Cabo del Servicio de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamento Diputación Foral de Gipuzkoa · OP2026/17

Grupo Equipos y vehículos: temas 12 a 14

Resumen del temario específico para imprimir. Elaboración propia a partir de las bases, la normativa, los manuales citados en el temario y los procedimientos del servicio. No es documentación oficial.

Versión de 8 de septiembre de 2026 · iosu.online

Índice

Equipos y vehículos (temas 12 a 14)

Capítulo 11. Equipos de protección individual de las vías respiratorias y bombas centrífugas (tema 12) 3
Capítulo 12. Vehículos de bomberos: mecánica y técnicas de conducción, con la conducción 4x4 (tema 13) . 19
Capítulo 13. Rescate en accidentes de tráfico: tipos de vehículos, fuentes de energía motriz y elementos de seguridad de los vehículos (tema 14)..... 35

Capítulo 11. Equipos de protección individual de las vías respiratorias y bombas centrífugas (tema 12)

Equipos y vehículos · temas 12 a 14

Este capítulo pertenece al grupo Equipos y Vehículos del temario específico de la oposición de cabo. Cubre el tema 12 y se basa en dos extractos del Manual de equipos operativos y herramientas de intervención del CEIS Guadalajara, edición de octubre de 2015, distribuidos por el propio servicio a los opositores: el capítulo 3 de la parte 1, Herramientas y equipos operativos, titulado Equipos de protección individual de las vías respiratorias, y el capítulo 6 de la parte 2, Vehículos de bomberos, titulado Bombas centrífugas, en sus tres primeros apartados: características, funcionamiento y etapas; componentes y su funcionamiento; y características específicas de las bombas centrífugas de bomberos. La estructura del capítulo sigue el orden del manual: primero los riesgos y la clasificación de los equipos de protección respiratoria, después los equipos concretos (máscara, equipo de respiración autónomo, compresor, capucha de rescate y mascarilla) y finalmente las bombas centrífugas. En el examen de bombero de Gipuzkoa de 2026 se preguntó sobre colores de filtros, prueba de la máscara, presiones del pulmo y del manorreductor, alarma de baja presión, clases P1, P2 y P3, componentes de la bomba centrífuga y altura de aspiración.

11.1. Características generales de los equipos de protección respiratoria: definición y riesgos

Concepto. Los equipos de protección individual de las vías respiratorias, o equipos de protección respiratoria, tienen como objetivo disminuir la concentración de los contaminantes por debajo de los niveles de exposición recomendados para el usuario. Actúan en la zona de inhalación, que es el lugar por donde los contaminantes penetran rápida y directamente en el organismo a través del sistema circulatorio.

Riesgos atmosféricos. Son los riesgos más peligrosos y la causa del mayor número de accidentes por asfixia, intoxicación y explosión. El manual enumera los más comunes:

- Concentraciones de oxígeno en la atmósfera inferiores al 19,5 por 100 (deficiencia de oxígeno) o superiores al 23,5 por 100 (enriquecimiento de oxígeno).
- Gases o vapores inflamables que excedan del 10 por 100 de su límite inferior de inflamabilidad.
- Concentraciones de sustancias tóxicas o contaminantes por encima del límite permitido de exposición.
- Residuos en forma de polvos o neblinas que disminuyan la visión a menos de 1,5 metros.
- Cualquier sustancia que perjudique la salud, polvos como los de cereales por encima de los límites y productos de la actividad productiva, como desinfectantes o plaguicidas.

Atmósferas suboxigenadas. En condiciones normales el aire contiene un 21 por 100 de oxígeno en volumen. Por debajo del 19,5 por 100 hay deficiencia, que exige ventilación o equipo respirador autónomo. Los efectos de la disminución de oxígeno en el cuerpo humano son estos:

- Entre el 19,5 y el 16 por 100: sin efectos visibles.
- Entre el 16 y el 12 por 100: incremento de la respiración, latidos acelerados, atención, pensamiento y coordinación dificultosos.
- Entre el 14 y el 10 por 100: coordinación muscular dificultosa, fatiga rápida, respiración intermitente.

- Entre el 10 y el 6 por 100: náuseas, vómitos, incapacidad para moverse, inconsciencia seguida de muerte.
- Por debajo del 6 por 100: dificultad para respirar, movimientos convulsivos y muerte en pocos minutos.

Atmósferas con gases tóxicos. Son las que provocan más accidentes en espacios confinados. Los gases más comunes son cinco:

- Monóxido de carbono, el asesino silencioso: incoloro e inodoro, de la combustión incompleta. Dolor de cabeza con 200 partes por millón durante 3 horas; peligro para la vida con 1.500 partes por millón en una hora; colapso y muerte en minutos con 4.000.
- Ácido sulfhídrico: olor a huevos podridos que deja de percibirse, típico de alcantarillas y depuradoras; irritación de ojos desde 18 a 25 partes por millón, inconsciencia y muerte con 400 a 600 durante media hora, fatal en minutos con 1.000.
- Dióxido de azufre: irritante; efectos desde 1 a 10 partes por millón y peligroso para la vida a partir de 100.
- Amoniaco: irritante que puede matar por espasmo bronquial; tolerancia máxima a exposición corta de 300 a 500 partes por millón, peligro de muerte con 2.500 a 6.000 durante 30 minutos, muerte con 5.000 a 10.000.
- Cloro: irritante desde 9 miligramos por metro cúbico, no inflamable, neblinas amarillo verdosas, olor detectable desde 0,3 a 0,9 miligramos por metro cúbico; irrita mucosas desde 45 y es muy peligroso desde 150; edema pulmonar retardado hasta dos días y cloracné en exposiciones largas.

Riesgos de corrosión y biológicos. Los residuos y productos de limpieza en espacios confinados pueden consumir oxígeno y originar gases corrosivos (los equipos de protección se indican en las fichas de seguridad); los biológicos los producen hongos, mohos, bacterias, virus o materia en descomposición.

11.2. Clasificación de los equipos: equipos dependientes de la atmósfera o filtrantes

Concepto. Ante los distintos contaminantes, los equipos de protección respiratoria se clasifican en dos grandes grupos: dependientes de la atmósfera o filtrantes, que purifican el aire que respira el usuario, e independientes de la atmósfera o aislantes, que suministran aire desde un sistema independiente.

Equipos filtrantes. En principio tenemos garantizada una respiración sin problemas cuando hay al menos un 18 por 100 de oxígeno en el aire, pero incluso así puede ser necesario protegerse de partículas o sustancias tóxicas. Se componen de un envase con material filtrante físico (celulosa, fibra de vidrio), químico (carbón activado) o mixto, conectado a un adaptador facial de tres tipos: máscara o careta (cubre vías respiratorias y ojos), mascarilla (solo nariz y boca) y boquilla (solo la vía bucal, cerrando las nasales).

Filtros físicos (retención de partículas). Retienen humos, nieblas, polvo, fibras y partículas; son mecánicos, no protegen de gases ni vapores ni sirven con escasez de oxígeno, y deben reemplazarse antes de taponarse. Los filtros físicos se identifican con el código de color blanco y se clasifican según su eficacia de filtración en:

- Clase P1: solo retiene partículas sólidas; es el menor nivel de protección.
- Clase P2: nivel medio de protección.
- Clase P3: mayor nivel de protección.
- Dentro de las clases P2 y P3, los filtros P2S y P3S retienen exclusivamente partículas sólidas, y los P2SL y P3SL retienen partículas sólidas y líquidas.

Filtros químicos (retención de gases y vapores). Retienen los gases y vapores mediante tres procesos: adsorción (las moléculas se fijan en la superficie de las partículas del carbón activado), absorción (las moléculas reaccionan químicamente y quedan retenidas entre el carbón activado) y oxidación (las moléculas se oxidan en presencia de un catalizador). La idoneidad de cada filtro para los distintos contaminantes se identifica por un código de letras y colores normalizado (norma EN 14387):

- Tipo AX, color marrón: gases y vapores de compuestos orgánicos con punto de ebullición inferior a 65 grados centígrados. Solo pueden utilizarse tal como se suministran de fábrica; no es permisible reutilizarlos.
- Tipo A, color marrón: gases y vapores de compuestos orgánicos con punto de ebullición superior a 65 grados centígrados.
- Tipo B, color gris: gases y vapores inorgánicos, por ejemplo cloro, sulfuro de hidrógeno y cianuro de hidrógeno.
- Tipo E, color amarillo: dióxido de azufre y cloruro de hidrógeno.
- Tipo K, color verde: amoniaco y derivados orgánicos del amoniaco.
- Tipo CO, color negro: monóxido de carbono; filtros de un solo uso, que deben desecharse después de utilizarlos.
- Tipo Hg, color rojo: vapor de mercurio; solo pueden utilizarse durante un máximo de 50 horas.
- Tipo NO, color azul: gases nitrosos, incluido el monóxido de nitrógeno; de un solo uso.
- Tipo Reactor, color naranja: yodo radiactivo, incluido el yoduro de metilo radiactivo; sujetos a directrices locales.
- Tipo P, color blanco: partículas.

Según su capacidad de adsorción, los filtros químicos se clasifican en tres clases: clase 1 de baja capacidad, clase 2 de capacidad media y clase 3 de alta capacidad. Es importante recordar que en los filtros químicos cada clase superior implica mayor duración del filtro, no mayor protección, al contrario que en los físicos. La eficacia del filtro químico disminuye a medida que aumenta la concentración del contaminante, y una vez saturado hay que desecharlo.

11.3. Equipos independientes de la atmósfera o aislantes: semiautónomos y autónomos

Semiautónomos o de línea de aire. También llamados narguiles. El suministro de aire se realiza desde el exterior a través de un tubo, mediante un compresor u otro procedimiento. Ventajas: suministro ilimitado y sin peso a la espalda. Inconvenientes: si falla el suministro el usuario queda sin protección y la manguera limita la distancia. El suministro ininterrumpido se hace con botellas montadas en un carro con una manguera de 50 metros enrollada. La línea no se conecta directamente al regulador, sino a través de un cinturón de conexión, para evitar tirones que arranquen la máscara. Datos de uso: el manómetro de alta indica la presión de las botellas (300 bar) y el de baja la presión de salida por la manguera, que debe estar entre 6 y 10 bar; antes de que la primera botella llegue a la reserva se abre la segunda. En ningún caso y bajo ninguna configuración deben conectarse más de dos usuarios a la línea de aire.

Autónomos. Incorporan la fuente suministradora de aire y se consideran la protección más adecuada y segura en atmósferas tóxicas. Pueden ser de circuito cerrado o de circuito abierto.

Circuito cerrado. El aire exhalado no se expulsa al exterior, sino que vuelve al equipo para ser regenerado: se retira el dióxido de carbono y se aporta oxígeno. Necesitan refrigeración porque el aire se calienta y humedece. Dos tipos: regeneradores (cartucho de cal sodada que retiene el dióxido de carbono más botella de oxígeno puro) y autogeneradores (cartuchos de peróxido potásico que capturan humedad y dióxido de carbono y lo transforman en oxígeno). La autonomía de ambos, para un consumo nominal de 40 litros por minuto, es de 4 horas, pero en intervención se reduce a unas 3 horas porque el consumo sube a 60 o 70 litros

por minuto. Se designan 1N a 4N (presión negativa) y 1P a 4P (presión positiva) según su autonomía de 1 a 4 horas. Son adecuados para intervenciones de larga duración en minas, cavidades, túneles de más de 4 kilómetros o túneles de más de 1 kilómetro con problemas de acceso por galerías de evacuación.

Circuito abierto. El aire inhalado proviene de una botella y el exhalado se expulsa al exterior. El suministro puede ser a demanda (el usuario aspira y crea una presión negativa que hace fluir el aire) o de presión positiva (flujo continuo a una presión dentro de la máscara ligeramente mayor que la atmosférica, para que no penetre aire contaminado). Otra clasificación distingue:

- Equipos monobotella: una sola botella de aire comprimido con autonomía media de 45 minutos, que en intervención, por la temperatura y la actividad física, puede reducirse a 15 o 20 minutos. Se recomiendan para trabajos breves.
- Equipos bibotella: mayor autonomía nominal, de unos 90 minutos, y en intervención de unos 30 a 40 minutos; están indicados para intervenciones de no más de 60 minutos.

11.4. La máscara

Concepto. La máscara permite la inhalación directa del aire contenido en una botella de aire comprimido de manera aislada de la atmósfera exterior. Su presión interior es mayor que la exterior y dos válvulas unidireccionales impiden el retorno del aire contaminado.

Tres capacidades que debe garantizar.

- Estanqueidad: independencia total entre el ambiente exterior y el sistema respiratorio y el rostro. Ha sido probada para su homologación a 1.000 grados centígrados durante 10 minutos.
- Visibilidad: amplitud de campo visual y eliminación eficaz del empañamiento interior.
- Comunicación oral: mecanismo que facilita la transmisión de la voz.

Construcción y partes. De caucho sintético o silicona antialergénica; se acopla al casco con dos sujeciones de acero inoxidable o a la cabeza con atalajes tipo pulpo, con doble cerco estanco. El cristal es de policarbonato inastillable, resistente al fuego y con un campo de visión de 180 grados. La conexión con el pulmoautomático es de enchufe rápido tipo bayoneta o de rosca. Partes funcionales: válvula de exhalación unidireccional, membrana fónica (lámina metálica que transmite la voz por vibración) y conexión del pulmo.

Normativa. Las caretas enteras se regulan por la norma EN 136 clase 3 y llevan marcado CE; en general cumplen además lo exigido para exposición total al fuego según la EN 137. La UNE EN 136 contempla tres clases con el mismo nivel de protección pero distintas aplicaciones: clase 1 ligera, clase 2 general y clase 3 para equipos de emergencia y bomberos.

Uso y seguridad. Se coloca alojando el mentón en la mentonera y tensando ambos tensores a la vez hacia atrás, con la frente despejada. Barba, patillas y monturas de gafas perjudican la hermeticidad (se usan gafas de careta). La hermeticidad se verifica cerrando con el pulgar el niple y aspirando hasta una depresión que debe mantenerse constante, dos veces.

Mantenimiento. Solo detergentes desinfectantes autorizados; evitar disolventes como acetona o alcohol. Desinfección por inmersión tras cada uso; secado al aire o en armario a un máximo de 60 grados, sin sol; tensores nunca sobre el marco hermetizador; el puente elástico negro es compatible con las dos válvulas y el rojo solo con la de base pequeña. Se guarda en su bolsa o caja (huevera) sin deformación, en lugar seco, sin polvo, a temperatura entre 15 grados bajo cero y 25 grados, protegida de la luz y del calor. Intervalos de comprobación: limpieza y desinfección después de cada uso y semestralmente (con caretas empaquetadas estancas al aire, no hace falta la semestral); inspección visual, verificación de funcionamiento y hermeticidad antes del uso y cada dos años; cambio del disco de la válvula de exhalación cada dos años; cambio de la membrana fónica cada seis años; control por el usuario antes del uso.

11.5. El equipo de respiración autónomo (ERA): especificaciones, cálculo de consumo y componentes

Concepto. El ERA es el equipo de protección respiratoria autónomo de circuito abierto de aire comprimido. Se compone principalmente de un tubo respiratorio flexible para la conexión de la máscara y una botella de aire comprimido sujeta a la espalda mediante un arnés. La botella contiene aire a 250 a 300 bar, por lo que incorpora un regulador que reduce la presión hasta el nivel atmosférico y una señal acústica de reserva; también un manómetro. Estos equipos funcionan a presión positiva.

Cadena de presiones. El aire a alta presión (200 o 300 bar) se reduce a una presión media aproximada de 6 a 7,5 bar y llega a la máscara a través del regulador con una presión de 0 a 4 milibares, según el modo a presión normal o positiva; el reductor lleva una válvula de alivio que limita la presión media. Un avisador acústico (silbato) alerta cuando la botella alcanza aproximadamente 55 bar. Modelos usuales: el PSS-90 de presión positiva y el autónomo de 3 litros y 300 bar en carbono-composite, para trabajos de corta duración como reconocimientos.

Cálculo del consumo. El consumo se expresa en litros por minuto y se calcula así: presión inicial menos presión final, multiplicado por el volumen de la botella y dividido por el tiempo en minutos. Ejemplo del manual con una botella de 6 litros cargada a 300 bar, evitando que suene la alarma: disponemos de 1.500 litros, resultado de multiplicar 300 bar menos 50 bar por 6 litros. En reposo, con un consumo de 15 litros por minuto, hay 100 minutos de aire; en medio rendimiento, con 50 litros por minuto, 30 minutos; en alto rendimiento, con 90 litros por minuto, 16 minutos.

Partes del ERA. Son siete: pulmoautomático, manorreductor, espaldera, manómetro, bodyguard, botella de aire comprimido y adaptador en T.

- El pulmoautomático, pulmo o segundo regulador: suministra al usuario el aire que necesita en función del esfuerzo. Recibe aire a media presión del manorreductor y lo reduce a baja presión, ligeramente superior a la atmosférica. Se activa con la primera inhalación y hay que accionar el botón de bloqueo para desactivarlo; para un suministro extra se presiona el centro de la cubierta de goma. Su conexión a la máscara es un enchufe rápido tipo bayoneta. Los caudales actuales son elevados, del orden de 500 litros por minuto, para dar aire suficiente en situaciones de gran esfuerzo.
- El manorreductor: reduce la presión del aire al salir de la botella. Suministra un flujo de 1.000 litros por minuto, trabaja con botellas de 200 o 300 bar y realiza la primera etapa de reducción de 200 o 300 bar a 5,5 bar de forma extraordinariamente precisa y regular. Incorpora una válvula de alivio que en caso de avería no dejaría exceder en ningún caso los 12 bar, presión que se reduce de nuevo al pasar por el pulmoautomático, de modo que al usuario le llega aproximadamente 1 bar. Existe una alarma acústica de baja presión que avisa con un agudo silbido cuando la presión de la botella desciende de 55 bar, más o menos 5, y permanece constante hasta que quedan aproximadamente 10 bar.
- La espaldera: soporte de todos los componentes, sujeta la botella y reparte su peso; permite ajustar la altura y su cinturón dorsal es articulado. Placa dorsal de plástico con fibra de vidrio o de carbono y atalajes en fibra ignífuga.
- El manómetro: muestra la presión restante. Un margen rojo indica que entramos en el último 25 por 100 del volumen total, momento en que se activa el silbato de baja presión.
- El bodyguard: sustituye al manómetro tradicional; hace una lectura digital de la presión de la botella y del tiempo que resta para alcanzar la reserva, con alarma óptica al 50 por 100 del contenido, e interpreta la temperatura corporal del bombero. Tiene alarma de movimiento, botón de alarma manual, alarma de reserva (los últimos 50 bar) y señal de hombre muerto.
- La botella de aire comprimido: se compone de cilindro y grifo. El cilindro lleva grabados el año de fabricación, caducidad, capacidad en litros, presión de carga, fechas de revisión y marcado CE conforme al Real Decreto 769/1999 sobre equipos a presión; se regula por la UNE-EN 12021. Se fabrica en acero al cromo-níquel-molibdeno, en composite con alma de aluminio o en fibra de carbono al cien por cien

(3,6 kilogramos). La presión de servicio es de 200 o 300 bar y la capacidad en litros de agua de 4, 6, 6,8 y 9. Volumen de aire igual a capacidad por presión: 6 litros a 300 bar son 1.800 litros. Pesan de 7 u 8 kilogramos a 6,4, y las aligeradas unos 4. Las botellas se someten cada tres años a una prueba hidráulica por expansión volumétrica o retimbrado, a partir del año siguiente a la primera prueba estampada por el fabricante, y a una inspección visual anual exterior e interior.

- El grifo: va roscado al cuello, abre y cierra el paso de aire y filtra impurezas. Partes: maneral, cuerpo con dos roscas y filtro de virutas de cobre; conexión según UNE-EN 144-2. Es el punto más vulnerable: la botella lleva tapón cuando no está anclada y se coge por el cuerpo, no por el maneral.
- El adaptador en T: permite adaptar la mayor parte de los equipos para usarlos como unidad bibotella.

