios y procedimientos que permitan crear y mantener condiciones de supervivencia dentro de la aeronave, proporcionar rutas de escape para los ocupantes que puedan evacuar por si mismos e iniciar el rescate de aquellos incapaces de hacerlo por sus propios medios.

Los factores más importantes que influyen en el salvamento son:

- El adiestramiento y la eficacia del personal.
- La rapidez con que pueda intervenir el personal.
- El equipo asignado a los SSEI.

9.2 Categoría SSEI

Cada categoría SSEI lleva asociada un nivel de protección a proporcionar que es el que marca los medios materiales y humanos necesarios a efectos de salvamento y extinción de incendios.

La categoría SSEI del aeródromo deberá calcularse periódicamente (al menos una vez al año) y vendrá determinada como la categoría de las aeronaves que ***normalmente*** operan en el aeródromo en el periodo de los tres meses consecutivos de mayor actividad, con los ajustes que exija la frecuencia de las operaciones.

La categoría SSEI de cada aeronave está determinada de conformidad con la siguiente tabla, y se basa en la longitud de la aeronave y la anchura de su fuselaje.

CATEGORÍA SSEI DEL AERÓDROMO	LONGITUD TOTAL DE LA AERONAVE	ANCHURA MÁXIMA DEL FUSELAJE
1	De 0 a 9 m exclusive	2 m
2	De 9 a 12 m exclusive	2 m
3	De 12 a 18 m exclusive	3 m
4	De 18 a 24 m exclusive	4 m
5	De 24 a 28 m exclusive	4 m
6	De 28 a 39 m exclusive	5 m
7	De 39 a 49 m exclusive	5 m
8	De 49 a 61 m exclusive	7 m
9	De 61 a 76 m exclusive	7 m
10	De 76 a 90 m exclusive	8 m

En el cálculo de la categoría SSEI de las aeronaves si después de seleccionar la categoría correspondiente a la longitud total de la aeronave más larga, la anchura de fuselaje de dicha aeronave es mayor a la anchura máxima para dicha categoría, según la columna tres de la tabla, entonces la categoría para esa aeronave será la del nivel siguiente más elevado.

Se entenderá por aeronaves que normalmente usan el aeródromo aquellas cuya suma de movimientos durante los tres meses consecutivos de mayor tráfico es igual o superior a 24.

Cada aterrizaje o cada despegue cuenta como un movimiento y se contabilizarán los movimientos correspondientes a las operaciones de transporte aéreo regular, no regular y de aviación general.

Si la suma de movimientos para la categoría de una aeronave es inferior a 24, a efectos de contabilización, se podrán añadir esos movimientos a la categoría inmediatamente inferior. Esta operación podrá realizarse hasta dos niveles como máximo.

En caso de que fuera de los tres meses de máxima actividad, se detectase que existen periodos trimestrales en los que, sin llegar a ser los tres meses de mayor actividad del año, hubiese más de 24 movimientos de aeronaves de categoría superior a la determinada mediante este procedimiento, se deberá realizar un análisis de riesgos dentro del Sistema de Gestión de Seguridad (SMS) del aeródromo, al objeto de garantizar suficientemente el mantenimiento de un nivel de seguridad aceptable.

9.3 Nivel de protección proporcionado

Si el número de movimientos de aeronaves, de categoría más elevada, que normalmente utilizan el aeródromo es inferior a 700 en los tres meses consecutivos de mayor actividad, el nivel de protección provisto podrá ser reducido en no más de una categoría por debajo de la determinada.

No obstante, durante los períodos previstos de actividad reducida se puede disminuir el nivel de protección disponible en el aeródromo. En este caso el nivel de protección no deberá ser inferior al que se precise para la categoría más elevada de aeronave que se prevea utilizará el aeródromo durante esos períodos, independientemente del número de movimientos.

Se entiende como período de actividad reducida aquel en el que la categoría de las aeronaves que operan es menor a la categoría de las aeronaves determinantes.

El nivel de protección para las operaciones exclusivamente de carga, correo, formación, prueba, posicionamiento y final de vida de aeronave, incluyendo aquellas que transportan MMPP, independientemente del número de movimientos, puede ser reducido de acuerdo con la tabla siguiente.

CATEGORÍA OACI-SSEI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NIVEL DE PROTECCIÓN	1	2	3	4	5	5	6	6	7	7

En los aeródromos en los que existan operaciones de transporte de pasajeros y operaciones indicadas en el anterior párrafo, se calculará el nivel de protección para unas y otras y se adoptará el mayor de los dos.

En caso de aterrizaje de emergencia o cuando, en opinión del comandante de una aeronave, un desvío o mantenerse a la espera pueda suponer mayor peligro, se permitirá la operación de aeronaves que

requieran categoría superior al nivel de protección proporcionado por el aeródromo sin tener en cuenta el nivel de protección disponible.

El operador del aeródromo deberá notificar a los Servicios de Información Aeronáutica (AIS) el nivel de protección SSEI proporcionado en el aeródromo, para su publicación en el AIP.

9.3.1 Nivel proporcionado variable en el tiempo

En determinados períodos temporales menos exigentes se podrá proporcionar un nivel de protección inferior al de la categoría SSEI del aeródromo, siempre que se asegure que en caso de operar aeronaves de categoría superior al nivel de protección proporcionado para esos períodos, se aumentará el nivel de protección de acuerdo a la categoría de la aeronave e independientemente del número de movimientos de dicha aeronave, hasta alcanzar el nivel máximo de protección correspondiente a la categoría SSEI del aeródromo.

Los períodos de operación del aeródromo con nivel de protección reducido se publicarán en el AIP o a través de NOTAM.

En determinados períodos temporales más exigentes se podrá proporcionar un nivel de protección superior al determinado en el aeródromo en el período de actividad normal, considerando la categoría de la aeronave que opera y las conclusiones del análisis de riesgos en el ámbito del SMS.

Las variaciones del nivel de protección podrán ser:

- **Diariamente:** se establece un nivel de protección variable en función de las horas del día.
- **Semanalmente:** se establece un nivel de protección variable según los días de la semana.
- **Estacionalmente:** se establece un nivel de protección variable en diferentes periodos del año.
- **Puntualmente:** la distribución de tráfico en un determinado periodo definido es muy heterogénea, debido a que las aeronaves determinantes para el cálculo de la categoría tienen una operación reducida y localizada en periodos temporales puntuales e irregulares. Pueden ser a demanda.

9.3.2 Nivel de protección SSEI por no disponibilidad de medios materiales o humanos

Las circunstancias no previstas que supongan la reducción temporal del nivel de protección SSEI prestado se consideran eventos no planificados que resultan de la no disponibilidad de instalaciones, equipos o recursos, como:

- Avería de los vehículos SSEI.
- Falta de personal.
- Falta de disponibilidad de agentes extintores.
- Respuesta del SSEI a un accidente o incidente.

Los cambios producidos, incluyendo el tiempo estimado de duración, deberán comunicarse de inmediato al ATS y al AIS para suministrar la información necesaria a las aeronaves que llegan o salen del aeródromo, hasta que la información esté disponible vía NOTAM.

La reducción temporal se expresará en términos de la nueva categoría SSEI disponible en el aeródromo; si se prevé que la incidencia no va a poder ser resuelta en un plazo máximo de 90 min. desde que ocurrió o ha transcurrido ese tiempo sin subsanarse, se emitirá un NOTAM informando de la reducción temporal y el nuevo nivel proporcionado; se recuperará el nivel de protección inicial cuando se solventen las causas del imprevisto.

Estas notas y otras especificaciones más sobre la categoría y el nivel de protección SSEI se pueden encontrar y consultar en la Instrucción Técnica de AESA **CSA-16-ITC-112.**

9.4 Horario del SSEI

El operador del aeródromo garantizará que, durante las operaciones de vuelo, y al menos, hasta 15 min. después de la salida del último vuelo, se asigne personal suficientemente formado e inmediatamente disponible para llevar los vehículos SSEI, y para operar el equipamiento a máxima capacidad.

El horario de actividad del aeródromo con presencia del SSEI comprende el horario operativo y el horario de servicio del mismo. En caso de que el operador del aeródromo no defina el horario de servicio del SSEI se considerará que este y el operativo coinciden.

9.4.1 Horario operativo

Franja horaria dentro del horario de actividad del aeródromo, en la que se asegura la prestación del nivel de protección SSEI establecido en el AIP y en la que se puede realizar la operación de aeronaves para las que está previsto.

Este horario debe incluir las siguientes actividades:

- Cualquier movimiento de aeronaves.
- Abastecimiento de combustible, con pasaje a bordo, embarcando o desembarcando.

9.4.2 Horario de servicio

Franja horaria dentro del horario de actividad del aeródromo, pero fuera del horario operativo del SSEI, en la que, sin llegar a proporcionar el nivel de protección, se requiere una presencia mínima del SSEI en el aeródromo para que se lleven a cabo ciertas actividades relacionadas con las operaciones de aeronaves.

El requerimiento mínimo para lo expuesto es, al menos, un vehículo SSEI con su tripulación completa.

Y las actividades que pueden desarrollarse en esta franja son:

- Embarque y desembarque de pasajeros.
- Puesta en marcha de la APU.
- Reabastecimiento de combustible sin pasaje ni tripulación.
- Pruebas de motores previas a la realización de operaciones de vuelo.

9.4.3 Actividades permitidas sin presencia del SSEI

- Documentadas en el ámbito del SMS del aeródromo: Movimientos de aeronaves sin pasaje a bordo, puesta en marcha de la APU o los motores relacionadas con labores de mantenimiento.
- Actividades de asistencia en tierra de la aeronave (handling).
- Actividades en el Lado Aire no contenidas en apartados anteriores.
- Actividades realizadas en el lado tierra del aeródromo de servicio al pasajero.

9.5 Personal del SSEI durante el horario operativo

El mínimo de personal operativo del SSEI que debe estar presente en el aeródromo, en cada estación del SSEI independiente, durante el horario operativo del SSEI, en relación con el nivel de protección y a efectos garantizar los tiempos de respuesta establecidos por las normas técnicas para salvamento y extinción de incendios.

NIVEL DE PROTECCIÓN SSEI	MÍNIMO PERSONAL OPERATIVO DEL SSEI
1	1 JD o 1 B
2	1 JD + 1 B o 2 B
3	1 JD + 1 B o 2 B
4	1 JD + 1 B o 2 B
5	1 JD + 1 B o 2 B
6	1 JD + 4 B
7	1 JD + 4 B
8	1 JD + 6 B
9	1 JD + 6 B
10	1 JD + 6 B

El gestor del aeródromo deberá especificar el número mínimo de personal necesario para el manejo de cada tipo de vehículo de extinción de incendios.

Cuando el número de vehículos necesarios para el transporte de los agentes extintores exceda el mínimo requerido para la categoría OACI-SSEI del aeródromo, el número correspondiente de bomberos deberá incrementarse en el número de personas necesarias para el manejo de los VSSEI.

No obstante lo anterior, si el personal SSEI del aeródromo está destinado a labores adicionales a las de salvamento y extinción de incendios (incluidas en el plan de autoprotección o en otros procedimientos locales), cada gestor de aeródromo deberá justificar que el personal SSEI disponible en su aeródromo, tanto bomberos como jefes de dotación, es suficiente para la realización de todas las actividades que se le encomienda, no pudiendo en ningún caso ocurrir que el personal que resulte del análisis anterior sea inferior al indicado en la anterior tabla.

La dotación de personal SSEI deberá calcularse de forma que se proporcione el número adecuado de personal en todos los niveles de responsabilidad con el fin de asegurar que:

- El SSEI sea capaz de alcanzar los tiempos mínimos de respuesta.
- Todos los vehículos y el equipo funcionan con eficacia y seguridad.

- Se puede realizar la aplicación de agentes extintores con la continuidad y el régimen de descarga establecidos en las normas técnicas.
- Existe el grado necesario de supervisión y coordinación en las actuaciones cuando el número de personal y vehículos sea elevado.
- Se garantiza la participación del SSEI en el Plan de Autoprotección, así como en el resto de procedimientos definidos para el servicio.
- Se da cumplimiento de la instrucción técnica de AESA, sobre requisitos de formación del personal de salvamento y extinción de incendios.

9.6 Agentes extintores en el aeródromo

En los aeródromos se suministrarán agentes extintores principales y complementarios.

Las cantidades de agua para la producción de espuma y los agentes complementarios que han de llevar los vehículos de salvamento y extinción de incendios, de cada estación del SSEI independiente, deberán estar de acuerdo con nivel de protección que debe proporcionarse.

En aeródromos de las categorías 1 y 2 podría sustituirse hasta el 100 % del agua por agentes complementarios. A los efectos de sustitución de los agentes extintores, 1.0 kilogramos de agentes complementarios se considerará como equivalente a 1.0 litros de agua para la producción de espuma nivel A.

Las cantidades mínimas de agentes extintores y agua, así como los regímenes mínimos de descarga, calculados para una concentración de espumógeno del 6 %, para espumas de eficacia A, B y C se muestran en la siguiente tabla:

CANTIDADES MÍNIMAS DE AGENTES EXTINTORES								
	ESPUMA EFICACIA NIVEL A		ESPUMA EFICACIA NIVEL B		ESPUMA EFICACIA NIVEL C		AGENTES COMPLEMENTARIOS	
CAT SSEI	AGUA (L)	RD (L/min)	AGUA (L)	RD (L/min)	AGUA (L)	RD (L/min)	PQS (kg)	RD (kg/s)
1	350	350	230	230	160	160	45	2,25
2	1.000	800	670	550	460	360	90	2,25
3	1.800	1.300	1.200	900	820	630	135	2,25
4	3.600	2.600	2.400	1.800	1.700	1.100	135	2,25
5	8.100	4.500	5.400	3.000	3.900	2.200	180	2,25
6	11.800	6.000	7.900	4.000	5.800	2.900	225	2,25
7	18.200	7.900	12.100	5.300	8.800	3.800	225	2,25
8	27.300	10.800	18.200	7.200	12.800	5.100	450	4,5
9	36.400	13.500	24.300	9.000	17.100	6.300	450	4,5
10	48.200	16.600	32.300	11.200	22.800	7.900	450	4,5

Las cantidades de agua especificadas para la producción de espuma se basa en un régimen de aplicación de 8,2 l/min/m^2 para una espuma de eficacia de nivel A, 5,5 l/min/m^2 para una espuma de eficacia de nivel B y 3,75 l/min/m^2 para una espuma de eficacia de nivel C.

En los vehículos SSEI, la cantidad de concentrado de espuma que ha de transportarse bastará para aplicar, como mínimo, dos cargas de solución de espuma.

A los efectos de reabastecer los vehículos, debería mantenerse en el aeródromo una reserva de concentrado de espuma equivalente al 200 % de las cantidades indicadas en la tabla anterior (cantidades mínimas de agentes extintores), según el procedimiento establecido por el gestor del aeródromo.

Se deberá mantener en el aeródromo reservas de agentes complementarios equivalentes al 100 % de la cantidad indicada anteriormente (cantidades mínimas de agentes extintores), incluido el suficiente gas propulsor.

En aeródromos de categoría 1 y 2 que hayan reemplazado hasta el 100 % de agua por agentes complementarios deberán mantener una reserva del 200 % de agente complementario.

Los agentes extintores localizados a bordo de los vehículos del SSEI que se encuentran en reserva pueden contribuir a la contabilización de la reserva requerida, siempre que se encuentren en condiciones de servicio.

El concentrado de espuma y agentes complementarios en los vehículos SSEI que exceda la cantidad indicada en la tabla anterior (cantidades mínimas de agentes extintores) puede contribuir a la reserva.

NIVEL DE PROTECCIÓN SSEI	MÍNIMO DE RESERVAS DE AGENTES EXTINTORES EN EL AERÓDROMO			
	ESPUMÓGENO NIVEL A (6 %) (L)	ESPUMÓGENO NIVEL B (6 %) (L)	ESPUMÓGENO NIVEL C (6 %) (L)	POLVO QUÍMICO SECO (kg)
1	84	55,2	38	45
2	240	160,8	110	90
3	432	288	197	135
4	864	576	408	135
5	1.944	1.296	936	180
6	2.832	1.896	1.392	225
7	4.368	2.904	2.112	225
8	6.552	4.368	3.072	450
9	8.736	5.832	4.104	450
10	11.568	7.752	5.472	450

9.6.1 Aprovisionamiento de agua en los aeródromos

Debemos establecer como objetivo mantener la continuidad de agente extintor en el Área de Movimiento para que sirvan de sostén en las operaciones de extinción en una emergencia.

En caso de tener que hacer frente una necesidad suplementaria de agua durante la atención a una emergencia, se puede disponer de vehículos cisterna para el reaprovisionamiento rápido de los VSSEI en el lugar donde ocurra un accidente de aeronave.

Si no se dispone de vehículos cisterna para el suministro rápido de agua, el gestor del aeródromo deberá justificar la existencia de otros medios equivalentes, como pueden ser:

- Hidrantes.
- Depósitos de agua.
- Reservas naturales.

Los depósitos de descarga rápida deberían de:

- Suministrar a 2 vehículos a la vez con descarga por gravedad, e hidrantes de 70 mm Ø.
- Tener suficiente capacidad.
- Valorar recogida de pluviales.

Cuando no se pueda garantizar la aplicación continua de agentes extintores el gestor del aeródromo deberá justificar que la dotación del SSEI es capaz de llegar al punto de reaprovisionamiento descrito en el párrafo anterior, desde el lugar del Área de Movimiento más alejado del mismo, llenar el depósito del vehículo de extinción de mayor capacidad y volver al lugar de la emergencia, en menos de 12 minutos. Este tiempo se denominará **tiempo de reaprovisionamiento**.

9.7 Caminos de acceso de emergencia y mapas cuadriculados

9.7.1 Caminos de acceso de emergencia

Para facilitar el acceso a los lugares donde se pueda dar una emergencia se debe disponer de rutas pre-establecidas de acceso a dicha emergencia, y asegurar las condiciones y la idoneidad del trazado de esas rutas.

Cuando las condiciones topográficas lo permitan, en los aeropuertos se deberían abrir caminos de acceso de emergencia para poder conseguir los tiempos de respuesta mínimos.

Debería prestarse atención a la provisión de caminos de fácil acceso a las áreas de aproximación, hasta una distancia de 1.000 m del umbral, o desde éste hasta los límites del aeródromo.

Cuando la superficie del camino no se distinga fácilmente del área que lo rodea, o en zonas donde la nieve dificulte la localización de los caminos, se deberían instalar balizas a intervalos de unos 10 m.

En los casos en que el aeropuerto esté cercado, deberían construirse entradas o barreras frangibles de emergencia para facilitar el acceso a puntos situados fuera de los límites del aeródromo.

Cuando un camino de acceso de emergencia, este provisto de una entrada o barrera frangible, conduzca a los vehículos de emergencia a una carretera pública, la parte exterior de la entrada o barrera debería estar marcada, indicando su finalidad y habría que prohibir que se estacionen vehículos en la vecindad inmediata.

Los caminos de acceso de emergencia y los puentes deberían poder soportar los vehículos más pesados que hayan de transitarlos, construyéndolos de manera que sean utilizables en todas las condiciones meteorológicas.

Se debería proporcionar suficiente margen vertical con respecto a los obstáculos elevados, para que puedan pasar por debajo los vehículos más grandes.

Siempre que sea posible, habría que construir áreas de espera que permitan que los vehículos de emergencia puedan transitar ambas direcciones.

Se deberían construir esquinas apropiadas, que tengan un radio adecuado para que los vehículos pesados de salvamento y extinción de incendios puedan maniobrar, y así facilitar el movimiento de los vehículos que acudan a través de las entradas o barreras de emergencia de la cerca.

La combinación de caminos de acceso de emergencia y de entradas o barreras debería ser objeto de inspección regular, y someterse a prueba cuando sea necesario, para comprobar el funcionamiento de los elementos mecánicos y cerciorarse de su disponibilidad en casos de emergencia.

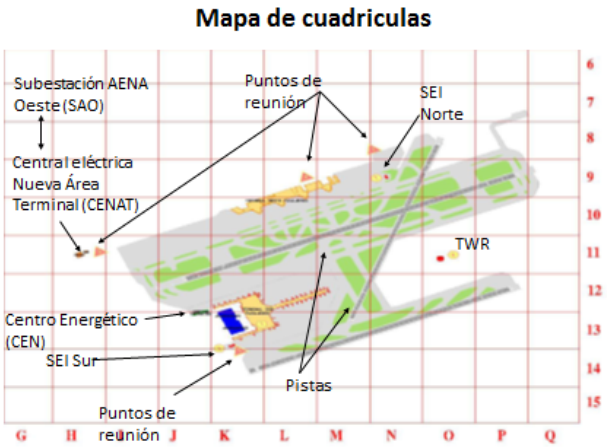
9.7.2 Mapas cuadriculados

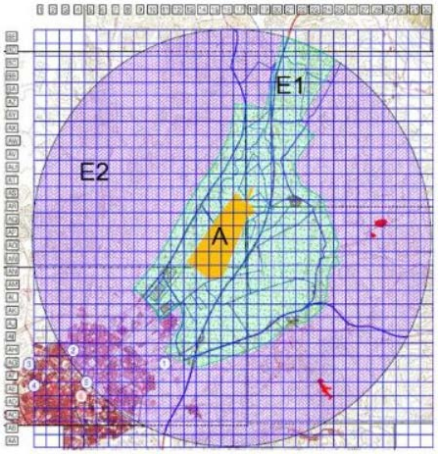
En cada aeropuerto debería de emplearse algún sistema para localizar y llegar a cada lugar del accidente, invirtiendo el tiempo mínimo con equipo adecuado de salvamento y extinción de incendios; para este fin será útil disponer de un mapa cuadriculado detallado del aeropuerto y sus inmediaciones.

Estos mapas deberían contener información relativa a la topografía, rutas de acceso, suministros de agua, perímetro del aeropuerto, puntos de reunión, etc.

Debería de haber copias de dichos mapas en los diferentes departamentos de atención a una emergencia (centro de operaciones de emergencias, torre de control, parque y VSSEI).

La zona de intervención en un aeropuerto la podemos dividir en dos, zona A delimitada por el límite exterior del recinto aeroportuario y zona E con radio de 8 km y centro en el punto intermedio ARP de la pista. La zona E puede al mismo tiempo estar subdividida en varias, E1, E2, …, dependiendo del PAU local del propio aeropuerto.





9.8 Estaciones del SSEI (Parques de Bomberos)

Los VSSEI deberían alojarse normalmente en alguna estación SSEI. Deberían de construirse estaciones satélites siempre que con una sola estación no pueda darse el tiempo de respuesta.

Toda estación SSEI debería de estar situada de modo que los VSSEI tengan acceso directo y expedito con el mínimo de curvas al área de la pista.

El emplazamiento de la estación SSEI constituye un factor primordial para garantizar que los tiempos de respuesta puedan respetarse; normalmente estará situada en el aeródromo en zona aire, aunque no se excluye la posibilidad de que se encuentre fuera de la misma con tal de que el tiempo de respuesta se ajuste a lo previsto.

En el caso de aeródromos con más de una estación SSEI, cada una de ellas deberá disponer de medios propios suficientes para dar cumplimiento al nivel de protección publicado en el AIP y se deberá determinar el área de influencia de cada estación. Si el nivel de protección proporcionado en las diferentes áreas de influencia es diferente, el nivel de protección del aeródromo podrá tener dos valores diferenciados según la zona de operación de la aeronave, siempre que se hayan establecido los procedimientos adecuados para el tráfico de aeronaves en el área de nivel de protección inferior.

Las estaciones pueden disponer de Centros de observación y alarma (COA), en cuyo caso se debe indicar su existencia y definir si el personal que atiende dicha dependencia permanece o no en ella en caso de intervención del SSEI.

9.9 Intervención del SSEI: tácticas y técnicas operativas

La mayor diferencia entre un accidente aéreo y otros accidentes, es el peligro de incendio, su rápida evolución y la elevada intensidad que alcanza si se produce. En general, una intervención de salvamento va precedida de una intervención de extinción, de la que dependerá el resultado global de la operación.

El incendio producido por el derrame de combustible será de gran superficie, alimentado por la rotura de los tanques situados en los planos. En un principio el propio fuselaje del avión ofrece protección a los pasajeros contra las elevadas temperaturas producidas en el incendio. Además, precisamente a causa del calor generado por el incendio primario pueden ceder los depósitos de combustible que no fueron afectados por el accidente y alimentar todavía más el incendio.

El procedimiento de extinción comienza con la aplicación de grandes cantidades de espuma, con el cañón elevado desde una distancia de 20 metros del inicio del área crítica con el propósito de alcanzar el punto más alejado de ésta en la popa de la aeronave.

La evacuación se garantiza logrando el control del área crítica, es decir, reduciendo en un 90 % la intensidad del incendio dentro de dicha área. El tiempo de control es 1 min. Para que la protección de la evacuación sea lo más efectiva posible se debe de utilizar pantalla de protección situada entre la vía de evacuación y el foco.

Para asegurar una efectiva coordinación de la actuación de salvamento hay que establecer contacto con la tripulación del avión si ello fuera posible.

Si no es posible entrar en la aeronave por las puertas normales o salidas de emergencia, es necesario realizar una penetración forzada del fuselaje. La coordinación de recursos en el tiempo y el espacio es fundamental para lograr la mayor eficacia posible y que las tareas de salvamento se efectúen siguiendo un plan común.

La característica común en accidentes de aviación es la rapidez con la que se genera un incendio, así como la gran magnitud que pueden alcanzar, por ello clasificaremos las operaciones en las siguientes fases:

1. Respuesta y evaluación.
2. Aproximación y posicionamiento de vehículos.
3. Ataque y control del incendio.
4. Evacuación y rescate.
5. Extinción y ventilación.
6. Tratamiento de víctimas.
7. Revisión de restos.

El término táctica es una denominación global, que comprende los distintos medios y métodos empleados durante la actuación, para alcanzar un objetivo determinado en la intervención de salvamento y extinción en cada situación específica y lograr la máxima eficacia posible en las tareas del SSEI.

Técnica es un término que va en función al uso más adecuado de los medios materiales de los que disponemos para dar la mayor efectividad a la resolución del incidente.

9.9.1 Respuesta y evaluación

9.9.1.1 Respuesta

El SSEI debe alcanzar un tiempo de respuesta que no exceda de 3´, con un objetivo operacional de no exceder los 2´, desde la llamada inicial del SSEI a cualquier punto de la pista operacional, en condiciones óptimas de visibilidad y superficie, y que se encuentre en posición de aplicar espuma con un régimen de, al menos, el 50 % del régimen especificado.

Todos los vehículos requeridos para lograr una aplicación continuada de la cantidad del agente extintor especificado llegarán 1´ después del primer vehículo.