Normativa del ERA. Es un EPI de categoría III. Se regula por la UNE-EN 137 (equipos autónomos de circuito abierto de aire comprimido: requisitos, ensayos y marcado), que contempla dos clases: tipo 1 para uso industrial y tipo 2 para bomberos, que solo deben conectarse a máscaras de clase 3. Los pulmos deben cumplir las normas EN 148-1 y EN 148-3; el manorreductor y el grifo la UNE-EN 144-2; el cilindro la UNE-EN 12021.

Uso y seguridad. Se utilizan con deficiencia de oxígeno (menos del 19,5 por 100), concentraciones muy altas, compuestos muy tóxicos o contaminante desconocido. La botella se rosca con el equipo en vertical y se asegura con la correa antivibración; el pulmo se conecta a la máscara por empuje (suena un chasquido) y no debe tener movimiento axial; la válvula de la botella se abre lentamente hasta el final con la presión positiva apagada, que se activa con la primera inhalación; las correas de la máscara se ajustan primero las inferiores y después las superiores. Después del uso no se retira la botella hasta que su válvula esté cerrada y el sistema descargado pulsando el botón negro.

Mantenimiento. Según el fabricante y la UNE-EN 529 de 2006; limpieza con paños y secado al aire, nunca al sol. El pulmo se revisa tras cada uso, sobre todo en ambientes químicamente agresivos. Los diafragmas con tres años de uso o seis años desde la fecha de fabricación deben sustituirse aunque estén en buen estado.

11.6. Compresor de aire, capucha de rescate y mascarilla

Compresor. Aumenta la presión del aire. Los más corrientes son los de pistón o émbolo (alternativos), con mecanismo pistón-biela-cigüeñal y motor eléctrico o de gasolina; el cilindro lleva aletas para disipar calor y los de tipo médico no llevan aceite. Los de doble etapa tienen un pistón de baja y otro de alta en un cilindro menor que recomprime el aire. Se clasifican por la forma de compresión (alternativos y rotativos de paletas, espiral, tornillo o centrífugos), por el montaje (herméticos, semiherméticos y abiertos), por su portabilidad y por su fuente de energía. Normativa: directiva de máquinas 89/392/CEE y Real Decreto 2060/2008 de equipos a presión; la calidad del aire debe cumplir la norma EN 132. Sirve para cargar botellas de buceo y de los ERA; con motor de explosión no se carga en lugares cerrados y siempre a favor del viento; protección auditiva obligatoria y rampa de carga cerrada. Como mínimo un compresor por parque. El aceite mineral se cambia cada 1.000 horas y al menos una vez al año; el sintético cada 2.000 horas y al menos cada dos años. En mantenimiento se desconecta el interruptor general, porque el control automático puede arrancarlo sin aviso.

Capucha de rescate. Es un equipo de protección respiratoria de escape de aire comprimido con flujo constante. Aísla a la víctima de un entorno agresivo y, excepcionalmente, la usa el bombero en lugares de dimensiones reducidas. Tiene una autonomía de 10 a 15 minutos con un consumo normalizado de unos 40 litros por minuto, ya que la capacidad de la botella es de 400 litros de aire. Características: presión media de 4 a 6 bar; temperatura de uso de 15 grados bajo cero a 80 grados; temperatura de almacenaje de 15 grados bajo cero a 50 grados; dimensiones del equipo de 10 minutos, 490 por 160 por 250 milímetros; peso listo para el uso, 4,2 kilogramos; homologación CE 0088 según la norma EN 1146; alarma acústica de 90 decibelios dentro de la capucha y 105 decibelios fuera. Los modelos Saver CF de Dräger o Rapid Air constan de capucha (presión positiva, cuello de neopreno y semicareta interna), cámara de alta presión (alarma acústi-

ca a 10 bar al agotarse el aire, manómetro y válvula de seguridad), bolsa (el tirón de la solapa activa la salida constante de aire, que no para hasta consumirse) y botella de acero de 2 litros y 200 bar, libre de mantenimiento durante 10 años. La válvula de exhalación mantiene una presión positiva interior de 3 milibares; la conexión de carga es de 5/8 de pulgada. Inspección visual diaria, precinto intacto y manómetro visible al guardarla.

Mascarilla. Dispositivo que evita la entrada de partículas o sustancias irritantes; cubre nariz, boca y mentón y puede tener válvula de exhalación. Protege contra partículas no tóxicas (cemento, harina, algodón, carbón, aceites). Normativa: están señaladas con el código NR, que significa que solo deben utilizarse durante una jornada de trabajo, con un máximo de 8 horas; es un EPI de categoría III regulado por la norma EN 149 de 2001. El ajuste se comprueba espirando con fuerza; el fin de su vida útil se nota por la dificultad para inspirar. No se deben utilizar en atmósferas con oxígeno por debajo del 18 por 100 ni en contenedores sin ventilación, focos o canales.

11.7. Bombas centrífugas: características, funcionamiento y etapas

Concepto. Las bombas centrífugas, gracias a su rendimiento y a las presiones alcanzadas, son el tipo más común en la industria química, los servicios contra incendios y los equipos de bombeo tradicionales. Han desplazado a los demás mecanismos cuando se mueven elevados caudales sin presiones superiores a 50 atmósferas; se fabrican en bronce, acero inoxidable, fundición nodular y acero al carbono. Son las bombas empleadas generalmente en los vehículos de bomberos. La presión que transmite la bomba es inversa al caudal que circula por ella, lo que se denomina relación H/Q y la hace idónea para la extinción, con caudales aceptables a presiones relativamente elevadas; en cambio, en los achiques por inundación se prefieren grandes caudales a menor presión.

Ventajas e inconvenientes. Las ventajas principales son su caudal constante, presión uniforme, sencillez de construcción, tamaño reducido, ligereza, bajo mantenimiento y flexibilidad de regulación. Uno de sus pocos inconvenientes es la necesidad de cebado previo al funcionamiento, ya que, al contrario que las de desplazamiento positivo, las bombas centrífugas no son autoaspirantes.

Características. Una bomba centrífuga transforma la energía mecánica que transmite el motor del vehículo en energía hidráulica, es decir, en la energía potencial y cinética requerida. Su objetivo es lograr, mediante la aceleración del motor del vehículo, la presión suficiente para elevar el agua del depósito o de la fuente en condiciones de caudal apropiadas. Pueden bombear líquidos con sólidos en suspensión, dan un flujo sostenido a presiones uniformes y el caudal es inversamente proporcional a la presión. Están compuestas por una cámara en forma de caracol con un disco central llamado rodete, con pequeñas aletas llamadas álabes o difusores, que comunican la energía al líquido por rotación, a diferencia de las bombas de desplazamiento positivo (rotativas de engranajes, tornillos, lóbulos o levas, y alternativas de pistón).

Funcionamiento. Las bombas centrífugas constan principalmente de una entrada axial, un rodete y un colector o difusor con salida tangencial. Fases:

- Por la entrada axial llega el agua a la bomba, en el eje del rodete, proveniente del tubo de aspiración o de la cisterna. La entrada tiene un distribuidor que orienta el agua para disminuir juegos y turbulencias.
- El líquido cambia de dirección axial a radial y los álabes lo proyectan hacia el exterior por la fuerza centrífuga y la disminución de la sección de paso, creando una altura dinámica.
- El agua es recogida por el difusor o colector (voluta), donde la energía cinética se transforma en energía potencial, es decir, de presión. El colector tiene una salida tangencial respecto al rodete, por donde el agua pasa a las salidas de la bomba.
- Esa energía cinética produce una diferencia de presión entre las secciones de succión y descarga. Con caudal excesivo la cavitación se convierte en un problema potencial, y con caudal casi nulo (válvula cerrada) la recirculación en el rodete produce vibraciones y también cavitación. Por eso es bueno limitar el intervalo de funcionamiento entre el 60 y el 120 por 100 del punto de máximo rendimiento.

Proceso energético. Un paso previo, el cebado (hacer llegar líquido hasta la brida de entrada e inundarla), y dos fases: crecimiento de la energía cinética por la rotación y transformación de esa energía en presión en el cuerpo de la bomba.

Etapas. Si la presión lograda en un rodete y su difusor es insuficiente, el líquido pasa a un segundo rodete y la presión final es la suma de ambas. Cada rodete es una etapa y el número de etapas es el número de impulsores:

- Una bomba de una única etapa tiene un solo impulsor y es mejor para servicios de baja carga.
- Una bomba de dos etapas tiene dos impulsores en serie para servicios de carga media.
- Una bomba de múltiples etapas tiene tres o más impulsores en serie para servicios de carga alta. La bomba centrífuga tipo es de una sola etapa; si el agua que sale se hace pasar por la entrada axial de otra bomba, el conjunto acoplado es una bomba de dos etapas. Normalmente en la primera etapa se consiguen presiones de 18 a 20 kilogramos por centímetro cuadrado y con dos etapas se llega a 20 a 30 kilogramos por centímetro cuadrado e incluso mayores. Las fuerzas axiales se minoran con agujeros junto al centro del rodete, rodetes laterales con palas en ambos lados o etapas trabajando en oposición.

11.8. Componentes de la bomba centrífuga y mecanismos de cebado

Concepto. Una bomba rotativa centrífuga está compuesta por dos grupos de elementos: rotativos y estacionarios.

Componentes rotativos.

- Impulsor o rodete: parte giratoria principal que proporciona la aceleración centrífuga al fluido. Va unido solidariamente al eje. A mayor anchura axial, mayor caudal; a mayor número de álabes, menores pérdidas por turbulencia.
- Eje: transmite el giro manteniendo una deflexión mínima entre partes giratorias y estacionarias. Se compone de la manga del eje, que lo protege del desgaste, y de las juntas del eje, rígidas o flexibles.

Componentes estacionarios.

- Carcasa: de dos tipos. Circulares concéntricas, para cargas bajas y capacidades altas, con paletas deflectoras estacionarias que convierten la energía cinética en presión. En voluta: caracol de sección creciente alrededor del rodete que recoge el líquido, lo encamina a la brida de impulsión, reduce su velocidad y aumenta su presión, y ayuda a equilibrar la presión en el eje.
- Bocas: a los lados de la carcasa, perpendiculares al eje; hay dos tipos, de succión o aspiración y de descarga o impulsión.
- Cámaras de sellado: protegen con un sello mecánico el punto donde el eje atraviesa la carcasa, evitando entradas de aire o escapes de líquido.
- Mecanismo de cebado: mecanismo auxiliar capaz de crear un vacío para poder aspirar. Los más utilizados son tres:
- De pistón alternativo: en la parte superior del cilindro hay una válvula que deja salir el aire que impulsa el pistón pero no deja entrar aire del exterior. Es el sistema de la bomba Rosenbauer; no necesita agua y es insensible a las bajas temperaturas.
- De anillo de agua: cámara cilíndrica con dos lumbreras comunicadas con los conductos de aspiración, el cuerpo de bomba y el exterior mediante una válvula que deja salir el aire pero no entrar. El anillo de agua ha de estar lleno antes del cebado; la fuerza centrífuga forma el anillo y entre las paletas se crean cámaras de volumen variable que aspiran el aire de los conductos y lo expulsan al exterior.
- De efecto Venturi: utiliza los gases de escape del motor, que pasan por un estrechamiento aumentando su velocidad y produciendo una depresión que extrae el aire de los conductos de aspiración.

11.9. Características específicas de las bombas centrífugas de bomberos y altura de aspiración

Características específicas. Las bombas centrífugas de los bomberos requieren estas características:

- El caudal nominal de una bomba de incendios centrífuga crea una presión de 10 bar a través del colector de impulsión, aspirando a una altura geométrica de 6 metros, con un mangote de aspiración de 8 metros de longitud dotado de filtro en su extremo. La unidad de medida es el metro cúbico por hora.
- Todas las bombas contra incendios son de aspiración axial, para evitar pérdidas de carga importantes en la aspiración.
- Deben tener fundamentalmente dos características: variabilidad de sus márgenes de funcionamiento tanto en caudal como en presión, y capacidad de aspirar agua de cotas inferiores a la que ocupa la bomba.
- En general constan de dos etapas, una de alta y otra de baja presión. En la de alta se obtienen valores alrededor de 40 atmósferas, lo que permite producir gotas de menor diámetro que facilitan la vaporización y la absorción de calor (efecto niebla), muy efectivo en la extinción; sin embargo, los caudales de la etapa de alta son muy inferiores a los de la de baja, cuya presión no suele exceder de 12 a 14 atmósferas.
- Para funcionar correctamente han de trabajar dentro de los márgenes de giro del fabricante, que se consiguen con una transmisión desde el motor a través de la toma de fuerza, que puede ser de dos tipos:
- Toma de fuerza posterior a la caja de cambios: es necesario que esté engranada una velocidad en el camión, porque de lo contrario la transmisión se interrumpe en la caja de cambios. Estacionado, la caja de transferencia va en punto muerto; en movimiento, con marchas cortas y, si el terreno lo exige, tracción total. Su principal inconveniente es el bajo rendimiento y el desgaste adicional de la caja de cambios, que funciona siempre.
- Toma de fuerza anterior a la caja de cambios: se intercala entre el motor y la caja de cambios, y la bomba funciona con el punto muerto seleccionado. El giro de la bomba tiene relación directa con el giro del motor. Por sus ventajas se ha impuesto este sistema.
- Al proyectar agua en movimiento se eligen las marchas más cortas y, para aumentar la presión sin variar la velocidad, una marcha más corta.

Altura de aspiración. La columna de agua asciende por el empuje de la presión atmosférica, no por la succión de la bomba. La máxima altura teórica de aspiración es de 10,33 metros, que es la altura de la columna de agua equivalente a una atmósfera al nivel del mar; pero es imposible alcanzarla por varios motivos: la presión atmosférica disminuye con la altitud (a 200 metros son 10,08 metros de columna de agua, a 400 metros 9,83 y a 600 metros 9,58); la presión de vapor del agua, que crece con la temperatura, resta altura; el vacío logrado por el cebador no es perfecto, por lo que queda cierta presión en los mangotes; y existen pérdidas de carga en los mangotes y en la alcachofa. Todos estos factores hacen que la altura de aspiración real disminuya hasta valores de entre siete y ocho metros. Por eso el cebado es una operación esencial, salvo cuando el nivel del agua está por encima de la propia bomba.

11.10. Cifras y datos clave

Oxígeno normal 21 por 100; deficiencia por debajo del 19,5 por 100; enriquecimiento por encima del 23,5 por 100; los filtrantes exigen al menos 18 por 100; inflamables por encima del 10 por 100 del límite inferior de inflamabilidad; visión inferior a 1,5 metros. Monóxido de carbono peligroso para la vida a 1.500 partes por millón en una hora y letal a 4.000; sulfhídrico fatal en minutos a 1.000 partes por millón; dióxido de azufre peligroso a 100; amoniaco mortal entre 5.000 y 10.000; cloro muy peligroso desde 150 miligramos por metro cúbico. Filtros físicos de color blanco, clases P1 (solo sólidos, menor protección), P2 (medio) y P3 (mayor), con sufijo S para sólidos y SL para sólidos y líquidos. Filtros químicos: AX marrón orgánicos con ebullición por debajo de 65 grados, A marrón orgánicos por encima de 65 grados, B gris inorgánicos, E

amarillo dióxido de azufre y cloruro de hidrógeno, K verde amoniaco, CO negro, Hg rojo máximo 50 horas, NO azul un solo uso, Reactor naranja, P blanco; clases 1, 2 y 3 de capacidad baja, media y alta, que indican duración y no protección. Línea de aire: manguera de 50 metros, botellas a 300 bar, baja entre 6 y 10 bar, máximo dos usuarios. Circuito cerrado: 4 horas a 40 litros por minuto, 3 horas a 60 o 70 litros por minuto, túneles de más de 4 kilómetros o de más de 1 kilómetro con mal acceso. Monobotella 45 minutos nominales y 15 a 20 en intervención; bibotella 90 minutos nominales, 30 a 40 en intervención, intervenciones de no más de 60 minutos. Máscara EN 136 clase 3, probada a 1.000 grados durante 10 minutos, policarbonato con 180 grados de visión, secado a un máximo de 60 grados, almacenamiento entre 15 grados bajo cero y 25 grados, disco de válvula cada 2 años, membrana fónica cada 6 años. ERA: EPI de categoría III, EN 137 tipo 2 para bomberos; alta 200 o 300 bar, media 6 a 7,5 bar (5,5 bar en el manorreductor, máximo 12 bar con la válvula de alivio), baja 0 a 4 milibares y aproximadamente 1 bar tras el pulmo; manorreductor 1.000 litros por minuto, pulmo 500 litros por minuto; silbato a 55 bar más o menos 5 hasta 10 bar; margen rojo del manómetro en el último 25 por 100; bodyguard con alarma óptica al 50 por 100 y reserva de 50 bar. Botellas de 4, 6, 6,8 y 9 litros; 6 litros por 300 bar igual a 1.800 litros; retimbrado cada 3 años e inspección visual anual; botella de carbono de 3,6 kilogramos, aligeradas de unos 4 kilogramos; pulmos EN 148-1 y 148-3, grifo y manorreductor EN 144-2, cilindro EN 12021, mantenimiento UNE-EN 529; diafragmas a los 3 años de uso o 6 desde fabricación. Consumo igual a presión inicial menos presión final por volumen dividido por tiempo; 1.500 litros útiles a 15, 50 y 90 litros por minuto dan 100, 30 y 16 minutos. Compresor: aire según EN 132, Real Decreto 2060/2008, aceite mineral cada 1.000 horas o un año, sintético cada 2.000 horas o dos años, un compresor por parque. Capucha EN 1146: 400 litros, botella de 2 litros a 200 bar, 40 litros por minuto, 10 a 15 minutos, alarma a 10 bar, 90 y 105 decibelios, presión positiva de 3 milibares, 4,2 kilogramos, 10 años sin mantenimiento. Mascarilla EN 149 de 2001, código NR de 8 horas, nunca por debajo del 18 por 100 de oxígeno. Bombas centrífugas: presiones hasta 50 atmósferas, no autoaspirantes, cebado previo, entrada axial, rodete con álabes y colector o difusor con salida tangencial, intervalo de trabajo entre el 60 y el 120 por 100 del punto de máximo rendimiento; una etapa 18 a 20 kilogramos por centímetro cuadrado, dos etapas 20 a 30; baja presión 12 a 14 atmósferas, alta unas 40 atmósferas; caudal nominal a 10 bar aspirando a 6 metros con mangote de 8 metros, en metros cúbicos por hora; cebadores de pistón (Rosenbauer), anillo de agua y Venturi; toma de fuerza anterior a la caja de cambios, la que se ha impuesto; altura teórica de aspiración 10,33 metros y real de 7 a 8 metros.

Cuadros y esquemas para el estudio impreso

Cuadro 1. Atmósferas peligrosas: oxígeno y gases tóxicos

Agente o situación	Cifra	Efecto o regla
Oxígeno normal	21 %	Referencia
Deficiencia de oxígeno	menos del 19,5 %	Ventilar o usar equipo autónomo
Enriquecimiento de oxígeno	más del 23,5 %	Riesgo de incendio y explosión
Mínimo para equipos filtrantes	18 %	Por debajo, nunca filtrante ni mascarilla
Gases inflamables	más del 10 % del LII	Atmósfera peligrosa
Polvos y neblinas	visión inferior a 1,5 m	Atmósfera peligrosa
O2 entre 19,5 y 16 %	-	Sin efectos visibles
O2 entre 16 y 12 %	-	Respiración y pulso acelerados, coordinación difícil
O2 entre 14 y 10 %	-	Fatiga rápida, respiración intermitente
O2 entre 10 y 6 %	-	Náuseas, vómitos, inconsciencia y muerte
O2 inferior al 6 %	-	Convulsiones, muerte en minutos
Monóxido de carbono (CO)	200 ppm 3 h; 1.500 ppm 1 h; 4.000 ppm	Dolor de cabeza; peligro de vida; muerte en minutos. Incoloro e inodoro
Sulfhídrico (H2S)	18-25 ppm; 400-600 ppm 30 min; 1.000 ppm	Irrita ojos; inconsciencia y muerte; fatal en minutos. Olor a huevos podridos que deja de notarse
Dióxido de azufre (SO2)	1-10 ppm; 100 ppm	Irritante; peligro de vida
Amoniaco (NH3)	300-500 ppm; 2.500-6.000 ppm 30 min; 5.000-10.000 ppm	Tolerancia corta; peligro de muerte; muerte por espasmo bronquial
Cloro (Cl2)	olor 0,3-0,9 mg/m3; irrita desde 9; mucosas 45; muy peligroso 150 mg/m3	Neblina amarillo verdosa, no inflamable; edema pulmonar retardado hasta 2 días

Cuadro 2. Filtros: físicos (partículas) y químicos (gases y vapores), EN 14387

Tipo	Color	Retiene	Observaciones
P1	Blanco	Solo partículas sólidas	Menor protección
P2	Blanco	Partículas, nivel medio	P2S solo sólidos; P2SL sólidos y líquidos
P3	Blanco	Partículas, nivel máximo	P3S solo sólidos; P3SL sólidos y líquidos
AX	Marrón	Orgánicos con ebullición inferior a 65 ºC	Solo como se suministran; no reutilizar

Tipo	Color	Retiene	Observaciones
A	Marrón	Orgánicos con ebullición superior a 65 ºC	-
B	Gris	Inorgánicos: cloro, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno	-
E	Amarillo	Dióxido de azufre y cloruro de hidrógeno	-
K	Verde	Amoniaco y derivados orgánicos	-
CO	Negro	Monóxido de carbono	Un solo uso
Hg	Rojo	Vapor de mercurio	Máximo 50 horas
NO	Azul	Gases nitrosos, monóxido de nitrógeno	Un solo uso
Reactor	Naranja	Yodo radiactivo, yoduro de metilo	Directrices locales
P	Blanco	Partículas	-

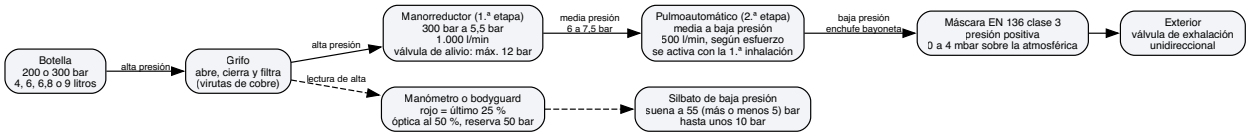
Reglas: en los físicos la clase (P1, P2, P3) mide protección; en los químicos la clase (1 baja, 2 media, 3 alta capacidad) mide duración, no protección. Procesos del filtro químico: adsorción (superficie del carbón activado), absorción (reacción química) y oxidación (catalizador). Adaptadores faciales: máscara (vías respiratorias y ojos), mascarilla (nariz y boca) y boquilla (solo boca).

Cuadro 3. Equipos de protección respiratoria: tipos, autonomía y cuándo se usan

Equipo	Fuente de aire	Autonomía nominal	En intervención	Indicación y límites
Filtrante	Atmósfera purificada	-	-	Al menos 18 % de oxígeno y contaminante conocido; los físicos no protegen de gases
Mascarilla EN 149 (2001)	Filtrante de partículas	Una jornada, código NR, máximo 8 h	Fin de vida: cuesta inspirar	Partículas no tóxicas; nunca con menos del 18 % de O2; EPI categoría III
Semiautónomo o línea de aire (narguile)	Botellas a 300 bar en carro, manguera de 50 m	Ilimitada	Baja entre 6 y 10 bar	Máximo 2 usuarios; cinturón de conexión; abrir la 2.ª botella antes de la reserva
Autónomo de circuito cerrado (regenerador o autogenerador)	Cal sodada más O2, o peróxido potásico	4 h a 40 l/min	Unas 3 h a 60-70 l/min	Larga duración: minas, cavidades, túneles de más de 4 km o de más de 1 km con mal acceso; designación 1N-4N y 1P-4P
Autónomo circuito abierto monobotella	Una botella de aire comprimido	45 min	15-20 min	Trabajos breves; a demanda o presión positiva
Autónomo circuito abierto bibotella	Dos botellas (adaptador en T)	90 min	30-40 min	Intervenciones de no más de 60 min
Capucha de rescate EN 1146	Botella de acero 2 l a 200 bar (400 l), flujo constante 40 l/min	10-15 min	-	Víctimas; el bombero solo excepcionalmente en espacios reducidos; alarma a 10 bar; 4,2 kg

El ERA se usa con deficiencia de oxígeno (menos del 19,5 %), concentraciones muy altas, compuestos muy tóxicos o contaminante desconocido.

Esquema 1. Cadena de presiones del ERA



Cuadro 4. Componentes del ERA: función, cifras, normas y mantenimiento

Componente	Función u operación	Cifras clave o intervalo	Norma
Botella (cilindro y grifo)	Almacena el aire; grabados año, caducidad, litros, presión, revisiones, CE	200 o 300 bar; 4, 6, 6,8 y 9 l; 6 l x 300 bar = 1.800 l; acero Cr-Ni-Mo, composite o carbono (3,6 kg); 7-8 kg, aligeradas unos 4 kg	UNE-EN 12021; RD 769/1999; retimbrado cada 3 años; visual anual
Grifo	Abre y cierra el paso, filtra impurezas	Punto más vulnerable: tapón si no está anclada; cogerla por el cuerpo, no por el maneral	UNE-EN 144-2
Manorreductor	Primera reducción: alta a media	200/300 a 5,5 bar; 1.000 l/min; alivio máx. 12 bar; al usuario llega alrededor de 1 bar	UNE-EN 144-2
Alarma acústica	Aviso de reserva	Silbido a 55 (más o menos 5) bar, constante hasta unos 10 bar	-
Pulmoautomático	Segunda reducción: media a baja, según esfuerzo	Unos 500 l/min; botón de bloqueo para desactivar; cubierta de goma para aire extra; bayoneta	EN 148-1 y EN 148-3
Manómetro	Presión restante	Margen rojo = último 25 % del volumen (activa el silbato)	-
Bodyguard	Sustituye al manómetro: presión digital, tiempo hasta reserva, temperatura	Alarma óptica al 50 %; reserva últimos 50 bar; alarma de movimiento, manual y hombre muerto	-
Espaldera	Soporte y reparto de peso, altura regulable	Placa de plástico con fibra de vidrio o carbono; cinturón dorsal articulado; atalajes ignífugos	-
Adaptador en T	Convierte el equipo en bibotella	-	-
Máscara	Aísla; presión interior mayor que la exterior; dos válvulas unidireccionales	Policarbonato inastillable, 180º de visión; probada a 1.000 ºC durante 10 min; membrana fónica; bayoneta o rosca	EN 136 clase 3 (clase 1 ligera, 2 general, 3 bomberos); EN 137
ERA completo	EPI de categoría III, presión positiva	Tipo 1 industrial; tipo 2 bomberos, solo con máscara clase 3; modelos PSS-90 y 3 l a 300 bar de carbono para reconocimientos	UNE-EN 137; mantenimiento UNE-EN 529:2006
Mantenimiento: Máscara	Limpieza y desinfección por inmersión, detergentes autorizados (sin acetona ni alcohol)	Después de cada uso y semestral (no hace falta la semestral si está empaquetada estanca)	-
Mantenimiento: Máscara	Inspección visual, funcionamiento y hermeticidad	Antes del uso y cada 2 años	-

Componente	Función u operación	Cifras clave o intervalo	Norma
Mantenimiento: Máscara	Disco de la válvula de exhalación	Cada 2 años	-
Mantenimiento: Máscara	Membrana fónica	Cada 6 años	-
Mantenimiento: Máscara	Secado y almacenaje	Aire o armario a máx. 60 ºC sin sol; guardar entre -15 y 25 ºC, sin luz ni polvo	-
Mantenimiento: Máscara	Prueba de hermeticidad	Tapar el niple con el pulgar y aspirar: la depresión se mantiene; dos veces	-
Mantenimiento: Botella	Prueba hidráulica por expansión volumétrica (retimbrado)	Cada 3 años, desde el año siguiente a la primera prueba del fabricante	-
Mantenimiento: Botella	Inspección visual exterior e interior	Anual	-
Mantenimiento: Pulmoautomático	Revisión	Tras cada uso, sobre todo en ambientes químicos agresivos	-
Mantenimiento: Diafragmas	Sustitución aunque estén bien	3 años de uso o 6 desde fabricación	-
Mantenimiento: Compresor	Cambio de aceite mineral	Cada 1.000 h y al menos una vez al año	-
Mantenimiento: Compresor	Cambio de aceite sintético	Cada 2.000 h y al menos cada 2 años	-
Mantenimiento: Compresor	Calidad del aire y seguridad	Mínimo uno por parque; con motor de explosión nunca en cerrado y a favor del viento; desconectar el interruptor general antes de mantenerlo	EN 132; RD 2060/2008
Mantenimiento: Capucha de rescate	Inspección visual, precinto intacto, manómetro visible	Diaria; botella libre de mantenimiento 10 años	-

Fórmulas

$$\text{Consumo (l/min)} = (\text{P inicial} - \text{P final}) \times \text{V botella} / \text{tiempo (min)}$$

$$\text{Aire disponible (l)} = (\text{P inicial} - \text{P de reserva}) \times \text{V botella (l)}$$

$$\text{Autonomía (min)} = \text{aire disponible (l)} / \text{consumo (l/min)}$$

$$\text{Volumen total de aire (l)} = \text{capacidad en litros de agua} \times \text{presión en bar}$$

Término	Significado	Ejemplo del manual
V botella	Capacidad en litros de agua	6 l
P inicial	Presión de carga	300 bar
P de reserva	Presión a la que suena la alarma	50 bar
Aire disponible sin alarma	(300 - 50) x 6	1.500 l

Término	Significado	Ejemplo del manual
Volumen total	6 x 300	1.800 l
Reposo, 15 l/min	1.500 / 15	100 min
Medio rendimiento, 50 l/min	1.500 / 50	30 min
Alto rendimiento, 90 l/min	1.500 / 90	16 min

Cuadro 5. Bombas centrífugas: funcionamiento, componentes, cebado y cifras

Aspecto	Contenido	Cifras
Ventajas	Caudal constante, presión uniforme, sencillez, tamaño reducido, ligereza, bajo mantenimiento, regulación flexible	Presiones hasta 50 atm
Inconveniente	No autoaspirante: necesita cebado previo (a diferencia de las de desplazamiento positivo)	-
Relación H/Q	La presión es inversa al caudal: idónea para extinción; en achiques se prefiere caudal	-
Funcionamiento	Entrada axial (distribuidor) - rodete con álabes (fuerza centrífuga, energía cinética) - colector, difusor o voluta (cinética a presión) - salida tangencial	Trabajar entre el 60 y el 120 % del punto de máximo rendimiento para evitar cavitación
Etapas	Cada rodete es una etapa; la presión final es la suma; 1 etapa carga baja, 2 en serie carga media, 3 o más carga alta	1 etapa: 18-20 kg/cm2; 2 etapas: 20-30 kg/cm2
Rotativos	Rodete o impulsor (más ancho, más caudal; más álabes, menos turbulencia) y eje (manga y juntas)	-
Estacionarios	Carcasa (circular concéntrica o en voluta), bocas de aspiración e impulsión, cámaras de sellado (sello mecánico), mecanismo de cebado	-
Cebador de pistón alternativo	Válvula superior que deja salir aire y no entrar	Sistema Rosenbauer; sin agua; insensible al frío
Cebador de anillo de agua	Cámara con dos lumbreras; el anillo debe estar lleno antes	Cámaras de volumen variable entre paletas
Cebador Venturi	Gases de escape del motor por un estrechamiento crean depresión	-
Bomba de bomberos	Aspiración axial; dos etapas, baja y alta; márgenes variables de caudal y presión; aspira de cotas inferiores	Caudal nominal a 10 bar aspirando a 6 m con mangote de 8 m con filtro; en m3/h; baja hasta 12-14 atm; alta unas 40 atm (efecto niebla)
Toma de fuerza	Posterior a la caja: marcha engranada, bajo rendimiento, desgaste. Anterior a la caja: punto muerto, giro ligado al motor	Se ha impuesto la anterior a la caja
Altura de aspiración	El agua sube por la presión atmosférica, no por succión	Teórica 10,33 m; a 200 m 10,08; a 400 m 9,83; a 600 m 9,58; real 7-8 m

Aspecto	Contenido	Cifras
Pérdidas de altura	Altitud, presión de vapor (temperatura), vacío imperfecto del cebador, pérdidas de carga en mangotes y alcachofa	Cebado esencial salvo agua por encima de la bomba

Ideas clave

> Deficiencia de oxígeno por debajo del 19,5 %; los filtrantes exigen al menos el 18 %. Filtros físicos blancos P1, P2 y P3 miden protección; en los químicos la clase mide duración. Colores: A y AX marrón, B gris, E amarillo, K verde, CO negro, Hg rojo, NO azul, Reactor naranja. Manorreductor de 300 a 5,5 bar con alivio a 12 bar; pulmo a baja presión; silbato a 55 bar hasta 10 bar. 6 litros a 300 bar son 1.800 litros; sin alarma 1.500 litros: 100, 30 y 16 minutos a 15, 50 y 90 l/min. Máscara EN 136 clase 3; ERA EN 137 tipo 2; retimbrado cada 3 años, visual anual. Bomba centrífuga: entrada axial, rodete con álabes y voluta con salida tangencial; no autoaspirante. Altura de aspiración teórica 10,33 m y real de 7 a 8 m; caudal nominal a 10 bar aspirando a 6 m.

Capítulo 12. Vehículos de bomberos: mecánica y técnicas de conducción, con la conducción 4x4 (tema 13)

Equipos y vehículos · temas 12 a 14

Este capítulo pertenece al grupo Equipos y Vehículos del temario específico y cubre el tema 13. La fuente es el Manual de equipos operativos y herramientas de intervención del CEIS Guadalajara, parte 2, Vehículos de bomberos: el capítulo 7, Mecánica, en el extracto de 26 páginas distribuido por el servicio (principios básicos de motores, aceites y neumáticos; partes mecánicas; revisiones diarias en el parque; mantenimientos), y el capítulo 8, Técnicas de conducción (ergonomía, tren de salida, conducción a la emergencia y conducción 4x4 con sus conceptos básicos). En el examen de bombero de 2026 se preguntó por el tiempo de explosión, los elementos de la refrigeración, el retardador, los sistemas EBS, ABS, ESP, BAS y EBV y la reductora.

12.1. Motores de combustión: motor de cuatro tiempos, de dos tiempos, Wankel y diésel

Concepto. Motor es la máquina que transforma cualquier energía en energía mecánica; los más empleados son los térmicos de combustión interna, que transforman la energía química del carburante. Se dividen en motores de explosión, que emplean gasolina y pueden ser alternativos (de dos o cuatro tiempos) o rotativos Wankel, y motores de combustión o diésel, que emplean gasoil.

Motor de explosión de cuatro tiempos. Se entiende por tiempo el desplazamiento del pistón entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior o viceversa; el punto muerto es el extremo de la carrera. El motor de cuatro tiempos realiza cuatro carreras para transformar la energía química de la gasolina en trabajo, con encendido por chispa. Un ciclo es el conjunto de los cuatro tiempos:

- Primer tiempo, admisión: válvula de admisión abierta, el pistón baja y aspira los gases; media vuelta de cigüeñal.
- Segundo tiempo, compresión: válvulas cerradas, el pistón sube y comprime la mezcla. El rendimiento es directamente proporcional a la relación de compresión (volumen del cilindro entre volumen de la cámara de combustión).
- Tercer tiempo, explosión: con las dos válvulas cerradas y el pistón en el punto muerto superior salta la chispa en la bujía, que inflama la mezcla y aumenta la presión y la temperatura; los gases desplazan al pistón hacia el punto muerto inferior. Al tiempo de explosión se le denomina también tiempo motor, porque es el único que produce trabajo.
- Cuarto tiempo, escape: se abre la válvula de escape con el pistón en el punto muerto inferior y al subir desaloja los gases residuales. En resumen, el ciclo teórico consiste en dos vueltas del cigüeñal y cuatro carreras del pistón.

Motor de dos tiempos. Realiza el ciclo completo (admisión, compresión, explosión y escape) en solo dos carreras de pistón y una vuelta de cigüeñal. A diferencia de los de cuatro tiempos, que giran según el orden del árbol de levas, los de dos tiempos son reversibles: giran a izquierdas o a derechas. Habitualmente no tienen válvulas; el cilindro tiene tres lumbreras: de escape, de carga y de admisión. La de escape está más

alta que la de carga, por lo que el pistón la descubre primero. Primera carrera (ascenso): barrido, admisión en el cárter y compresión en el cilindro. Segunda carrera (descenso): explosión, precompresión en el cárter, escape y llenado. Lubricación por mezcla de aire, gasolina y aceite, y refrigeración por aire.

Motor rotativo Wankel. Es un motor de combustión interna de cuatro tiempos cuyo pistón o rotor es triangular y gira sobre una leva excéntrica; sus tres vértices mantienen contacto permanente con la camisa. Sin distribución. A 3.000 revoluciones del motor el rotor gira a 1.000; en cada una de las tres cámaras se desarrolla un ciclo de cuatro tiempos por vuelta de rotor, tres ciclos por revolución.

Motor diésel. Debe su nombre a Rudolf Diesel. El aire pasa por el filtro, llena los cilindros y se comprime hasta temperaturas cercanas a 600 grados centígrados; al final de la compresión se inyecta el carburante, que se inflama al contacto con el aire caliente, y la combustión dura lo que tarde la inyección. Su relación de compresión es superior a la del motor de explosión, y como solo se comprime aire no existe riesgo de detonación. No lleva carburador (sustituido por inyección) ni sistema de encendido (autoinflamación). El ciclo es similar al de explosión: admisión de solo aire, compresión hasta 600 grados, explosión o expansión (inyección en el punto muerto superior, combustión más larga; es el tiempo motor) y escape. Ventajas del diésel: menor consumo y carburante más barato, menos contaminación (no produce monóxido de carbono), mayor rendimiento térmico, menos averías, más duración, robustez, menor peligro de incendio al no producir vapores inflamables y par más constante. Inconvenientes: a igual cilindrada menor potencia, más ruido y vibraciones, calentadores para arrancar, mantenimiento más frecuente, más voluminoso y pesado, mayor coste de adquisición y reparación, y construcción más robusta por las presiones y temperaturas.

12.2. Tipología y nomenclatura de aceites

Requisitos de los lubricantes. Reducir el rozamiento, refrigerar, proteger contra desgaste y corrosión, dar estanqueidad a los segmentos y evacuar impurezas. Características: viscosidad, fluidez y calidad (aditivos).

- Viscosidad: tendencia del lubricante a espesarse al enfriarse y fluidificarse al calentarse; varía de forma inversamente proporcional a la temperatura. El índice de viscosidad mide esos cambios. El máximo desgaste se produce en el arranque en frío. Lo primero al elegir un lubricante es la viscosidad, según la temperatura ambiente; en casos límite prima la viscosidad sobre la calidad.
- Fluidez: el punto de fluidez indica la temperatura máxima a la que el lubricante fluye solo por gravedad; se toma la temperatura más baja posible, aproximadamente 15 grados bajo cero.
- Aditivos: refuerzan o aportan características (relación viscosidad-temperatura, resistencia a la oxidación, punto de fluidez, adhesividad).