Los tiempos de respuesta a cualquier otra parte del Área de Movimiento, en condiciones óptimas de visibilidad y superficie, se calculan y se incluyen en el Plan de Emergencias del Aeródromo.

9.9.1.2 Evaluación

Toda la información necesaria de la emergencia se debe transmitir al personal del SSEI durante el desplazamiento hacia la misma.

La evaluación se iniciará durante la aproximación de los vehículos y se finalizará cuando acabe la intervención, ya que siempre pueden existir circunstancias variables; como norma general se deberá de tener en cuenta:

- Dirección e intensidad del viento.
- Posición y magnitud del fuego, si lo hubiera.
- Situación del pasaje.
- Naturaleza del terreno.
- Derrames de combustible en la zona.
- Vías de evacuación.

El Jefe de Dotación, o persona designada para dirigir la dotación del SSEI del aeropuerto en una intervención, tendrá que elegir siempre una posición que facilite sus posibilidades de tomar decisiones rápidas y correctas.

Esto significa que al salir del parque debe ubicarse en el primer vehículo (vehículo guía), con lo cual tendrá una buena visibilidad durante el recorrido. De este modo podrá tener rápidamente una visión general que le sirva de base para la toma de decisiones y transmisión de órdenes. El Jefe de Dotación debe dirigir sus vehículos por radio.

Es de máxima importancia reducir el tiempo de desplazamiento, pero sin poner en peligro la seguridad. Para que éste sea lo más corto posible es importante que el personal del SSEI conozca las posibilidades existentes para llegar rápidamente a las distintas áreas del aeropuerto y conocer la resistencia de las superficies no pavimentadas, que puede variar dependiendo de la época del año y las precipitaciones.

9.9.2 Aproximación y posicionamiento de los vehículos

El equipo de incendios debería dirigirse al lugar del accidente por la ruta más rápida con el fin de llegar lo antes posible. Con frecuencia ocurre que tal ruta no es la más corta, pues generalmente es preferible rodar por una superficie pavimentada que, a campo a través, por un suelo desigual o de hierba.

Lo principal es asegurarse de que los vehículos del SSEI lleguen al lugar sin exponerlos a peligros innecesarios en la ruta. Al aproximarse al lugar del accidente habrá que tener gran cuidado con los ocupantes que puedan salir precipitadamente de la aeronave o con los que hayan podido ser lanzados fuera de ella y estén lesionados en el suelo, en el camino de los vehículos que se acercan al avión.

Estas precauciones deben de tomarse especialmente en las operaciones nocturnas y obligan a utilizar debidamente faros o proyectores.

Los vehículos del SSEI deberían de situarse de modo que proporcionen la mejor cobertura posible del área en que pueda ocurrir el accidente, con objeto de que, por lo menos una de las unidades del equipo del SSEI este situada para llegar en el plazo de tiempo más breve al lugar del accidente.

Deberían de prepararse planes detallados (Plan de Autoprotección, PAU) de cada aeropuerto con anterioridad a los casos de emergencia. Tendremos en cuenta la situación de las puertas principales en relación al fuego.

9.9.3 Ataque y control del incendio

A la hora de atacar un incendio tendremos en cuenta, entre otros factores, la dirección y velocidad del viento, iniciaremos dicho ataque cuando las torretas estén dentro de un radio eficaz de acción, aplicaremos grandes cantidades de espuma para bajar la intensidad de las llamas.

Existen dos métodos para arrojar espuma:

1. Chorro largo y concentrado a gran presión, que haga caer la espuma en el área deseada.
2. Chorro disperso a corta distancia.

Con frecuencia se puede aplicar la espuma a una zona incendiada mediante el impacto de la misma con una superficie como puede ser el fuselaje o el plano principal.

Es de suma importancia en la aplicación de espuma no romper la capa que se está generando la cual evita el contacto de los vapores combustibles con el oxígeno. Con el fin de lograr el control de incendio aislaremos y refrigeraremos el fuselaje del fuego, y protegeremos el camino de escape de los bomberos que están protegiendo la evacuación.

9.9.3.1 Control del área critica

El área crítica es un concepto que tiene como meta el salvamento de los ocupantes de una aeronave. Difiere de otros conceptos en que, en vez de intentar controlar y extinguir todo el incendio, procura solamente el área de incendio adyacente al fuselaje. El objetivo es salvaguardar la integridad del fuselaje y mantener condiciones tolerables para sus ocupantes.

Es preciso hacer una distinción entre el área crítica teórica, dentro de la cual puede que sea necesario controlar el incendio y área critica práctica, representativa de las condiciones reales del accidente:

- **El área crítica teórica:** Es un rectángulo cuyas dimensiones es igual a la longitud total de la aeronave y la otra tiene una longitud que varía en función de la longitud y anchura del fuselaje. Nos sirve como medio para dividir las aeronaves en categorías en función de la magnitud del riesgo potencial del incendio al que puedan verse expuestas.

ÁREA CRÍTICA TEÓRICA	
L < 12 m	L x (12 m + W)
12m ≤ L < 18 m	L x (14 m + W)
18 m ≤ L < 24 m	L x (17 m + W)
L ≥ 24 m	L x (30 m + W)

- **El área critica práctica:** Es raro que el incendio se propague a la totalidad del área crítica teórica y se ha determinado un área crítica de menor superficie que la primera, para la que se propone suministrar capacidad extintora. Como resultado de un análisis estadístico de accidentes de aviación reales se ha determinado que el área critica práctica es aproximadamente igual a dos tercios del área crítica teórica o 0,667 del At.

Puntos a considerar en una intervención desde el punto de vista del SSEI

- **Dimensiones:** Sabiendo las dimensiones de una aeronave vamos a determinar cuáles van a ser sus áreas críticas, (teóricas y prácticas), determinaremos el alcance y la intensidad de la aplicación del agente extintor con los monitores, así como la altura de sus puertas y salidas de emergencias ante una evacuación del pasaje.

- **Configuración:** La disposición y funcionamiento de los asientos y cinturones de seguridad revisten una importancia especial para el bombero de aeropuerto a la hora de participar en una misión de emergencia y rescate. Las configuraciones de los asientos pueden variar dependiendo de la cantidad de pasajeros y el tipo de vuelo, incluso tratándose de un mismo tipo/versión de aeronave.

9.9.3.2 Situación 1

Cuando el siniestro se produce en un lugar donde el personal del SSEI y sus equipos pueden posicionarse a una distancia adecuada para aplicar el agente extintor con los monitores.

- **Durante la intervención, se deberá de tener en cuenta los siguientes aspectos:**

  - Que el agente extintor alcanza el lugar deseado.
  - Conseguir una ruta de salida practicable y segura para proceder a la evacuación.
  - Comunicarse con la tripulación para coordinar las actuaciones.

- **Previamente a dar la orden de intervención, el mando deberá:**

  - Posicionarse para tener una buena visibilidad del lugar del accidente.
  - Considerar la posibilidad de un derrame de combustible.
  - Controla el área de intervención.
  - Controlará la evacuación.
  - La dirección del viento.
  - La posición de los depósitos de combustible.
  - Las salidas de emergencia/rampas de evacuación.
  - La evolución del incendio.

9.9.3.3 Situación terreno

Cuando por circunstancias del terreno no se puede alcanzar con los monitores el lugar del siniestro y se debe de proceder a un tendido de líneas desde los vehículos para poder intervenir con lanzas (45 y 70 mm).

La información que se debe solicitar al salir del parque y durante el desplazamiento al incidente debería de ser:

- Tipo de aeronave.
- Tipo de incidente.
- El número de personas a bordo.
- La cantidad de combustible.
- El accidente en despegue o aterrizaje.
- La existencia de MMPP.
- Al abandonar el parque, informar al conductor del lugar del accidente y la ruta a tomar, a ser posible indicando el punto correcto en el mapa cuadriculado.
- Etc.

Situación terreno 4 bomberos + 1 Jefe de Dotación:

El método de actuación se basa en un equipo formado por dos vehículos contra incendios con un Jefe de Dotación y cuatro bomberos, en base a un aeródromo de Categoría 6/7.

- **Jefe de Dotación**
    - Indica el posicionamiento de los vehículos 1 y 2.
    - La distancia entre los vehículos no debe ser mayor que la distancia cubierta por un tramo de manguera de 15 metros. (para poder realizar el trasvase de agua, en caso necesario).
    - Lleva la lanza de baja expansión, la trifurcación y un equipo de comunicación para contactar con el conductor del vehículo.
    - Dirige la operación de tendido de líneas hasta el lugar del accidente.
    - Coloca la trifurcación en el lugar apropiado y abrirá las válvulas de la misma cuando lo estime oportuno. Delimita las zonas caliente y templada.
    - Organiza, dirige, coordina y da las órdenes necesarias para conseguir el mejor resultado en la intervención.

- **Conductor C1**
    - Lleva 2 maletas de mangueras de alimentación de 70 mm Ø desde el vehículo 1.
    - Su función es extender las dos mangueras, interconectadas en el medio, y previamente habiendo realizado la conexión a la salida de presión del vehículo.
    - Vuelve al vehículo y su función es manejar la bomba.
    - Realizará las órdenes que reciba del mando.
    - Deberá realizar una interconexión para trasvasar agua entre los vehículos.

- **Conductor C2**
    - Lleva su equipo ERA y traslada dos maletas con mangueras de 70 mm Ø.
    - Conecta el primer tramo al extremo que ha finalizado el conductor C1 y extiende hasta la trifurcación y la conecta a la misma.

  - Conecta el segundo tramo a la salida de 70 mm Ø de la trifurcación, extiende el mismo y lo conecta a la lanza de baja.
  - El conductor C2 se convierte en Lancero trabajando con la lanza de 70 mm Ø.

- **Lancero L1:**

  - Lleva su equipo ERA.
  - Traslada una maleta con manguera de 45 mm Ø con su correspondiente lanza desde el vehículo hasta la trifurcación.
  - Conecta la manguera a una salida de 45 mm Ø.
  - Extiende la misma y posteriormente trabaja como lancero.

- **Lancero L2:**

  - Lleva su equipo ERA.
  - Traslada una maleta con manguera de 45 mm Ø con su correspondiente lanza desde el vehículo hasta la trifurcación.
  - Conecta la manguera a una salida de 45 mm Ø.
  - Extiende la misma y posteriormente trabaja como lancero.

9.9.3.4 Zonas de riesgo

9.9.3.4.1 Tren de aterrizaje

El recalentamiento de ruedas y neumáticos de una aeronave implica un peligro potencial de explosión, que aumenta si hay fuego. Para no exponer al personal del servicio de salvamento y extinción de incendios a peligros innecesarios, es importante diferenciar el recalentamiento de frenos y el incendio en los mismos.

- **Los frenos recalentados:** Generalmente se enfrían por sí solos, sin necesidad de aplicar agente extintor. En las aeronaves de hélice se recomienda que el comandante mantenga la hélice girando bastante rápido para proporcionar una fuerte corriente de aire refrigeradora. La mayoría de las ruedas de los aviones llevan tapón fusible que se funden a 177 ºC.

  Un sistema muy eficaz para la refrigeración de unos frenos recalentados es poner delante del tren un ventilador, para generar una corriente de aire que enfríen los mismos. De esta forma la refrigeración no genera problemas por cambios bruscos de temperatura que puede generar dilataciones y contracciones de los metales.

- **Incendio del tren de aterrizaje:** Cuando se ataca un incendio en el tren de aterrizaje, hay que acercase al incendio con suma precaución, en diagonal por el lado anterior (delantero) o posterior (trasero) y nunca en la dirección del eje.

  Puesto que el calor proviene del freno se transfiere a las ruedas es importante dirigir el agente extintor a los frenos. Un enfriamiento demasiado rápido de una rueda recalentada, puede conducir a una explosión por rotura de la misma.

  El agente extintor se aplicará de forma suave, de modo que caiga en forma de lluvia. El chorro de agua compacto no debe utilizarse, salvo en caso de emergencia, se puede utilizar agua pulverizada y se recomienda una aplicación intermitente (con intervalos de 5 a 10 segundos cada 30 segundos).

El polvo químico y otros agentes extintores secos tienen una capacidad refrigerante limitada.

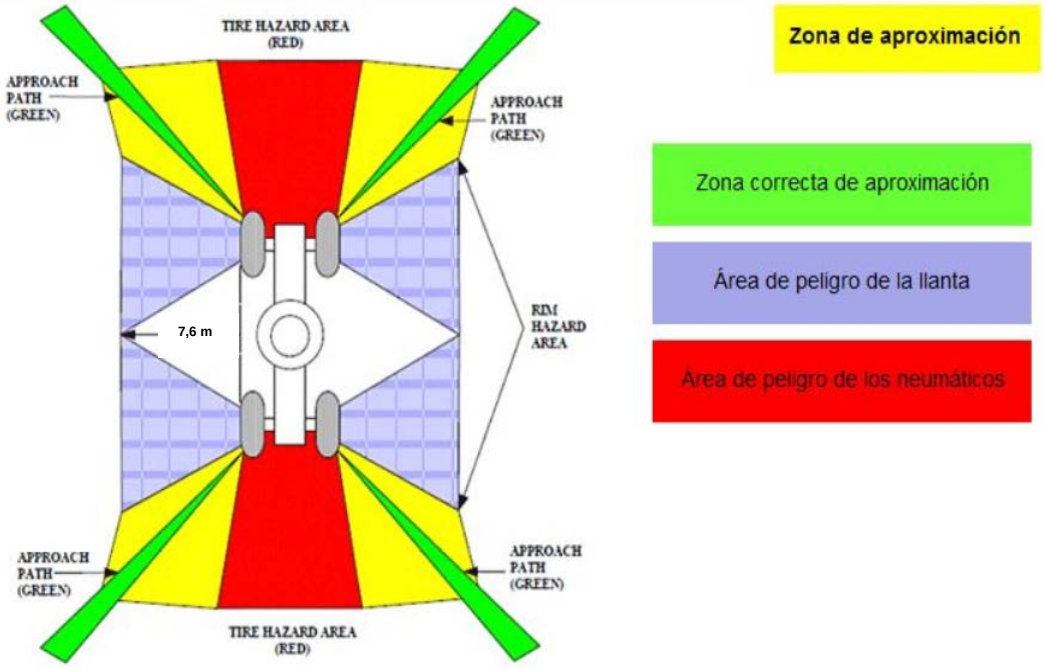
Procedimiento de extinción de un tren de aterrizaje:

1. Avance y refrigeración con línea de agua/espuma y línea de polvo químico seco.
2. El lancero con línea de agua cambia a chorro de extinción, al mismo tiempo que el bombero de la línea de polvo dispara polvo dentro del chorro de extinción.
3. Si el fuego no se ha extinguido se repite la operación.
4. Una vez sofocado el fuego, todo el grupo retrocede sin dar la espalda al tren de aterrizaje.
5. Es muy importante que ninguno de los bomberos penetre en la zona de riesgo definida para el tren de aterrizaje recalentado/incendiado.

- **Incendio del magnesio en trenes de aterrizaje:** En el caso de un incendio de un tren de aterrizaje, puede suceder que en el mismo pueda haber piezas de magnesio o aleación, las cuales pueden llegar a arder y generar altísimas temperaturas. En estos casos están contraindicados, el uso de H_2O, espuma o CO_2 ya que se producen reacciones violentas y explosivas.

  Para la extinción se utilizará polvos químicos especiales para metales, como es el METL-X.

  En caso de no disponer de dicho agente extintor se deberá de cubrir con un material seco, tipo arena, cemento, etc., para evitar la transmisión del calor a los elementos adyacentes.



9.9.3.4.2 Motores

Si el incendio se genera en un motor de pistón y se mantiene dentro de la carcasa del motor, pero no puede sofocarse con el sistema de extinción de la aeronave, se debe atacar con polvo químico y/o espuma. Para refrigerar las partes del avión que se encuentran más próximas al motor en llamas, se puede utilizar espuma o agua pulverizada.

Motores de turbina, La mejor forma de controlar un incendio en la cámara de combustión del motor, se logra si la tripulación puede mantener el motor en marcha. Los bomberos deben mantenerse alejados del flujo gaseoso del motor, y su intervención puede consistir en proteger el material combustible de las llamas que puedan salir del motor.

Para controlar un incendio localizado fuera de la cámara de combustión, pero dentro de la carcasa del motor, se utiliza el sistema de extinción de la propia aeronave. Si no resulta suficiente, se debe recurrir a polvo químico y/o espuma.

Para enfriar las partes exteriores de la aeronave que se encuentran más próximas al motor en llamas, se debe utilizar espuma o agua pulverizada. Solo se puede lanzar espuma hacia el interior de un motor de turbina si existe riesgo de propagación del incendio y la utilización de otros agentes no ha resultado adecuada.

Delante de motores reactores puestos en marcha de aeronaves paradas hay que mantener una distancia de seguridad de 8.5 m o una distancia distinta si así lo establece la compañía operadora en función del tipo de aeronave.

Detrás de motores puestos en marcha de aeronaves paradas hay que mantener una distancia de seguridad de 50 m (convencionales) o de 75 m (fuselaje ancho).

- Excepción: La aeronave Airbus A320 NEO, debido a su motorización, tiene que mantener una distancia de seguridad de 75 m, a pesar de ser de fuselaje convencional.

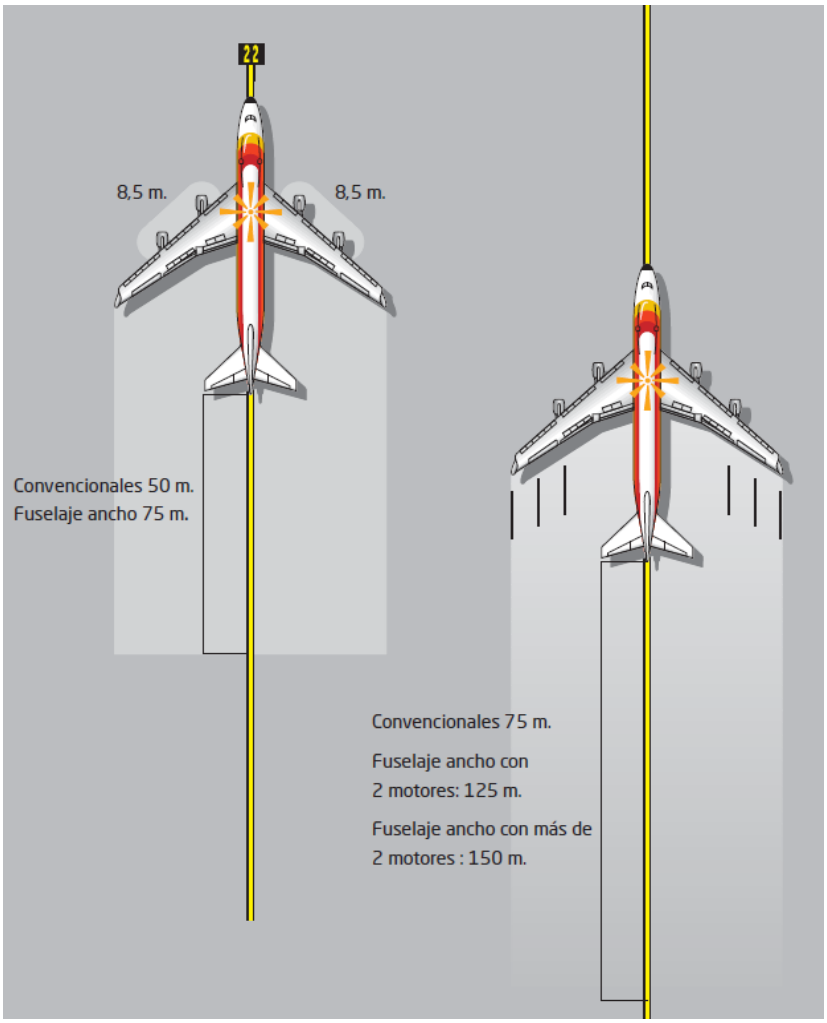
Se indica que, normalmente, las aeronaves mantienen encendidas las luces anticolisión cuando tienen los motores en marcha.

Detrás de aeronaves en movimiento hay que mantener una distancia mínima de 75 m (aeronaves convencionales), de 125 m (aeronaves de fuselaje ancho y con 2 motores) o de 150 m (aeronaves de fuselaje ancho con más de 2 motores).

NOTA. - La mayor potencia de los motores se utiliza cuando la aeronave inicia el movimiento, por lo que se recomienda estar atento a esta circunstancia y extremar las medidas de seguridad.

Cuando el incendio no logra sofocarse con el propio sistema de extinción de la aeronave, el SSEI atacará con un método combinado, con lanza de agua/espuma con chorro de extinción y PQS, teniendo la misión de extinguir las llamas del motor incendiado. Esta maniobra dependerá según el número de bomberos, según la categoría del aeropuerto.

El personal y los vehículos no deben desplazarse por debajo del motor ardiendo para evitar ser alcanzados por combustible o metal fundido, enfriando en la medida de lo posible los planos de la aeronave, que es donde se encuentran los depósitos de combustible.



Emplazamiento de los motores

- **Motores situados en la parte trasera del fuselaje o junto al estabilizador vertical:** Los dos casos que se exponen a continuación pueden presentar problemas específicos de extinción.

- **Motores ubicados en los costados del fuselaje**: La construcción puede ser tal que no sea posible introducir la boca de la lanza para aplicar el agente extintor. Esto se debe, normalmente, a la forma del equipo de extinción de incendios y una solución podría ser su modificación.

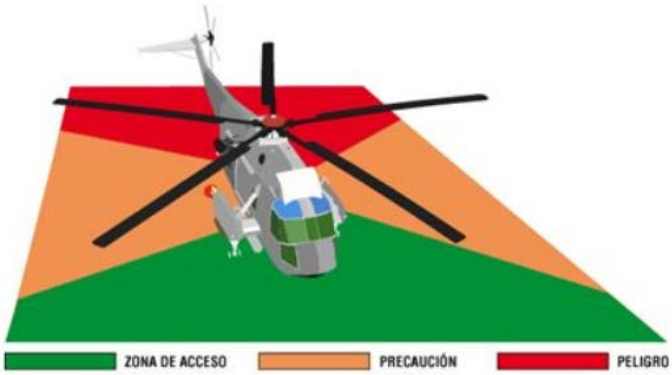
- **Motores emplazados a gran altura o en el estabilizador vertical:** Se pueden presentar alturas de hasta de 10,5 metros y por ello se necesitan dispositivos especiales (escaleras y/o Plataformas rodantes, etc.) para aplicar el agente extintor adecuado. Debido al gran volumen interior de estos motores, es necesario contar con una alta capacidad para generar agente extintor y considerar la fuerza de reacción que se produce en la boquilla.

Si el motor alcanza unas dimensiones consideradas, se sustituirá el trabajo con lanza de agua/espuma, por los monitores del camión, siempre y cuando ello sea posible.

9.9.3.4.3 Helicópteros

La mayor parte de los helicópteros tienen un rotor principal horizontal y un rotor menor estabilizador en la cola. El rotor estabilizador trasero constituye un riesgo, puesto que en un accidente puede seguir funcionado, a pesar de que el motor principal se haya detenido y/o este dañado.

Al realizar una intervención en un helicóptero, siempre deberás observar la altura de los rotores y acercarte desde atrás por el lado contrario al lado en que se encuentre el rotor de cola. Además, deberás de mantenerte siempre claramente por debajo del rotor principal para no ser alcanzado por sus palas.



9.9.3.4.4 Oxígeno

En las aeronaves existen varios sistemas de suministro de oxígeno. Por un lado, un sistema independiente e inclusivo para la tripulación.

Por otro lado, un sistema móvil de suministro de oxígeno para la utilización de la tripulación auxiliar lo cual proporciona movilidad para poder atender con el pasaje.

Por otro lado, existe un sistema de generación de oxígeno químico, para la utilización del pasaje, dicho sistema se acciona por disminución de presión en el interior de la aeronave, cayendo las mascarillas, debiéndose tirar de las misma para que se inicie la reacción química.

Estos generadores alcanzan altas temperaturas pudiéndose llegar hasta 250 ºC, dicho sistema tiene una autonomía suficiente para que la aeronave descienda a una altura adecuada para que ya no sea necesaria la utilización de dicho sistema.

9.9.3.4.5 Combustible

Los depósitos de combustible están situados, habitualmente, en las alas de la aeronave, aunque también pueden encontrarse dentro del fuselaje. En este segundo caso el tanque se encuentra integrado en el fuselaje de la aeronave, en un espacio que ha sido calefactado anteriormente.

En aeronaves de largo recorrido también pueden existir tanques de combustible en los estabilizadores horizontales, los cuales al mismo tiempo sirve para mantener a la aeronave nivelada y que genere una menor resistencia al avance.

- El **aprovisionamiento de combustible** a los tanques se efectúa de dos formas:

    - **Por la boca** del tanque (es el método más simple de aprovisionamiento)
    - **Por presión** (es el método más corriente, donde todos los depósitos se llenan por medio de conductos y válvulas)

- Existen distintos tipos de **depósitos de combustible** en función del tipo de material con el que se construyen:

    - **Tanques rígidos**: Están construidos generalmente con aluminio o duraluminio.
    - **Tanques flexibles**: Son habitualmente "sacos" de goma o material similar que se sitúan bien en las alas o en el fuselaje. Habitualmente este tipo de tanques se dan en los aviones pequeños.

- **Conductos de combustible:** El sistema de combustible se compone de tubos, conductos, válvulas y otras piezas que se encuentran distribuidas por toda la aeronave, y que se encargan de distribuir el combustible desde los tanques hasta los motores. Las dimensiones de los conductos de combustible varían desde 5 mm hasta 50 mm de diámetro.

- **Tipos de Combustibles**: Como combustibles de aviación se utiliza gasolina de aviación (AV-GAS) o keroseno de aviación (Jet-A1). El sistema de combustible de las aeronaves que llevan motores montados en la cola está especialmente expuesto a verse afectados por diversos factores debido a que largos conductos recorren el fuselaje para salvar la distancia que existe entre los depósitos y los motores.

9.9.3.4.6 Baterías

Están ubicadas en distintos lugares, normalmente en la parte delantera del avión, el número de baterías varía en función de la aeronave. En caso de accidente es recomendable desconectar la batería para evitar posible cortacircuitos que generen chispas y que puedan afectar a derrames de combustibles.

Al desconectar las baterías hay que tener en cuenta que se deja la aeronave sin energía eléctrica lo cual puede influir en la activación de los sistemas de extinción, en las comunicaciones, etc.

Son elementos que sirven para generar energía eléctrica con la cual puedan funcionar diferentes sistemas de la aeronave cuando los motores estén parados, al mismo tiempo sirven para proceder al arranque del APU en caso necesario.

9.9.4 Rescate y evacuación

Las cartas de salvamento de las aeronaves permiten la localización de las salidas de emergencia y conocer las instrucciones de apertura de la aeronave desde el exterior.