Clasificación por viscosidad (SAE). La Society of Automotive Engineers, organismo norteamericano, clasifica los lubricantes por su viscosidad; el número SAE más alto indica mayor viscosidad, y solo indica viscosidad, no calidad ni tipo ni servicio. La letra W (invierno) indica que puede emplearse a bajas temperaturas. Los monogrado son 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W, 30, 40 y 50. Los multigrado llevan dos grados: 10W30, 15W40, 5W50. Un SAE 15W-40 se comporta como un 15W a bajas temperaturas y como un 40 a altas.

Clasificación por calidad. Regulares (sin aditivos), Premium, detergentes, multigrado y al grafito o molibdeno, para el rodaje.

Clasificación API y ACEA. El Instituto Americano del Petróleo diferencia motores de gasolina (letra S) y diésel o comerciales (letra C); es la referencia en América y Asia, secuencial y alfabética: SJ, SL (desde 2001), SM (motores actuales, algunos Energy Conserving) para gasolina y CF para diésel de inyección directa. La ACEA europea unifica niveles para gasolina (A) y diésel (B), de A1/B1 a A5/B5, y las nuevas ACEA C son lubricantes bajos en cenizas (Low SAPS) resultado de las normas Euro IV, para motores con catalizadores y filtros de partículas: C1 con cenizas sulfatadas por debajo del 0,8 por 100 y azufre del 0,2 por 100, C2, C3 con alto HTHS y C4, generalmente SAE 5W-30.

Aceites convencionales y sintéticos. Los convencionales resultan de la destilación del petróleo; los sintéticos se fabrican en laboratorio a partir de compuestos de bajo peso molecular. El sintético siempre es mejor: trabaja a temperaturas extremas, es menos volátil y dura más; pero es más delgado, por lo que no se recomienda en coches viejos o con muchos kilómetros.

12.3. Tipología y nomenclatura de los neumáticos

Concepto. El neumático es el único punto de unión con el suelo, con una superficie de contacto equivalente a una tarjeta postal; soporta el peso, transmite potencia y esfuerzos, guía, amortigua y debe durar.

Estructura. Revestimiento interior de goma (cámara estanca); carcasa de hilos textiles o de acero (unos 1.400 cables que resisten 15 kilogramos cada uno); zona baja; aro de talón de cable de acero inextensible que fija el neumático a la llanta y soporta hasta 1.800 kilogramos; banda de rodadura con el dibujo o escultura; flanco, que representa la altura de la cubierta; y lonas de cima metálicas cruzadas que forman con la carcasa triángulos indeformables, rígidas en sentido circunferencial y transversal y flexibles en vertical.

Dibujo. En mojado expulsa el agua (un 195/65 R 15 desplaza casi quince litros por segundo); en seco, cuanto menos recortado, más agarre.

Leer un neumático. Los de turismo están unificados en Europa por el reglamento 30 de la ECE. Elementos de identificación: fabricante, tipo, ancho en milímetros (convencionales entre 125 y 335), relación altura-anchura en porcentaje (155 R13 equivale a 155/80 R13), estructura (R radial, D diagonal; es obligatorio montar todos con la misma estructura), diámetro de llanta en pulgadas (entre 10 y 20), código de carga (índice de una tabla estandarizada: por ejemplo el índice 91 corresponde a 615 kilogramos y el 100 a 800; se admiten códigos mayores al de la documentación y el código de carga es siempre determinante), código de velocidad (M 130, N 140, P 150, Q 160, R 170, S 180, T 190, U 200, H 210, V 240, W 270, Y 300 kilómetros por hora, ZR más de 240), tubeless o sin cámara (no se debe introducir cámara), fecha de fabricación (número DOT: desde el año 2000 cuatro dígitos, semana y año; 0100 es la primera semana del año 2000; antes tres dígitos más un triángulo en los años 90), indicador de desgaste TWI (profundidad mínima legal de 1,6 milímetros; se recomienda sustituir antes, pues con menos de 3 milímetros disminuye la adherencia en mojado), indicador de reforzado y neumáticos de invierno (marca M+S o montaña de tres picos con copo de nieve; en Austria se exige un dibujo mínimo de 4 milímetros). Otros indicadores: marca de homologación E o e con el número del país, obligatoria desde el 1 de octubre de 1998 (falta grave en la ITV); recauchutado; sentido de giro; Green X de eficiencia energética; ZP o Runflat, que rueda tras un pinchazo unos 80 kilómetros a menos de 80 kilómetros por hora. Se admiten códigos de carga o velocidad superiores al de la ficha y neumáticos de invierno con velocidad inferior si se coloca una pegatina visible.

12.4. Sistema de lubricación y sistema de refrigeración

Lubricación. Deben lubricarse los órganos deslizantes (pistones, válvulas), oscilantes (pies de biela, balancines) y de rotación (cigüeñal, árbol de levas, distribución). Tipos de engrase: por barboteo (en desuso), a presión, mixto (motores modernos), por mezcla (dos tiempos, 2,5 a 5 por 100 de aceite), por cárter seco (motocicletas y aviación) y del turbo, el más necesario y difícil. Elementos: bomba de engrase (engranajes, rotores o paletas), válvula de descarga (devuelve al cárter el aceite sobrante), filtrado (malla a la entrada y filtro de papel a la salida, monoblock o de cartucho), refrigeración del aceite (por agua, más usada, o por aire) y manocontacto, que enciende la lámpara de presión; si no se apaga con el motor en marcha hay que parar el motor.

Refrigeración. Dos sistemas principales: por aire, o por agua o mixta.

- Por aire: aletas más largas cerca de la cámara de combustión; directa (motocicletas) o forzada (ventilador). Ventajas: sencillez, menos peso y espacio, sin fluidos que hiervan o congelen, un 18 por

100 menos de pérdidas de calor. Inconvenientes: más ruido, refrigeración irregular, más gripaje y un 6 por 100 menos de potencia útil.

- Por agua: el agua absorbe el calor en contacto con camisas y cámaras y se enfría en el radiador; una bomba centrífuga accionada por el motor la hace circular a velocidad proporcional a la marcha. El agua se mantiene entre 80 y 85 grados, con una diferencia entre entrada y salida de 8 a 10 grados; el sistema sirve también para la calefacción del habitáculo. Los elementos más relevantes del circuito de refrigeración son cuatro: el radiador (enfría el líquido; aleación ligera), la bomba de agua (centrífuga, sincronizada con el motor), el termostato o válvula reguladora de temperatura (mantiene el motor alrededor de 85 grados; situado en la boca de salida de la culata, cierra el paso al radiador cuando el agua está fría y lo abre al alcanzar la temperatura) y el ventilador (accionado por el motor térmico o por motor eléctrico). Los circuitos abiertos tienen válvula en el tapón del radiador y pierden líquido; los cerrados, los más utilizados, llevan depósito de expansión. Los anticongelantes bajan el punto de congelación entre 5 y 35 grados, suben el de ebullición y evitan la corrosión; el más usado es el etilenglicol.

12.5. Sistema de escape y sistema de transmisión

Escape. Busca silenciar el motor y reducir emisiones. Elementos: tubo colector (más de 900 grados), catalizador (convierte óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono e hidrocarburos en nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua), sonda lambda (mide la mezcla), silenciador intermedio, tubo intermedio y silencioso trasero. El catalizador dura más de 80.000 kilómetros. El silenciador dura de media 80.000 kilómetros en gasolina y 140.000 en diésel. El AdBlue reduce las emisiones de los pesados para cumplir la norma Euro 4.

Transmisión. Lleva el giro del motor a las ruedas motrices; si el árbol gira más despacio que el cigüeñal hay desmultiplicación y si gira más deprisa, multiplicación o supermarcha. Elementos: embrague, tracción, juntas de transmisión, diferencial, caja de cambios y caja de transferencia.

- Embrague: acopla y desacopla el motor de la caja de cambios de forma progresiva; de fricción, hidráulicos o electromagnéticos.
- Tracción: se llama tracción si las ruedas motrices son las delanteras y propulsión si son las traseras. Tracción delantera: turismos de pequeña y mediana potencia, sin árbol de transmisión, más espacio y menos peso, comportamiento subvirador, mejor en lluvia y gravilla. Propulsión trasera: camiones y turismos potentes, mejor adherencia en aceleración y reparto de pesos, más coste y peso; la fuerza centrífuga desplaza la parte posterior hacia el exterior de la curva, lo que se conoce como sobrevirar. El sistema de regulación del deslizamiento ASR compara el giro de las ruedas motrices y, si una gira más deprisa, la frena o reduce el caudal de carburante. Propulsión doble: dos puentes traseros motrices en camiones de gran tonelaje. Transmisión integral o total (4x4): reparte la potencia entre las cuatro ruedas y supera rampas nevadas y barro; inconvenientes: sobrecoste, unos 90 kilos más, consumo de medio a un litro más cada 100 kilómetros y más desgaste y mantenimiento.
- Juntas de transmisión: unen elementos permitiendo variaciones de longitud y posición. Los árboles de transmisión llevan el movimiento de la caja al conjunto par cónico-diferencial; los semiárboles o palieres lo llevan del grupo cónico-diferencial a las ruedas cuando no hay árbol.
- Diferencial: hace que las ruedas exteriores de la curva den más vueltas que las interiores, manteniendo constante la suma de vueltas. Un diferencial autoblocante detecta la rueda que patina, la frena y manda el exceso de par a la otra. Tipos: autoblocante por discos de fricción (bloqueo entre el 25 y el 75 por 100); viscoso o Ferguson (con retraso en transmitir el par al otro eje); Torsen (reparte según la resistencia al giro, no según la velocidad, sin desgaste y de alto coste); y Haldex (gestión electrónica).
- Caja de cambios: aumenta, mantiene o disminuye la relación de transmisión entre cigüeñal y ruedas. Manuales de tres ejes (la más utilizada) o de dos ejes, con sincronizadores; automáticas sin pedal de embrague y con programas económico, deportivo o invierno.

- Caja de transferencia: provee tracción a dos o a cuatro ruedas a demanda mediante la palanca de transfer, con dos reducciones: marcha larga para ruta y marcha corta para pendientes y condiciones adversas, con mayor fuerza. Tres posiciones: 2H (tracción en el eje trasero, conducción normal), 4H (cuatro ruedas, marcha larga o directa) y 4L (cuatro ruedas con mayor par gracias al eje intermedio, para situaciones difíciles).

12.6. Sistema de frenado

Concepto. Sirve para aminorar la velocidad e incluso detener el vehículo de forma segura y con el mínimo esfuerzo; debe permitir inmovilizar el vehículo estacionado (freno de estacionamiento o de mano) y detenerlo si se avería parte del circuito. Transforma la energía mecánica en calorífica por el roce de una parte fija (zapata o pastilla) con una móvil (tambor o disco). El sistema neumático de los vehículos pesados tiene tres circuitos: freno de servicio (pedal), freno de estacionamiento (palanca) y freno de emergencia, que actúa cuando no hay presión de aire utilizando parte de los otros dos circuitos.

Tipos. Freno de tambor: tambor (móvil, unido a la rueda), plato de freno (fijo) y zapatas (chapas de acero con forros); al pisar, las zapatas se abren y rozan el tambor. Freno de disco: la pastilla es el elemento fijo y el disco el móvil; la presión hidráulica desplaza los pistones y las pastillas aprietan el disco. El disco reduce la distancia de frenado y refrigera mejor, evitando la pérdida de eficacia por calor.

Accionamiento neumático. Produce la fuerza mediante aire comprimido y alimenta también la suspensión si es neumática. Componentes: compresor movido por correa, filtro, calderín secador (anticongelamiento), válvula de cuatro vías (reparte el aire a cuatro calderines y, ante una fuga, conserva la presión en el resto), depósitos, válvulas de paso del pedal y de la palanca de estacionamiento (esta deja salir el aire para que el muelle aplique el freno), indicador de baja presión, cilindros, válvula de descarga rápida y válvulas de drenaje del agua.

Sistemas de mejora de la eficacia de frenado. Son el freno de socorro o de seguridad, el freno de escape, los retardadores, el freno eléctrico y el antibloqueo. El freno de escape, los retardadores y el freno eléctrico funcionan solo con el motor en marcha, se usan para frenar en largas pendientes y actúan solo sobre las ruedas motrices.

- Freno de socorro o de seguridad: tres circuitos independientes controlados por la válvula de cuatro vías, para que una fuga no inutilice el sistema.
- Freno de motor en el escape: limita el caudal de gases hacia el silencioso, lo que frena el vehículo; se usa en pendientes descendentes.
- Retardadores: se colocan a la salida de la caja de velocidades y es la energía del aceite en circulación la que les confiere su potencia de frenado. Se accionan con una palanca de varias posiciones o con la primera posición del pedal de freno (freno previo). Su principal inconveniente es la gran cantidad de calor que generan, por lo que llevan un sistema especial de refrigeración.
- Freno eléctrico: no es un freno de parada, sino un freno continuo intercalado en la transmisión que mantiene las revoluciones en un régimen determinado y permite circular a la velocidad deseada.
- ABS: sistema electrónico que regula la presión hidráulica en una frenada brusca para corregir la potencia de frenado en cada rueda y evitar el bloqueo y el derrapaje. Reduce ligeramente la distancia de frenado en superficies mojadas o deslizantes (no en secas) y la incrementa ligeramente en grava o nieve; facilita el control de la trayectoria. No se debe bombear el pedal; si se avería, queda anulado y el vehículo frena con el sistema clásico.
- ESP, programa electrónico de estabilidad: mejora activamente el seguimiento de la trayectoria y la dirección utilizando el sistema de frenos o el control del motor.
- BAS, asistente de frenada de urgencia: aumenta la presión de frenado en la frenada de urgencia para compensar la escasa fuerza del conductor sobre el pedal; acorta la distancia de frenado.

- EBV, distribución electrónica de la fuerza de frenado: regula la frenada entre el eje delantero y el trasero en función de la masa que recae sobre cada uno.
- EBS, control electrónico del sistema de frenado: activa en todos los ejes los cilindros del freno de servicio cuando se pisa el pedal, para que reaccionen inmediata, simultánea y uniformemente.

12.7. Suspensión, dirección y sistema eléctrico

Suspensión. Elementos elásticos entre las partes suspendidas y no suspendidas (ruedas y ejes) que dan comodidad y estabilidad e impiden que los neumáticos pierdan contacto con el suelo. Los muelles absorben la irregularidad pero oscilan; los amortiguadores frenan esas oscilaciones transformando la energía en calor. Los muelles de camiones y autobuses son ballestas, barras estabilizadoras (evitan que en curva se levanten las ruedas interiores) y barras de torsión. La suspensión neumática sustituye las ballestas por cojines de aire, aprovecha la instalación de los frenos, permite variar la altura y, mediante la válvula de nivel, mantiene siempre el mismo nivel de la plataforma con cualquier carga.

Dirección. Orienta las ruedas directrices, normalmente las delanteras; en camiones rígidos hay dos ejes delanteros directrices y en autobuses de más de doce metros un tercer eje trasero directriz. Un mecanismo servoasistido, con una bomba impulsada por el motor, transmite fuerza a un fluido hidráulico o neumático para disminuir el esfuerzo. Elementos: volante y árbol (columna ajustable en altura y profundidad), caja y engranajes (convierten el giro en movimiento lineal y multiplican el esfuerzo) y palancas y barras. Cotas de dirección: geometría de giro (mismo centro de rotación para todas las ruedas) y geometría de las ruedas (ángulos de salida, caída, avance y convergencia). El equilibrado con contrapesos evita vibraciones en el volante.

Sistema eléctrico. Batería: almacena energía química; recipiente de caucho endurecido con placas positivas y negativas que forman vasos de 2 voltios, seis en serie, con electrolito de ácido sulfúrico diluido en agua destilada. Se caracteriza por tensión en voltios, capacidad en amperios hora y máxima corriente de descarga en frío en amperios: una designación 12V 150Ah 420A significa 12 voltios de tensión, 150 amperios hora de capacidad y 420 amperios de descarga en frío. El polo positivo (energía) tiene mayor diámetro que el negativo (masa) para evitar conexiones indebidas. Los turismos usan 12 voltios; los vehículos industriales unen dos baterías de 12 voltios en serie (negativo de la primera con positivo de la segunda) para obtener 24 voltios. No conviene conectar baterías de distinta capacidad y tensión. Para desmontar una batería primero se desconecta el cable de masa (polo negativo) y después el de energía; para montarla, al revés. Alternador: movido por el motor, recarga la batería y alimenta los aparatos, con regulador de tensión y puente rectificador que da corriente continua. Motor de arranque eléctrico, accionado a distancia por el relé o solenoide. Alumbrado: lámparas de 40 a 55 vatios y halógenas de unos 70; la luz de cruce es convergente y la de carretera paralela; el xenón da más del doble de luz con un tercio del consumo, pero exige lavafaros y sustitución por especialistas por su alta tensión. Conductores: código de colores, negro o azul para masa y rojo o amarillo para energía. Elementos de mando: interruptores, conmutadores y relé de intermitencias.

12.8. Revisiones diarias en el parque y mantenimientos

Revisiones. Garantizan la conservación y el funcionamiento de los medios y detectan y registran incidencias; si el tiempo lo permite, los vehículos se sacan de la nave. En cada vehículo se chequea al menos: nivel de depósitos (combustible y aditivo azul), luces e intermitentes, sirena, rotativos, emisora, batería, dirección, transmisión, neumáticos, aceite del motor, líquidos de frenos y embrague, agua del limpiaparabrisas y acople de la bomba centrífuga. También se revisan los ERA y las herramientas de dotación y su sujeción. Terminada la revisión, la dotación se reúne para transmitir al mando las actuaciones e incidencias; las no resueltas se anotan en el parte de relevo y las importantes se comunican de inmediato al jefe de guardia. La ficha de revisión diaria del CEIS Guadalajara incluye, entre otros: líquidos de frenos y embrague los martes, refrigerante los jueves, presión de neumáticos los viernes, combustible por encima de tres cuartos, espumógeno lleno y en fecha; bomba con agua al 100 por 100, toma de fuerza, impulsión en baja y en alta; si

la temperatura mínima prevista en 24 horas es inferior a 5 grados bajo cero, purgar la bomba, cerrar la admisión y drenar el colector; equipos de respiración con botella por encima de 250 bar, bodyguard con batería y alarma de hombre muerto, comprobación de que la descarga lenta activa las alarmas de 150 bar y de 50 bar con el silbato; equipos auxiliares con combustible al 100 por 100 y aceite los martes; aceite hidráulico del brazo los jueves.

Normas de seguridad y limpieza. Durante la revisión se usan los EPI necesarios y se señalizan las zonas de trabajo. El mando responsable define las zonas limpia y sucia del parque; no se accede a la zona limpia con material o prendas sucias. Un sitio para cada cosa; trapos y grasa en contenedores metálicos con tapa; poleas protegidas; tableros con diferencial y tierra; parar las máquinas antes de cualquier ajuste.

Mantenimientos. Dos facetas: preventivo (continuidad del funcionamiento y minimizar la probabilidad de fallo) y correctivo (cuando el preventivo ha fallado). Los elementos más relevantes para la seguridad son frenos eficaces, dirección precisa, neumáticos y suspensiones en buen estado y motor con buena respuesta. Se programan revisiones especializadas en talleres, según kilómetros u horas, y revisiones en el parque por los bomberos usuarios (diarias, semanales o mensuales), coordinadas por el área de mantenimiento.

12.9. Técnicas de conducción: ergonomía, tren de salida y conducción a la emergencia

Antes y durante el trayecto. Permiso en vigor, correcciones de gafas o audífono actualizadas, atención a los medicamentos, calzado que sujete el pie, revisión de luces, neumáticos y niveles, triángulos y chaleco, retrovisores bien orientados, sin música alta ni monótona, sin comidas copiosas ni leche caliente, sin repostar con luces, móvil o radio encendidos. Postura: apoyo lumbar, reposacabezas que cubra toda la cabeza, muñeca en la parte superior del volante con los brazos estirados y talón apoyado en los pedales. Durante el trayecto: respetar señales, distancia y límites, precaución en cruces, recorridos conocidos, adaptar la conducción al clima; las horas más peligrosas de la noche son entre las 3 y las 6 de la madrugada; en túneles sin gafas de sol; ante la mínima sensación de sueño, detenerse; los estimulantes enmascaran la falta de sueño con efecto rebote. Síntomas de fatiga en ojos (parpadeo, vista turbia), oídos (zumbidos) y otros (brazos dormidos, pies fríos).

Sistemas de seguridad pasivos. El airbag es un complemento del cinturón y no lo sustituye; debe haber más de 30 centímetros entre el volante y el conductor; sin objetos sobre el salpicadero. La distancia entre el reposacabezas y la cabeza debe ser de cuatro a seis centímetros y nunca superar nueve; su parte media a la altura de los ojos; la inclinación del asiento no debe superar 25 grados para evitar el efecto submarino. Cinturón: la banda torácica centrada por la clavícula y la ventral por debajo de las crestas ilíacas; su uso por el resto de ocupantes es responsabilidad del conductor. Embarazadas: banda ventral lo más baja posible, más distancia al volante y consultar la desactivación del airbag.

Tren de salida. El personal de guardia debe estar siempre preparado y el mando debe conocer cualquier no operatividad de personal o material. Al activarse la dotación, todos acuden al lugar establecido y el mando confirma los vehículos según el servicio y el protocolo. Puede movilizarse en convoy, adaptado al vehículo más lento, o de forma independiente.

Conducción a la emergencia. El objetivo principal es llevar a los ocupantes rápidamente pero con seguridad, no llegar en el mínimo tiempo a cualquier precio. Se valoran clima, tráfico, calzada, urgencia, visibilidad y capacidad técnica, conduciendo a la defensiva. Directrices: posición correcta, manejo del volante, aceleración y frenada en sitio e intensidad, equilibrio y trazado exacto. Se utilizan las rectas para adquirir la máxima velocidad y las curvas se toman a velocidad moderada y constante. Curva: preparación en el exterior del carril, frenada intensa en recta sin mover la dirección, reducciones sin dejar de frenar, soltar el freno justo en el inicio de la curva (punto fijo, ni antes ni después), trazado con las manos a las tres menos cuarto y a punta de gas, y salida acelerando a fondo.

12.10. Conducción 4x4: conceptos básicos y técnicas en cada terreno

Reglas generales. Debe primar la prudencia; examinar a pie, siempre que sea posible, cualquier obstáculo; revisar antes de salir ruedas, frenos, dirección, suspensión, sistema eléctrico, refrigeración, niveles y filtro de aire.

Tracción permanente (4x4 siempre). Las cuatro ruedas traccionan en todo momento. Requiere un diferencial central a la salida de la caja transfer para distribuir el giro entre los dos ejes. Bloqueado, la tracción se reparte a partes iguales entre los ejes, lo adecuado para hielo, nieve o barro; en el resto de superficies, desbloqueado. La mayoría de los SUV no tienen bloqueo central ni reductora.

Tracción conectable (4x2 con conexión 4x4). El giro se transmite al eje trasero y el conductor puede conectar la tracción a los dos ejes.

Diferencial. Mejora la estabilidad, compensando la diferencia de giro entre ruedas en curva, y la adherencia, repartiendo la potencia proporcionalmente a la adherencia. Cuando una rueda pierde adherencia se lleva toda la potencia y patina, típico en barro o cruces de ejes. Soluciones: conseguir tracción en la rueda que patina (planchas, maderas, piedras) o bloquear el diferencial, de forma real (autoblocante o manual, que debe desactivarse tras su uso) o simulada: con el freno de mano se bloquea el diferencial trasero y con el freno de servicio el delantero. El bloqueo obliga a girar a las dos ruedas por igual y conducir así requiere destreza para evitar averías y accidentes.

Reductora. Su misión es desmultiplicar las vueltas del motor para obtener desarrollos más lentos pero con mayor fuerza de empuje y menor velocidad, lo que proporciona mayor seguridad; es el mismo efecto que cambiar a un plato más pequeño en una bicicleta de montaña.

Palancas. En vehículos con tracción conectable: 2H, tracción en dos ruedas (trasera o delantera), para carretera y firme en buen estado; 4H, tracción en las cuatro ruedas larga, para campo y firme con poca adherencia; N, neutro o toma de fuerza, para uso de accesorios como cabestrante, tráctel o bomba; 4L, tracción 4x4 con reductora, para campo y especial dificultad. En vehículos con tracción permanente: H (4x4 larga), N, L (4x4 con reductora) y DIF LOCK, bloqueo del diferencial para pérdida de adherencia en cruce de ejes, barro o nieve.

Cotas del vehículo. Ángulo de ataque: formado por la línea del suelo y la que une la parte más saliente del vehículo con el punto de apoyo del neumático delantero. Ángulo de salida: el mismo concepto en la parte trasera. Ambos se consideran al afrontar rampas, escalones y desniveles. Ángulo ventral: formado por las líneas que parten de la base de los neumáticos delantero y trasero y confluyen en el centro de los bajos; permite franquear una cresta sin tocar; se considera en montículos y badenes para evitar ruedas en el aire, golpes en los bajos y quedar encallado. Altura libre: distancia entre el punto más bajo de la carrocería y el suelo, marcada casi siempre por los diferenciales. Profundidad de vadeo: distancia entre la admisión de aire y el suelo, que indica la profundidad máxima para cruzar agua.

Arena. Conviene afrontarla a primera hora de la mañana, cuando está compacta por la humedad. Si está blanda, reducir la presión de los neumáticos (como mínimo 1,5 bar) y evitar las roderas. En tramos cortos se usa segunda con reductora; en tramos largos tercera o cuarta; entrar con velocidad y reducir si se clava; evitar acelerones y giros bruscos. Si se atasca, no acelerar; quitar la arena o colocar planchas.

Barro. Reconocer a pie profundidad, obstáculos y tipo. Barro resbaladizo (superficial y arcilloso, el más común): reductora, marchas largas, alto de revoluciones, giros suaves y aceleración dosificada; seguir las roderas si la altura lo permite o ir por la cresta si son profundas. Barro atrapador (profundo y viscoso): cadenas, reductora, marchas cortas, altas revoluciones y giros suaves de un lado a otro. Reglas generales: desinflar los neumáticos hasta la mitad, algo más de velocidad, sin acelerones ni frenazos, no avanzar si el precedente se bloquea. Si se atasca, no acelerar: quitar peso y barro, planchas o remolque.

Nieve. Apenas ofrece adherencia; cadenas si es posible; ritmo constante, pocos movimientos de volante y curvas despacio. No se recomienda desinflar. Con poca nieve seguir las rodadas; con mucha, evitarlas. Subida de rampa nevada haciendo eses y con cadenas; bajada en línea recta, con marchas cortas, corrigiendo con suaves toques y por zonas no pisadas. En nieve virgen, marcha larga y poco revolucionado; si patina, marcha atrás rápida y nuevo intento.

Hielo. Placas difíciles de detectar en zonas sombrías, a la salida de curvas o tras cambios de rasante; reducir velocidad, aumentar la distancia y evitar el interior de las curvas. Al pisar una placa: rapidez con serenidad, no frenar bruscamente, sin movimientos violentos del volante, trayectoria suave, marchas largas entre 1.500 y 2.500 revoluciones por minuto, pisar el freno con suavidad. El ABS ayuda: si el pedal tiembla, apretar con firmeza. Si sobrevira, girar el volante en sentido contrario (en curva a derechas, la trasera se va al exterior y se gira a la izquierda) y acelerar levemente al recuperar; si subvira (el coche sigue recto), levantar el pie del acelerador y abrir un poco la dirección.

Pendientes. Subida: reconocer a pie, comprobar las cotas y buscar alternativa; con decisión, en segunda con reductora, sin cambiar de marcha, sin pisar el embrague, velocidad según la inercia, de frente sin inclinar el coche, sin parar. Si se queda a mitad: calar el vehículo pisando fuerte el freno (sin embrague ni freno de mano), meter marcha atrás, arrancar con la llave sin embrague y dejarse caer recto con el freno motor. Bajada: con decisión, en primera o segunda con reductora, sin acelerar, dejando caer el vehículo, sin embrague, frontal a la pendiente; ante pérdida de control ni acelerones ni frenazos.

Inclinación lateral. Situación de mayor peligro por riesgo de vuelco; aunque la mayoría de los todoterreno superan cotas de inclinación lateral de 40 grados, con mucho menos parece que se vuelca. Afrontarla con decisión, por la parte más baja, en primera con reductora, sin acelerar ni pisar el embrague, a punta de acelerador casi al ralentí, manteniendo la trayectoria; cargar más el lado alto. Si se pierde el control, girar las ruedas en el sentido de la pendiente y dejar caer el vehículo; nunca frenar ni contravolantear. En pasos cortos puede asegurarse con eslingas o cuerdas.

Vadeo. Comprobar profundidad, corriente y fondo; si hay dudas, no hacerlo. Si entra agua por la admisión el motor se para y nunca debe intentarse arrancar, porque el agua en los cilindros lo rompería; el snorkel es una toma de aire elevada para vadeos profundos. Normas: ralentí uno o dos minutos antes de entrar para evitar el choque térmico, sobre todo en turbodiésel; proteger el sistema eléctrico; no sobrepasar la ola de entrada; no decelerar ni parar; al salir, secar los frenos y comprobar que no ha entrado agua en aceites y transmisiones.

Zanjas y crestas. En las zanjas es esencial tener siempre tres ruedas en contacto con el suelo; las pequeñas se rellenan con piedras o se cubren con una tabla; las grandes se cruzan con decisión, en primera o segunda con reductora, en diagonal; nunca con las dos ruedas del mismo eje a la vez; dirección recta hasta atravesarla. En las crestas la distancia entre ejes es determinante; ascender con impulso suficiente, soltar el acelerador al rebasar la cresta y dejar que la inercia pase el vehículo; es normal un pequeño vuelo, de lo contrario podría quedar empanzado.

12.11. Cifras y datos clave

Motor de cuatro tiempos: admisión, compresión, explosión (tercer tiempo, el único que produce trabajo, llamado tiempo motor) y escape; cada tiempo es media vuelta de cigüeñal y el ciclo son dos vueltas y cuatro carreras. Dos tiempos: un ciclo en dos carreras y una vuelta, tres lumbreras (escape, carga y admisión), reversibles, lubricación por mezcla con 2,5 a 5 por 100 de aceite. Wankel: rotor triangular, tres ciclos por revolución, a 3.000 revoluciones del motor el rotor gira a 1.000. Diésel: compresión hasta unos 600 grados, sin carburador ni encendido, mayor relación de compresión, sin riesgo de detonación. Aceites: SAE mide solo viscosidad, W de invierno, 15W-40 es 15W en frío y 40 en caliente; punto de fluidez unos 15 grados bajo cero; API S gasolina y C diésel; ACEA A gasolina, B diésel y C bajos en cenizas (Euro IV). Neumáticos: 1.400 cables de 15 kilogramos en la carcasa, aro de talón hasta 1.800 kilogramos, reglamento 30 de la ECE, marca E obligatoria desde el 1 de octubre de 1998, desgaste legal 1,6 milímetros y recomendado cambiar

bajo 3 milímetros, invierno 4 milímetros en Austria, códigos de velocidad de M 130 a Y 300 y ZR más de 240, Runflat 80 kilómetros a menos de 80 kilómetros por hora, DOT de cuatro dígitos semana y año desde 2000. Refrigeración: cuatro elementos (radiador, bomba de agua, termostato y ventilador), agua entre 80 y 85 grados con salto de 8 a 10 grados, termostato en la culata a unos 85 grados, circuito cerrado con depósito de expansión, etilenglicol, la refrigeración por aire pierde un 6 por 100 de potencia y un 18 por 100 menos de calor. Escape: colector a más de 900 grados, catalizador más de 80.000 kilómetros, silenciador 80.000 en gasolina y 140.000 en diésel, AdBlue para Euro 4. Transmisión: tracción delantera subviradora, propulsión sobreviradora, ASR frena la rueda que patina, autoblocante de discos 25 a 75 por 100, Torsen reparte por resistencia, integral pesa unos 90 kilos más y consume medio a un litro más; caja de tres ejes la más utilizada; transfer con posiciones 2H, 4H y 4L. Frenos: tres circuitos neumáticos (servicio, estacionamiento y emergencia), válvula de cuatro vías, calderín secador; retardadores a la salida de la caja de velocidades con aceite y refrigeración especial; freno eléctrico continuo; ABS reduce distancia en mojado y la aumenta en grava o nieve, sin bombear; ESP trayectoria; BAS presión en urgencia; EBV reparto delantero-trasero según masa; EBS actúa en todos los ejes de forma inmediata, simultánea y uniforme. Batería: vasos de 2 voltios, seis en serie, 12 voltios en turismos y 24 en industriales con dos en serie, ejemplo 12V 150Ah 420A, desconectar primero la masa (negativo); lámparas de 40 a 55 vatios y halógenas de 70, xenón doble luz y un tercio de consumo; cables negro o azul masa y rojo o amarillo energía. Parque: combustible por encima de tres cuartos, botellas de ERA por encima de 250 bar, alarmas a 150 y 50 bar, purgar la bomba si se prevén menos de 5 grados bajo cero. Conducción: más de 30 centímetros al volante, reposacabezas a 4 a 6 centímetros y nunca más de 9, asiento inclinado menos de 25 grados, horas más peligrosas entre las 3 y las 6, freno soltado justo en el inicio de la curva, manos a las tres menos cuarto. 4x4: reductora desmultiplica para más fuerza y menos velocidad; palancas 2H, 4H, N, 4L y DIF LOCK; bloqueo simulado con freno de mano (trasero) y freno de servicio (delantero); arena a mínimo 1,5 bar y segunda con reductora en tramos cortos; barro desinflando a la mitad; nieve sin desinflar; hielo entre 1.500 y 2.500 revoluciones; subida en segunda con reductora, bajada en primera o segunda, inclinación lateral en primera con más de 40 grados de cota; vadeo con uno o dos minutos al ralentí y sin arrancar si entra agua; zanjas con tres ruedas en el suelo y en diagonal.

Cuadros y esquemas para el estudio impreso

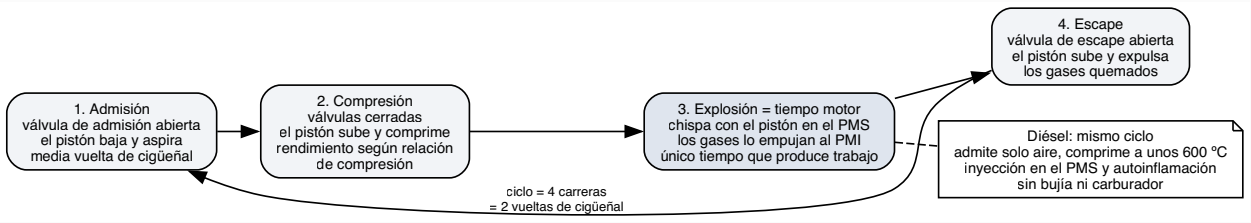
Cuadro 1. Motores de combustión: comparación

Motor	Ciclo	Encendido y carburante	Datos clave
Explosión de 4 tiempos	Admisión, compresión, explosión y escape: 4 carreras y 2 vueltas de cigüeñal; cada tiempo media vuelta	Chispa en la bujía; gasolina	La explosión (3.er tiempo) es el tiempo motor, el único que produce trabajo; rendimiento proporcional a la relación de compresión
Explosión de 2 tiempos	Ciclo completo en 2 carreras y 1 vuelta; 1.ª carrera (sube): barrido, admisión en cárter y compresión; 2.ª (baja): explosión, precompresión, escape y llenado	Chispa; mezcla de gasolina y aceite (2,5 a 5 %)	Sin válvulas: 3 lumbreras (escape, carga y admisión; la de escape más alta); reversibles; refrigeración por aire
Rotativo Wankel	4 tiempos en cada una de las 3 cámaras por vuelta del rotor: 3 ciclos por revolución	Chispa; gasolina	Rotor triangular sobre leva excéntrica; sin distribución; a 3.000 rpm del motor el rotor gira a 1.000
Diésel	Admisión de solo aire, compresión hasta unos 600 ºC, inyección en el PMS y combustión mientras dura la inyección (tiempo motor), escape	Autoinflamación; gasoil; sin bujía ni carburador (inyección)	Mayor relación de compresión, sin riesgo de detonación; menor consumo, no produce CO, mayor rendimiento térmico, robusto, par constante; menos potencia a igual cilindrada, ruido, calentadores, más peso y coste

Relación de compresión = volumen del cilindro / volumen de la cámara de combustión

Ciclo de 4 tiempos = 4 carreras del pistón = 2 vueltas de cigüeñal (cada tiempo, media vuelta)

Esquema 1. Ciclo del motor de cuatro tiempos



Cuadro 2. Aceites y neumáticos: cómo leer la nomenclatura

Código	Significado	Ejemplo o cifra
SAE	Solo viscosidad (no calidad); número alto = más viscoso; W = invierno, apto para frío	15W-40: se comporta como 15W en frío y como 40 en caliente; monogrados 0W a 25W, 30, 40 y 50
API	S gasolina, C diésel; secuencial y alfabético; referencia en América y Asia	SJ, SL (2001), SM actuales; CF diésel de inyección directa
ACEA	A gasolina, B diésel (A1/B1 a A5/B5); C bajos en cenizas (Low SAPS) por Euro IV, para catalizadores y filtros de partículas	C1: cenizas sulfatadas inferiores al 0,8 % y azufre 0,2 %; C3 alto HTHS; suelen ser 5W-30

Código	Significado	Ejemplo o cifra
Punto de fluidez	Temperatura mínima a la que el aceite fluye por gravedad	Unos -15 ºC; el mayor desgaste ocurre en el arranque en frío
Sintético frente a mineral	Sintético: temperaturas extremas, menos volátil, dura más, más delgado	No recomendado en motores viejos o con muchos kilómetros
Neumático 195/65 R 15 91 H	Ancho en mm / relación altura-anchura en % / R radial (D diagonal) / diámetro de llanta en pulgadas / índice de carga / código de velocidad	Ancho 125-335 mm; llanta 10-20 pulgadas; 155 R13 = 155/80 R13; índice 91 = 615 kg, 100 = 800 kg; misma estructura en todas las ruedas
Códigos de velocidad	M 130, N 140, P 150, Q 160, R 170, S 180, T 190, U 200, H 210, V 240, W 270, Y 300 km/h	ZR más de 240 km/h; se admiten códigos de carga o velocidad superiores a los de la ficha
DOT	Fecha de fabricación: semana y año	Desde 2000 cuatro dígitos: 0100 = 1.ª semana de 2000
TWI	Indicador de desgaste	Mínimo legal 1,6 mm; cambiar por debajo de 3 mm; invierno en Austria 4 mm
E o e con número	Homologación europea, reglamento 30 ECE	Obligatoria desde el 1-10-1998; su falta es falta grave en la ITV
M+S o montaña con copo	Neumático de invierno	Se admite velocidad inferior con pegatina visible
ZP o Runflat	Rueda pinchado	Unos 80 km a menos de 80 km/h
Estructura	Carcasa de unos 1.400 cables de 15 kg cada uno; talón de acero hasta 1.800 kg; lonas de cima cruzadas	Un 195/65 R15 desplaza casi 15 l/s de agua; en seco, menos dibujo = más agarre