Además, puede localizarse la situación de los depósitos de combustible, botellas de oxígeno, acumuladores, baterías, etc.

Resulta evidente darse cuenta de que el éxito de este servicio salvamento radica en disponer de personal perfectamente entrenado en los procedimientos establecidos para efectuar tareas de salvamento y extinción.

9.9.4.1 Responsables de garantizar la evacuación

- **Fabricante:** Tiene la responsabilidad de fabricar aviones que puedan evacuarse en 90 segundos, estando operativas solo la mitad de las salidas de emergencia.

- **Compañía aérea**: Es responsable de que la carga y la disposición de los asientos no dificulten la evacuación. También tiene la responsabilidad de entrenar a la tripulación para que participe y facilite la evacuación. En la tripulación recae la responsabilidad principal de la aeronave y de los pasajeros, ya que pueden existir grandes diferencias de condiciones y recursos entre los diferentes aeropuertos. La determinación de efectuar la evacuación y la forma de llevarla a cabo debe tomarla la tripulación.

- **Dirección del aeropuerto:** Es responsable de que el SSEI llegue al área crítica en el tiempo estipulado, con el equipo adecuado, para lograr el control de dicha área en un minuto y tomar las medidas necesarias para el salvamento de vidas. El personal SSEI, tiene la responsabilidad de ayudar a la tripulación y de tomar las medidas necesarias en el caso de que la tripulación no pueda actuar.

9.9.4.1.1 Procedimiento de protección de los puntos de evacuación

El término salvamento debe considerarse que comprende la protección de las rutas seguidas por los ocupantes de la aeronave que consigan evacuarla. Las actividades desarrolladas en el exterior del avión pueden comprender la extinción del incendio, la aplicación de una capa de espuma sobre el combustible que se haya derramado, la asistencia facilitada con el fin de que se utilice eficazmente el equipo de evacuación y de emergencia de a bordo, la iluminación, cuando ello permita acelerar la evacuación de la aeronave, y la reunión de sus ocupantes en una zona segura.

Con los toboganes de evacuación se conseguirá, normalmente, la evacuación mucho más rápida que con los tipos clásicos de escaleras o gradas, y en los casos en que es menester realizar con rapidez la evacuación, es preferible utilizar el equipo de a bordo.

El personal del SSEI debería permanecer al pie de los toboganes de evacuación para ayudar a levantarse a los pasajeros y acompañarlos a un lugar seguro.

Los pasajeros que utilizan, para evacuación, las salidas situadas sobre las alas, normalmente se deslizarán por el borde de salida del ala o por los flaps del ala (si están extendidos), y debería prestárseles ayuda para evitar que se lesionen las piernas y acompañarlos a un lugar seguro.

La determinación final de efectuar la evacuación de los ocupantes de la aeronave y la manera en que se efectuará, debe dejarse a discreción de los miembros de la tripulación, a condición de que éstos puedan ejecutar sus funciones normalmente.

Las obligaciones y responsabilidades del SSEI serán ayudar en lo que sea posible a los miembros de la tripulación. Como es limitada la visibilidad de los miembros de la tripulación, el personal SSEI debería hacer una evaluación inmediata de la parte externa de la aeronave e informar a los miembros de la tripulación acerca de las condiciones extraordinarias observadas.

Al personal del SSEI le incumbe la protección de toda la operación. En el caso de que los miembros de la tripulación no puedan desempeñar sus funciones, el SSEI será responsable de iniciar las medidas que sean necesarias.

9.9.4.1.2 Criterios de selección de salidas para la evacuación del personal en caso de incendio en edificio y aeronave

Los puntos normales de evacuación son las ventanas sobre el ala y las puertas disponibles. Cuando no sea un factor decisivo la protección de la vida humana, se recomienda que solo se utilicen las puertas de la aeronave equipadas con escalera o rampas de evacuación.

Se tendrán en cuenta las condiciones en el exterior, orografía, dirección del viento, posibles derrames de combustible, fuego, gases, etc.

Como principio de carácter general, las personas afectadas por un incendio en un edificio se encuentran frecuentemente cerca de las salidas, es decir, puertas y ventanas o buscan refugio, aunque sea inadecuado, en alacenas, armarios, etc.

El salvamento siempre se realiza mejor utilizando, si es posible, una salida normal. Por ejemplo, es más fácil sacar a una persona por una puerta que hacerla pasar por una ventana. En el caso de una aeronave, siempre debe probarse primero la puerta de la cabina principal. Si estuviera atascada, generalmente será más rápido forzarla con una palanca, aplicada en el lugar adecuado, que tratar de entrar en la cabina y realizar el salvamento a través de otra abertura. El éxito de esta clase de operación exige un conocimiento completo del mecanismo de cierre y la dirección en que se abre la puerta en cuestión. Únicamente cuando todo lo demás haya fallado deberá tratarse de abrir una brecha de entrada. En muchas aeronaves se indican actualmente con marcas externas los lugares en donde es más fácil abrir esas brechas.

9.9.4.1.3 Apertura de brechas en aeronave. Apertura de cabinas presurizadas: Uso de hachas y sierras mecánicas

Las cabinas a presión ofrecerán gran resistencia a la penetración del hacha, pero una persona ducha en el uso de esta herramienta y que posea conocimientos prácticos acerca de la construcción de las aeronaves, podrá abrir una entrada de acceso.

Se va generalizando la existencia de sierras mecánicas en todos los aeropuertos que generalmente reciben este tipo de aviones.

Debe tenerse cuidado en ventilar los puntos en que se encuentran los depósitos de combustible. En algunos casos, el uso indebido de herramientas para la penetración ha dado lugar a derrames innecesarios de combustible, aumentando con ello el peligro

9.9.4.1.4 Procedimientos de salvamento en cabina de aeronave. Limitación de espacio en el interior. Método en cadena, levantamiento y transporte de víctimas

El salvamento de los ocupantes a quienes sea imposible evacuar la aeronave por sus propios medios, puede ser una tarea larga y ardua que implique el uso de equipo y personal distintos de los previstos principalmente para las operaciones de salvamento y extinción de incendios.

Pueden proporcionar ayuda al equipo principal de salvamento los equipos médicos, el explotador de la aeronave y los servicios de emergencia externos que acudan al ocurrir un accidente.

La penetración en la aeronave de los grupos de salvamento, por lo común compuestos de dos bomberos, para ayudar a los ocupantes de la aeronave.

9.9.4.1.5 Selección del equipo y las herramientas para acceder a la aeronave

Hay que insistir en que el uso sin la debida precaución de las herramientas de penetración en puntos donde se encuentren depósitos o conducciones de combustible (y otros fluidos), puede dar lugar a situaciones peligrosas no deseadas.

Tenemos que suministrar equipo de extinción de incendios dentro de la aeronave, con el que se pueda extinguir o enfriar butacas, instalaciones y guarniciones de la cabina que haya podido atacar el incendio. Se ha demostrado que los pulverizadores de agua son los más eficaces para esta tarea. Suministro de equipo de iluminación y ventilación dentro de la aeronave.

- **Medios de iluminación:** Alimentados preferentemente por un generador portátil, al que se conectarán uno o más proyectores. Para la iluminación se necesitarán proyectores de iluminación general y proyectores más pequeños que se utilizarán en los lugares de trabajo.

  Los proyectores y el generador deberán poder funcionar sin peligro en presencia de vapores de combustible.

- **Cámara térmica**: La K65 es la nueva cámara termográfica de FLIR que permite a los bomberos ver con más claridad y orientarse en entornos con humos y búsqueda de víctimas. Destacamos tres aspectos principales como la facilidad de uso, calidad de la imagen y durabilidad.

  Está controlada por tres sencillos botones grandes diseñados para usar con guantes. Dispone de un sensor microbolométrico no refrigerado y sin mantenimiento, que produce imágenes termográficas de 320 x 240 píxeles en una gran pantalla LCD de 4”.

  Puede soportar una caída de 2 metros sobre suelos de hormigón, es resistente al agua (IP67) y funciona a pleno rendimiento en temperaturas de hasta +260 °C/+500 °F durante 5 minutos.

  Tiene una capacidad de almacenaje de 200 imágenes o clips de vídeo con una duración unitaria máxima de 5 minutos, ideal para evaluación sobre el terreno, análisis posterior, fines formativos o en la elaboración de informes.

- **Herramientas mecánicas:** Funcionan alimentadas por una fuente de energía portátil. Una misma fuente debería servir para el funcionamiento de todas las herramientas, incluso de una sierra circular para cortar grandes superficies y de una sierra alternativa o un buril de percusión para cortes más precisos, especialmente para los que tengan que hacerse junto a una persona aprisionada.

  No se excluye la utilización de otras herramientas de corte o el empleo de una fuente de energía montada en un vehículo, a condición de que estas herramientas sean también de fácil utilización.

- **Herramientas de mano:** Cizallas para cortar cables y pernos, destornilladores de tamaños y modelos apropiados, palancas, martillos y hachas. La composición exacta del juego de herramientas de mano necesario debe determinarse en relación con los tipos de aeronaves que utilicen el aeropuerto y con la posibilidad de beneficiarse de la ayuda que puedan prestar otros servicios de emergencia o de mantenimiento, etc.

  Debe reconocerse que las aeronaves modernas se construyen de manera que resulta difícil penetrar en ellas utilizando la mayoría de las herramientas de mano y, cuando los ocupantes de la aeronave están aprisionados, rara vez queda suficiente espacio para que una persona pueda manejar con suficiente fuerza las herramientas no mecánicas de corte o de penetración.

No obstante, las herramientas de mano pueden tener alguna utilidad en casos particulares.

- **Equipo de fractura, levantamiento y material diverso**: incluye cuñas, tapones para obturar las mangueras de combustible, palas, garfios o pértigas, cuerdas y escaleras, de tipos y longitudes apropiadas para la aeronave accidentada...

9.9.4.2 Puertas y salidas del avión

Todas las puertas de aeronaves se pueden abrir por fuera y por dentro. Dado que no existen procedimientos normalizados para su apertura, es necesario leer detenidamente las instrucciones de cada una, ya que un manejo incorrecto puede provocar una demora en la evacuación e incluso producir lesiones al personal del SSEI. Cuando se usan escaleras para alcanzar la puerta y abrirla, hay que cuidar su situación para evitar el choque y caída de la persona que efectúa la operación.

El personal del SSEI que abre una puerta desde fuera debe estar atento, ya que la rampa de evacuación puede estar armada y desplegarse automáticamente al abrir la puerta. La rampa se despliega con gran fuerza y puede lesionar al personal del SSEI que trabaja en la escalera. En algunos casos se puede observar desde fuera si la rampa está armada porque en la pequeña ventanilla de la puerta aparece una marca roja.

Si la puerta está abierta y la rampa desplegada correctamente en su lugar, el personal de salvamento no debe actuar sobre la misma, sino intentar protegerla y ayudar en la evacuación. Si una rampa no está correctamente desplegada y bloquea la vía de evacuación, hay que intentar armarla nuevamente. Si fuese necesario, se pinchará o cortará para abrir una vía de evacuación.

Los aviones de mayor tamaño tienen rampas que salen desde las ventanillas de emergencia hacia los planos. Una alternativa es el uso de escaleras o rampas de deslizamiento para ayudar a los pasajeros a bajar de los planos.

9.9.4.3 Acceso y apertura de puertas

A menudo, pueden utilizarse las ventanas de la aeronave para salvamento o para ventilación. Algunas están construidas de modo que puedan utilizarse como salidas de emergencia. En todas las aeronaves estas salidas están identificadas y cuentan con medios para abrir el dispositivo de cierre, tanto desde fuera como por dentro de la cabina.

La mayor parte de estas salidas se abren hacia adentro. La mayoría de las puertas de la cabina se usan como salidas de emergencia, excepto cuando no se pueden hacer funcionar. Con algunas excepciones, estas puertas se abren hacia afuera. Cuando las salidas se utilizan para ventilación, deberían abrirse las que se hallen a favor del viento.

Durante esta fase debería penetrarse en la aeronave por una ruta distinta de la que utilicen los ocupantes para evacuarla.

La evacuación de la aeronave y cualquier operación de salvamento dentro del fuselaje no pueden realizarse eficazmente si el incendio pone en peligro a los ocupantes o al personal de salvamento. Si bien el salvamento de todos los ocupantes puede considerarse como el objetivo principal, el objetivo general es el de crear condiciones que permitan sobrevivir a los ocupantes y en las que puedan efectuarse las operaciones de salvamento.

Debe preverse protección adicional cuando se abran las puertas y ventanas de la aeronave para la penetración o evacuación, con el fin de impedir que se propaguen las llamas al interior de la aeronave y proteger las vías de evacuación en caso de declararse un incendio.

9.9.4.4 Puntos de penetración

La penetración forzada en una aeronave debe ser el último recurso, ya que se requieren herramientas potentes que deben utilizarse con sumo cuidado para no provocar más daños a los pasajeros y porque existe riesgo de formación de chispas. Este tipo de penetración debe realizarse por las zonas marcadas, y si no fuera posible, establecer dichos puntos en la parte alta del fuselaje para evitar los compartimientos de carga, conductos de combustible, cables, etc.

9.9.5 Extinción

Dependiendo del tipo de accidente y del lugar donde se produce, la intervención para proceder a la extinción y el rescate podrá realizarse de dos formas diferenciadas.

9.9.5.1 Accidentes de aviación

Existen dos tipos diferenciados de accidentes en tierra, excluimos los fuegos por accidentes al repostar, fallos del equipo de servicio en tierra u originados durante las operaciones de mantenimiento.

- El primero implica una velocidad relativamente baja y/o ángulo pequeño de impacto. Este tipo de accidente, la tasa de supervivencia de los pasajeros puede ser muy alta, especialmente si no se produce fuego después del accidente o se controla rápidamente en la zona inmediata alrededor de la ocupada por los pasajeros.

- El segundo es el impacto a alta velocidad y/o con ángulo elevado de impacto con la tierra u otro objeto, que provoca la destrucción del avión que la probabilidad de supervivencia de los pasajeros es prácticamente nula y las muertes se producen instantáneamente debido al tremendo choque y se puede producir en el Área de Movimiento o cercanías.

9.9.5.2 Incendio en aeronaves

- **Titanio**: Si el incendio se mantiene dentro de la carcasa del motor, dejar que se consuma, siempre que no haya gases combustibles que se puedan inflamar con las llamas o con las superficies recalentadas del motor y se disponga de espuma o agua pulverizada para refrigerar la carcasa del motor y las zonas circundantes de la aeronave.

- **Magnesio:** Normalmente, este tipo de piezas tiene una forma y tamaño tal que su ignición se produce después de una larga exposición al calor intenso. Sin embargo, hay excepciones de piezas más delgadas que pueden formar parte de motores, trenes de aterrizaje y helicópteros que se incendian con una mayor facilidad.

  En la fase inicial, los incendios en magnesio se pueden atacar con agentes extintores especialmente desarrollados para incendios en metales, pero cuando la cantidad de magnesio que arde es grande, el mejor extintor es agua en abundancia. Sin embargo, en la primera fase de la extinción, no es recomendable usar agua, si al mismo tiempo se utiliza espuma, porque el agua destruiría la capa de espuma.

Mientras el derrame de combustible constituya el mayor peligro, no debe utilizarse agua, sino solo espuma. Cuando la evacuación ya haya terminado puede ser adecuado atacar un incendio de magnesio, con agua, aun cuando en un principio pueda reavivarse y expedir una lluvia de chispas.

- **Cabina:** Los incendios y el desarrollo de humo en la cabina son relativamente frecuentes. Los incendios causados por la electricidad son los más comunes pero un porcentaje considerable tienen su origen en alguna actividad humana. Se estima que las causas de incendio en cabinas son las siguientes:

  - El 45 % de los incendios se inicia en los aseos.
  - Un 25 % en cabina por causas eléctricas.
  - Un 25 % en la cocina.
  - Un 5 % en compartimientos del equipaje de mano.

  En la cabina de una aeronave hay gran cantidad de materiales combustibles, plásticos, textiles, conductores eléctricos etc., que expelen gases combustibles y tóxicos al calentarse.

- **Cabina del piloto:** Se originan frecuentemente por cortocircuito en algún aparato eléctrico. El material aislante de los cables comienza a arder y debido a que comúnmente es de plástico, se desprenden gases tóxicos.

  Los pilotos intentarán controlar la situación lo más rápidamente posible desconectando la mayor cantidad posible de aparatos electrónicos y, utilizando sus extintores de halón para combatir el incendio. Obviamente se iniciará también el aterrizaje tan pronto como se descubra el problema.

  Si no se hubiera logrado sofocar el incendio y el avión ha aterrizado, se utilizará CO_2, para limitar los daños en la aeronave y disminuir el peligro de descarga eléctrica a través del chorro de extinción.

- **Cocina:** En primer lugar, la tripulación retira el fusible y a continuación informan de la situación a la cabina del piloto, que interrumpe el suministro eléctrico a esa sección. Al mismo tiempo el personal de cabina combate el fuego con extintores.

  Generalmente lo que comienza a arder es el horno, pero también la basura puede incendiarse. En la cocina hay aceite y alcohol, que contribuyen a un aumento del riesgo de propagación y de la intensidad del incendio. Si la cocina continúa ardiendo en el momento del aterrizaje, y el servicio de salvamento y extinción de incendios debe intervenir, se recomienda el uso de CO_2, aunque también es posible el uso de agente extintor líquido, puesto que la cocina debiera estar sin corriente eléctrica.

- **Compartimiento de equipaje de mano:** Un incendio localizado en un compartimiento del equipaje de mano, se debe habitualmente a un cortocircuito en algún equipo eléctrico situado detrás o sobre el compartimiento. El resultado es el desarrollo de calor, y el equipaje de los pasajeros puede comenzar a arder. También puede ocurrir que algún pasajero lleve gas de algún tipo (aerosol para el cabello, etc.), cámaras de video que no estén apagadas y se calienten, etc.

  Si existen generadores de oxígeno activados, éstos alcanzan temperaturas elevadas (250 °C). Si se produce una fuga en un generador de oxígeno, aumenta notablemente el riesgo de combustión. Sin embargo, la pequeña cantidad de oxígeno que sale por las máscaras, prácticamente no influye en la evolución de un incendio.

- **Compartimientos de carga**: El problema de los incendios en los compartimientos de carga es que normalmente no se tiene acceso a los mismos desde el interior del avión, lo que hace prácticamente imposible influir en la evolución del mismo. Actualmente algunas compañías disponen en sus aviones de equipos de extinción en el compartimiento de carga que se activan desde la cabina del piloto.

9.9.5.3 Gases generados en un incendio

En general los gases de incendio producen dificultad respiratoria y quemaduras. Una exposición más prolongada puede provocar pérdida de conciencia y posteriormente la muerte.

Si los pasajeros han permanecido un periodo prolongado en un ambiente lleno de humo, es probable que no puedan evacuar porque estén inconscientes.

Algunos de los gases que se generan en un incendio son: monóxido de carbono, dióxido de carbono, gas de cloro, hidrocianuro, hidrocloruro y dióxido de hidrógeno. En general los gases de incendio producen tos y ardor en las vías respiratorias, así como quemaduras. El monóxido de carbono produce pérdida del conocimiento y el hidrocianuro es un gas tóxico letal.

9.9.5.4 Ventilación

Una ventilación es indispensable para que los pasajeros puedan sobrevivir. Al aumentar la cantidad de oxígeno en la cabina debido a la ventilación, también aumenta el peligro de incendio. Por ello debe utilizarse siempre una lanza, para atacar la posible reactivación del incendio.

El principio básico para ventilar es la apertura de dos puertas, para entrada y para salida de aire.

La ventilación se puede realizar según tres métodos:

- **Natural:** Consiste en abrir una entrada por el lado de barlovento y otra salida por el lado de sotavento.

- **Por sobrepresión o presión positiva:** Uno de los lanceros lanza agua desde el exterior a través de la entrada de modo que penetre aire con el chorro. Los gases salen hacia el exterior por sobrepresión por otra salida.

- **Por depresión o presión negativa:** Uno de los lanceros se sitúa dentro del fuselaje, frente a la entrada y lanza chorro disperso por lanza a través de la entrada y hacia el exterior creándose una depresión en el fuselaje que hace salir los gases.

TIPOS DE VENTILACIÓN	ENTRADA DE AIRE	SALIDA DE GASES
Natural	Contra el viento	A favor del viento
Por sobrepresión	Con la ayuda de una lanza o ventilador	Apertura en el lado opuesto a la entrada
Por depresión	La salida de gases será por el mismo hueco que realizamos la VHN ventilación hidráulica negativa, sin necesidad de tener otra apertura	

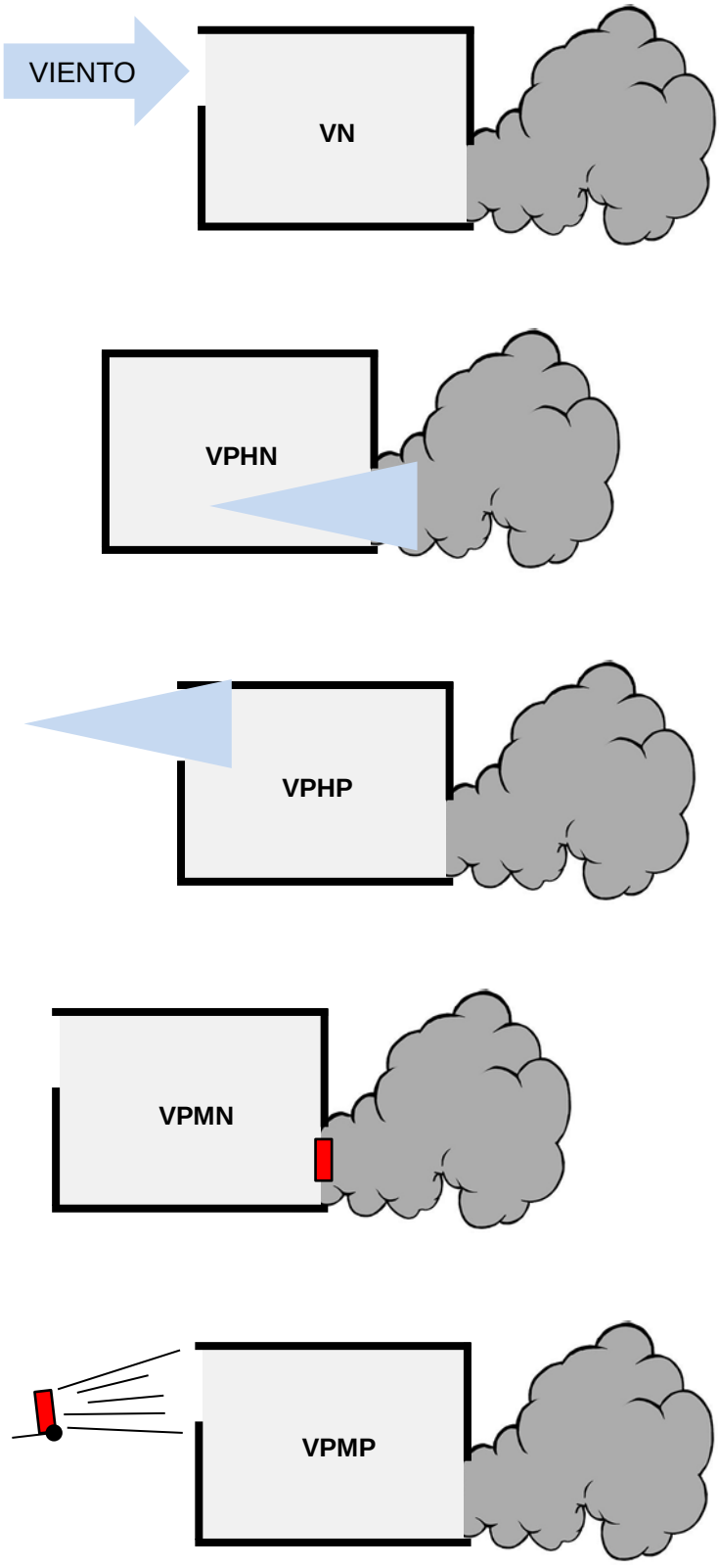
Es necesario considerar los riesgos a los que se expone a los pasajeros con la ventilación:

- La incorporación de oxígeno al incendio puede aumentar la intensidad del mismo y la posibilidad de inflamación total.
- Existe el riesgo de producir quemaduras a los pasajeros con vapor, al incorporar agua sobre las superficies recalentadas y los gases del incendio.

TIPOS DE VENTILACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Natural	No requiere personal para efectuar la ventilación. No se requiere ningún equipo.	No ofrece control sobre el desarrollo del incendio en el interior del fuselaje.
Por sobrepresión	Rapidez para crear sobrepresión con lanza. Equipo incorporado. Más eficaz que la ventilación natural. Cierto enfriamiento de los gases.	Requiere personal. No ofrece control sobre el desarrollo del incendio en el interior del fuselaje. Utilización de agua.
Por depresión	Se puede observar el desarrollo del incendio dentro de la cabina. No se derrama agua dentro de la cabina.	Requiere personal. Utilización del agua.

La ventilación debe iniciarse cuando se crea conveniente. Si puede establecerse una situación de control en el fuselaje, aumentan las posibilidades para crear un ambiente en el que se pueda sobrevivir.

A continuación, se exponen unas imágenes que reflejan cada una de las situaciones en cuanto a ventilación se puede realizar. Todo dependerá de cómo se encuentre el incidente, el tiempo que lleve incendiado, dirección del viento, entorno en cuanto a la disposición de una entrada del personal SSEI "*limpia*" y zona de salida de gases "*sucia*", entre otras cosas, como la decisión de ventilar o no, que recae solo y exclusivamente en el Jefe de Dotación.


VIENTO
VN
VPHN
VPHP
VPMN
VPMP

9.9.5.4.1 Como realizar una ventilación hidráulica negativa VPHN

Para ventilar de manera hidráulica negativa, usaremos un chorro compacto hacia el exterior para no inferir en los marcos de ventanas, puertas o cualquier otra abertura creada y nos salpique el agua rebotando hacia el interior generando vapor de agua, abriéndolo progresivamente hasta tangentear los marcos de la salida correspondiente en su parte superior tal como indica la fotografía.

Para que el desplazamiento de gases al exterior sea el máximo posible y alcanzar el máximo rendimiento bombero–material, la posición de éste será agachado y no ocupando la salida con su cuerpo obstruyendo la salida de gases y con el mayor caudal de H_2O posible de la lanza que utilice.

9.9.5.4.2 Como realizar un paso de puerta

1. Chequearemos la puerta de arriba abajo para comprobar la temperatura de ésta, e intuir donde se encuentra aproximadamente el plano neutro. Lo realizará el L2 siempre con el dorso de la mano.

2. Otra manera de testear la altura del plano neutro es pintar la puerta en la parte superior (puente de la lanza semi-abierto) dejando caer el agua por la superficie de la puerta y donde evapore y deje de caer intuiremos la altura del plano neutro, lo realiza L1.

3. L2 advertirá (1, 2, 3, abro) y L1 pulsará dos veces la lanza hacia el interior controlando la salida de gases por la parte superior. L2 cerrará para que el vapor de agua generado por la aplicación apropiada de agua, el tamaño de su gota con el menor caudal según la lanza utilizada, retraigan el colchón y suban el plano neutro (enfriamiento de los gases).

4. Repetimos proceso anterior.

5. Repetimos proceso anterior y en lugar de L2 cerrar la puerta entra el binomio L1-L2 con el plano neutro más levantado, (repetir el proceso dependerá de la altura del plano neutro).

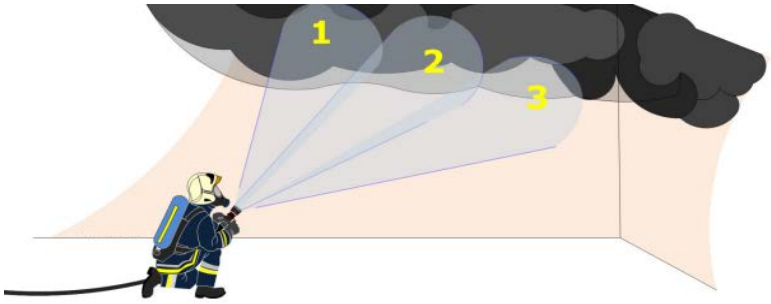
9.9.5.4.3 Como realizar un control de gases

1. Dirigiremos el chorro de extinción hacia la parte superior donde se encuentran los gases.

2. Pulsaremos 2 o 3 veces usando la cantidad de H_2O adecuada.

3. Cuando no se realicen pulsaciones se colocará la lanza hacia abajo para que el agua residual que quede en la salida y peines de ésta, no caiga sobre los guantes o cubre-pantalón mojándolos, y pueda producir quemaduras en la manos y piernas por vapor.

4. El vapor de agua generado por la aplicación adecuada de agua, el tamaño de su gota con el menor caudal según la lanza utilizada, retraerá el colchón y subirá el plano neutro (enfriamiento de los gases) y pudiendo dar lugar al avance según necesidad.



9.9.5.4.4 Como realizar un buceo en humo

En una emergencia en la cual tengamos que entrar en el interior de un fuselaje el buceo en humos no difiere a la entrada en una estancia, lo que si cambiará es el entorno y la complejidad de moverse por la falta de espacio entre asientos.

1. En la entrada de un fuselaje no se realiza el “paso de puerta” pues éste se comporta como un termo y falsea la realidad en cuanto a temperatura, diferente es para la entrada de otro tipo de estancias.

2. A continuación, entraremos preferiblemente agachados y tomaremos como referencia una pared, la derecha o la izquierda según convenga. Esta referencia no debemos de abandonarla para así efectuar un rastreo completo y eficaz de toda la estancia y nos servirá también de guía para evitar perdernos.

3. Con el dorso de la mano iremos rastreando la pared de referencia y con la otra el frente y la zona de encima de la cabeza, para evitar golpearnos o engancharnos algún latiguillo del ERA.

4. En el momento que el plano neutro levante y podamos ponernos de pie deberemos también rastrear con el pie contrario a la pared de referencia para evitar caer por algún hueco, o tropezar con obstáculos.

5. Si se localiza algún foco de incendio, se puede aprovechar la luz que desprende para hacer rastreo visual rápido antes de extinguirlo.

6. La línea de manguera que portaremos también me servirá de guía para salir en caso necesario.

9.9.5.4.5 Tipos de ventiladores

- **Hidroventilador:** Es un ventilador que se puede utilizar tanto para refrigerar como para ventilar. Funciona mediante un circuito cerrado de H_2O con mangueras de 45 mm Ø por impulsión desde la bomba del camión. Puede proporcionar tanto aire como aire-gotas de H_2O. Desplaza 283 m^3 de aire por minuto

- **Turboconvencional:** Es un ventilador donde el número de palas varía según modelo y la inclinación de estas proporciona un cañón de aire tubular o algo más disperso que influirá en la distancia en la que se situará de la apertura. Funciona por motor a explosión de uso externo, pues en interior puede dar lugar a la reignición de un foco por temperatura o chispa de ignición en atmósfera contaminada o dejar de funcionar por ahogamiento. Proporciona caudales que pueden comprender entre 20.000 y 40.000 m^3/h de aire.

- **Extractor de humos/gases:** Es un ventilador que se situará colgado en la salida del lugar a ventilar (ventana…) o en la salida de un sótano, garaje, …, enganchado a una manga tubular flexible de extracción que lo conectará con la atmósfera contaminada del interior. Son eléctricos o a baterías. Proporcionan un caudal de extracción en torno a 28.000 m^3/h de gases según modelo.

9.9.6 Tratamiento de víctimas

9.9.6.1 Rescate de víctimas

En todos los casos las tareas de rescate siguen un orden inverso a los de la atención médica. Es decir, durante las tareas de rescate se debe dar prioridad a los supervivientes leves o ilesos que abandonarán con prontitud el aparato y que presentan las máximas expectativas de supervivencia. Durante el rescate se debe intentar salvar al máximo número de personas, y de estas a las que más posibilidades tienen de supervivencia.

Por lo tanto, la evacuación se realizará respetando su orden natural, en el que todos los supervivientes que puedan caminar abandonarán el aparato en primer lugar. Los supervivientes que no puedan abandonar el aparato por sus propios medios, deberán ser rescatados tras terminar la evacuación espontánea.

Los supervivientes atrapados que requieran para su liberación de la participación de gran número de recursos serán rescatados en último lugar. Los fallecidos no serán inicialmente rescatados, a no ser que obstruyan la evacuación de otras víctimas vivas o corran el riesgo de ser destruidos completamente por el fuego. En este último supuesto, es posible proteger parcialmente la conservación de los cadáveres cubriéndolos con una manta de amianto.

Durante las tareas de rescate, el equipo de emergencia necesitará diferenciar entre fallecidos y supervivientes. Tarea que en la mayor parte de las ocasiones es sumamente sencilla, ya que las víctimas se quejan, piden ayuda o sencillamente respiran ruidosamente.

Sin embargo, hay ocasiones en que la apreciación de alguno de los signos vitales es una tarea más sutil, que va a requerir la realización de una rápida valoración. Si las condiciones del momento fueran

adversas (humo, oscuridad, etc.) o existiera un riesgo inminente para rescatadores y víctimas, el rescate se realizará de manera rápida, respetando en la medida de lo posible la constatación de supervivencia y el mantenimiento del control cervical y vertebral.

Los trabajos de rescate en el interior de un avión siniestrado se deben realizar por equipos de tres bomberos dotados de ERA y lanzas multiefecto. Estos equipos se encargarán de ir transportando a las víctimas hasta la salida al exterior del aparato, en que transferirán al herido al equipo de camilleros que se encuentra en exterior de la aeronave, comenzando inmediatamente un nuevo rescate.

Este hecho, evita la innecesaria pérdida de tiempo en el acceso/salida del aparato siniestrado del equipo de rescate, así como que este pueda conocer con exactitud la parte del aparato que ya ha sido revisada. Dada la pronta fatiga de los componentes de los equipos de rescate, debe contemplarse su relevo periódico.

El rescate de víctimas del interior de la aeronave conlleva las siguientes fases:

- **Pre-clasificación:** Con demasiada frecuencia los equipos de salvamento ocupan largos periodos de tiempo en el rescate de víctimas fallecidas, debido en buena medida a las prisas con se realiza el rescate y a las malas condiciones de supervivencia y visibilidad del interior de los espacios cerrados de donde deben ser rescatadas. Este tiempo empleado en el rescate de una víctima por la que ya nada podemos hacer, puede ser valiosísimo para otra que se encuentra en situación crítica. Estos hechos hacen que los equipos de bomberos que se afanan en las tareas de rescate del interior de una aeronave siniestrada deban comprobar la supervivencia de la víctima antes de proceder a su rescate. Esta comprobación se realiza de la manera más sencilla posible comprobando, en primer lugar, si la víctima nos contesta, y en caso negativo si respira o tiene pulso.

- **Zonificación de la aeronave:** Esta faceta contempla el trabajo coordinado de uno o más equipos de bomberos que trabajan en el interior del avión siniestrado, en condiciones adversas (oscuridad, humo, obstáculos, premura por los riesgos evolutivos mal controlados, etc.). Con este sentido los equipos de rescate formados por dos bomberos dotados de equipo de respiración autónoma y lanza multiuso actuarán coordinadamente para no tener que pre-clasificar a aquellas víctimas que ya han sido valoradas por ellos o por otro equipo de rescate con anterioridad.

Las posibilidades de zonificación de una aeronave durante las tareas de rescate dependen fundamentalmente del número de equipos que participan en el rescate y en las vías de acceso/evacuación empleadas:

- **Rescate por un solo equipo:** Se comenzará por la fila más próxima a la puerta de acceso/evacuación, tan pronto se localice una víctima que se supone que está viva se procederá a su rescate, tras lo cual se proseguirá desde la fila y butaca donde se encontraba la victima rescatada.

- **Rescate por dos equipos utilizando el mismo acceso:**

    - **En aeronaves con pasillo central:** lo más sencillo es que cada equipo se encargue de un lado del aparato, sin que de esta forma se interfieran entre ellos y actuando en su lado como si de un solo equipo se tratara.

    - **Para el caso de aeronaves con más de un pasillo central**: zonificaremos el aparato en tres o más secciones procediendo al rescate de dos de ellas en tanto solo existan dos equipos. Cuando se concluya los trabajos de rescate en una de estas secciones,

se comenzarán las tareas de rescate en la sección intermedia, si antes no se ha incorporado a estas tareas un tercer equipo.

- **Rescate por dos equipos utilizando dos vías alejadas entre sí:** Es preciso que haya una buena coordinación, de tal forma que cada equipo trabaje desde su acceso como si se tratara de un solo equipo, con la condición de que cuando se llegue a la mitad del aparato deberá de coordinarse en su actuación con el otro equipo. Al encontrarse los dos equipos, normalmente, en el centro de la aeronave, cada uno retrocederá sobre sus pasos y saldrá por su entrada.

9.9.6.2 Técnicas de rescate y movilización de pacientes con trauma grave

- **Víctima sentada en su butaca:** Esta debe ser la forma más frecuente en que vayamos a encontrar a las víctimas graves en un accidente aéreo. En este caso existen dos alternativas básicas de rescate. La primera de ellas, en la que existe una clara amenaza sobre la víctima y el propio rescatador. En este caso se impone un rescate rápido mediante la maniobra de Rautek, que es la más apropiada para poder ser usada en el estrecho pasillo de una aeronave siniestrada. En el segundo caso, en que el escenario resulta seguro, los rescatadores tienen tiempo para colocar un collar cervical y poner a la víctima sobre un tablero espinal. En última instancia puede ser preciso, incluso la utilización de un chaleco espinal, ante la sospecha de lesión de la columna vertebral. La camilla tipo cuchara es poco práctica en el interior de un avión, pues no existe él suficiente espacio para poderla abrir y no permite el deslizamiento de la víctima sobre la misma.

- **Víctima tumbada:** Es difícil que una víctima de un accidente aéreo aparezca inicialmente tumbada dentro de la aeronave, ya que por un lado se encuentra sujeta por el cinturón de seguridad y por otro la cabina de pasajeros presenta escasos lugares que permitan el decúbito. Por este motivo, lo más probable es que este tipo de víctimas se encuentre ya en el exterior de la aeronave o en el pasillo interior. En el primer caso, colocaremos a la víctima sobre un tablero espinal mediante la maniobra de rodadura o de elevación plana. También está indicado la utilización de una camilla cuchara, que permite colocar a la víctima sobre la camilla con una mínima movilización. Si el rescate se debe realizar en el pasillo del interior de la aeronave solo podremos utilizar un tablero espinal, tirando de los ropajes de la víctima (a la altura de sus hombros) y deslizando a la víctima sobre él. En todos los casos, si disponemos de tiempo, debemos colocar previamente un collar cervical.

- **Víctima atrapada o enmarañada:** Dado el gran aprovechamiento de espacio que existe en el interior de la cabina de pasajeros de un avión comercial, resulta fácilmente comprensible que una o varias víctimas puedan quedar atrapadas entre dos filas de asientos o entre su butaca y estructuras desmontables de la cabina (como el compartimiento para los equipajes de mano). De esta misma forma, la víctima puede quedar enredada entre las estructuras metálicas, plásticas y textiles del interior de la aeronave. Todas estas víctimas serán las últimas en ser rescatadas, atendiendo al principio de rescatar al mayor número de víctimas en el menor tiempo posible, respetando eso sí los requisitos para la movilización de heridos (control cervical, aseguramiento de la vía aérea e inmovilizaciones de las extremidades lesionadas).

9.9.6.3 Procedimientos durante las operaciones de salvamento y rescate

Tan pronto como se reciba una llamada del control de tránsito aéreo en que se anuncie un caso de emergencia que afecte a una aeronave, hay que poner en marcha todo el equipo necesario y trasladarlo al lugar en que haya ocurrido el accidente o a los puntos de reunión previamente determinados correspondientes a la pista que se utilice.

Una vez recibida la llamada, el JD del SSEI que esté de turno, asumirá la responsabilidad de todas las medidas subsiguientes de salvamento e extinción de incendios.

Los VSSEI deberían situarse de modo que proporcionen la mejor cobertura posible del área en que pueda ocurrir el accidente, con objeto de que, por lo menos, una de las unidades del equipo de salvamento o de extinción de incendios esté situada de modo que pueda llegar en el plazo de tiempo más breve al lugar del accidente.

Deberían prepararse planes detallados para cada aeropuerto con anterioridad a los casos de emergencia, teniendo en cuenta las circunstancias locales. Respecto a los casos de emergencia debidos al funcionamiento defectuoso del tren o dificultades en los neumáticos, siempre hay la posibilidad de que la aeronave salga de la pista y choque con el equipo de emergencia. En tales casos, es preferible situar el equipo de emergencia cerca del punto de toma de contacto y entonces seguir a la aeronave a lo largo de la pista, después de que haya hecho contacto con el suelo.

Es especialmente importante la utilización prudente de los agentes suministrados en lugares no protegidos fuera del aeródromo y deben seleccionarse minuciosamente técnicas de utilización para que puedan emplearse de la manera más ventajosa posible.

Generalmente es necesario completar la protección utilizando mangueras de proyección de espuma para abrir vías de acceso y de evacuación tanto del personal de salvamento como de las víctimas. También deberían tomarse medidas de este género para proteger a los ocupantes de la aeronave. Debería evitarse la aplicación directa de espuma sobre el personal de salvamento, a menos que sea absolutamente necesario, ya que la espuma puede cubrir los dispositivos protectores de la cara y, de este modo, impedir la visión.

El empapamiento intermitente de la indumentaria protectora con líquidos podría causar quemaduras de vapor, debido al calor intenso; en los casos en que esto ocurra, ya sea accidentalmente o como medida protectora, la aplicación debería continuar hasta que los afectados salgan del área de calor intenso.

Las mangueras que hayan de usarse en el incendio deberían cargarse después de que el equipo esté debidamente emplazado, independientemente de la magnitud del incendio y de la hora de llegada. Esto debería garantizar una capacidad de descarga inmediata en el caso de un incendio por inflamación del combustible, que pondría en peligro al personal del SSEI y al equipo en el lugar del accidente, así como a los ocupantes de la aeronave. Si no es visible el incendio, todo el equipo debería colocarse de modo que esté listo para empleo inmediato.

Todo el personal debería llevar la indumentaria protectora reglamentaria, a fin de reducir la posibilidad de lesiones en el caso de que se produzca un incendio repentino y también para ahorrar el tiempo valioso que se invertiría para ponérsela.

Si ocurre un gran derrame de combustible sin que se produzca incendio, es importante eliminar el mayor número posible de focos de ignición mientras se neutraliza o se cubre con espuma el combustible derramado. Deberían dejarse inactivas o refrigerarse las fuentes de ignición del motor. Las operaciones de salvamento deberían efectuarse por las puertas normales y escotillas, siempre que sea posible.

El salvamento de los ocupantes de la aeronave debería efectuarse con la mayor rapidez posible, aunque debe tenerse cuidado en la evacuación de los ocupantes lesionados, de modo que no se agraven sus lesiones, el requisito primordial es sacarlos del área amenazada por el fuego.

Las tuberías rotas de combustible, fluido hidráulico (del tipo inflamable), alcohol y aceite deberían taponarse o chafarse, cuando sea posible, para reducir los derrames y las proporciones del incendio.

Evitar daños o deformaciones que podrían ocasionar la salida de cantidades de combustible de los depósitos parcialmente averiados u ocasionar lesiones mayores a personas atrapadas.

Si no puede eliminarse el foco de calor y las llamas constituyen una amenaza, mediante agentes extintores apropiados deberían protegerse los depósitos de combustible expuestos, pero no incendiados, para impedir que se incendien o exploten.

La misión principal del SSEI del aeródromo consiste en dominar el incendio en el área crítica que ha de protegerse después de un accidente acompañado de incendio, con objeto de poder efectuar la evacuación de los ocupantes de la aeronave.

Debería usarse externamente espuma o rociado de agua para mantener frías las estructuras cercanas de la aeronave. No debería utilizarse espuma en las tomas o salidas de los motores de turbina. a menos que no pueda sofocarse el incendio con los demás agentes extintores y haya peligro de que se propague.

Los primeros VSSEI que acudan al lugar del accidente se dedicarán preferentemente a aplicar, como medida de precaución, una capa de espuma sobre la zona en que se haya derramado el combustible, aunque esta operación puede que tenga que efectuarse al mismo tiempo que otras tareas conducentes a facilitar la evacuación de los ocupantes.

9.9.6.4 Operaciones de salvamento en terrenos de difícil acceso: extensiones de agua, zonas pantanosas y otros terrenos difíciles

En los aeródromos donde una proporción considerable de las llegadas y salidas de aeronaves tiene lugar sobre extensiones de agua, zonas pantanosas u otras variedades de terreno difícil en la vecindad inmediata de los aeródromos, y donde los VSSEI convencionales no pueden proporcionar una respuesta eficaz, la administración del aeropuerto deberá disponer de procedimientos y equipo especiales para hacer frente a los accidentes que ocurran en esos parajes.

No es necesario que las instalaciones y servicios estén localizados en los aeródromos, ni tampoco que éste tenga que proporcionarlos, si existen y están disponibles inmediatamente los de entidades ajenas al aeropuerto, como parte del plan de emergencia aeroportuaria.

Lo importante es el salvamento, que no tiene que incluir precisamente la posibilidad de combatir el incendio. Si se produce incendio en la zona de choque de un accidente, el largo tiempo de respuesta de los primeros vehículos probablemente impedirá la realización eficaz de las operaciones necesarias para dominarlo.

En todas las situaciones, el equipo básico debiera comprender:

- Equipo de comunicaciones, que puede incluir también el equipo de señales visuales. Idealmente, el empleo de un transmisor en la frecuencia de socorro proporciona enlace con el control de tránsito aéreo y el centro de operaciones de emergencia.
- Ayudas para la navegación.
- Botiquín médico de primeros auxilios.
- Equipo salvavidas, incluyendo chalecos salvavidas cuando se trate de percances que ocurran en el agua, tiendas de campaña, mantas impermeables y agua potable.
- Equipo de iluminación.
- Cuerdas, ganchos para las lanchas, megáfonos y herramientas, por ejemplo, alicates para cortar alambres y cuchillos para cortar los cinturones de seguridad.

Los vehículos disponibles para operaciones de salvamento en terreno difícil tienen que incluir:

- Helicópteros.
- Aerodeslizadores.
- Lanchas de varios tipos y cabidas.
- Vehículos anfibios.
- Vehículos oruga.
- Vehículos todo terreno, incluyendo los que funcionan a base del efecto de la superficie para reducir las cargas sobre las ruedas.

9.9.6.5 Procedimientos aplicables a los accidentes ocurridos en el agua

Cuando los aeródromos están situados cerca de grandes masas de agua, tales como ríos o lagos, o cuando están situados en la costa, deberían tomarse medidas especiales para acelerar el salvamento.

En tales accidentes, se reduce considerablemente la posibilidad de incendios debido a la supresión de los focos de ignición. En los casos en que hay incendio, su contención y extinción plantean problemas poco corrientes, a menos que se disponga de equipo apropiado.

Puede preverse que el impacto de la aeronave con el agua pueda ocasionar la rotura de los depósitos y tubería de combustible. Es lógico suponer que en la superficie del agua se encontrarán flotando algunas cantidades de combustible.

Las embarcaciones cuyos tubos de escape estén situados en la línea de flotación pueden constituir un peligro de incendio si operan donde existen esas condiciones.

Deben tenerse en cuenta las corrientes del viento y del agua para impedir que el combustible flotante se desplace a áreas en que pueda constituir un riesgo. Cuando en el agua flote combustible, hay que tener sumo cuidado en el empleo de bengalas, botes de llamas o de otros artículos pirotécnicos.

Tan pronto como sea posible, estas bolsas de combustible deberían fragmentarse o desplazarse con boquillas de gran velocidad de descarga o neutralizarlas cubriéndolas con espuma o con una elevada concentración de agentes químicos secos. Las superficies en calma constituyen corrientemente un problema mayor que las superficies picadas o agitadas.

Deberían enviarse al lugar del accidente equipos de buzos. Cuando se disponga de helicópteros, podrán utilizarse para acelerar el transporte de los buzos al área en que haya ocurrido el accidente.

Cuando haya incendio, la aproximación a éste debería hacerse después de tener en cuenta la dirección y la velocidad del viento, la corriente y la velocidad del agua. El fuego puede desplazarse del área en que se encuentre empleando una técnica de barrido por descarga de chorros de agua con mangueras.

Cuando sea necesario, deberían usarse la espuma y otros agentes extintores. Debería esperarse que sea más probable hallar víctimas en la dirección a favor del viento y aguas abajo. Esto debería tenerse en cuenta al preparar la extinción del incendio.

Cuando se encuentren flotando secciones ocupadas de la aeronave, debe tenerse gran cuidado de no alterar sus cualidades de estanquidad. Debería llevarse a cabo lo más rápidamente y mejor posible el traslado de las personas que se hallen en dichas secciones.

Cualquier desplazamiento del peso o lapso de tiempo puede hacer que se hunda. En estos casos, el personal de salvamento debería actuar con precaución para no quedar atrapado ni ahogarse.

Cuando las secciones de la aeronave se encuentren sumergidas, existe la posibilidad de que pueda haber quedado suficiente aire dentro para preservar la vida. Los buzos deberían efectuar la penetración por el punto más profundo posible.

Cuando solo pueda determinarse aproximadamente el lugar del accidente, a la llegada, los buzos deberían hacer un rastreo submarino, señalando con boyas los lugares en que se encuentren las partes principales de la aeronave.

Si no se dispone de suficientes buzos, las operaciones de dragado deberían efectuarse desde embarcaciones Debería establecerse un puesto de mando en el lugar más factible de la costa cercana.

Este debería situarse en una posición que facilite el movimiento de llegada y de salida de las embarcaciones. Las cartas de salvamento de las aeronaves permiten la localización de las salidas de emergencia y conocer las instrucciones de apertura de la aeronave desde el exterior.

Además, puede localizarse la situación de los depósitos de combustible, botellas de oxígeno, acumuladores, baterías, etc.

Resulta evidente darse cuenta de que el éxito de este servicio de salvamento radica en disponer de personal perfectamente entrenado en los procedimientos establecidos para efectuar las tareas de salvamento y extinción.

9.9.7 Revisión de restos

Después de cada accidente debemos de hacer una inspección exhaustiva, haya habido o no incendio.

Esta inspección suele estar enfocada a obtener pruebas para el conocimiento de las causas del accidente, por ello no debemos de modificar la posición de restos, coordinando nuestros trabajos con los de los equipos de investigación.

El equipo del SSEI, debe de estar en una posición que le permita controlar la zona y poder actuar en caso de producirse un incendio o reignición.

MERCANCÍAS PELIGROSAS Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO

10. MERCANCÍAS PELIGROSAS Y TANQUES ALMACENAMIENTO

10.1 Introducción al transporte de MMPP por vía aérea

El transporte de Mercancías Peligrosas está regulado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en su anexo 18: Transporte sin riesgo de Mercancías Peligrosas por vía aérea.

Esta es la primera normalización de procedimientos para el transporte de MMPP mediante vía aérea.

El primer antecedente de transporte de mercancías peligrosas por aire que se conoce es de unas cargas explosivas para pozos de petróleo en el 1929 en Texas, USA.

Hoy en día hay clasificados y reglamentados aproximadamente 3.000 artículos como mercancías peligrosas para su transporte por vía aérea.

El manual de la asociación internacional de transporte aéreo (IATA) toma en cuenta el transporte de las mercancías peligrosas en 1956 y la OACI hace lo propio en 1958.

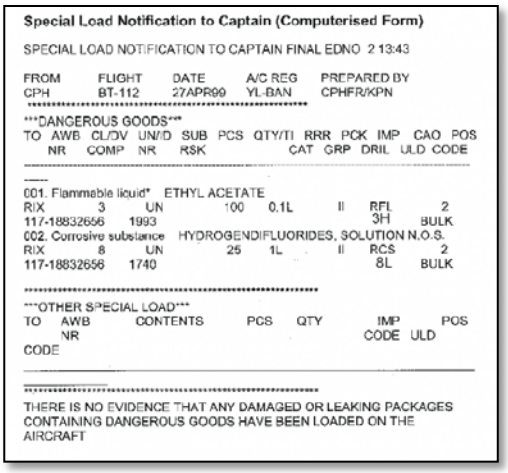
En una aeronave, una mercancía peligrosa debe de soportar los cambios de presión, temperatura, humedad, así como vibraciones.

El hecho de que las aeronaves no estén adecuadas del todo para combatir los posibles incidentes que pueden ocurrir o el acceso a ellas, condiciona su transporte en aviones.

Las mercancías peligrosas se dividen en diferentes clases de acuerdo con el riesgo que presentan, lo que las determina a ser aptas o no para ser transportadas en aviones de pasajeros, en aviones de carga o bien por otro medio que no sea el aéreo.

Toda mercancía que sea transportada por cualquier medio de transporte debe de llevar la correspondiente documentación en la cual conste desde su composición hasta la forma de minimizar cualquier efecto nocivo para la salud.

En todos los transportes que se realizan con Mercancías Peligrosas deberá de existir una documentación específica (guía de transporte) en la cual se especifican las características y cantidades de las mercancías transportadas. En transporte aéreo dicho documento se denomina NOTOC, (Notificación al comandante).