Cuadro 3. Circuitos del vehículo: lubricación, refrigeración, escape y eléctrico

Circuito	Componentes	Cifras y reglas
Lubricación	Bomba de engrase (engranajes, rotores o paletas), válvula de descarga (devuelve el sobrante al cárter), filtro de malla a la entrada y de papel a la salida, refrigerador de aceite (por agua, el más usado), manocontacto	Tipos: barboteo (en desuso), a presión, mixto (motores modernos), por mezcla (2 tiempos), cárter seco (motos y aviación) y del turbo (el más difícil); si la lámpara de presión no se apaga, parar el motor
Refrigeración por agua	Cuatro elementos: radiador (aleación ligera), bomba de agua centrífuga sincronizada con el motor, termostato en la salida de la culata, ventilador (mecánico o eléctrico); depósito de expansión en circuito cerrado (el más usado)	Agua entre 80 y 85 ºC, salto de 8 a 10 ºC entre entrada y salida; termostato a unos 85 ºC; anticongelante (etilenglicol) baja la congelación de 5 a 35 ºC; también calienta el habitáculo
Refrigeración por aire	Aletas más largas junto a la cámara; directa (motos) o forzada (ventilador)	Ventajas: sencilla, ligera, sin fluidos, un 18 % menos de pérdidas de calor. Inconvenientes: ruido, irregular, gripaje, un 6 % menos de potencia útil
Escape	Tubo colector, catalizador (NOx, CO e hidrocarburos a N2, CO2 y vapor de agua), sonda lambda, silenciador intermedio, tubo intermedio y silencioso trasero; AdBlue en pesados	Colector a más de 900 ºC; catalizador más de 80.000 km; silenciador 80.000 km en gasolina y 140.000 en diésel; AdBlue para Euro 4

Circuito	Componentes	Cifras y reglas
Batería	Vasos de 2 V, seis en serie; placas positivas y negativas en ácido sulfúrico diluido; polo positivo más grueso que el negativo (masa)	12 V en turismos; 24 V en industriales con dos baterías en serie (negativo de la 1.ª con positivo de la 2.ª); 12V 150Ah 420A = tensión, capacidad y corriente de arranque en frío; desmontar: primero la masa (negativo), después la energía; montar al revés
Resto del sistema eléctrico	Alternador con regulador de tensión y puente rectificador; motor de arranque con relé o solenoide; alumbrado; interruptores, conmutadores y relé de intermitencias	Lámparas de 40-55 W, halógenas unos 70 W; cruce convergente y carretera paralela; xenón: doble luz con un tercio de consumo, lavafaros y alta tensión; cables negro o azul masa, rojo o amarillo energía

Cuadro 4. Transmisión, diferenciales, caja de transferencia y cotas del 4x4

Elemento	Función	Tipos y datos
Embrague	Acopla y desacopla motor y caja de forma progresiva	De fricción, hidráulico o electromagnético
Tracción delantera	Ruedas motrices delante	Turismos de pequeña y media potencia; sin árbol; subviradora; mejor en lluvia y gravilla
Propulsión trasera	Ruedas motrices detrás	Camiones y turismos potentes; sobreviradora (la trasera se va al exterior); ASR frena la rueda que patina o reduce carburante; propulsión doble en gran tonelaje
Transmisión integral 4x4	Potencia a las cuatro ruedas	Unos 90 kg más, de 0,5 a 1 l/100 km más, más desgaste
Árboles y palieres	De la caja al par cónico-diferencial (árbol) y de este a las ruedas (semiárboles o palieres)	Juntas que permiten variar longitud y posición
Diferencial	La rueda exterior gira más; suma de vueltas constante; el autoblocante frena la que patina y manda el par a la otra	Discos de fricción (bloqueo del 25 al 75 %), viscoso Ferguson (con retraso), Torsen (por resistencia al giro, sin desgaste, caro), Haldex (electrónico)
Caja de cambios	Aumenta, mantiene o reduce la relación cigüeñal-ruedas	Manual de tres ejes (la más usada) o de dos; automática con programas económico, deportivo e invierno
Caja de transferencia (tracción conectable)	Tracción a 2 o 4 ruedas y dos reducciones	2H: dos ruedas, carretera; 4H: cuatro ruedas larga, campo con poca adherencia; N: neutro para cabestrante, tráctel o bomba; 4L: cuatro ruedas con reductora, especial dificultad
Palancas (tracción permanente)	Diferencial central a la salida del transfer	H (4x4 larga), N, L (4x4 con reductora) y DIF LOCK (bloqueo central: hielo, nieve, barro, cruce de ejes); la mayoría de SUV no tienen bloqueo ni reductora
Reductora	Desmultiplica el giro del motor: más fuerza de empuje y menos velocidad, más seguridad	Como cambiar a un plato más pequeño en bicicleta de montaña
Bloqueo simulado del diferencial	Con los frenos	Freno de mano bloquea el trasero; freno de servicio bloquea el delantero; el bloqueo real (autoblocante o manual) se desactiva tras usarlo

Elemento	Función	Tipos y datos
Cotas	Ángulo de ataque (delante) y de salida (detrás): rampas y escalones; ángulo ventral: crestas y badenes; altura libre: la marcan los diferenciales; profundidad de vadeo: distancia de la admisión de aire al suelo	Inclinación lateral: la mayoría de todoterrenos superan 40º

Cuadro 5. Sistemas de frenado y de ayuda a la frenada

Sistema	Qué hace	Detalles
Freno de tambor	Las zapatas (fijas, con forros) se abren contra el tambor (móvil, unido a la rueda)	Plato de freno fijo
Freno de disco	Las pastillas (fijas) aprietan el disco (móvil) por presión hidráulica	Menor distancia de frenado y mejor refrigeración
Neumático de pesados	Tres circuitos: servicio (pedal), estacionamiento (palanca: al soltar aire el muelle frena) y emergencia (actúa sin presión con parte de los otros dos)	Compresor por correa, filtro, calderín secador, válvula de cuatro vías (reparte a cuatro calderines y conserva presión ante fuga), depósitos, indicador de baja presión, cilindros, válvula de descarga rápida, drenajes; alimenta también la suspensión neumática
Freno de socorro	Tres circuitos independientes controlados por la válvula de cuatro vías	Una fuga no inutiliza el sistema
Freno de motor en el escape	Limita los gases hacia el silencioso y retiene	Pendientes descendentes; solo con motor en marcha y sobre ruedas motrices
Retardador	A la salida de la caja de velocidades; frena con la energía del aceite en circulación	Palanca de varias posiciones o primera posición del pedal (freno previo); genera mucho calor: refrigeración especial
Freno eléctrico	Freno continuo intercalado en la transmisión que mantiene el régimen	No es un freno de parada
ABS	Regula la presión hidráulica en frenada brusca y evita el bloqueo y el derrape	Reduce algo la distancia en mojado, la aumenta en grava o nieve; no bombear el pedal; si se avería, frena el sistema clásico
ESP	Programa electrónico de estabilidad: mantiene la trayectoria con los frenos o el motor	Frena la trasera izquierda en subviraje y la delantera derecha en sobreviraje (esquema Bosch, cap. 13)
BAS	Asistente de frenada de urgencia: aumenta la presión cuando el conductor pisa poco	Acorta la distancia de frenado
EBV	Distribución electrónica de la fuerza de frenado entre eje delantero y trasero	Según la masa que recae en cada eje
EBS	Control electrónico del sistema de frenado: activa los cilindros de servicio en todos los ejes	Reacción inmediata, simultánea y uniforme
ASR	Regulación del deslizamiento: compara el giro de las ruedas motrices	Frena la que gira más o reduce carburante

Cuadro 6. Conducción 4x4: técnica según el terreno

Terreno	Marcha y tracción	Neumáticos	Reglas
Arena	2.ª con reductora en tramos cortos; 3.ª o 4.ª en largos; entrar con velocidad	Bajar presión, mínimo 1,5 bar	Mejor a primera hora (compacta); evitar roderas, acelerones y giros bruscos; si se clava, no acelerar: quitar arena o planchas
Barro resbaladizo (superficial, arcilloso)	Reductora, marchas largas, altas revoluciones	Desinflar hasta la mitad	Reconocer a pie; seguir roderas o ir por la cresta si son profundas; giros suaves; no avanzar si el precedente se bloquea
Barro atrapador (profundo, viscoso)	Cadenas, reductora, marchas cortas, altas revoluciones	Desinflar hasta la mitad	Giros suaves de lado a lado; si se atasca, no acelerar: quitar peso y barro, planchas o remolque
Nieve	Cadenas; ritmo constante; subida en eses; bajada recta en marchas cortas por zonas no pisadas; nieve virgen en marcha larga y poco revolucionado	No desinflar	Poca nieve: seguir rodadas; mucha: evitarlas; si patina, marcha atrás rápida y nuevo intento
Hielo	Marchas largas entre 1.500 y 2.500 rpm; freno suave	-	Placas en sombras, salida de curvas y cambios de rasante; con ABS, si el pedal tiembla apretar firme; sobreviraje: contravolante y acelerar levemente; subviraje: soltar gas y abrir dirección
Subida	2.ª con reductora, sin cambiar de marcha ni pisar embrague, de frente, sin parar	-	Reconocer a pie y comprobar cotas; si se queda a mitad: calar pisando fuerte el freno, marcha atrás, arrancar con la llave sin embrague y bajar recto con freno motor
Bajada	1.ª o 2.ª con reductora, sin acelerar ni embrague, frontal a la pendiente	-	Ante pérdida de control, ni acelerones ni frenazos
Inclinación lateral	1.ª con reductora, casi al ralentí, por la parte baja, cargar el lado alto	-	Mayor riesgo de vuelco; si se pierde el control, ruedas hacia la pendiente y dejar caer; nunca frenar ni contravolantear; eslingas en pasos cortos
Vadeo	Ralentí 1 o 2 minutos antes (choque térmico en turbodiésel); no decelerar ni parar; no superar la ola de entrada	-	Comprobar fondo, corriente y profundidad; si entra agua por la admisión el motor se para y nunca se intenta arrancar; snorkel; al salir secar frenos y revisar aceites
Zanjas	1.ª o 2.ª con reductora, en diagonal, dirección recta hasta cruzar	-	Siempre tres ruedas en el suelo; nunca las dos ruedas del mismo eje a la vez; las pequeñas se rellenan o se tapan con tabla
Crestas	Impulso suficiente; soltar el acelerador al rebasar y dejar que la inercia pase el vehículo	-	La distancia entre ejes es determinante; un pequeño vuelo es normal, si no queda empanzado

Ideas clave

El tercer tiempo, explosión, es el tiempo motor: el único que produce trabajo; el ciclo son 2 vueltas y 4 carreras. El diésel comprime solo aire hasta unos 600 ºC y no lleva carburador ni encendido. Refrigeración: radiador, bomba de agua, termostato y ventilador; agua a 80-85 ºC con salto de 8-10 ºC. ABS evita el bloqueo; ESP la trayectoria; BAS más presión en urgencia; EBV reparto delante-detrás; EBS todos los ejes a la vez. El retardador va a la salida de la caja, frena con el aceite y necesita refrigeración especial. La reductora desmultiplica: más fuerza y menos velocidad; palancas 2H, 4H, N, 4L y DIF LOCK. Baterías de 12

> V (vasos de 2 V) y 24 V en industriales con dos en serie; desconectar primero el negativo. Parque: combustible por encima de 3/4, botellas de ERA por encima de 250 bar, alarmas a 150 y 50 bar, purgar la bomba con menos de -5 ºC; conductor a más de 30 cm del volante y reposacabezas a 4-6 cm.

Capítulo 13. Rescate en accidentes de tráfico: tipos de vehículos, fuentes de energía motriz y elementos de seguridad de los vehículos (tema 14)

Equipos y vehículos · temas 12 a 14

Este capítulo pertenece al grupo Equipos y Vehículos del temario específico y cubre el tema 14. La fuente única es el extracto de 31 páginas del Manual de rescate y salvamento del CEIS Guadalajara, parte 5, Rescate en accidentes de tráfico, capítulo de Caracterización, distribuido por el servicio a los opositores. El extracto arranca con el final del apartado de factores de riesgo y desarrolla íntegramente tres apartados: tipos de vehículos (turismos y 4x4, vehículos pesados de pasajeros, camiones y vehículos especiales), fuentes de energía motriz (gasolina y gasoil, gas licuado del petróleo y gas natural comprimido, eléctricos e híbridos e hidrógeno) y elementos de seguridad de los vehículos (seguridad activa, pasiva y terciaria, con las hojas de rescate). El capítulo sigue ese orden.

13.1. Factores de riesgo que agravan las lesiones

Concepto. El extracto recoge el final del apartado de factores de riesgo. Las distracciones (visuales, auditivas, físicas y cognitivas; móvil y navegador las más peligrosas) ocupan hasta un 30 por 100 del tiempo de conducción. La no utilización del casco en motocicletas y ciclomotores incrementa la gravedad de las lesiones; el casco reduce casi a la mitad los traumatismos craneales y es la mejor estrategia de prevención del traumatismo craneoencefálico. La no utilización del cinturón y de las sillitas infantiles agrava las lesiones; en un choque, la proyección del ocupante fuera del vehículo incrementa enormemente la probabilidad de lesiones graves. La efectividad de los sistemas de retención depende de la velocidad: a velocidades elevadas es prácticamente nula y a velocidades bajas es mayor, por lo que son especialmente importantes en vías urbanas.

13.2. Turismos y 4x4: tipos de carrocería

Concepto. Conocer cómo está construido un vehículo facilita las medidas de rescate, aumenta la eficacia de las opciones técnicas y permite elegir las herramientas; es la base de un rescate rápido, prudente y con éxito. En turismos y 4x4 la carrocería puede ser con chasis independiente, autoportante o monocasco.

Carrocería con chasis independiente. Fue la más utilizada hasta que la sustituyó la autoportante; hoy se emplea en todoterrenos, industriales, camiones, autobuses y vehículos con carrocería de plástico o fibra. Tiene dos elementos diferenciados: el bastidor o chasis, elemento estructural por naturaleza que recibe todos los esfuerzos estáticos y dinámicos, formado por largueros longitudinales unidos por travesaños, que soporta los elementos mecánicos y en la mayoría de los casos puede rodar sin carrocería; y la carrocería, conjunto independiente con su propia base e instalación eléctrica, montada sobre el chasis con juntas elásticas, de modo que un mismo chasis admite distintas carrocerías. Por su rigidez, entre dos vehículos de chasis independiente apenas hay deformación y la deceleración es excesiva; contra un autoportante, este absorbe la mayoría del impacto.

Carrocería autoportante. Es la de la mayoría de los automóviles actuales. Compuesta por un gran número de piezas unidas por soldadura de resistencia eléctrica y al arco, con aletas delanteras, frentes y a veces aletas traseras atornilladas; puertas y capós son las uniones móviles. Resiste esfuerzos estáticos (pesos) y dinámicos (torsiones en curvas, aceleraciones y frenazos). Ventajas frente al chasis independiente: estructu-

ras más rígidas a igual peso, menor peso a iguales prestaciones, mayor habitabilidad, mayor seguridad en accidente, menores costes de fabricación y mejores propiedades dinámicas. Inconvenientes: mayor ruido de la transmisión y deterioro por corrosión más temprano. Está formada por piezas estructurales, generalmente interiores, que soportan esfuerzos y cargas, y piezas cosméticas o exteriores, que conforman la carrocería y la aerodinámica y se diseñan desmontables para facilitar la reparación.

Carrocería monocasco. Es en principio una autoportante con el número mínimo de elementos desmontables (puertas y capó), muy rígida porque todos los elementos están íntimamente unidos; hoy queda relegada a deportivos y competición. A veces se habla de monocasco autoportante indistintamente.

13.3. Partes de la carrocería autoportante

Concepto. Se distinguen tres zonas con comportamiento distinto en el impacto: la célula de seguridad o habitáculo indeformable, que protege la vida de los ocupantes, y las dos secciones extremas, frontal y posterior, de deformación programada, diseñadas para absorber la mayor parte de la energía y distribuirla.

Célula de seguridad o habitáculo. Diseñada con criterios de rigidez y estabilidad para mantener un espacio de supervivencia. Sus piezas principales son:

- Chapa salpicadero: separa el compartimento motor del habitáculo e impide en colisión frontal la entrada de elementos mecánicos; soldada al suelo, al túnel central y a los pilares delanteros, aumenta la rigidez torsional en impacto lateral.
- Túnel central: equivale a la espina dorsal del habitáculo; los vehículos de tracción trasera tienen un túnel más largo; reforzado transversalmente para los anclajes inferiores de cinturones y asientos.
- Suelo del habitáculo: el elemento más rígido de la carrocería, soporta esfuerzos de flexión; el túnel lo divide en dos mitades.
- Estribos bajo puertas: longitudinales a ambos lados del suelo, de piezas de distintos espesores, con refuerzos de gran grosor y aceros especiales; se fijan delante a los pilares y detrás a las aletas traseras; son primordiales en la colisión lateral.
- Puertas: sus huecos son las zonas más frágiles; deben ajustar con pilares, estribos y montantes; bisagras, resbalones y cerraduras reforzados; las barras de protección laterales pueden formar parte del armazón o ser independientes.
- Techo: gran superficie plana, relativamente débil, reforzada con traviesas y cerchas.

Parte frontal. Disipa la mayor cantidad de energía; sus deformaciones pueden llegar a 50 o 60 centímetros. La forman pases de rueda (con las torretas de suspensión y elementos fusibles), aletas delanteras (acero, aluminio o plástico), largueros delanteros en U o en C, primordiales para disipar energía, y el frente; el subchasis o cuna motor sujeta los conjuntos mecánicos.

Parte posterior. Más sencilla; la disipación de energía es semejante a la frontal, a través de los largueros traseros, los pilares y el marco de luna. En las carrocerías con chasis independiente también existen célula de seguridad y zonas deformables, considerando la prolongación del chasis.

13.4. Vehículos pesados destinados al transporte de pasajeros

Concepto. Camiones y vehículos de pasajeros son vehículos pesados con similitudes mecánicas pero grandes diferencias de carrocería. Los de viajeros se dividen en autocares, para medio y largo recorrido, con bodegas de equipaje en los bajos, y autobuses, para trayectos urbanos o interurbanos, pensados para el mayor número de personas y el acceso fácil. Deben cumplir los reglamentos ECE número 36 y 66, sobre características de construcción y resistencia mecánica de la superestructura en caso de vuelco.

Carrocería. Dos tipos. La autoportante o autobastidor es multitubular, con las partes que hacen de bastidor reforzadas y resistentes a los equipos hidráulicos de rescate, cuadernas en todo el contorno, tubos cuadrados de acero y, en urbanos, refuerzo longitudinal lateral. La de bastidor y carrocería independiente la monta un carrocero sobre dos largueros con traviesas; hoy se unen techos, paneles y lunas con adhesivos estructurales elásticos. Se clasifican en bastidor bajo (un solo escalón respecto al suelo; a nivel del suelo da lugar a vehículos urbanos y de doble piso) y bastidor alto (autocares con bodega; el bastidor constituye el suelo de los pasajeros y el suelo de la bodega forma parte de la carrocería).

Espacios especiales. En autocares de largo recorrido pueden quedar personas encerradas en la cabina de aseo (normalmente delante de la puerta 2, excepcionalmente atrás), la cocina de a bordo (junto a la puerta 2 o atrás), el maletero (portones con cerradura de llave cuadrada, cilindros o cierre centralizado, que solo funciona con el contacto encendido salvo mando a distancia) y la cabina de descanso del conductor (detrás de la puerta 1 o la puerta 2, identificada con pictograma exterior, con acceso exterior por tapas derecha e izquierda e interior por persianas).

13.5. Camiones y vehículos especiales

Camiones. Vehículos pesados destinados al transporte de carga cuyo peso máximo autorizado supera los 3.500 kilogramos. Se diseñan como chasis-cabina y se carrozan según el uso (volquetes, hormigoneras, frigoríficos, ganado); los tractocamiones o cabezas tractoras no se carrozan y arrastran un semirremolque. Partes: bastidor (motor, transmisión, suspensión, dirección y frenos) y carrocería (cabina y caja). El bastidor lo forman dos largueros unidos por travesaños. Los motores rondan los 500 caballos, con modelos de hasta 660; se sitúan entre los largueros, bajo el suelo del conductor. La cabina es una estructura autoportante montada sobre el chasis con elementos de suspensión; en impactos frontales se deforma de modo semejante a un turismo, pero su seguridad no es comparable; su parte inferior son dos largueros de chapa con tres piezas de suelo, paredes laterales y túnel de motor; el techo suele ser de fibra con literas o maletero. La cabina cosechadora de Renault tiene suelo continuo a un solo nivel, elemento de seguridad pasiva que evita atrapamientos por flexión del suelo. Tipos de conjunto: camión rígido (caja anclada al bastidor con tornillos, no soldada), camión rígido más remolque (carga dividida, se pueden acometer por separado) y tractora más semirremolque o tráiler (unidos por la quinta rueda y conexiones rápidas). Remolques y semirremolques no son motrices; un remolque se une a un camión rígido y un semirremolque solo a un tractocamión. La quinta rueda une la tractora con la caja y conviene conocerla para separar con rapidez la cabeza tractora.