Special Load Notification to Captain (Computerised Form)

SPECIAL LOAD NOTIFICATION TO CAPTAIN FINAL EDNO 2 13:43

FROM	FLIGHT	DATE	A/C REG	PREPARED BY
CPH	BT-112	27APR99	YL-BAN	CPHFR/KPN

DANGEROUS GOODS

TO	AWB NR	CL/DV COMP	UN/ID NR	SUB RSK	PCS	QTY/TI CAT	RRR GRP	PCK DRIL	IMP ULD	CAO CODE	POS
001. Flammable liquid* ETHYL ACETATE											
RIX	3	UN			100	0.1L	II	RFL			2
117-18832656		1993						3H			BULK
002. Corrosive substance HYDROGENDIFLUORIDES, SOLUTION N.O.S.											
RIX	8	UN			25	1L	II	RCS			2
117-18832656		1740						8L			BULK

OTHER SPECIAL LOAD

TO	AWB NR	CONTENTS	PCS	QTY	IMP CODE	ULD	POS CODE

THERE IS NO EVIDENCE THAT ANY DAMAGED OR LEAKING PACKAGES CONTAINING DANGEROUS GOODS HAVE BEEN LOADED ON THE AIRCRAFT

10.2 Definición de MMPP

La OACI define a la mercancía peligrosa como todo articulo o sustancia capaz de constituir un riesgo importante para la salud, la seguridad, la propiedad y medio ambiente, al transportar por vía aérea.

10.3 Transporte de MMPP en aeronaves: restricciones, prohibiciones y excepciones

Las Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgo de MMPP por vía aérea aprobadas por la OACI (Doc. 9284-AN/905), que completan las disposiciones generales contenidas en el Anexo 18 al Convenio de Chicago sobre Aviación Civil Internacional, fueron incorporadas al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 1749/1984, de 1 de agosto, por el que se aprobó el Reglamento Nacional sobre el Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea y las Instrucciones Técnicas, antes mencionadas.

La OACI ha introducido una serie de enmiendas en las Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgo de mercancías peligrosas por vía aérea, cuya última revisión fue publicada por la Orden FOM/808/2006, de 7 de marzo.

Esta Orden tiene por objeto la actualización de las citadas Instrucciones Técnicas de acuerdo con las enmiendas contenidas en la edición 2011-2012 del mencionado documento de OACI (Doc. 9284-AN/905), al amparo de la habilitación contenida en la disposición final segunda del Real Decreto 1749/1984, de 1 de agosto, que faculta al Ministro de Fomento para modificar, previo informe favorable, en su caso, de los Ministerios competentes y del informe preceptivo de la Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas.

Los anexos de dicho Real Decreto en los casos siguientes en los que los objetos o sustancias que, cuando se presentan para el transporte en las condiciones habituales, en ningún caso deberán transportarse en aeronaves. Estos son:

- Susceptibles de explotar.
- Reaccionar peligrosamente.
- Producir llamas.
- Desarrollar calor o emisiones de gases y vapores tóxicos.
- Corrosivos.

Las disposiciones de las presentes Instrucciones no se aplican a: Los objetos y sustancias que deberían clasificarse como MMPP, pero que, de conformidad con los requisitos de aeronavegabilidad y con los reglamentos de operación pertinentes, sea preciso llevar a bordo de las aeronaves o que estén autorizados por el Estado del explotador para satisfacer requisitos especiales.

- Los aerosoles, las bebidas alcohólicas, perfumes, colonias, fósforos de seguridad y encendedores de gas licuado, transportados por el explotador a bordo de una aeronave para su consumo o venta a bordo durante el vuelo o serie de vuelos.

- El hielo seco destinado al servicio de comidas y bebidas a bordo de la aeronave.

- Los aparatos electrónicos tales como carteras de vuelo electrónicas, aparatos personales de recreación y lectores de tarjetas de crédito que contienen pilas o baterías de metal litio.

10.4 Propiedades físicas y químicas de las MMPP

- **Punto de fusión:** Es la temperatura a la cual una sustancia se transforma del estado sólido a líquido. A esta misma temperatura, también se le denomina temperatura de congelación cuando la misma pasa de estado líquido a sólido

- **Punto de ebullición:** Es la temperatura a la cuál una sustancia se transforma del estado líquido a gaseoso. En el punto de ebullición, la presión de vapor de la sustancia y la presión ambiente son iguales. A esta misma temperatura, también se le denomina temperatura de condensación, cuando el paso es de estado gaseoso a líquido.

- **Calor específico:** Es una magnitud física que se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura en un 1 ºC.

- **Calor latente:** Calor de cambio de estado. Es la energía requerida por una sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización). Se debe tener en cuenta que esta energía en forma de calor se invierte para el cambio de fase y no para un aumento de la temperatura.

- **Densidad:** Es el peso por unidad de volumen de un producto. Normalmente disminuye por el aumento de la temperatura sobre todo en gases y líquidos, es importante conocer la densidad de un producto porque nos indicará su flotabilidad respecto al agua.

- **Viscosidad:** Es una propiedad específica de los fluidos y se caracteriza por la resistencia a fluir que se genera por el rozamiento de las moléculas. Es importante conocer el índice de viscosidad de los productos en los derrames, para tener una idea de la rapidez con la que se extenderá el mismo.

- **Presión de Vapor:** Es una medida del grado de volatilidad de las sustancias. La presión vapor es la presión de equilibrio de un líquido o un sólido a una temperatura dada. Se mide en Pascales (Pa) y la unidad más usual es el kilo pascal (kPa). La presión de vapor aumenta con la temperatura, Como norma, los gases tienen una presión vapor mayor que los líquidos, y estos a su vez, mayor que los sólidos.

- **Solubilidad:** es la capacidad de una sustancia para disolverse en el agua, o cualquier otro disolvente definiendo los siguientes grados de solubilidad:

SOLUBILIDAD DE UNA SUSTANCIA	
Insoluble	< 0,1 g /100 ml
Poco soluble	0,1-1 g /100 ml
Moderadamente soluble	1-10 g /100 ml
Soluble	10-100 g /100 ml
Muy soluble	> 100 g /100 ml

10.5 Leyes físicas de los gases: Boyle-Mariotte, Charles y Gay-Lussac

- **LEY DE BOYLE**: a temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión, es decir, que a mayor presión menor volumen y viceversa. V1 x P1 = V2 x P2

  Ejemplo: Si un globo lleno de aire lo sumergimos a 10 ms. de profundidad en el agua, con lo cual se duplica la presión, el volumen del globo se convertirá en la mitad.

- **LEY DE CHARLES:** A presión constante, el volumen de una masa dada de gas varía directamente con la temperatura absoluta, es decir, que si la temperatura aumenta el volumen también aumenta. T1/V1 = T2/V2

- **LEY DE GAY LUSSAC**: A volumen constante, la presión de un gas es directamente proporcional a la temperatura, es decir que si la temperatura aumenta la presión también aumenta, P1/T1 = P2/T2 T1 x P2 = T2 x P1

Ejemplo: si dejamos la botella de un ERA al sol, se calentará, y aumentará la presión interior del aire.

COMPENDIO DE LAS TRES LEYES

$$\frac{P1 \times V1}{T1} = \frac{P2 \times V2}{T2}$$

Ejercicio: Tenemos una botella de aire de 1l. Cargada a 300 bar y a 20º C de temperatura. Si la dejamos al sol y la temperatura aumenta a 100º C ¿qué presión tendrá la botella?

Nota: la temperatura siempre es la absoluta, o sea los grados más 273º C

$$\frac{P1 \times V1}{T1} = \frac{P2 \times V2}{T2}$$

$$\frac{300 \times 1}{20 + 273} = \frac{P2 \times 1}{100 + 273}$$

$$P2 = \frac{(300 \times 1) \times (100 + 273)}{(20 + 273) \times 1} = \frac{300 \times 373}{293} = \frac{111.900}{293} = \mathbf{381,9\ Bar}$$

10.6 Métodos de identificación de las MMPP, sistemas de señalización

- **Lugar y Actividad:** El lugar donde se ha producido el siniestro nos puede dar una idea del tipo de MMPP que nos podemos encontrar.

  Las localizaciones de este tipo de productos normalmente pueden estar en diferentes zonas del aeropuerto, como puede ser la terminal de carga del propio aeropuerto, depósitos o tanques de almacenamiento de combustible, tanto liquido como gaseoso, en la Plataforma (caída del bulto cuando se lleva hasta la aeronave) y por supuesto en las aeronaves.

- **Tipos de recipientes:** Los recipientes que contienen MMPP, tienen etiquetas y placas de información normalizada que nos facilitan los datos de su contenido. Como norma:
    - Los gases se almacenan en botellas, cilindros o depósitos específicos.
    - Los líquidos en garrafas, bidones o depósitos específicos.
    - Los sólidos normalmente en cajas.

- **Colores:** Existen una amplia gama de colores que nos pueden ayudar a identificar una mercancía, o a determinar características específicas de la misma:

IDENTIFICADOR DE MMPP POR COLORES (REGLA GENERAL)		
RIESGO	**COLOR**	**CÓDIGO EUROPEO**
Tóxico/Corrosivo	Amarillo zinc	RAL 1018
Inerte (argón y mezclas)	Verde amarillento	RAL 6018
Inflamable	Rojo fuego	RAL 3000
Oxidante	Azul luminoso	RAL 5012

10.7 Etiquetas y placas

Las etiquetas y placas son marcas identificativas de los riesgos y peligros de cada materia que se transporta y están destinadas a ser colocadas sobre las mercancías, los bultos o envases que las contienen, así como las zonas sectorizadas y delimitadas de almacenaje previo y posterior al transporte. Estas placas suelen llevar los siguientes datos:

- Código de peligro en la parte superior, compuesto por dos o tres números y en algunos casos por la letra “X” que indica la prohibición de utilizar agua.

- A cada cifra le corresponde un significado diferente, y según este situado en primer, segundo o tercer lugar, tiene una importancia distinta.

- La cifra o letra situada en primer lugar, indica el riesgo principal de la mercancía transportada. La segunda o tercera cifra indican los peligros secundarios.

- El código de peligro, proporciona información sobre las propiedades de la mercancía transportada, pero sin identificar la misma.

- En la parte inferior, el número ONU, o código de la materia, que es el número asignado oficialmente en el TPC (España) y el ADR en (Europa).

- Cada producto tiene asignado su número:
    - Nombre de la MMPP. Número ONU.
    - Etiquetas de peligro.
    - Panel Naranja.

CLASES MERCANCÍAS PELIGROSAS

1. **Clase 1. Materias y objetos explosivos**
   - **1.1.** Materias y objetos que presentan riesgo de explosión en masa.
   - **1.2.** Materias y objetos que presentan riesgo de proyección sin riesgo de explosión en masa.
   - **1.3.** Materias y objetos que presentan un riesgo de incendio con ligero riesgo de efectos de llama o de proyección, o de ambos, pero sin riesgo de explosión en masa.
   - **1.4.** Materias y objetos que presentan un pequeño riesgo de explosión en caso ignición o cebado durante el transporte.
   - **1.5.** Materias muy poco sensibles que presentan un riesgo de explosión en masa.
   - **1.6.** Objetos extremadamente poco sensibles que no supongan riesgo de explosión en masa.

2. **Clase 2. Gases**
   - **2.1.** Gas Inflamable.
   - **2.2.** Gas No Inflamable.
   - **2.3.** Gas Tóxico.

3. **Clase 3. Materias líquidas inflamables**

4. **Clase 4. Materias sólidas inflamables**
   - **4.1.** Sólido Inflamable.
   - **4.2.** Combustión espontánea.
   - **4.3.** En contacto con el agua emiten gases inflamables.

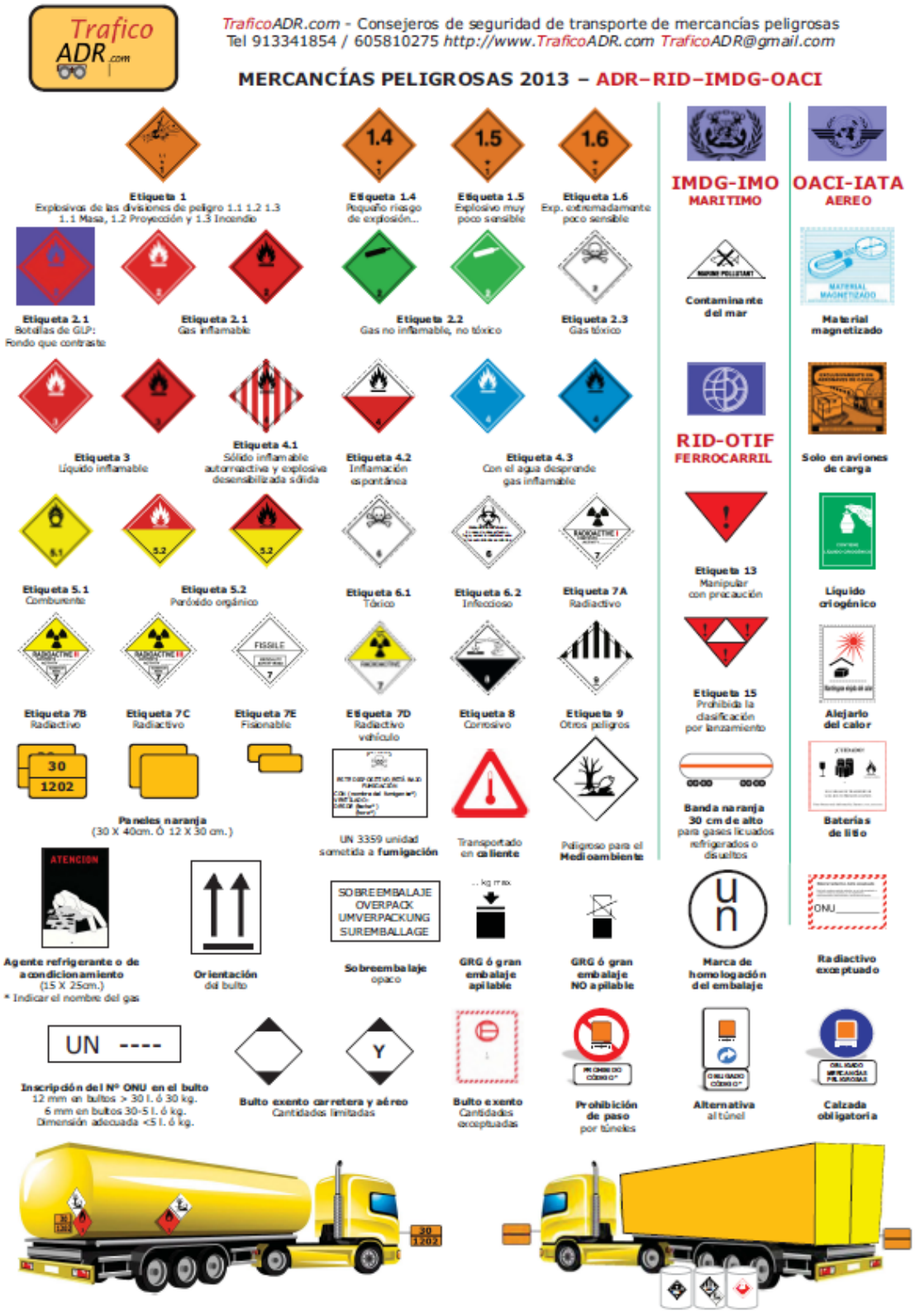
5. **Clase 5. Materiales comburentes y peróxidos orgánicos**
   - **5.1.** Sustancia comburente.
   - **5.2.** Peróxido Orgánico.

6. **Clase 6. Materias tóxicas e infecciosas**
   - **6.1.** Materia toxica.
   - **6.2.** Materia infecciosa.

7. **Clase 7. Materias radiactivas**
   - **7.1.** 7A Materia radiactiva. Cat. I (Materia radiactiva en bultos de la categoría I-BLANCA; en caso de avería en los bultos, peligro para la salud en caso de ingestión, inhalación o contacto con la materia derramada).
   - **7.2.** 7B Materia radiactiva. Cat. II (Materia radiactiva en bultos tipo II-AMARILLA, bultos que se mantendrán alejados de los que lleven una etiqueta con la inscripción "FOTO"; en caso de avería en el bulto, peligro para la salud por ingestión, inhalación o contacto con la materia derramada, así como riesgo de irradiación externa a distancia).
   - **7.3.** 7C. Materia radiactiva. Cat. III (Materia radiactiva en bultos tipo II-AMARILLA, bultos que se mantendrán alejados de los que lleven una etiqueta con la inscripción "FOTO"; en caso de avería en el bulto, peligro para la salud por ingestión, inhalación o contacto con la materia derramada, así como riesgo de irradiación externa a distancia).

8. **Clase 8. Materias corrosivas**

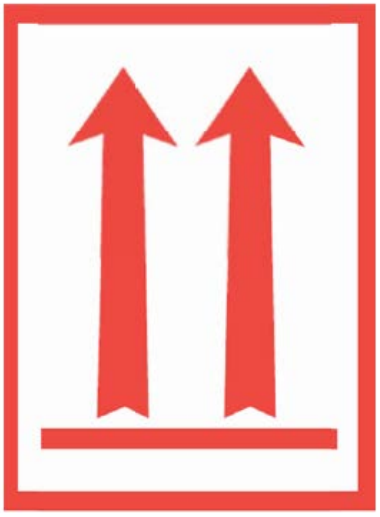
9. **Clase 9. Materias y objetos peligrosos diversos**
   (Materias y objetos diversos que en el curso del transporte supongan un riesgo distinto de los que señalan en otras clases).


TraficoADR.com - Consejeros de seguridad de transporte de mercancías peligrosas
Tel 913341854 / 605810275 http://www.TraficoADR.com TraficoADR@gmail.com
MERCANCÍAS PELIGROSAS 2013 – ADR–RID–IMDG-OACI
IMDG-IMO MARITIMO
OACI-IATA AEREO
RID-OTIF FERROCARRIL
Etiqueta 1
Explosivos de las divisiones de peligro 1.1 1.2 1.3
1.1 Masa, 1.2 Proyección y 1.3 Incendio
Etiqueta 1.4
Pequeño riesgo de explosión...
Etiqueta 1.5
Explosivo muy poco sensible
Etiqueta 1.6
Exp. extremadamente poco sensible
Contaminante del mar
Material magnetizado
Etiqueta 2.1
Botellas de GLP:
Fondo que contrasta
Etiqueta 2.1
Gas inflamable
Etiqueta 2.2
Gas no inflamable, no tóxico
Etiqueta 2.3
Gas tóxico
Etiqueta 3
Líquido inflamable
Etiqueta 4.1
Sólido inflamable autorreactivo y explosivo desensibilizada sólida
Etiqueta 4.2
Inflamación espontánea
Etiqueta 4.3
Con el agua desprende gas inflamable
Solo en aviones de carga
Etiqueta 5.1
Comburente
Etiqueta 5.2
Peróxido orgánico
Etiqueta 6.1
Tóxico
Etiqueta 6.2
Infeccioso
Etiqueta 7A
Radiactivo
Etiqueta 13
Manipular con precaución
Líquido criogénico
Etiqueta 7B
Radiactivo
Etiqueta 7C
Radiactivo
Etiqueta 7E
Fisionable
Etiqueta 7D
Radiactivo vehículo
Etiqueta 8
Corrosivo
Etiqueta 9
Otros peligros
Etiqueta 15
Prohibida la clasificación por lanzamiento
Alejarlo del calor
30
1202
Paneles naranja
(30 X 40cm. Ó 12 X 30 cm.)
UN 3359 unidad sometida a fumigación
Transportado en caliente
Peligroso para el Medioambiente
Banda naranja 30 cm de alto
para gases licuados refrigerados o disueltos
Baterías de litio
ATENCION
Agente refrigerante o de acondicionamiento
(15 X 25cm.)
* Indicar el nombre del gas
Orientación del bulto
SOBREEMBALAJE
OVERPACK
UMVERPACKUNG
SUREMBALLAGE
Sobreembalaje opaco
GRG ó gran embalaje apilable
GRG ó gran embalaje NO apilable
Marca de homologación del embalaje
Radiactivo exceptuado
UN ----
Inscripción del Nº ONU en el bulto
12 mm en bultos > 30 l. ó 30 kg.
6 mm en bultos 30-5 l. ó kg.
Dimensión adecuada <5 l. ó kg.
Y
Bulto exento carretera y aéreo
Cantidades limitadas
Bulto exento
Cantidades exceptuadas
Prohibición de paso
por túneles
Alternativa
al túnel
Calzada obligatoria

Etiqueta 13
Manipular
con precaución

Etiqueta 15
Prohibida la
clasificación
por lanzamiento

Posicionamiento del bulto



10.8 Códigos

10.8.1 Código Europeo

Los rótulos son etiquetas de peligro ampliadas y deben ir colocadas en las paredes externas de las unidades de transporte para advertir que las mercancías transportadas son peligrosas y presentan riesgos.

Las unidades de transporte que lleven MMPP o residuos, deben llevar etiquetas en al menos dos lados opuestos de la unidad. Las etiquetas son cuadradas, deben tener unas dimensiones mínimas de 25 x 25 cm, y ser resistentes a la intemperie. Se colocan sobre uno de sus vértices.

Junto con el denominado panel naranja de 40 x 30 cm, identifican tanto la mercancía que se transporta, el tipo de riesgo que conlleva y sus símbolos identificativos. Todas las etiquetas deben ir acompañadas de su correspondiente significado.

Las unidades de transporte de mercancías peligrosas llevarán, dispuestos en un plano vertical, dos paneles rectangulares de color naranja, uno en la parte delantera y el otro en la parte trasera de la unidad de transporte, perpendicularmente al eje longitudinal de esta.

Estos paneles rectangulares están divididos en dos partes iguales de forma horizontal, en la superior figura un número de identificación del peligro y en la inferior, el número ONU de la materia.

Los números de identificación de los peligros son los siguientes:

PRIMERA CIFRA INDICA EL PELIGRO PRINCIPAL	SEGUNDA Y TERCERA CIFRA INDICA LOS PELIGROS SUBSIDIARIOS
2 Gas 3 Líquido Inflamable 4 Solido inflamable 5 Materia comburente o peróxido orgánico 6 Materia tóxica o peligro de infección 7 Materia Radiactiva 8 Materia corrosiva 9 Peligro de reacción violenta espontánea	0 Carece de significación 2 Emanación de gases 3 Líquido Inflamable 4 Sólido Inflamable 5 Comburente 6 Toxicidad 7 Radiactivo 8 Corrosividad 9 Reacción violenta resultante de la descomposición

La repetición de una cifra indica una intensificación del peligro relacionado con ella. Como caso excepcional el 22 significa GAS REFRIGERADO.

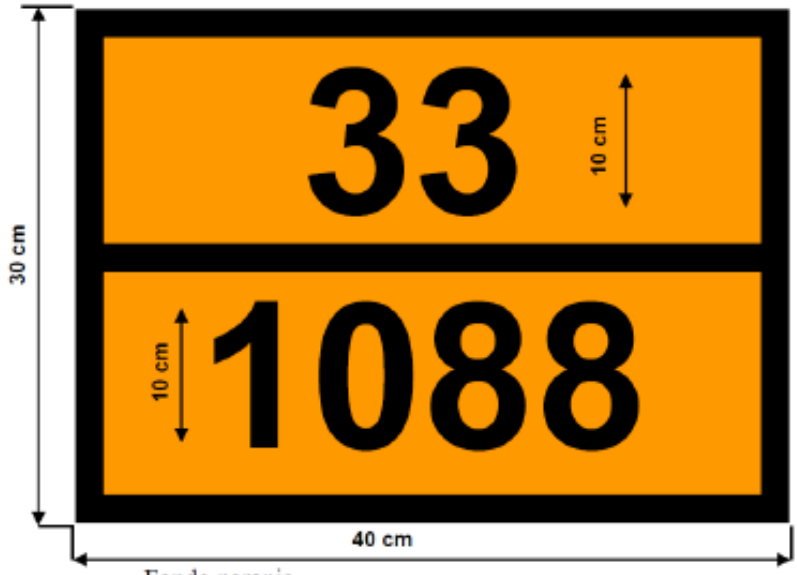
Algunas de las combinaciones de cifras siguientes tienen un significado especial, como, por ejemplo:

- 22. Gas Criogénico
- 33. Materia líquida muy inflamable

Si la letra "X" precede al número de identificación del peligro, esta indica que la materia reacciona peligrosamente con el agua. En este caso, solo puede utilizarse el agua con la aprobación de expertos.

Esta señalización, obligatoria para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, no se utiliza de forma habitual en los centros de trabajo para su señalización interior, ya que su empleo no es fácilmente intuitivo, y para poder garantizar su plena efectividad se requiere el conocimiento y reconocimiento de las numeraciones empleadas por parte de todo el personal expuesto del centro de trabajo.

Dado que en el interior de las empresas se manipulan, almacenan, cargan, descargan y en su caso se mantienen en su interior, en régimen de tránsito, vehículos de materias peligrosas, el personal adscrito a los servicios de transporte interior y exterior de la empresa que manipule materias peligrosas habrá sido formado e informado sobre la identificación y aplicación de los paneles naranja.



Número de identificación de peligro

Número de identificación de la materia

Fondo naranja.
Borde, línea horizontal y cifras negros, espesor 15 mm.

10.8.2 Código Hazchem

El código Hazchem es utilizado en el transporte de MMPP en el Reino Unido y los Estados Unidos de América. Este código, no centra su atención en indicar las propiedades de un producto químico, sino que se concentra en las acciones inmediatas de emergencia que hay que realizar para mitigar los efectos del incidente; así también garantiza la seguridad de las personas de los equipos de emergencia.

- **Está dividido en cinco secciones:**

  Código de acción de emergencia: consiste en un número seguido por un máximo de dos letras. El número de una sola cifra, se refiere a los medios de extinción que deben ser utilizados.

  1. Chorro sólido
  2. Niebla
  3. Espuma
  4. Agentes secos

  Es importante resaltar que siempre se podrá utilizar un medio de extinción que tenga un número mayor que el indicado, pero, en ningún caso se podrá utilizar uno con número menor que el indicado. Por ejemplo, si el número indicado es el 2 (agua en forma de niebla), se podrán utilizar los medios de extinción 3 (espuma) y 4 (agente seco), pero en ningún caso se podrá utilizar el número 1 (agua a chorro).

- **Las letras proporcionan otras indicaciones:**

  - **W, X, Y** y **Z** advierten que hay que contener el producto y prevenir en lo posible su entrada en alcantarillas, ríos, etc., reduciendo o previniendo los daños al medio ambiente.

  - **P, R, S** y **T** avisan sobre la necesidad de diluir la sustancia y permitir su drenaje si ello no causa daño al medio ambiente.

  - **P, R, W** y **X** indican también que debe ser utilizada protección personal completa, es decir EA y traje de protección química.

  - **S, T, Y** y **Z** indican que hay que protegerse con el uniforme completo y EA. Estas letras se presentan a veces en negativo, es decir letras blancas sobre fondo negro. Esto indica que, en circunstancias normales, se requiere exclusivamente el uniforme completo de protección contra incendios. Solo cuando la sustancia esté incendiada se requerirá el uso de equipos de respiración.

  - **P, S, W** e **Y** también indican que la sustancia puede reaccionar violentamente, y los que intervienen en la emergencia deberán asegurar que las operaciones se realizan desde una distancia segura o a cubierto**. E** indica que se debe considerar la evacuación de la zona, teniendo en cuenta que muchas veces es más seguro permanecer a cubierto, dentro de un edificio con puertas y ventanas cerradas.

I Número ONU: los mismos que en el caso del ADR/RID.
II Etiqueta del peligro principal: etiquetas similares a las utilizadas en el ADR/RID.
III Logotipo de la empresa.
IV Número de teléfono de emergencia.

CODIGO HAZCHEM

CODIFICACION DE MEDIOS A UTILIZAR Y PRECAUCIONES A TOMAR

PRIMER DIGITO

1 CHORRO SOLIDO
2 NIEBLA
3 ESPUMA
4 AGENTES SECOS

SEGUNDO Y TERCER DIGITO

P R	V	TOTAL	DILUIR
S S	V	AR	
		AR SOLO CON FUEGO	
T T		AR	
		AR SOLO CON FUEGO	
W X	V	TOTAL	CONTENER
Y Y	V	AR	
		AR SOLO CON FUEGO	
Z Z		AR	
		AR SOLO CON FUEGO	

E	Considerar EVACUACION

NOTAS GUIA

NIEBLA

En ausencia de equipo de niebla, se puede utilizar agua pulverizada.

AGENTES SECOS

Prohibido poner agua en contacto con el producto siniestrado, por muy alto riesgo.

V

Posibilidad de reacción violenta y/o explosión.

AGENTES SECOS

Traje de protección total del cuerpo con AR.

AR

Aparato respiratorio y guantes protectores

DILUIR

Lavar minuciosamente con agua abundante y secar bien.

CONTENER

Prevenir, en todos los casos, que las fugas del producto fluyan hacia desagües (alcantarillas, etc.) y cursos de agua (ríos, pantanos, playas, etc.)

EVACUACION

Esto es lo más importante, con absoluta prioridad. En caso de duda. EVACUACION INMEDIATA de toda la zona de influencia, comunicándose a S.O.S. DEIAK

PANEL DE IDENTIFICACION

10.8.3 Código NFPA o diamante de peligro

El diamante de peligro es un sistema de identificación recomendado para productos químicos peligrosos, por la NFPA (National Fire Protection Association-USA).

El diagrama, denominado "Diamante de Peligro", es un sencillo y útil sistema de identificación de productos químicos peligrosos, fácil de comprender y cuyo fin es alertar apropiadamente, con información básica, para poder salvaguardar las vidas, tanto de la comunidad como del personal que lucha durante una emergencia en una planta industrial, áreas de almacenaje o en emergencias durante el transporte.

Este sistema de identificación da una idea general de los peligros inherentes a cada producto químico, así como una indicación del orden de severidad de dichos peligros bajo condiciones de emergencia, como fuegos, fugas y derrames.

El diagrama identifica los peligros de un material divido en tres apartados, que indican el orden de severidad en cada uno de las tres, mediante cinco niveles numéricos, que oscilan desde el cuatro (4), indicando el peligro más severo o peligro extremo, hasta el cero (0), que indica la no existencia de un peligro especial, denominados:

- Salud.
- Inflamabilidad.
- Reactividad.

En el diamante de peligro el término "salud" es identificado a la izquierda, en color azul; el peligro de "inflamabilidad" en la parte superior, en color rojo; y el peligro de "reactividad" a la derecha, en color amarillo.

El espacio inferior es utilizado para identificar una reactividad no usual con el agua: así, si se encuentra vacía indica que puede normalmente utilizarse agua como agente extintor; una W con una línea atravesada en su centro alerta al personal que lucha contra el fuego del posible peligro al utilizar agua.

Este espacio inferior también puede utilizarse para identificar peligros de emisión radiactiva mediante el símbolo correspondiente (trébol).

También los productos químicos oxidantes son identificados en este espacio inferior por las letras OXW.

CODIGO NFPA

CODIGO DE IDENTIFICACION DEL DIAMANTE

N.º CUADRO IZQUIERDO AZUL **SALUD**
N.º CUADRO DERECHO AMARILLO **REACTIVIDAD**
N.º CUADRO SUPERIOR ROJO **INFLAMABILIDAD**
N.º CUADRO INFERIOR BLANCO **INFORMACION ESP.**

CODIGO DE IDENTIFICACION DEL PELIGRO

CODIGO DE RIESGO CONTRA LA SALUD

0 Como material corriente.
1 Ligeramente peligroso.
2 Peligroso. Utilizar aparato para respirar.
3 Extremadamente peligroso. Usar vestimenta totalmente protectoras.
4 Demasiado peligroso que penetre vapor o liquido.

CODIGO RIESGO DE INFLAMABILIDAD

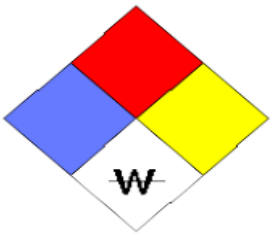
0 Materiales que no arden
1 Deben precalentarse para arder.
2 Entra en ignición al calentarse moderadamente.
3 Entra en ignición a temperaturas normales.
4 Extremadamente inflamable.

CODIGO RIESGO DE REACTIVIDAD

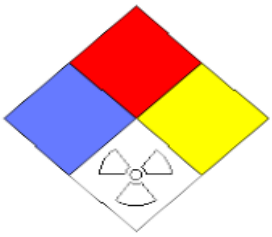
0 Estable totalmente
1 Inestable si se calienta. Tome precauciones normales.
2 Posibilidad de cambio químico violento. Utilice mangueras a distancia.
3 Puede detonar por fuerte golpe o calor. Utilice monitores detrás de las barreras resistentes a la explosión.
4 Puede detonar. Evacue la zona si los materiales están expuestos al fuego.

CODIGO RIESGO INFORMACION ESPECIAL

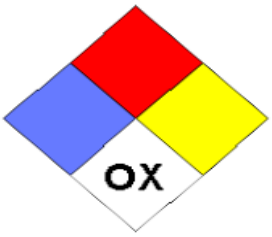
0 W no se utiliza con reactividad 0
1 Los materiales pueden reaccionar al contacto con el agua.
2 Los materiales reaccionan de forma violenta en contacto con el agua
3 Los materiales explotan al contacto con el agua.
4 W no se utiliza con el riesgo de reactividad 4.



EVITE LA UTILIZACION DE AGUA



RADIACTIVO



OXIDANTE

10.9 Fichas de seguridad

Cada número de materia (nº ONU) posee una ficha de seguridad donde se reflejan datos que permitan una mayor precisión en el reconocimiento del producto y nos defina los parámetros a seguir para una intervención específica. Como norma general el esquema que sigue una ficha normalizada de seguridad es como la siguiente.

Por regla general, para atender una emegencia con una MMPP, se dispone de una ficha de seguridad por cada producto, que podemos encontrar en las "*Guías Operativas de intervención ante accidentes en el transporte de materias peligrosas en vehículos cisterna*", así como otro tipo de documentos. En ellas encontramos una guía de intervención e información en función a características particulares de los productos, entre otros:

- Características.
- Peligros y protección personal frente a riesgos químicos.
- Intervención General.
- Derrames con y sin incendio (afecta a la carga).
- Primeros Auxilios.
- Precauciones fundamentales para la recuperación del producto.
- Precauciones después de la intervención.

10.10 Aparatos de medida

Los equipos de detección y medida, nos dan datos concernientes a la naturaleza del riesgo y nos ayudan a determinar los materiales específicos implicados, así mismo pueden ser útiles para determinar localización y tamaño de las zonas de riesgo.

- **Medidor de oxígeno:** Aparato que determina la concentración de oxígeno en el aire. La mayor parte de las combustiones necesitan una cantidad de oxigeno entre el 15 y 21 %.

- **Explosímetro:** Este aparato detecta las concentraciones de gases o vapores inflamables en el ambiente, con lo que podemos determinar si están dentro o fuera de su rango de inflamabilidad.

- **Detectores y dosímetros de radiación:** Aparatos que definen y miden las radiaciones ionizantes (alfa, beta o gamma).

- **Tubos colorimétricos, detectores de gases:** Por medio de un cambio de color de un reactivo contenido en un tubo indican la presencia de vapores de gas inflamables y polvos en determinados ambientes.

- **Medidor de PH:** Determina si un producto es ácido o base (miden la corrosividad). Índices de menos de 2 o de más de 12 son motivo para una precaución extrema.

10.11 Equipo y material absorbente

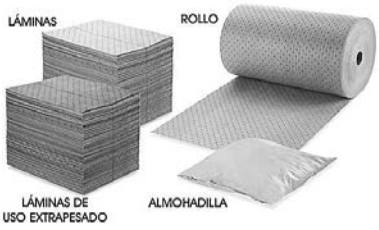
Son materiales que con carácter general son adquiridos por los Aeropuertos con el fin de recoger vertidos como hidrocarburos, aceites y otros líquidos derivados de la actividad aeroportuaria.

Según la necesidad se pueden emplear absorbentes en distintos formato: rollos, bayetas, gusanos, almohadas, granulados (sepiolita),…

Podremos distinguir los materiales absorbentes por su color dependiendo del fluido para el que están fabricados:

- Blanco: hidrocarburos y lubricantes.
- Gris: soluciones acuosas y aceitosas (universal).
- Amarillos: sustancias químicas peligrosas.

Los absorbentes utilizados deben desecharse según indica la normativa medioambiental, dependiendo esta eliminación del líquido absorbido.



10.12 Clases de MMPP

10.12.1 Clase 1 Explosivos

- **Sustancia explosiva**: Es una sustancia (o mezcla de sustancias) sólida o líquida que tiene en sí misma la capacidad de experimentar reacción química produciendo gases a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daños en los alrededores. Las sustancias pirotécnicas se incluyen aun cuando no desprendan gases.

- **Sustancia pirotécnica:** Es una sustancia o mezcla de sustancias destinada a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro gaseoso o fumígeno, o una combinación de tales efectos como resultado de reacciones químicas exotérmicas que se mantienen por sí mismas y no son detonantes.

- **Sustancia flematizada:** Aplicado a un explosivo, significa que se le ha añadido una sustancia (o "flemador") para aumentar su seguridad durante la manipulación y el transporte. Por acción del flemador, el explosivo se vuelve insensible, o menos sensible, al calor, las sacudidas, los impactos, la percusión o la fricción. Los flemadores más comunes son, entre otros, el papel, la cera, el agua, algunos polímeros (por ejemplo, los clorofluoropolímeros), el alcohol y aceites (como la vaselina y la parafina).

10.12.1.1 Divisiones clase 1

- **División 1.1** Sustancias y objetos que presentan un riesgo de explosión masiva (explosión masiva es la que afecta a casi toda la carga de manera prácticamente instantánea).

- **División 1.2** Sustancias y objetos explosivos que presentan un riesgo de proyección, pero no un riesgo de explosión masiva.

- **División 1.3** Sustancias y objetos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo de que se produzcan pequeños efectos de onda explosiva o de proyección, o ambos efectos, pero no un riesgo de explosión masiva.

- **División 1.4** Sustancias y objetos que no presentan ningún riesgo considerable. La división **1.4 S** Único grupo que pueden transportarse en aeronaves de pasajeros.

- **División 1.5** Sustancias muy poco sensibles que presentan el riesgo de explosión masiva.

- **División 1.6** Objetos extremadamente insensibles que no presentan riesgo de explosión masiva.

10.12.2 Clase 2 Gases

Un gas es una sustancia que:

- A 50 °C tiene una presión de vapor superior a 300 kPa.
- Es completamente gaseosa a 21 °C y a una presión normal de 1 bar.
- La condición de transporte de un gas se describe según su estado físico.

10.12.2.1 Tipos de gases

- **Gas comprimido:** Gas que, al ser embalado bajo presión para el transporte, se mantiene en estado completamente gaseoso a temperatura normal. En esta categoría se incluyen todos los gases con temperatura crítica ≤ -10 °C.

- **Gas licuado:** Gas que al ser embalado a presión para el transporte está en estado parcialmente líquido. Es aquel gas o mezcla de gases cuya temperatura crítica es ≥ -10 ºC.

- **Gas licuado refrigerado (criogénicos):** Gas que al ser embalado para el transporte se pone en estado parcialmente líquido debido a su baja temperatura. Son aquellos que tienen una temperatura de ebullición < -40 ºC.

- **Gas disuelto:** Gas que al ser embalado a presión para el transporte se encuentra disuelto en un solvente en fase líquida.

10.12.2.2 Divisiones clase 2

- **División 2.1 Gases inflamables:** Son aquellos que pueden arder en condiciones normales de oxígeno en el aire, siempre y cuando se encuentren dentro de su rango de su inflamabilidad.

- **División 2.2 Gases ininflamables no tóxicos**

    - Producen asfixia, son comburentes y no están en otras divisiones.
    - Diluyen, sustituyen o desplazan el oxígeno del aire produciendo asfixia.
    - Tienen características comburentes. y favorecen la combustión en mayor medida que el aire. Ej. Oxígeno, helio.
    - No pueden adscribirse a ninguna de las demás clases.

- **División 2.3 Gases tóxicos**

    - Se sabe que afectan al hombre por su toxicidad y propiedades corrosivas, de manera tal que constituyen un peligro para la salud.
    - Producen interacciones en el organismo vivo, pudiendo provocar la muerte a determinadas concentraciones, monóxido de carbono.

Estas propiedades hacen que la utilización de los gases por el hombre le suponga un riesgo si no se toman las medidas adecuadas, máxime teniendo en cuenta que muchos de los gases tienen más de una de las citadas propiedades.

10.12.2.3 Riesgos inherentes a los gases

A pesar de que todos los materiales, a determinada presión y temperatura, pueden pasar a estado gaseoso, los materiales que en la práctica se consideran gases son aquellos que se encuentran en dicho estado en condiciones normales de presión atmosférica y temperatura.

Con respecto a los peligros de incendio y explosión, pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- **Gases combustibles**
    - Son aquellos que entran en combustión en el aire con una concentración normal de oxígeno, siempre que existan las condiciones adecuadas.
    - La ignición solo se produce por encima de una determinada temperatura, con la temperatura de ignición necesaria y dentro de un determinado rango de concentración.
    - Si en el interior del depósito se alcanza una sobrepresión extrema, llega a producirse una *bleve*.
- **Gases no combustibles**
    - Son aquellos que no entran en combustión ni en oxígeno ni en aire independientemente de su concentración. Algunos de estos gases favorecen la combustión (p. ej., el oxígeno), mientras que otros la inhiben. Los gases no combustibles y que no favorecen la combustión se denominan gases inertes (nitrógeno, gases nobles, dióxido de carbono, etc.).
    - Normalmente, y para una mayor eficiencia económica en la conservación y transporte de gases en depósitos o cisternas, éstos se comprimen, licúan o condensan en frío (estado criógeno). Existen dos situaciones de peligro cuando se manipulan gases: durante el período de almacenaje y cuando se extraen de los depósitos.

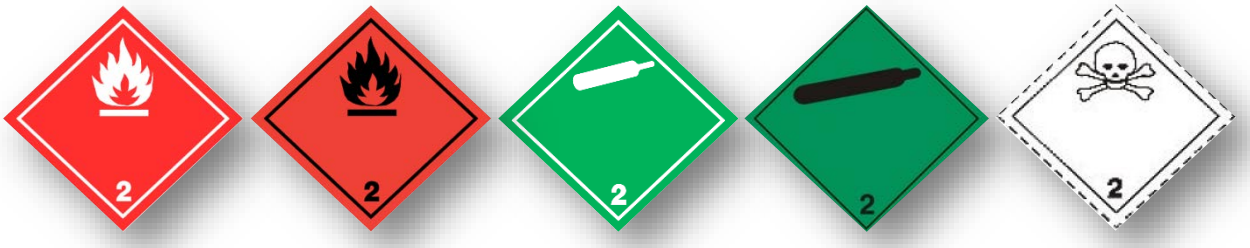
Los gases comprimidos en depósitos de almacenamiento, el calor externo puede aumentar considerablemente la presión provocando una explosión por debilitamiento y fractura de la estructura.

Los depósitos de almacenamiento de gases incluyen normalmente una fase de vapor y otra líquida. Como resultado de los cambios de presión y temperatura, la extensión de la fase líquida aumenta la compresión del espacio de vapor, mientras que la presión de vapor del líquido aumenta proporcionalmente al aumento de la temperatura. Estos procesos pueden dar lugar a una presión crítica peligrosa. Los depósitos de almacenamiento deben incluir dispositivos de liberación de sobrepresión capaces de mitigar una situación de peligro ocasionada por altas temperaturas.

Si los depósitos de almacenamiento no están bien cerrados o están dañados, el gas saldrá a la atmósfera libre, se mezclará con el aire y, dependiendo de su cantidad y su flujo, puede provocar la formación de una gran atmósfera explosiva. El aire que se encuentra en las proximidades de un depósito con fugas puede ser nocivo para la respiración y para las personas que se encuentran cerca supone un peligro, en parte por el efecto tóxico de algunos gases y en parte por la dilución de la concentración de oxígeno.

Los gases representan un peligro de incendio potencial y hay que manipularlos de un modo seguro. Para ello, y especialmente en el entorno industrial, deben conocerse en detalle las siguientes características: propiedades químicas y físicas de los gases, temperatura de ignición, límites superior e

inferior de concentración de inflamabilidad, parámetros peligrosos del gas en el depósito, riesgo ocasionado por la liberación de gases a la atmósfera, dimensiones de las zonas de seguridad necesarias y medidas especiales que deben tomarse en caso de emergencia por incendio.



Gas Inflamable *Gas No Inflamable/No Tóxico* *Gas Tóxico*

10.12.3 Clase 3 Líquidos inflamables

Los líquidos inflamables son líquidos o mezclas de líquidos, o líquidos que contienen sólidos en solución o en suspensión (p. ej., pinturas, barnices, lacas etc., pero no comprenden sustancias que tienen otra clasificación debido a sus características peligrosas), que despiden vapores inflamables a temperaturas que no exceden de 60 °C, en crisol cerrado, o de 65,6 °C, en crisol abierto, lo que normalmente se denomina punto de inflamación. La etiqueta es de fondo color rojo con llama blanca o negra. En esta clase también se incluyen:

- Los líquidos que se presentan para el transporte a temperaturas iguales o superiores a su punto de inflamación.
- Las sustancias que se transportan o se presentan para el transporte a temperaturas elevadas en estado líquido y que desprenden vapores inflamables.

*Recipiente de material refractario que sirve para fundir un metal a temperaturas muy altas, usado en la industria química y metalúrgica.

10.12.4 Clase 4 Sólidos inflamables

Las materias sólidas inflamables son materias fácilmente inflamables y materias sólidas que pueden inflamarse por frotamiento.

Las materias sólidas fácilmente inflamables son materias pulverulentas, granuladas o pastosas, que son peligrosas si pueden inflamarse fácilmente por contacto breve con una fuente de ignición, como una cerilla ardiendo, y si la llama se propaga rápidamente.

El peligro puede provenir no solo del fuego, sino también de productos de combustión tóxicos. Los polvos metálicos son particularmente peligrosos, pues resultan difíciles de extinguir una vez inflamados; los agentes extintores normales, como el dióxido de carbono o el agua, pueden aumentar el peligro.

10.12.4.1 Divisiones clase 4

- **División 4.1 Materias sólidas inflamables, materias autorreactivas y materias sólidas explosivas desensibilizadas.**

  - Las materias y objetos sólidos fácilmente inflamables.
  - Las materias autorreactivas sólidas o líquidas.
  - Las materias sólidas explosivas desensibilizadas relacionadas con materias autorreactivas. Las materias autorreactivas son materias térmicamente inestables que pueden experimentar una descomposición fuertemente exotérmica incluso en ausencia de oxígeno (o de aire).

  Una materia no se considera materia autorreactiva de la división 4.1 si:

  - Es explosiva según los criterios de la clase 1.
  - Es comburente según el método de clasificación correspondiente a la clase 5.1 con la excepción de mezclas de materias comburentes con un contenido igual o inferior al 5 % de materias orgánicas combustibles.
  - Se trata de un peróxido orgánico según el criterio de la clase 5.2.

- **División 4.2 Sustancias que presentan riesgo de inflamación espontánea.**

  - Las materias pirofóricas son las incluidas en las mezclas y soluciones (líquidas o sólidas), que, en contacto con el aire, aun en pequeñas cantidades, se inflamen en un período de cinco minutos. Estas son las materias de la clase 4.2 que son más expuestas a la inflamación espontánea.
  - Las materias y los objetos que experimentan calentamiento espontáneo, que son las materias y objetos, incluidas las mezclas y soluciones que puedan calentarse en contacto con el aire, sin aporte de energía. Estas materias únicamente pueden inflamarse en gran cantidad (varios kilos) y después de un largo período de tiempo (horas o días).

- **División 4.3 Materias que, al contacto con el agua, desprenden gases inflamables, o que al reaccionar con el agua pueden inflamarse espontáneamente o desprender gases inflamables en cantidades peligrosas.**

  - Abarca las materias y objetos que, por reacción con el agua, desprenden gases inflamables que pueden formar mezclas explosivas con el aire, así como los objetos que contienen materias de esta clase.
  - Cuando el gas desprendido se inflame espontáneamente en el curso de una fase cualquiera de la reacción.
  - Cuando se registre una pérdida de gas inflamable igual o superior a 1 litro por kilogramo de materia por cada hora.

10.12.5 Clase 5 Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos

Son sustancias muy ricas en oxígeno, que pueden actuar como sustento de la combustión intensificando así la importancia de un posible incendio.

La mayor parte de las sustancias oxidantes se pueden englobar en los peróxidos y los compuestos que terminan en - ATO e - ITO (Bicarbonato potásico e hipoclorito sódico)

La propiedad que todas las sustancias de esta clase tienen en común es la de ceder oxígeno cuando un incendio les afecta, acrecentando de este modo la violencia de este.

Algunas de las sustancias de esta clase, según la cantidad y la naturaleza de las impurezas combustibles que contenga, son sensibles al impacto, al frotamiento o a un aumento de temperatura. También, ciertos ácidos fuertes oxidantes (por ejemplo, ácido sulfúrico o nítrico), en contacto con materias orgánicas pueden causar combustiones y provocar así, sin que se necesite ninguna llama o chispa, incendios.

Los materiales combustibles contaminados con el producto (por ejemplo, la ropa) se inflaman fácilmente y arden violentamente.

Algunas sustancias comburentes son asimismo tóxicas o corrosivas, lo cual está indicado en sus correspondientes fichas.

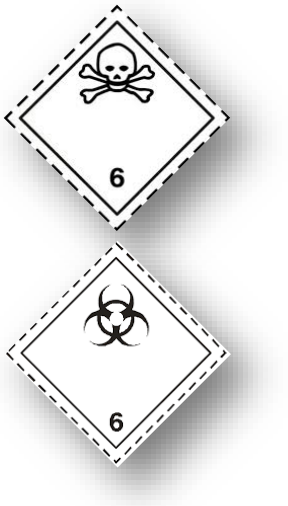
En caso de que las sustancias de esta clase estén afectadas por un incendio, la materia comburente libera oxígeno dando como resultado una combustión autosostenida, incluso en una atmósfera sin oxígeno.

10.12.5.1 Divisiones clase 5

- **División 5.1 Comburentes:** Sustancias que, sin ser de por sí necesariamente combustibles, pueden generalmente, liberando oxígeno, causar o facilitar la combustión de otras sustancias. Estas sustancias pueden estar contenidas en un recipiente.

- **División 5.2 Peróxidos orgánicos:** Son sustancias térmicamente inestables que pueden descomponerse auto-acelerada y exotérmicamente. Aparte de esto, pueden tener uno o más de los riesgos siguientes:
    - Descomponerse con explosión.
    - Quemarse rápidamente.
    - Ser sensibles al impacto o al rozamiento.
    - Reaccionar peligrosamente con otras sustancias.
    - Afectar a la vista.

10.12.6 Clase 6 Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas



10.12.6.1 Divisiones clase 6

- **División 6.1 Sustancias tóxicas (venenosas):** Sustancias que pueden ocasionar daños graves a la salud o la muerte al ser ingeridos, inhalados o entrar en contacto con la piel; emiten gases o vapores tóxico como cianuros, sales de metales pesados, ...
- **División 6.2 Materiales infecciosos:** Son aquellos microorganismos que se conocen como patógenos (bacterias, hongos, parásitos, virus e incluso híbridos mutantes) que pueden ocasionar una enfermedad por infección a los animales o a las personas. Ej. Ántrax, VIH. E. Coli.

10.12.7 Clase 7 Material radiactivo

Son sustancias que espontáneamente emiten radiaciones de cierta significación, dañinas para los organismos vivientes.

10.12.7.1 Radiaciones

- **Radiación no ionizante:** Radiación electromagnética, ultravioleta, infrarroja, microondas, rayos láser y ondas de radio.
- **Radiaciones ionizantes:** Radiación nuclear que incluye las partículas alfa, beta y gamma; los rayos X; neutrones, protones.
    - **Sievert (Sv)** Unidad Sistema Internacional de radiación ionizante. Es muy grande por lo que se suele utilizar la milésima parte milisievert (mSv) y el microsievert, la micronésima parte (μSv).

$$1\ \text{Sievert} = \frac{1\ \text{julio}}{1\ \text{kg}} = 100\ \text{rems}$$

    - **REM** Unidad de medida para indicar la peligrosidad de una radiación.

1 REM = 10 mSv

10.12.7.2 Etiquetas

- **Etiqueta blanca:** Peligro para la salud en caso de ingestión, inhalación y contacto con la materia.
    - **Sustancias I** con nivel de radiación máxima exterior 5 µSv/hora.
- **Etiqueta amarilla:** Peligro para la salud en caso de ingestión, inhalación y contacto con la materia más el riesgo de irradiación a distancia.
    - **Sustancias II** (yodo 131), con nivel de radiación máxima exterior 500 µSv /hora.
    - **Sustancias III** (cobalto 60), con nivel de radiación máxima exterior 2000 µSv /hora.

10.12.8 Clase 8 Sustancias corrosivas

Son sustancias que en caso de vertido pueden provocar daños irreversibles en tejidos vivos, otras mercancías o medios de transporte.