Furgonetas. Industriales de hasta 3.500 kilogramos: furgón (carga cerrada), combi (segunda fila de tres plazas), minibús (hasta nueve plazas) y chasis-cabina. Estructura autoportante, como los turismos (por ejemplo Ford Transit), con zonas fusibles, o de chasis independiente, rígido y sin deformación programada.

Blindados y tuneados. Los blindados llevan placas de acero interiores en techo, suelo y laterales, con especial resistencia a las herramientas de intervención. Los tuneados pueden llevar sistemas de óxido nitroso y añadidos de fibra de carbono.

Tractores. Implicados en la mayoría de accidentes mortales agrarios por vuelco sin estructura de protección ni cinturón, atropello al subir o bajar y atrapamiento por tomas de fuerza y correas; las estructuras antivuelco son cabinas, bastidores de cuatro o seis postes o arcos de dos postes.

13.6. Fuentes de energía motriz: gasolina, gasoil, GLP y GNC

Panorama. En España, de 30 millones de vehículos, 40.000 usan propulsión alternativa. Los motores de explosión admiten gasolina, gas, etanol o hidrógeno; los diésel, petrodiésel o biodiésel. En transporte de viajeros la mayoría emplea gasoil, el combustible que menos dudas genera para la protección contra incendios; sus depósitos se integran en la zona de equipajes y bajo los asientos delanteros, lo que exige precaución.

GLP y GNC. Se estima un parque de 20.000 vehículos a gas (taxis, autobuses, camiones de basura y flotas), con un ahorro del 40 al 45 por 100 en combustible. Diferencias:

- Composición: el GNC, gas natural comprimido, es en un 90 por 100 metano; el GLP, gas licuado del petróleo o autogas, es mezcla de butano y propano.
- Disponibilidad: en España es más frecuente el GLP a nivel particular; en 2013 había casi 200 estaciones.
- Estado: el GNC está en estado gaseoso y el GLP es líquido.
- Poder calorífico: el GNC tiene casi las mismas calorías que la gasolina y el GLP más.
- Presión de almacenamiento, el aspecto más relevante para la seguridad: el GNC se comprime a unos 200 bar (2.900 psi); el GLP se almacena entre 6 y 7 bar, con tanques de acero más delgado, ligeros y baratos.
- Escape: el GNC es más liviano que el aire y sube; en explosión es más peligroso por su presión. El GLP es más pesado, cae al suelo y resulta más seguro. Depósito, canalizaciones y uniones son muy resistentes a colisión, incendio o caída, y el empalme de llenado tras la tapa del depósito informa del combustible.

Seguridad del GNC. Válvula de cierre de seguridad de gas (se cierra automáticamente ante la señal del sensor de choque), válvula de cierre mecánica en cada depósito (se cierra con herramienta en sentido de las agujas del reloj), cortocircuito fusible (se activa por encima de 110 grados y libera el gas controladamente por el limitador de caudal), limitador de caudal (reduce el gas ante una marcada caída de presión por rotura) y caperuzas de goma que canalizan las fugas al exterior por un tubo flexible bajo el suelo. Identificación: los vehículos a GNC muestran la identificación CNG en la tapa del motor, con las bocas de llenado en la tapa del motor; los autobuses tienen una cubierta de techo grande; los de GLP pueden no identificarse a simple vista. En autobuses a GNC los tanques van sobre el techo, de polietileno reforzado con fibra de carbono con cubierta de fibra de vidrio, fijados por un cerco de acero, con una ranura de ventilación en la parte alta; el conducto de gas conecta el tapón de llenado del compartimento motor con los tanques sin pasar por el habitáculo; todas las botellas tienen llave de corte manual; dos baterías en serie aportan 24 voltios.

13.7. Vehículos eléctricos, híbridos y de hidrógeno

Eléctricos e híbridos. Los eléctricos puros son poco numerosos y los híbridos más extendidos. Los eléctricos son eficientes y silenciosos, pero caros y de poca autonomía, adecuados para ciudad. Los híbridos pueden trabajar en paralelo (los más comunes, la parte eléctrica y la térmica pueden mover las ruedas) o en serie (el motor térmico solo genera electricidad). En un híbrido paralelo típico el motor eléctrico propulsa hasta unos 60 kilómetros por hora y entonces se activa el térmico; no necesita enchufarse porque incorpora un generador, y algunos modelos tienen frenos regenerativos. El paralelo con generador independiente, llamado también paralelo-serie, es la configuración más utilizada (Toyota Prius). Identificación exterior: la palabra Hybrid o una h en el modelo (Lexus CT200h).

Componentes de alto voltaje. Trabajan con tensiones que pueden llegar hasta 650 voltios, aunque no se corresponde con la alta tensión de las instalaciones. No deben abrirse bajo ninguna circunstancia y aparecen claramente señalizados; el procedimiento concreto debe tomarse de la hoja de rescate. Componentes comunes a todas las arquitecturas (los eléctricos puros no tienen motor térmico): motor térmico de poca cilindrada que prima el par; motor eléctrico, uno o más, conectado a la transmisión o en la rueda (in-wheel), casi silencioso y con todo el par a bajas revoluciones; generador, que es una función que recupera energía en frenadas y retenciones; baterías de plomo-ácido, níquel-metal hidruro, níquel-cadmio o ion litio, en orden de eficiencia, normalmente en la parte trasera, con refrigeración pero sin mantenimiento, aparte de la batería de 12 voltios; y sistema de gestión por ordenador. En autobuses híbridos o eléctricos los grupos auxiliares y las baterías de alta tensión están en el techo, con el sistema de refrigeración sobre la sección trasera.

Hidrógeno. Los vehículos de hidrógeno se conocen como FCHV (Fuel Cell Hybrid Vehicle); emiten solo vapor de agua. Pueden quemar el hidrógeno como un motor de gasolina, lo que exige almacenarlo entre 300 y 700 bar y a 230 grados bajo cero; generarlo a partir de metanol o borohidruro sódico; o, lo más usual, usar pilas de combustible que producen electricidad combinando hidrógeno y oxígeno. La cadena cinemática es una propulsión híbrida en serie: la célula alimenta motores en los cubos de las ruedas y los grupos auxiliares; la energía de frenada alimenta los auxiliares y el sobrante va a la batería. Se identifican con grandes rótulos: FCHV, F-CELL o HYDROGEN, y un indicador de presión cerca de la toma de repostaje. En autobuses, la pila de combustible y las botellas van en el techo, con hidrógeno comprimido a 350 bar; la energía no se almacena en baterías, se produce según se necesita; los motores en los cubos van en el eje propulsor y los auxiliares en la torre del motor, atrás a la izquierda.

13.8. Seguridad activa

Concepto. Los sistemas de seguridad se clasifican en tres grupos: la seguridad primaria o activa previene el accidente hasta los instantes previos (iluminación, frenos, dirección asistida, control de estabilidad y tracción); la secundaria o pasiva reduce los efectos en el momento del accidente; la terciaria se aplica después por policía, sanitarios y bomberos.

Características y control energético. Suponen riesgo el xenón por su voltaje, las tarjetas de arranque, la apertura electrónica de portones y los asientos y volante con movimiento automático. Destaca el control energético del vehículo: llave o tarjeta de arranque, paro automático y desconexión de la batería, con posibilidad de una segunda batería que también haya que desconectar; el cese del suministro afecta a los sistemas de seguridad pasiva.

Neumáticos. Cuatro puntos de apoyo por la banda de rodadura. Por los hilos de refuerzo son diagonales o radiales (los habituales). Por el uso de cámara: tubetype (TT), con cámara y llanta específica, en todoterrenos, agrícolas, motocicletas, autobuses y camiones pesados; tubeless (TL), sin cámara, con aros de acero o talón, para casi todos los vehículos; y ruedas semineumáticas, solo de goma, en vehículos pequeños. Los agrícolas pueden lastrarse con agua y glicol hasta un máximo del 75 por 100 del volumen.

Suspensión. Une las ruedas con el bastidor y suaviza las irregularidades. El 88 por 100 de los turismos usa suspensión McPherson, especialmente en el eje delantero, con un muelle elástico y un amortiguador. Los de alta gama pueden llevar suspensión hidractiva, con esferas de gas y un líquido a alta presión. Pesados y todoterrenos usan ballestas y suspensión neumática, la más utilizada detrás en camiones, autobuses y semirremolques; hay que prever su respuesta ante un corte de aire al estabilizar.

Frenos. Transforman la energía cinética en calor; se ha pasado del tambor al disco y a los autoventilados. El ABS evita el bloqueo de ruedas; el ASR evita que derrapen frenando la rueda que pierde adherencia; el ESP controla el trazado en curva frenando la rueda trasera izquierda en subviraje o la delantera derecha en sobreviraje, según el esquema de Bosch, y puede desactivarse. Cada marca usa siglas distintas. Los pesados usan frenos neumáticos: pistones alimentados por depósitos de aire comprimido de un compresor, controlados por válvulas, que actúan como prensas sobre tambores o discos.

Innovaciones. Faros inteligentes de xenón con transformador de unos 1.000 voltios; paro y arranque automático, que rearranca al pisar el acelerador y puede desplazar el vehículo tras un accidente; cámaras, detectores y sensores sin riesgo adicional.

13.9. Seguridad pasiva: elementos estructurales

Concepto. La seguridad pasiva es el conjunto de elementos que se activan automáticamente al producirse la colisión, sin participación del conductor, para reducir las fuerzas y aceleraciones sobre los ocupantes, asegurar un espacio vital de supervivencia y minimizar su desplazamiento, sin impedir su posterior liberación. Se clasifican en elementos estructurales (constructivos de la carrocería), mecánicos (conjuntos mecánicos) y adicionales (recubren y complementan la carrocería).

Carrocería. Su comportamiento depende del de cada pieza; para dimensionarlas se consideran el material, el espesor (los elementos estructurales tienen de 1,2 a 2,5 milímetros y los cosméticos de 0,6 a 0,8) y la forma y geometría. La sección central es muy rígida y proporciona el espacio de supervivencia; las extremas se deforman progresivamente. En los autoportantes la carrocería es el principal elemento de seguridad pasiva, el primero que se deforma.

Célula estructural. Mantiene su rigidez gracias a los anillos de refuerzo. Anillos transversales: son tres, el anillo A delante, el B en la zona media y el C detrás, y a veces existe un anillo D; sus partes laterales son los pilares, que soportan enormes cargas longitudinales y transversales; los pilares centrales y traseros llevan refuerzos soldados para los anclajes de los cinturones. Anillos longitudinales: son dos, cada uno formado por los pilares A y C y los largueros inferior y superior de cada lateral. No es posible prever la reacción del vehículo al cortar largueros, pilares o techo, por lo que es especialmente importante estabilizar víctima y vehículo.

Aligeramiento. Nuevos materiales: aceros especiales, aluminio y plásticos; en capó, guardabarros, techo y puertas materiales de muy bajo peso. Las deformaciones dependen de la velocidad y la masa: a velocidad constante solo se reduce la energía de deformación reduciendo la masa. Los aceros de nueva generación (boro, martensita, Dual Phase y TRIP) son una cuarta parte más ligeros y ocho veces más fuertes que el acero y constituyen un reto para el personal y las herramientas de rescate; su uso varía por marca, modelo e incluso serie. La chapa es la materia prima principal; el armazón es acero laminado con tratamientos anticorrosión y antisonoros (parafinas, breas, ceras, masillas), altamente combustibles. Grosores entre 0,4 y 0,8 milímetros y entre 0,8 y 1,5 en zonas reforzadas, sin resistencia significativa para los equipos habituales de corte. Ensamblaje por soldadura (puntos, arco, láser) y uniones atornilladas en puertas, capós y aletas.

Otros elementos estructurales. Largueros y traviesas de materiales de alto límite elástico, más flexibles, que evitan transmitir el impacto a la célula. Puntos fusibles que provocan arrugas en lugares concretos. Los largueros anteriores soportan el motor, cuyos anclajes lo hacen deslizar hacia el suelo y no hacia el habitáculo. El sistema Procon-ten actúa de tres formas simultáneas en un choque frontal: el motor se desplaza hacia atrás y hacia abajo, la columna de dirección se empotra en el salpicadero alejándose del conductor y los cinturones se tensan automáticamente por el desplazamiento del motor. Los refuerzos interiores del capó canalizan la deformación para que no penetre por el parabrisas. Refuerzos laterales del suelo por la frecuencia de golpes laterales. Refuerzos interiores de puertas y sistema SIPS (Side Impact Protection System), con elementos deformables de espuma conectados a barras que se colapsan. Las puertas deben abrirse sin dificultad aunque las partes delantera o trasera estén dañadas y no abrirse accidentalmente en vuelco. Refuerzos del techo o barras antivuelco; arco de seguridad en descapotables; bordes redondeados; chapas galvanizadas y cincadas contra la corrosión.

13.10. Seguridad pasiva: elementos mecánicos

Inmovilizadores y volante. La inmovilización de los pedales de freno, embrague y acelerador reduce lesiones en piernas y pies. El desplazamiento del volante puede atrapar al conductor contra el asiento; las direcciones regulables en altura e inclinación permiten retraer el volante para liberar presión; los volantes EAS tienen un aro elástico que sobresale del cuerpo central de absorción de impactos.

Columna de dirección. Frente a la barra rígida de los años 30, hoy se colapsa en un punto previsto mediante malla deformable, codos de flexibilidad (cardán, fuelle) o ejes excéntricos; si aun así penetra, el volante se dobla. Empiezan a instalarse direcciones eléctricas sin barra, con órdenes por cable.

Depósito de combustible. Antes en un lateral del maletero; ahora delante del eje trasero, bajo los asientos posteriores; su posición exacta figura en las hojas de rescate. Orificios de ventilación que previenen incendios; el carburante no debe derramarse por el tapón ni por los conductos de compensación; en vuelco completo actúa una válvula inercial que cierra el paso y bloquea la bomba eléctrica; puede llevar láminas antiolas. Fabricados en acero, aluminio o polietileno de alta densidad, en auge; conducciones metálicas o de plástico por los bajos.

Baterías. Contenedores de energía química que alimentan el motor de arranque; el alternador las recarga con el motor en marcha. Su funcionamiento es clave porque pueden activar o desactivar los elementos electrónicos. Tipos: batería de plomo de 12 voltios (ácido-plomo, húmeda, de arranque o incluso de tracción; los turismos pueden llevar dos y los pesados las conectan en serie para 24 voltios); baterías de 42 voltios en vehículos con sistema de detención del motor, para alimentar accesorios como el aire acondicionado, ubicadas en sitio distinto de la de servicio; baterías de alta tensión HV de níquel-metal hidruro en híbridos, con electrolito alcalino de hidróxido de potasio y sodio en gel que no presenta fugas ni en colisión, protegidas por carcasa metálica detrás de los asientos traseros. La ubicación más frecuente es el compartimento motor, pero hay alternativas: bajo el asiento posterior, en el portamaletas o en el guardabarros delantero.

Motor, inyección, cableado y freno de mano. En colisión frontal el conjunto motor-caja se desplaza hacia atrás y hacia abajo; la palanca de cambios se desprende o dobla sin salientes. La inyección electrónica y las bombas eléctricas han incrementado los incendios tras colisión, porque antes el carburador roto solo goteaba y la bomba de membrana no funcionaba con el motor parado; las soluciones son un interruptor inercial que corta el contacto y detiene la bomba ante una fuerte deceleración, un sensor de giros del motor que interrumpe el suministro al detenerse y una válvula de corte; lo más seguro es cortar el suministro eléctrico desconectando el borne negativo de la batería. La sección de cables y fusibles debe evitar chispazos en aplastamientos. El freno de mano debe evitar movimientos por golpes, con empuñadura flexible sin aristas.

Arco protector ROPS. Sistema de protección antivuelco automática de los descapotables: arcos detrás de los reposacabezas que se activan cuando el vehículo gira sobre sí mismo y se enclavan proporcionando espacio de supervivencia; en otros modelos se integra en la estructura. Es un sistema separado, sin conexión con la unidad de control del airbag, y no supone riesgo en la intervención.

13.11. Medidas adicionales de seguridad pasiva para los ocupantes

Tarjetas de acceso y arranque. Sensores de proximidad en las manecillas y emisor de radio en la tarjeta: el vehículo se desbloquea a unos 1,50 metros, libera la dirección y arranca con un botón. Alejar la llave unos 5 metros suele ser suficiente para manipular el vehículo durante la intervención; al desconectar la batería de 12 voltios deja de funcionar.

Salpicadero, asientos y sillas infantiles. El salpicadero debe disipar energía sin asperezas ni aristas. Los asientos, anatómicos y de gomaespuma, deben estar firmemente sujetos; se diseñan contra el efecto submarino con una placa metálica inclinada hacia el respaldo que frena el deslizamiento del cuerpo; hay asientos con placa antisubmarino y airbags laterales, ajustes eléctricos o neumáticos, calefactores, sensores de carga y pretensores, con muchos cables. El sistema Isofix fija las sillas infantiles con anclajes en el asiento trasero semejantes a las hebillas del cinturón, frente a la sujeción no rígida por cinturón.

Acristalamientos. Dos variedades: luna templada y laminada, que se diferencian por la forma de rotura. Las laminadas permiten la visión una vez rotas, con grietas sin formar pequeños cristales, refuerzan el anillo delantero y evitan que los ocupantes salgan despedidos. Los parabrisas laminados son un sándwich vidrio-plástico-vidrio sellado con masilla; las ventanillas son templadas, aunque empiezan a laminarse. Las lunas tintadas incorporan una lámina más. Identificación: si la serigrafía muestra una raya por cada lámina de

plástico es laminado; sin rayas, templado. En autobuses: parabrisas laminados; ventanas normales laminadas, templadas o templadas con cámara de aire; ventanas de emergencia con inscripción salida de socorro, ni laminadas ni de plástico, de vidrio templado de fácil rotura y con apertura hacia el exterior si tienen bisagras; existen martillos rompecristales.

Cinturones de seguridad. Según el Centro Europeo de Seguridad, han reducido a la mitad los heridos y en un 13 por 100 los muertos. Obligatorios en asientos delanteros y traseros por el artículo 47 del Real Decreto 339/1990. La faja tiene cierta elasticidad que hace progresivo el movimiento hacia el volante. Conviene fijarlos con dos anclajes inferiores y uno superior; se admiten solo dos inferiores en asientos centrales. La resistencia de las fibras es de unos 3.000 kilogramos y su elasticidad genera un desplazamiento medio del cuerpo de unos 25 centímetros hacia delante, por lo que debe ajustarse sin holguras; si no, se produce el efecto submarino, el deslizamiento del ocupante por debajo del cinturón. Tipos: abdominal (permite deslizamiento; solo aconsejable en el asiento central trasero o en transporte de pasajeros), torácico (diagonal, tampoco evita el deslizamiento), mixto (el normal en plazas delanteras, evita el deslizamiento), de arnés (el más efectivo, en competición) e integrado en el asiento.