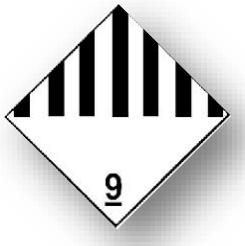
Esta clase la forman los ácidos y las bases.

Los ácidos y las bases son dos tipos diferentes de químicos que se agrupan en la misma clase porque los efectos corrosivos son muy similares (Una quemadura química es nueve veces más dañina que una quemadura térmica).

Los corrosivos también pueden ser inestables, reactivos, explotar, polimerizar o descomponerse y producir venenos.

10.12.9 Clase 9 Sustancias y objetos peligrosos varios

Son los artículos y sustancias que al transportarlos por vía aérea encierran peligros no previstos en otras clases. Estos incluyen:



- Materiales magnetizados, a todo material dotado de propiedades anestésicas, nocivas, o de otro tipo semejante que puedan provocar extremas molestias a miembros de la tripulación o cuales quieran otras personas.
- Microorganismos (MOGM) y los organismos (OGM) genéticamente modificados.
- Sustancias que se transportan o que se presentan para su transporte a temperaturas iguales o superiores a 100 ºC y en estado líquido, así como las sustancias sólidas que se transportan o que se ofrecen para su transporte a temperaturas iguales o superiores a 240 ºC.

MMPP de la clase 9

- Líquidos y sólidos que tengan olores penetrantes, que en caso de un derrame puedan ocasionar una incomodidad a los miembros de la tripulación que les impida realizar sus labores asignadas en forma correcta.
- Materiales magnetizados, cuyo campo magnético pueda ocasionar lecturas erróneas en los instrumentos del avión.
- Mercancías peligrosas para el medio ambiente.
- Artículos misceláneos tales como:
    - Asbestos (amianto).
    - Dióxido de carbono (hielo seco).
    - Artículos de consumo.
    - Juegos de química y primeros auxilios.
    - Elementos salvavidas.
    - Motores de combustión interna.
    - Vehículos impulsados por gas o líquido inflamable.
    - Perlas poliméricas.
    - Equipos impulsados por baterías.
    - Ditionito de zinc.

10.13 Principios básicos de una intervención

El JD deberá establecer el nivel de prioridades dentro de la intervención y la transmisión de órdenes directas o a través de los equipos de comunicación, las cuales deben ser claras y concisas.

Tiene que saber adelantarse a cualquier eventualidad o acontecimiento de la emergencia y velar en todo momento por la seguridad propia y la de su equipo.

10.13.1 Normas prioritarias

Siempre tendremos que tener en cuenta una serie de pautas:

1. Tiempo de respuesta desde la llamada inicial hasta la llegada a la intervención.
2. El **objetivo** principal del SSEI es la de **salvar vidas**.
3. Cuanto menor sea el **tiempo de control** del incendio en el área crítica práctica, antes se procederá al salvamento y rescate.
4. **impedir que el incendio se propague o aumente**

Ante una intervención con MMPP uno de los sistemas que en la práctica se ha demostrado como efectivo para conseguir los objetivos anteriores es seguir el siguiente procedimiento:

- Obtener la máxima información sobre la situación global de la emergencia.
- Evaluar dicha información y utilizar la que nos sea útil.
- Tomar las decisiones más adecuadas en base a la información obtenida.
- Dar las órdenes para realizar las acciones que previamente han sido decididas.

10.13.2 Tácticas de intervención

- **Táctica ofensiva:** Atacamos directamente al problema de la emergencia, puesto que el incidente es considerado dominable con los medios disponibles.

- **Táctica defensiva:** Esta segunda táctica nos lleva a un control de la situación sin que este progrese y una protección a las personas involucradas en el incidente, al propio equipo de intervención y la periferia colindante de la zona caliente, ya que el incidente es considerado no dominable con los medios disponibles y se requiere de ayuda para iniciar el método ofensivo.

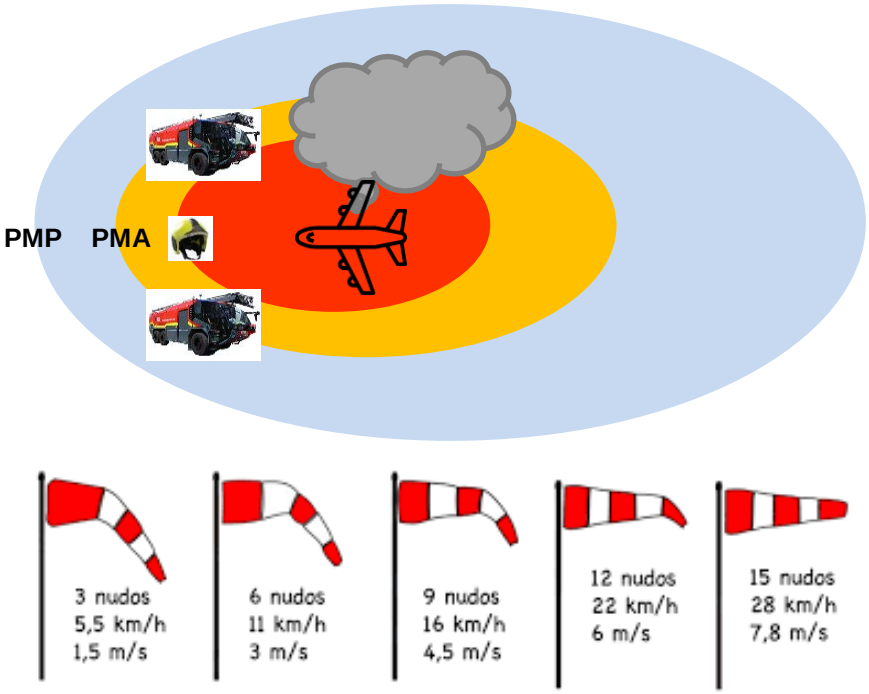
- **Táctica mixta:** Esta última táctica, nos lleva a combinar las dos anteriores siempre que se pueda con el equipo disponible y atendiendo al plan de actuación que plantee el mando según la situación de emergencia.

10.13.3 Zonas de intervención

- **Zona caliente:** Es la zona que delimita el SSEI y es donde este interviene con el máximo riesgo, como norma y en espacios no cerrados se tomará una distancia mínima de 50 m, ampliable en función de la sustancia que se trate. En actuaciones que se haga necesario el uso de trajes NBQ, se procederá a instalar una zona de descontaminación en la salida de esta zona caliente.

- **Zona templada:** Es la zona donde se ubicará el Jefe de Dotación de la intervención y del PMA que estará más cerca de la zona fría. Es donde estarán ubicados los vehículos y material necesario para la emergencia y apoyo a ésta.

- **Zona fría:** Esta es la zona que llamaremos segura y es donde se ubicará la zona de clasificación de víctimas o área de triaje, además cabe la posibilidad de que en las proximidades a esta zona haya autoridades, medios informativos y sobre todo curiosos que dificulten la llegada de medios o se entrometan en las operaciones que se estén llevando a cabo y puedan ser más que un estorbo, víctimas añadidas a la emergencia.



10.13.4 Niveles de protección

El mando en toda intervención es el responsable de establecer el nivel de protección personal que deben de llevar los bomberos, una vez evaluada la situación particular de la emergencia.

- **Nivel 0:** Este es el nivel básico de intervención compuesto por casco, chaquetón, cubre pantalones, botas y guantes. Normalmente se utilizará en intervenciones al aire libre, como accidentes de tráfico o cualquier otro tipo de incidentes.

- **Nivel 1:** Este nivel de protección es el anterior más el equipo de protección respiratoria y verdugo. Normalmente se utiliza en la mayoría de los incendios y en intervenciones químicas donde los productos involucrados no contaminen, contagien o puedan causar heridas por corrosión, vía cutánea y respiratoria.

- **Nivel 2:** Este equipo se colocará sobre el nivel 1, y se denomina traje anti salpicadura. Es un equipo que está bien como protección ante algunas sustancias peligrosas. Debido al gran abanico de sustancias peligrosas a las cuales se pueden enfrentar los bomberos, estos cuerpos normalmente se inclinan a pasar de este nivel y a dotarse de nivel superior.

- **Nivel 3:** El traje NBQ será encapsulado y cubrirá al bombero en su totalidad, o no encapsulado, que cubre al bombero, pero no al ERA. Se ha demostrado que estos últimos ofrecen mayor libertad de movimiento a los bomberos a la hora de actuar. Se utilizan en las intervenciones con MMPP donde el bombero pueda ser contagiado, contaminado o pueda sufrir heridas por corrosión y vía cutánea. En definitiva, son sustancias de tipo tóxicas, infecciosas, corrosivas, radiactivas de baja intensidad y líquidos inflamables.

10.14 Métodos de intervención, control y mitigación de efectos con MMPP

Existen dos tipos de métodos: físicos y químicos. La elección del método apropiado vendrá condicionada por una serie de circunstancias y variables, tales como la naturaleza del producto, tipo de incidente, extensión del mismo, situación, condiciones atmosféricas, etc., y también por los medios técnicos y humanos disponibles para la intervención. En el transcurso de esta se pueden emplear métodos diferentes o combinaciones entre físicos y químicos.

10.14.1 Métodos físicos

- **Absorción:** Proceso en el que un material absorbe líquidos a través de humectación. Algunos materiales utilizados como absorbentes son arenas, arcillas, sepiolitas o fibras de tipo poliolefínico. Hay que tener en cuenta que los materiales absorbentes se contaminan a su vez y retienen las propiedades del material peligroso absorbido.

- **Dilución:** Proceso físico por el que una sustancia se mezcla con el agua hasta conseguir variar los límites de inflamabilidad del producto y situar su rango en niveles seguros ante la posibilidad de incendio.

- **Contención:** Utilizando dispositivos tales como barreras o diques se consigue retener una sustancia derramada limitando su extensión y facilitando su recogida, e incluso haciendo más segura su extinción en caso de incendio.

- **Cubrimiento:** Método que consiste en tapar el producto peligroso con otro material que impida el contacto con el aire para evitar evaporación y dispersión de gases. Se suele utilizar materiales tales como espuma física o arena.

- **Dispersión de vapor:** Método que consiste en dispersar una masa de vapor utilizando agua pulverizada. También se puede conseguir la disminución de la concentración de un gas por debajo de su límite inferior de inflamabilidad.

- **Sobre-empaquetamiento:** Método que consiste en introducir un recipiente con problemas de fugas o derrames en un recipiente mayor capaz de contenerlo y que sea estanco o hermético.

- **Taponamiento:** Utilizando cuñas, bridas, pastas, cojines neumáticos, productos sellantes (siliconas) etc. Se consigue detener el flujo de un material peligroso fuera del recipiente que lo contiene, limitando así sus efectos negativos.

- **Trasvase:** Método que consiste en trasladar un determinado material desde un recipiente o contenedor que presente algún tipo de peligro como rotura, agrietamiento, fugas, explosión, etc., a otro que permita almacenarlo con seguridad.

- **Relicuar:** Método muy específico que consiste en volver a licuar un gas procedente de una fuga de un contenedor de gas licuado y bombearlo después al mismo recipiente hasta conseguir que se repare la fuga.

- **Venteo:** Cuando en el interior de un deposito con material peligroso aumenta la presión con riesgo de rotura mecánica se puede realizar una emisión controlada del material y evitar el fallo en el depósito. En general, ventear, significa disminuir un exceso de presión en un recipiente.

10.14.2 Métodos químicos

- **Extinción del incendio:** Cuando sea posible se extinguirá el incendio del material" implicado utilizando los agentes extintores adecuados, tanto de acción física (agua, espumas) como química (polvo químico de extinción).

- **Combustión controlada:** Este método se emplea cuando si se procede a la extinción se corre un riesgo mayor que el daño que produce el propio incendio. Es el caso de una fuga de gas que no se puede cerrar. También es el método apropiado cuando con los medios disponibles no se pueden extinguir, y la acción se limita a evitar la propagación al entorno próximo.

- **Neutralización:** Método específico que consiste en hacer que una sustancia peligrosa reaccione con otra sustancia dando como resultado un producto químicamente estable y no peligroso. Es lo que sucede al mezclar un ácido con una base y obtener una sal estable.

10.15 Tanques de almacenamiento de combustible

10.15.1 Introducción

El almacenamiento de productos combustibles en tanques y depósitos requiere conocer las características de cada tipo de envase, así como los requisitos necesarios que estos deben cumplir.

Los servicios de combustibles deben extremar las precauciones para que las operaciones de abastecimiento a las aeronaves se desarrollen con prontitud y seguridad.

Además, es preciso conocer las técnicas necesarias de actuación en caso de incidentes o accidentes en este tipo de operaciones.

En esta unidad se analizan de forma general las emergencias en los tanques y depósitos de almacenamiento, las características de seguridad de los mismos, así como los procedimientos de lucha contra incendios en este tipo de instalaciones.

10.15.2 Definiciones de líquidos

- **Líquido inflamable:** Es aquel líquido que tiene un punto de inflamación < 38 ºC en vaso cerrado y que ejerce una presión no superior de 2.068 mm Hg.

- **Líquido combustible:** Es aquel que posee un punto de inflamación > 38 ºC en vaso cerrado.

Los combustibles con un punto de inflamación mayor de 38 ºC se almacenan en grandes tanques de techo cerrado, en tanques verticales y horizontales de baja presión y en tanques enterrados. La ventaja de estos tanques es su relativa facilidad de construcción y bajo coste y como desventaja tienen la existencia de un espacio de vapores de combustible sobre el nivel del líquido.

Cuanto mayor sea este espacio mayor riesgo de incendio o explosión y cuanto mayor sea el punto de inflamación menor riesgo de inflarse el combustible.

Los productos clasificados como inflamables y con un punto de inflamación menor de 38 ºC se almacenan normalmente tanto en tanques de techo flotante abierto como cerrado. La ventaja de estos tanques es que normalmente no existe un espacio de vapores de combustible ya que el techo flota

sobre dicho combustible. Estos productos también pueden almacenarse en tanques verticales y horizontales de baja presión y en tanques enterrados. Este grupo de tanques, en ciertas industrias, se encuentran inertizados con nitrógeno u otro tipo de agente inerte.

En la tabla siguiente se muestran los puntos de inflamación y temperatura de auto ignición de algunos productos a unos valores determinados de presión.

COMBUSTIBLE	PRODUCTO	PUNTO DE INFLAMACIÓN	Tª AUTOIGNICIÓN
AVGAS 100LL	GASOLINA AVIACIÓN	-40 ºC	450 ºC
JET A1	QUEROSENO	38 ºC	245 ºC
JET B	QUEROSENO + GASOLINA (uso militar)	-23 ºC	250 ºC

10.15.3 Tanques de almacenamiento

El tipo de tanque empleado para el almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles viene determinado por las características físicas del producto y el emplazamiento del tanque.

10.16 Tipos de tanques de combustible

- Tanques de techo fijo.
- Tanques de techo flotante abierto.
- Tanques de techo flotante cerrado.
- Tanques de baja presión.
    - Horizontales.
    - Verticales.
- Tanques enterrados.
- Depósitos de presión.

10.16.1 Tanques de techo fijo

Un tanque de techo fijo es simplemente un contenedor cerrado con un fondo y un techo. Estos tanques se identifican fácilmente por sus paredes lisas y soldadas, aunque pueden verse algunos con paredes rugosas. Normalmente carecen de Plataforma alrededor del techo.

Estos tanques poseen una zona de vapor entre el líquido y el techo. Los vapores se encuentran dentro de los límites de inflamabilidad y si se produce una fuente de ignición dará lugar a una explosión.

Las principales fuentes de ignición son producidas por:

- Rayos.
- Electricidad estática.
- Uso indebido de trabajos de soldadura.

Estos tanques disponen de válvulas de presión/vacío con corta llamas, debido a que el tanque respira en el proceso de vaciado/llenado, y la soldadura entre el techo y la pared vertical es débil.

- **Válvulas de venteo:** Los tanques de techo fijo están equipados con una válvula de presión/vacío para igualar la presión interna con la presión atmosférica en el exterior. Esta válvula constituye un importante elemento de seguridad.

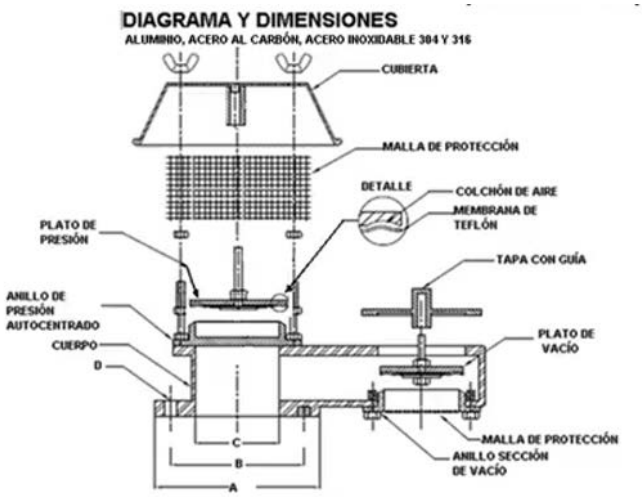
Al llenar el tanque, el líquido comprime la capa de vapor, que sale al exterior a través de la válvula de venteo o por un sistema de recuperación de gases pudiendo encontrar en su camino fuentes de ignición alejadas de los tanques como: trabajos de soldadura, rayos, etc. Por este motivo, durante las tormentas es aconsejable la paralización de este tipo de operaciones.

Asimismo, cuando se vacía el tanque, se produce un determinado vacío. La válvula de presión en el techo del tanque, permite entonces, la entrada de aire al interior hasta igualar presiones Es importante tener en cuenta que las válvulas de presión/vacío no están diseñas como sistemas de alivio de presión en emergencias. La presencia de la válvula no significa de ninguna forma que el techo no pueda sufrir una rotura violenta si está sometido a una acción directa de las llamas.

Ejemplo: El incendio de un cubeto de contención o la acción directa de las llamas en la zona de vapor, desde un tanque próximo incendiado, puede provocar la rotura violenta del tanque.

Fig. 1 Válvula de presión y vacío con venteo a la atmósfera

Fig. 2. Válvula de presión y vacío con descarga a un sistema recuperador de vapores



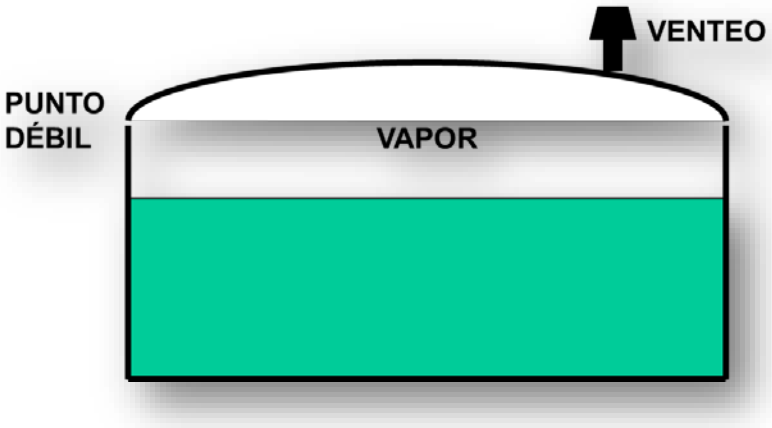
- **Cortallamas:** Estos elementos forman parte de la válvula de p/v de los tanques de techo cónico y su misión es la de evitar el paso de las llamas a través de la válvula desde el exterior al interior del tanque.

Los apagallamas son dispositivos de seguridad supresores de llama para proteger tanques o evitar el retroceso o la propagación de las llamas a través de las conducciones de la instalación.

El bloqueo del cortallamas se puede producir por acumulación de suciedad, anidamiento de insectos, formación de hielo, etc.

Además de detener las llamas, el apagallamas debe disipar el calor producido por los gases calientes para evitar que esta temperatura alcance el fluido aguas abajo y provoque la auto ignición del mismo.

- **Soldadura débil entre el techo y la pared lateral:** Una de las características principales de los tanques de techo cónico es la soldadura débil entre el techo y la pared lateral. El techo debe estar calculado para producir la separación de éste y permitir que salga despedido como un cohete en caso de accidente. Cuanto menor es el diámetro del tanque menos efectivo es este sistema.



10.16.2 Tanques de techo flotante

Este tipo de tanques consisten esencialmente en unas paredes con un fondo y un techo flotante. El techo se mueve arriba y abajo dentro de la envoltura del tanque con el nivel del líquido. La principal ventaja de estos tanques es que se elimina el espacio de vapores entre el líquido y el techo.

La principal característica de estos tanques frente a otros es la Plataforma circular que rodea el techo del tanque. Este anillo actúa como un refuerzo para el techo del tanque, dándole un apoyo estructural cuando el techo está en su posición más baja dentro del tanque.

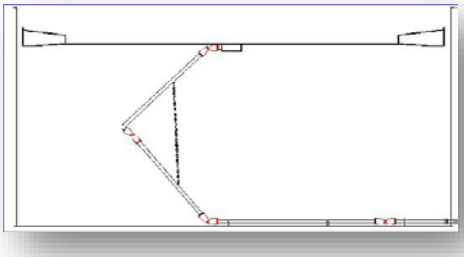
10.16.3 Tanques de techo flotante abierto

El techo de un tanque de techo flotante abierto es de paredes circulares, flota sobre el líquido eliminando los vapores inflamables sobre la superficie del combustible acompañando los cambios de nivel en la carga y descarga de éste por los pequeños compartimentos de aire que le proporcionan flotabilidad, además de una Plataforma circular que rodea el techo proporcionando apoyo estructural.

10.16.3.1 Tipos básicos de tanques de techo flotante

- **De Pontón:** Es el más común de los tanques de techo flotante ya que el techo está sustentado por pequeños compartimentos individuales denominados "pontones". Estos compartimentos están recubiertos, pero no sellados para evitar que el agua de la lluvia o el producto puedan entrar. Este tipo de techos están preparados para que puedan mantenerse a flote, aunque varios de los compartimentos se llenen de agua o producto.

  Por supuesto el techo se hundirá cuando se llenen un número suficiente de ellos para causar su pérdida de flotabilidad.



- **De doble cubierta o panal:** Es el segundo tipo de techo más común. Incorpora compartimentos de flotabilidad dentro de la estructura y es considerado como el mejor.

  El diseño más normal de este tipo incorpora gran cantidad de pequeños compartimentos, que están colocados entre la parte alta y baja del techo flotante. Esto les da un gran comportamiento frente al fuego debido a que no es tan fácil su hundimiento, aunque se inunden gran número de estas células.

  El techo se puede hundir parcial o totalmente si por alguna circunstancia el peso sobre el mismo supera las cantidades normales. Cuando esto ocurre el producto del interior del tanque tiene salida a la atmósfera y los gases emitidos pueden entrar en combustión.

Ambos tipos de techos están diseñados para soportar la carga normal, más las adicionales que pueden generarse por la lluvia o la nieve. Disponen de sistemas de drenado para evacuar cantidades razonables de agua de lluvia que se vacía al interior de un cubeto.

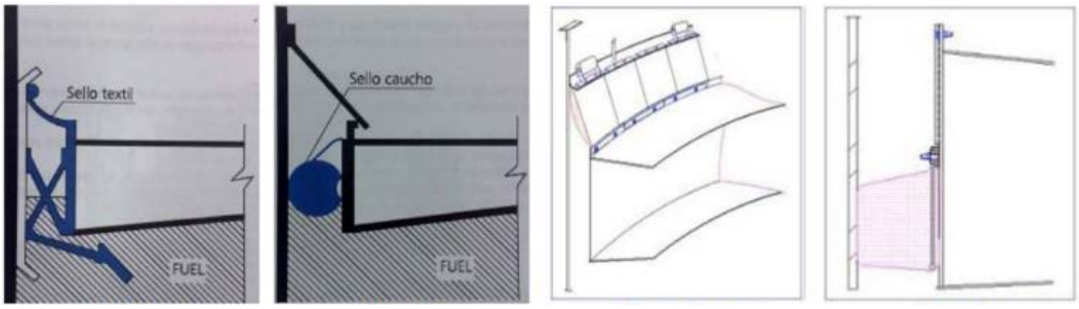
10.16.3.2 Sellos de techos flotantes

Como el nivel del líquido varía en el interior del tanque, el techo ajusta su posición dentro de la envoltura del tanque por resbalamiento o flotación hacia arriba y abajo según el nivel del líquido. Esto se logra por medio de unos sellos que se colocan entre la pared y el techo del tanque.

- **Los sellos de los tanques tienen dos funciones:**
  - Dotar un espacio entre la pared y el techo para que se mueva verticalmente.
  - Hacer de barrera entre la atmósfera y el producto manteniendo el agua fuera y los vapores en el interior.

- **Los tipos básicos de sellos son:**
  - Sello **textil** con perchas (pantógrafo o contrapeso).
  - Sello **caucho** (circular o resorte).
  - Sello **primario.**
  - Sello **secundario.**

Actualmente, estos sellos se han modificado para limitar la emisión de vapores a la atmósfera y que, entre agua en el interior, lo cual se consigue empleando un sello doble por encima del cierre de tejido en pantógrafo o de la circular.



Pantógrafo Circular Secundario Primario

Existe un espacio entre la pantalla y la pared, para que se mueva libremente en sentido vertical.

Al variar el nivel del líquido, el techo ajusta su posición dentro del tanque por flotación y deslizamiento, sobre las paredes, esto se logra por medio de unos sellos y patines que se colocan entre la pared y el techo flotante del tanque.

Los sellos entre el techo y la pared del tanque deben estar equipados con patines que permanecen en contacto con ambos mientras el techo sube y baja.

10.16.3.3 Patines y protección contra rayos

Casi todos los productos petrolíferos incluyendo las gasolinas son acumuladores de electricidad estática. Esto significa que el líquido se carga eléctricamente al igual que lo hace una persona cuando camina sobre una alfombra. La chispa resultante puede contener suficiente energía para inflamar los vapores del combustible.

La acumulación estática está normalmente asociada con velocidades de llenado altas. Este problema se puede evitar reduciendo la velocidad de carga. Con el llenado lento da tiempo para que se disipe la acumulación de cargas estáticas antes de llegar al tanque.

Una zona apta para que se descargue esta carga eléctrica es a través del espacio cerrado por el sello entre la pared del tanque y el techo. Estos tanques están diseñados con unos patines, que mantienen en contacto constantemente el techo, a medida que sube y baja, con la pared del tanque a través del cual se descarga a tierra.

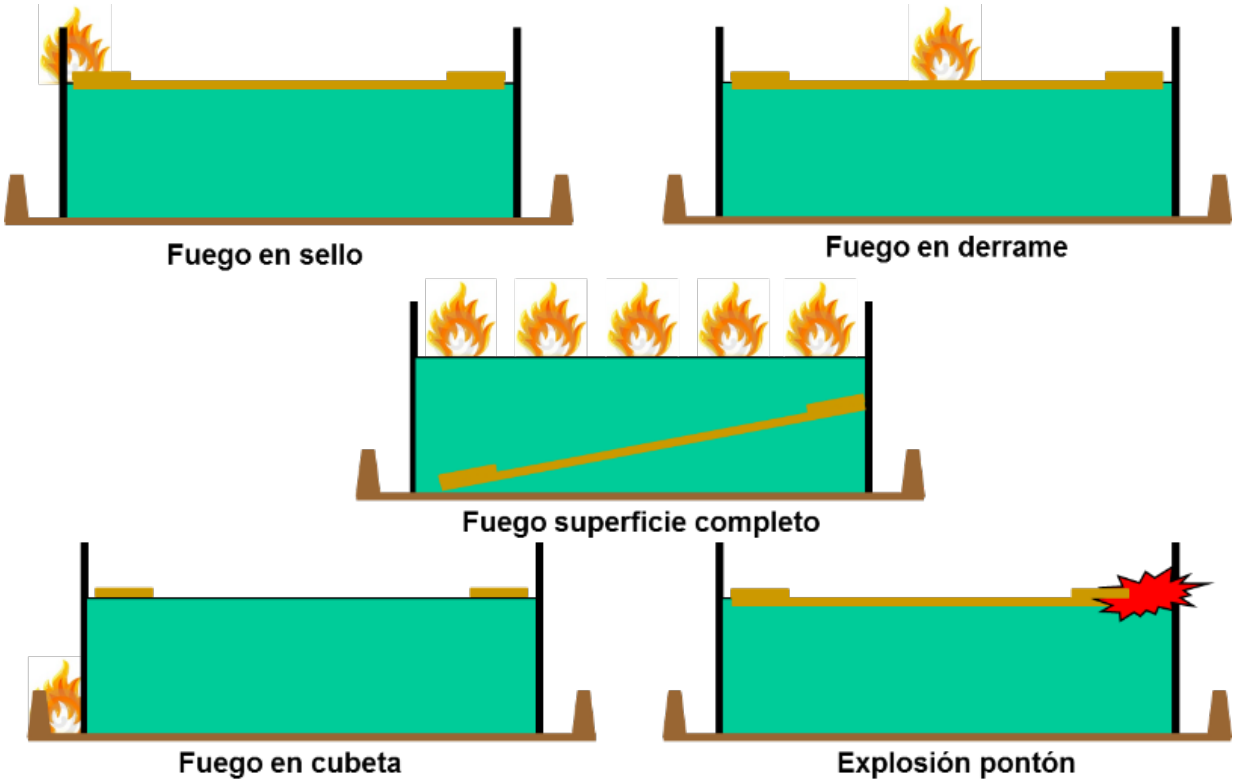
La altura de este tipo de tanques hace que sean alcanzados con facilidad por los rayos. Cuando un rayo alcanza al tanque el camino más corto para su descarga a tierra es a través de la pared del tanque. Si el rayo alcanza el techo, la energía eléctrica creada puede formar un arco que salte entre la pared y el techo causando un fuego en la zona del sello.

10.16.3.4 Válvulas de drenaje

Los combustibles almacenados en tanques, pueden acumular electricidad estática asociada a velocidades de llenado altas.

Los depósitos y los techos flotantes están conectados a tierra, para descargar la electricidad y evitar la formación de chispas y están provistos de pararrayos para evitar cualquier fuente de ignición.

10.16.3.5 Escenarios



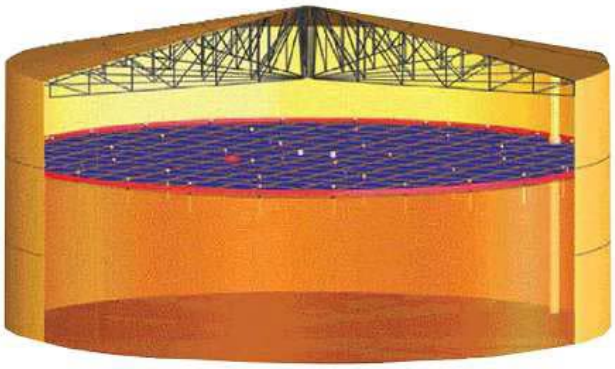
10.16.4 Tanques de techo flotante cerrado

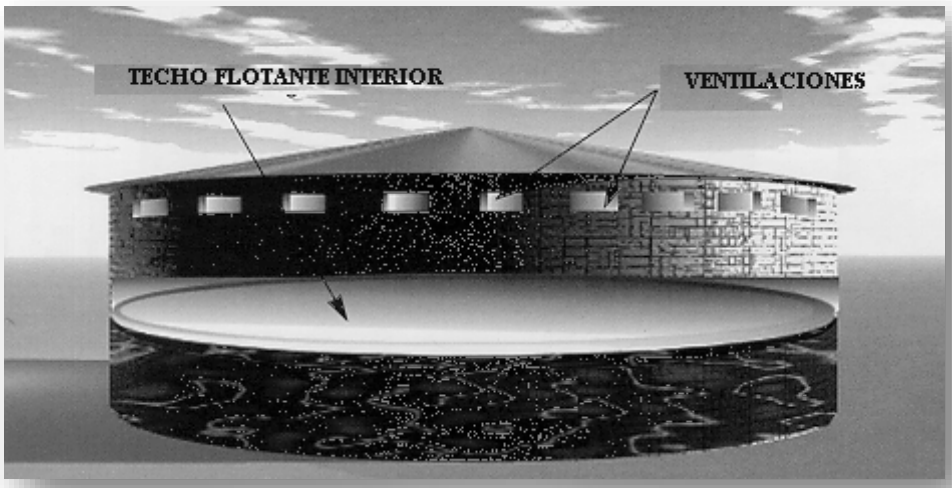
Este tipo de tanques tienen prácticamente las mismas características de construcción que los de techo abierto, excepto que hay un techo fijo en la parte más alta del tanque. En esencia, es una combinación de techo cónico con soldadura débil entre el techo y la pared y un techo flotante interno. No obstante, algunos tanques usan un techo tipo semiesférico en lugar del cónico.

Este tipo de tanques se pueden identificar y distinguir de los de techo cónico y techo flotante abierto en que tienen unas ventilaciones en la pared del tanque que permite circular el aire entre el techo flotante y el fijo.

La principal ventaja de este tipo de tanques sobre los de techo abierto es que el techo flotante no está expuesto a los elementos. En consecuencia, estos tanques son muy usados en zonas donde nieva o llueve mucho.

Por otra parte, desde el punto de vista de un incendio estos tanques tienen una gran dificultad para su extinción debido a que no es fácil introducir la espuma en su interior. Estos tanques disponen de sistemas de ventilación de vapores en la parte alta del tanque, patas de sujeción del techo cónico que atraviesan el techo flotante y patas que actúan como final de carrera del techo flotante cuando descansa en el fondo del tanque.





10.16.5 Tanques de baja presión

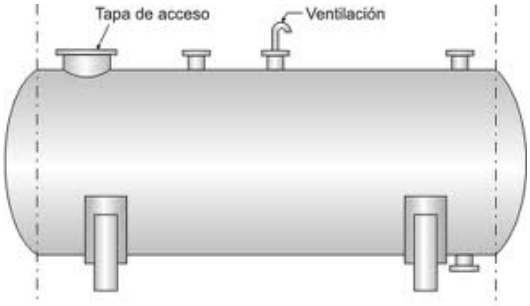
Estos tanques pueden ser horizontales o verticales

- **Tanques verticales:** Los tanques verticales de baja presión tienen una construcción relativamente sencilla, de forma cilíndrica con un fondo y un techo, e incluyen algún tipo de elemento de control de presión/vacío.
    - **Tanques verticales empernados o remachados:** Consisten básicamente en un cilindro pequeño fabricado con paredes de acero remachado. Suelen tener capacidades entre 16.000 y 160.000 litros.
    - **Tanques verticales soldados:** Su capacidad oscila entre 80.000 y 800.000 litros, con un radio aproximado de hasta 5 m. Suelen disponer de un elemento automático de alivio de presión para evitar que la presión en el tanque supere el 10 % de la presión máxima teórica.

- **Tanques horizontales:** Existe una gran variedad de este tipo de tanques en servicio. Al igual que los verticales, pueden ser soldados o remachados. Estos últimos fallan rápidamente al ser expuestos al fuego.

  Generalmente se emplean para almacenar líquidos a presión atmosférica, aunque también se utilizan para almacenar líquidos a presiones moderadas.

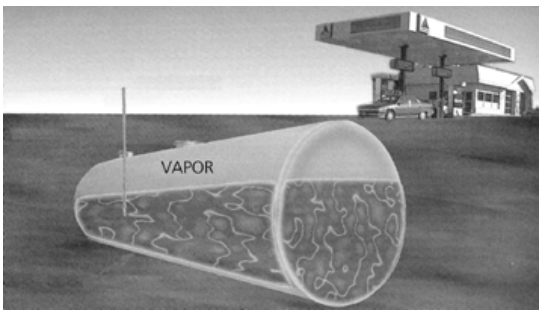
  En este caso podría suceder que en las bases del cilindro apareciesen puntos débiles. Por tanto, para evitarlo, se suelen construir con los extremos redondeados, dándoles una forma semiesférica.

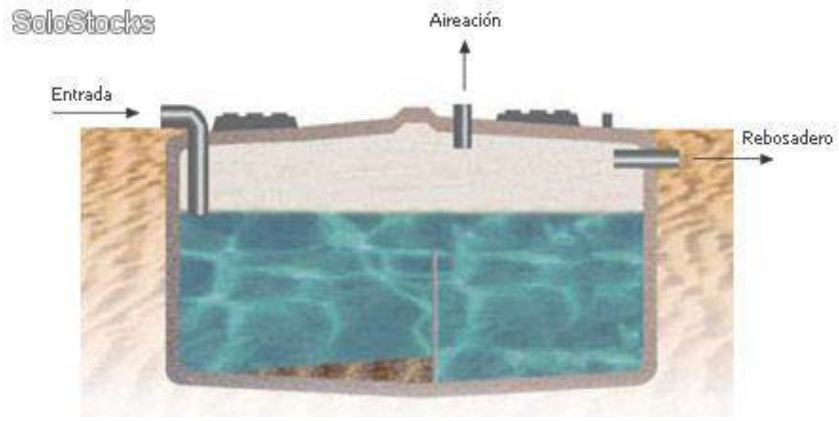


Un caso específico que puede ser similar a un tanque horizontal, es un camión cisterna o unidad repostadora de combustible de los utilizados en los aeropuertos, con la diferencia de ser móvil y autopropulsado.

10.16.6 Tanques enterrados

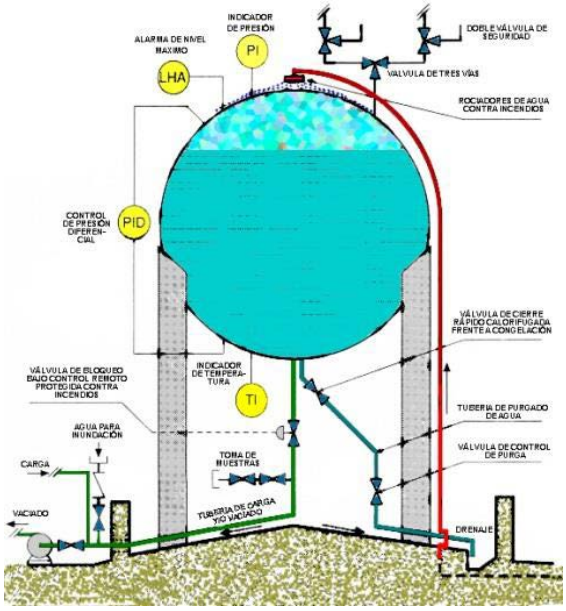
La característica más importante en este tipo de tanques es el venteo de los mismos. Los venteos próximos a edificios o vías de uso público, estarán situadas de forma que los vapores sean descargados en un lugar seguro fuera de los edificios y a una altura superior a 3,6 m sobre el nivel adyacente y, como mínimo, a 1,5 m de cualquier abertura de un edificio, según el RD 656/2017.





10.16.7 Depósitos de alta presión

Los depósitos o tanques a presión más apropiados para el almacenamiento de combustibles a altas presiones son los tanques esféricos debido a que esta forma permite que la presión, ejercida sobre las paredes del depósito, se distribuya uniformemente sobre toda su superficie. De este modo se evita la existencia de puntos débiles.



10.17 Elementos auxiliares de los tanques

La mayoría de los tanques descritos hasta ahora pueden tener alguno o la mayoría de los elementos que se describen a continuación.

- **Instalaciones fijas y móviles de protección activa contra incendios en tanques e instalaciones anexas:** Se pueden utilizar tanto para la extinción como para la refrigeración, y pueden ser operadas manual o automáticamente.

  La normativa explica como tienen que estar diseñadas y dimensionadas según los elementos que tienen que proteger. Como ejemplo, el tiempo de reserva de agua para las instalaciones de agua en grandes almacenamientos será de 3 horas.

  Entre ellas están los siguientes elementos:

  - Monitores fijos/Hidrantes.
  - Depósitos con reserva de agua.
  - Anillos de refrigeración de agua.
  - Cámaras de espuma.
  - PCI.

- **Elementos de contención o cubeto:** Estos se diseñan para confinar el producto derramado en una zona limitada. Generalmente son construcciones de hormigón formando un muro de protección alrededor del tanque lo suficientemente alto para alojar el contenido del tanque en caso de rotura. Otra forma, consiste en situar el tanque dentro de una fosa cilíndrica lo suficientemente profunda.

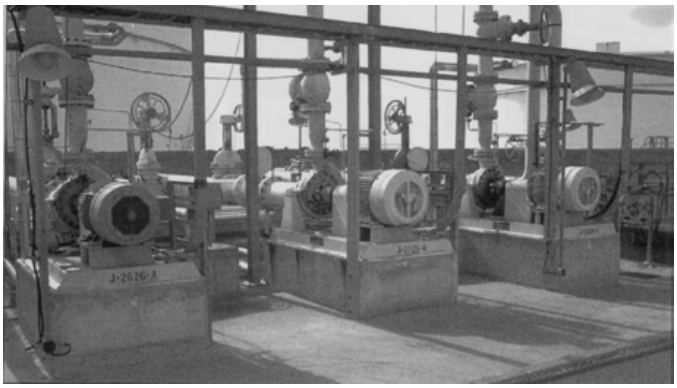
- **Tuberías:** El sistema de tuberías puede generar grandes problemas a la hora de las operaciones de lucha contra incendios ya que una tubería cerrada es básicamente un elemento de presión y puede romper violentamente cuando se somete al fuego.

  Los materiales empleados en la construcción de las tuberías deben ser compatibles con los productos manipulados y adecuados a las temperaturas y presiones que pueden ejercer los líquidos sobre las tuberías.

  En los tramos en los que pueda quedar líquido atrapado entre equipos o secciones de tuberías se debe instalar un sistema de alivio que impida alcanzar presiones superiores a la de diseño del equipo.

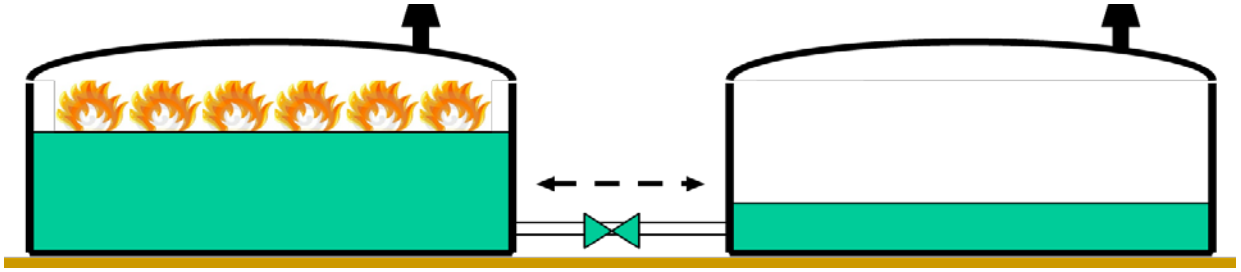
- **Bombas:** Las bombas a menudo están situadas en una zona separada con su sistema de contención. Las bombas que quedan expuestas al fuego normalmente fallan por los sellos y son causa de la propagación del incendio.

La figura siguiente muestra un conjunto de bombas utilizadas para impulsar el líquido de los tanques.



- **Válvulas:** Los sistemas de tuberías deben tener un número suficiente de válvulas para operar el sistema. Las válvulas críticas deben tener señalización de posición.

  Las tuberías que descargan líquidos a los almacenamientos deben llevar una válvula de retención o antirretorno. Normalmente, también hay dispositivos de paradas y cierres de válvulas a distancia para seccionar el sistema en caso de roturas, averías.



10.18 Fenómenos que se pueden generar en un tanque de combustible en caso de incendio

10.18.1 BLEVE

Es el acrónimo inglés de "**boiling liquid expanding vapour explosion**" (explosión de vapores que se expanden al hervir el líquido)

Es la explosión provocada por el vapor expandido de un líquido en ebullición. Todos los líquidos al vaporizarse por ebullición aumentan de volumen. Este aumento oscila entre 50 y 1.700 veces el volumen original, dependiendo de su coeficiente de expansión. Por otra parte, un gas se puede licuar a base de aumentar la presión.

Si en un recipiente cerrado hay un gas licuado por presión, una parte del mismo estará en fase líquida y otra en fase gaseosa, manteniendo la presión suficiente para equilibrar ambas fases. Si la presión disminuye lentamente, parte del gas licuado se evapora desde la superficie hasta volver a alcanzar la presión original. Pero si la fase gaseosa se disipa rápidamente al exterior, la brusca caída de presión hace que la fase líquida entre en ebullición, es decir, que toda la masa líquida se vaporice al mismo tiempo. Dado el alto coeficiente de expansión de la mayoría de los gases, se generan en el interior del recipiente presiones tan altas que producen normalmente que este estalle, con lo que todo el gas se expande al exterior. Si el gas expandido es combustible, bastará un foco de ignición para que el resultado final sea una deflagración.

- **Se deben dar tres condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:**
    - Tiene que tratarse de un gas licuado o un líquido **sobrecalentado y a presión.**
    - Que se produzca una **súbita bajada de presión** en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.
    - También es necesario que se den condiciones de presión y temperatura a los efectos que se pueda producir el fenómeno de **nucleación espontánea**. Con esta condición se origina una evaporación de toda la masa del líquido en forma de flash rapidísima, generada por la rotura del equilibrio del líquido como consecuencia del sobrecalentamiento del líquido o gas licuado.

- **Dos grandes categorías de productos pueden ocasionar BLEVE como:**
    - Todos los **gases licuados** almacenados a temperatura ambiente inflamables o no.
    - Los **líquidos** que accidentalmente entran en contacto con fuentes de calor.

- **Consecuencias de una BLEVE:**
    - Radiación térmica.
    - Sobrepresiones por la onda expansiva.
    - Proyección de fragmentos metálicos.
    - Nube tóxica.

.

- **Intervención:** Si hay, o ha habido fuego severo en el tanque, entonces no nos debemos acercar. Una válvula de seguridad abierta o en ciclo, debe ser tomada como una advertencia de que algo se está recalentado en el tanque y entonces la situación es seria.

  El tanque pequeño tiene paredes más delgadas, eso puede hacer que se calienten más rápidamente y fallen antes que los grandes con paredes más gruesas. Focos fuertes de fuego chocando con:

  - paredes de 3 mm de espesor, pueden causar la falla en menos de 2 minutos.
  - paredes de 6 mm pueden fallar en unos 4-5 minutos.
  - paredes de 12-18 mm pueden fallar entre 8-10 minutos.

  Si no ha habido contacto de fuego con el tanque, entonces se debería evitar que lo haga, manteniéndolo enfriado con agua, y cerrando el suministro de combustible.

- **Los principales peligros de una BLEVE de GLP son:**

  - **Fuego:** Para un tanque de 4000 l al 80 % de capacidad y con una masa de propano de 160 kg, se puede producir una bola de fuego de 16 m de radio y una duración de 2,4 s. La distancia de seguridad para los bomberos es de 90 m como mínimo.

  - **Radiación térmica del fuego:** A una distancia de cerca de cuatro bolas de fuego, la radiación de calor proveniente de ésta puede ser tan fuerte como 21 kW/m^2.

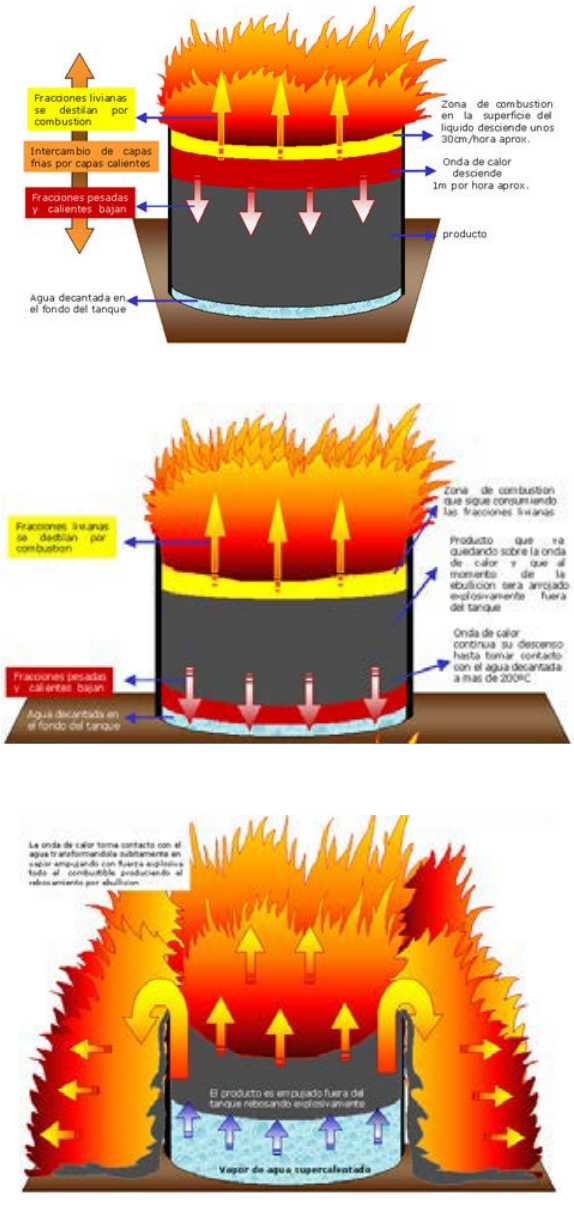
  - **Onda de presión:** Si la BLEVE sucede en el exterior, entonces la ráfaga se expande a una distancia de 4 bolas de fuego, cerca de 20-30 mbar de presión.

  - **Proyectiles:** Estos fragmentos pueden ser pequeños pedacitos o grandes porciones del tanque. La mayoría de los proyectiles caen a unas 4-6 veces el radio de la bola de fuego, dependiendo del tamaño del tanque, el nivel de llenado, la temperatura del líquido y la posición relativa al eje principal del tanque. Los proyectiles más severos, tipo cohete, llegan a unas 15 veces el radio de la bola de fuego.

10.18.2 Boilover

Este fenómeno se da en recipientes abiertos cuando se produce un rebosamiento súbito por ebullición. Supongamos un tanque abierto que contiene un líquido inflamable que ha entrado en combustión. Al tratar de extinguir el incendio una determinada cantidad de agua va a parar al fondo del depósito por diferencia de densidad. Debido al calor del propio incendio y del calentamiento del tanque el agua llega a su temperatura de ebullición y se convierte en vapor, pero ocupando un volumen 1.700 veces superior.

Cuando esta masa de vapor vence la presión que ejerce el líquido que tiene encima se proyecta de forma muy violenta al exterior empujando consigo parte del producto en combustión y proyectando el incendio fuera del recipiente original.



BIBLIOGRAFÍA

- **Manuales**
  - T105022 Manual Básico para Bomberos de Nuevo Ingreso.
  - T1021070 Curso Online Básico para Bomberos de Nuevo Ingreso: Teórico.
  - T102688 Manual de MMPP y Tanques de almacenamiento de combustible.
  - T105026 Control y Mando en Emergencias.
  - T102284 Fuego de interiores y Ventilación (F.I.VE.).
  - Manual de facilitación de Operaciones aeronáuticas y aeroportuarias.
  - Compendio de Táctica.
  - Normativa de Seguridad en Plataforma.
  - Manual de Formación Básica A.M.
- **Normativas aeronáuticas**
  - EXA 10 Comunicaciones.
  - EXA 21 Empleo de prendas de alta visibilidad.
  - EXA 40 Manual Normativo de señalización en el área de movimiento.
  - EXA 43 Manual básico para el área de maniobras.
  - EXA 82 Instrucción sobre los equipos de protección individual de intervención del SSEI.
  - Tríptico AESA paracaídas balístico (IS-SEAA-AGYD-001. Rev1.0 septiembre 2018).
  - Boletines de Operaciones para el SSEI.
- **EPI**
  - Portal de EPI de INSHT.
  - Guía Técnica para el uso por los trabajadores de EPI.
  - Guía técnica. RD773.EPI.
  - Reglamento 2016/425, relativo a los EPI.
  - NTP 772 – INSHT Ropa de protección contra agentes biológicos.
  - NTP 929 - INSHT Ropa de protección contra productos químicos.
  - Dräguer.
  - MSA.
- **Normativa**
  - UNE-EN 2-1994/A1 (última revisión 2005) Clasificación de los fuegos.
  - NTP 239: Escaleras manuales.
  - UNE-EN 1468. Ropas de Protección para bomberos. Métodos de ensayo y requisitos relativos a las ropas reflectantes para trabajos especiales de lucha contra incendios.
  - UNE-EN 13911. Ropas de Protección para bomberos. Requisitos y métodos de ensayo para los capuces de protección contra el fuego para bomberos.
  - UNE-EN 443. Cascos para la lucha contra el fuego en los edificios y otras estructuras.
  - UNE-EN 16471. Cascos para la lucha contra el fuego en espacios abiertos.
  - UNE-EN 16473. Cascos para rescate técnico.
  - UNE-EN 659. Guantes de protección para bomberos.
  - UNE-EN 15090. Calzado para bomberos.
  - UNE-EN 14458. Pantallas faciales y visores para usar con los cascos de bomberos y los de protección industrial de altas prestaciones empleados por los servicios de bomberos, de ambulancias y de emergencias.
  - RD 513/2017 Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- **Procedimientos Internos y Operacionales del SSEI AENA**
- **Manuales de Autoprotección y Planes de Emergencia de AENA**
- **Cartas rescate de aeronaves**
  - http://www.icao.int/safety/Lists/RFFCrashCharts/AllItems.aspx
  - http://www.icao.int/safety/Lists/RFFCrashChartsRotocraft/AllItems.aspx

aena