Pretensores. Ajustan el cinturón al cuerpo eliminando holguras de la ropa y los movimientos, para que retenga desde el primer momento, ganando milésimas de segundo, mientras la carrocería se deforma y antes de la proyección. Los coordina una unidad electrónica con sensor de deceleración y se activan unos instantes antes que los airbags: si los airbags delanteros no se han activado, es posible que el pretensor tampoco. Se localizan en la hebilla, entre los asientos o en la parte baja, media o superior del montante B; en gamas altas también atrás. Tipos: mecánicos de hebilla no pirotécnicos (resorte helicoidal activado por sensor mecánico, tensan abdominal y hombro); mecánicos pirotécnicos acoplados a la hebilla (carga pirotécnica accionada por inercia); pirotécnicos tubulares de accionamiento eléctrico desde la centralita, acoplados a la hebilla o al enrollador; pirotécnicos de bolas adosados al arrollador, activados por el módulo electrónico del SRS; doble pretensor; y adaptativos, con dos pretensores según la severidad, el primero reduce la holgura y el segundo retiene al pasajero. Los sistemas de sujeción programada (SSP) fijan el carrete a una chapa que se deforma o a una barra de torsión para absorber energía y reducir la presión sobre el pecho.

Otros elementos interiores. Bandeja, interruptores y tiradores redondeados y que se desprendan; refuerzos del techo guarnecidos; retrovisor interior pegado, no atornillado, para que se desprenda.

Airbag. Los dos únicos elementos de seguridad controlados electrónicamente son los airbags y algunos pretensores; se denominan sistemas de retención suplementaria (SRS). Son bolsas que se hinchan instantáneamente para que los ocupantes delanteros no choquen contra volante, parabrisas o salpicadero; complementan al cinturón en choques frontales. El sistema consta de una unidad electrónica de control, al menos dos sensores de deceleración (uno es el sensor de seguridad), una reserva de energía para seguir funcionando aunque se desconecte la batería durante el golpe, un generador de gas (99 por 100 nitrógeno) o pastillas de combustible y la bolsa, normalmente de nailon. La tendencia es integrar sensores y reserva en la unidad de control, que también gobierna los pretensores. Para que funcione deben darse todos estos requisitos, por lo que es muy poco probable que se dispare pasado el accidente: velocidad superior a 30 kilómetros por hora, ángulo de impacto que no supere 15 grados, asiento ocupado y deceleración instantánea detectada. Un sensor mecánico de seguridad en el circuito de disparo evita el disparo accidental por interferencias. El detonante sólido genera principalmente nitrógeno y la bolsa se hincha en menos de 30 milisegundos (un parpadeo dura unos 150), amortigua el cuerpo y se desinfla por orificios traseros. Casi todos los vehículos llevan de serie airbag de conductor y pretensores. El airbag del acompañante es de mayor capacidad; el del conductor va en el volante y el del acompañante sobre la guantera; algunos modelos permiten desactivar el del acompañante con un interruptor en el salpicadero o en el lateral. Los airbags frontales solo son eficaces en impacto frontal y con el cinturón puesto. Variantes:

- Airbag lateral: entre la puerta y el cuerpo, en el bastidor de la puerta o en el lateral externo del asiento; se acciona en 3 a 5 milisegundos con un sensor de presión en la puerta; de solo tórax (se combina con cortina) o de tórax y cabeza.

- Cortina hinchable: se despliega desde el techo, del montante C al A, en 25 milésimas de segundo, protege delante y detrás, mantiene el gas varios segundos y protege en vuelco; se fija a la carrocería con cintas y puede cortarse sin peligro en las cintas.
- Airbags traseros: en el techo, se despliegan como cortina en colisión por detrás, ideados para coches pequeños; también un cojín en el respaldo del asiento delantero para colisión frontal.
- Air belt: cinturón con airbag que infla la banda del hombro a la cintura, actúa como pretensor y reduce la presión torácica.
- Airbag de rodilla bajo la columna de dirección; airbag en la banqueta del asiento contra el efecto submarino (Renault Clio); airbag para peatones, el primero en el Volvo V40, que se despliega entre capó y parabrisas.
- Airbags inteligentes o de doble fase: evalúan la severidad y eligen entre dos niveles de inflado; con el asiento del acompañante libre no disparan airbag frontal, lateral ni pretensor; la ocupación se detecta a partir de 12 kilogramos.
- Airbags para motoristas: en un falso depósito entre asiento y manillar, o en cascos, chaquetas y chalecos.

Reposacabezas. De material espumoso; evitan el efecto látigo de la cabeza, que se desplaza hacia delante por la deceleración y hacia atrás al frenarla el cinturón, con lesiones cervicales; en alcance trasero la cabeza va bruscamente hacia atrás. Los reposacabezas activos AHR suben y se adelantan mediante una leva en el respaldo cuando el cuerpo presiona el asiento en colisión trasera; algunos incorporan un pequeño airbag.

13.12. Seguridad para terceros, seguridad terciaria y hojas de rescate

Elementos para terceros. Paragolpes envolventes: si golpea bajo las rodillas la víctima cae sobre el vehículo o sale proyectada; si golpea por encima cae al suelo y es arrastrada, con consecuencias más graves. Capó activo, calculado entre 25 y 55 kilómetros por hora: el sensor manda la señal a la unidad del airbag y unos elevadores de muelle en las bisagras lo elevan unos 5 centímetros. Cerquillos de faros de no más de tres centímetros; mandos y tapones empotrados; retrovisores que se desprendan; parabrisas curvo e inclinado, preferentemente laminado; molduras de más de diez centímetros que se retraigan o desprendan; apoyos del gato de un centímetro; tapacubos sin aletas.

Seguridad terciaria. Sistemas que se ponen en funcionamiento ante un accidente para facilitar el rescate; dos tipos: los que impiden fenómenos que agraven a las víctimas (depósitos que no derraman, puertas que abren, hebillas que se sueltan) y los que ayudan a ser rescatados. Elementos: desbloqueo automático del cierre centralizado con un sensor de colisión adicional en unidad independiente, que tras cierto tiempo de espera ordena la apertura; sistema de luces intermitentes de advertencia, que se activa automáticamente en el choque e indica al personal de rescate que la alimentación eléctrica sigue activa, y solo se apaga al desconectar la batería o baterías; y eCall, sistema europeo que ante un accidente grave llama automáticamente vía satélite a un centro de emergencias, permite hablar con los ocupantes y envía por defecto la localización exacta y la hora, y opcionalmente la dirección, marca, color y si la llamada fue manual o automática; el centro devuelve la llamada para valorar la gravedad.

Hojas de rescate. En Europa, en aproximadamente el 6 por 100 de los accidentes con daños las víctimas quedan atrapadas y requieren a los bomberos. La hora de oro, el lapso entre el accidente y el ingreso hospitalario, no debe superar los 60 minutos; reducir el tiempo de rescate podría salvar 2.500 vidas en Europa. Los componentes de seguridad (travesaños, refuerzos, generadores de gas, pretensores, ubicación de la batería) dificultan la liberación. La prioridad es salvar la vida sin exponer a víctimas ni rescatadores a peligros adicionales. Los fabricantes elaboran hojas de rescate, descargables en España en la web del Real Automóvil Club de España; deben imprimirse en color y guardarse en el parasol del conductor, con una pegatina identificativa en la luna. Son documentos A4 con las zonas de corte más adecuadas para acceder a los heridos.

13.13. Cifras y datos clave

Distracciones hasta el 30 por 100 del tiempo de conducción; el casco reduce casi a la mitad los traumatismos craneales. Carrocerías de turismos: chasis independiente (bastidor de largueros y travesaños, hoy en todoterrenos y pesados), autoportante (la mayoría, soldada, más rígida y ligera, más ruido y corrosión) y monocasco (deportivos). Zonas: célula de seguridad indeformable y dos secciones deformables; deformación frontal de 50 a 60 centímetros; el suelo es el elemento más rígido y el túnel central la espina dorsal; largueros en U o C. Autobuses según reglamentos ECE 36 y 66; bastidor bajo y alto; aseo y cocina junto a la puerta 2; cabina de descanso tras la puerta 1 o 2. Camiones de más de 3.500 kilogramos, motores de unos 500 caballos y hasta 660, quinta rueda, un semirremolque solo con tractocamión, cabina cosechadora Renault de suelo continuo; furgonetas hasta 3.500 kilogramos y minibús de nueve plazas. Energía: 30 millones de vehículos y 40.000 alternativos, 20.000 a gas con ahorro del 40 al 45 por 100; GNC 90 por 100 metano, gaseoso, a unos 200 bar, más ligero que el aire, marcado CNG; GLP butano y propano, líquido, a 6 o 7 bar, más pesado que el aire; fusible a 110 grados; tanques en el techo y 24 voltios en autobuses. Híbridos: eléctrico hasta unos 60 kilómetros por hora, paralelo-serie el más usado (Prius), alto voltaje hasta 650 voltios sin abrir nunca, baterías de plomo, níquel-metal hidruro, níquel-cadmio e ion litio en orden de eficiencia, batería HV tras los asientos traseros con electrolito en gel. Hidrógeno FCHV: 300 a 700 bar y 230 grados bajo cero si se quema, 350 bar en autobuses, rótulos FCHV, F-CELL o HYDROGEN. Neumáticos TT con cámara y TL sin cámara, lastre líquido máximo 75 por 100; McPherson en el 88 por 100 de los turismos; neumática detrás en pesados. ESP frena la trasera izquierda en subviraje y la delantera derecha en sobreviraje; xenón a unos 1.000 voltios. Seguridad activa previene, pasiva reduce en el momento, terciaria después. Espesores estructurales de 1,2 a 2,5 milímetros y cosméticos de 0,6 a 0,8; chapas de 0,4 a 0,8 y reforzadas de 0,8 a 1,5; aceros de boro un cuarto más ligeros y ocho veces más fuertes; tres anillos transversales A, B y C (a veces D) y dos longitudinales; Procon-ten con tres acciones; SIPS lateral; ROPS antivuelco sin conexión con el airbag. Baterías de 12, 42 voltios y HV; 24 en pesados; desconectar el borne negativo; depósito delante del eje trasero con válvula inercial. Tarjeta a 1,50 metros y alejarla 5 metros. Cinturón: mitad de heridos y 13 por 100 menos de muertos, artículo 47 del Real Decreto 339/1990, 3.000 kilogramos de resistencia, 25 centímetros de desplazamiento, tres anclajes, efecto submarino. Pretensores antes que los airbags, en hebilla, entre asientos o en el montante B. Airbag: dos sensores, reserva de energía, 99 por 100 nitrógeno, nailon, más de 30 kilómetros por hora, ángulo máximo 15 grados, asiento ocupado, inflado en menos de 30 milisegundos (parpadeo 150), lateral en 3 a 5 milisegundos, cortina en 25 milésimas y cortable por las cintas, ocupación desde 12 kilogramos, peatones en Volvo V40, banqueta en Renault Clio. Capó activo entre 25 y 55 kilómetros por hora y 5 centímetros; faros máximo 3 centímetros; molduras de más de 10 centímetros; gato 1 centímetro. Intermitentes de advertencia indican tensión activa; eCall envía localización y hora; 6 por 100 de atrapados; hora de oro de 60 minutos; 2.500 vidas; hojas de rescate del RACE en A4, en color, en el parasol del conductor.

Cuadros y esquemas para el estudio impreso

Cuadro 1. Tipos de vehículos y carrocerías: peculiaridades para el rescate

Vehículo o carrocería	Construcción	Dónde se emplea	Implicación en el rescate
Chasis independiente	Bastidor de largueros y travesaños que recibe todos los esfuerzos; carrocería aparte, montada con juntas elásticas	Todoterrenos, industriales, camiones, autobuses, carrocerías de plástico o fibra	Muy rígido: apenas se deforma y la deceleración es excesiva; contra un autoportante, este absorbe casi todo el impacto
Autoportante	Muchas piezas soldadas; aletas y frentes atornillados; piezas estructurales interiores y cosméticas desmontables	La mayoría de turismos; furgonetas tipo Transit (con zonas fusibles)	Más rígida y ligera, más segura; célula indeformable y zonas de deformación programada; es el primer elemento de seguridad pasiva; más ruido y corrosión
Monocasco	Autoportante con mínimos desmontables (puertas y capó)	Deportivos y competición	Muy rígida
Autocar y autobús	Autoportante multitubular (cuadernas, tubos cuadrados) o bastidor y carrocería independientes; bastidor bajo (urbanos, doble piso) o alto (con bodega)	Reglamentos ECE 36 y 66 (resistencia en vuelco)	Espacios cerrados: aseo y cocina junto a la puerta 2; maletero con llave cuadrada o cierre centralizado que solo funciona con contacto; cabina de descanso tras la puerta 1 o 2, con pictograma exterior
Camión	PMA superior a 3.500 kg; bastidor de dos largueros; cabina autoportante sobre suspensión; motor entre los largueros bajo el conductor	Rígido (caja atornillada), rígido con remolque, tractora con semirremolque (tráiler)	Motores de unos 500 CV (hasta 660); un semirremolque solo se une a un tractocamión; la quinta rueda permite separar la tractora; cabina Renault de suelo continuo contra atrapamientos
Furgoneta	Hasta 3.500 kg: furgón, combi (segunda fila), minibús (hasta 9 plazas), chasis-cabina	Industriales ligeros	Autoportante con zonas fusibles o chasis rígido sin deformación programada
Blindados y tuneados	Placas de acero interiores; óxido nitroso y fibra de carbono	-	Resistentes a las herramientas; riesgos añadidos
Tractores	Sin protección: vuelco, atropello al subir o bajar, atrapamiento en tomas de fuerza y correas	Mayoría de muertes agrarias	Estructuras antivuelco: cabinas, bastidores de 4 o 6 postes, arcos de 2 postes

Cuadro 2. Estructura de la carrocería autoportante

Zona o pieza	Función en el impacto	Datos
Célula de seguridad (habitáculo)	Indeformable: espacio de supervivencia	Tres anillos transversales A, B y C (a veces D) y dos longitudinales (pilares A y C con largueros superior e inferior); pilares con refuerzos para cinturones
Chapa salpicadero	Separa motor y habitáculo; impide la entrada de mecánica	Soldada a suelo, túnel y pilares; rigidez torsional en impacto lateral
Túnel central	Espina dorsal del habitáculo; anclajes de cinturones y asientos	Más largo en tracción trasera

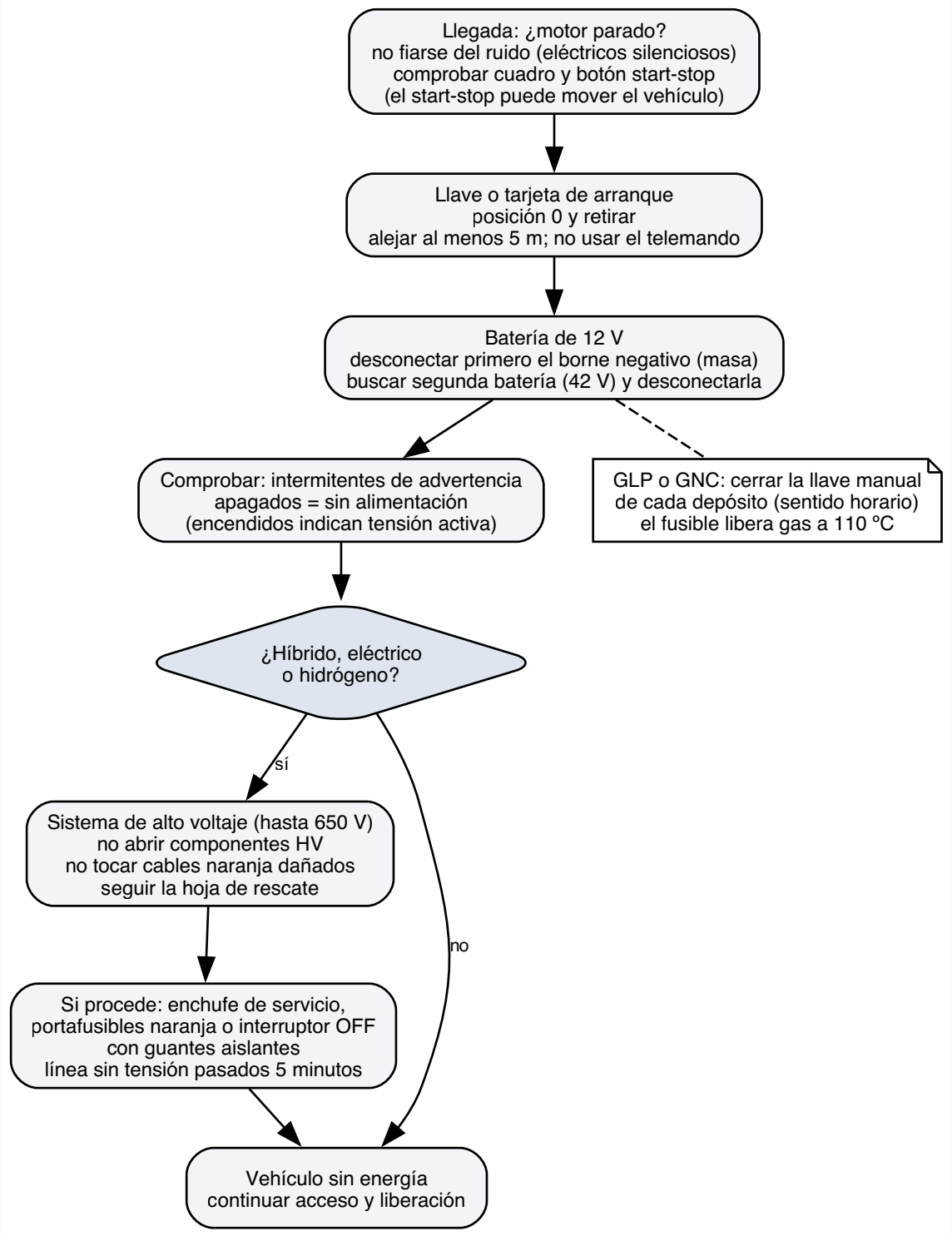
Zona o pieza	Función en el impacto	Datos
Suelo	El elemento más rígido; soporta flexión	Dividido en dos por el túnel
Estribos bajo puertas	Primordiales en colisión lateral	Aceros especiales y gran grosor; fijados a pilares y aletas traseras
Puertas	Sus huecos son la zona más frágil	Bisagras, resbalones y cerraduras reforzados; barras laterales; SIPS con espuma deformable
Techo	Superficie débil	Traviesas y cerchas; barras antivuelco; arco en descapotables
Parte frontal	Disipa la mayor energía	Deformación de 50 a 60 cm; largueros en U o C; cuna motor; el motor se desliza hacia el suelo
Parte posterior	Disipación semejante	Largueros traseros, pilares y marco de luna
Espesores	Estructurales 1,2 a 2,5 mm; cosméticos 0,6 a 0,8 mm	Chapa de 0,4 a 0,8 mm; reforzada de 0,8 a 1,5 mm; tratamientos antisonoros combustibles
Aceros de nueva generación	Boro, martensita, Dual Phase y TRIP	Un cuarto más ligeros y ocho veces más fuertes; reto para las herramientas; varían por marca, modelo y serie
Procon-ten	Tres acciones simultáneas en choque frontal	El motor va atrás y abajo, la columna se empotra en el salpicadero y los cinturones se tensan
Columna de dirección	Colapsable en un punto previsto	Malla deformable, cardán o fuelle, ejes excéntricos; direcciones eléctricas sin barra

Cuadro 3. Fuentes de energía motriz: riesgos e identificación

Fuente	Composición y estado	Presión o tensión	Identificación	Riesgo y actuación
Gasolina y gasoil	El gasoil es la mayoría en viajeros y el que menos dudas genera para incendios	-	-	Depósito hoy delante del eje trasero, bajo los asientos posteriores (posición en la hoja de rescate); válvula inercial en vuelco; la inyección electrónica aumenta los incendios: interruptor inercial y corte del negativo
GLP (autogas)	Butano y propano; líquido; más pesado que el aire	6 a 7 bar; tanques delgados y ligeros	Puede no verse a simple vista; boca de llenado tras la tapa del depósito	Cae al suelo; más seguro que el GNC; más calorías que la gasolina
GNC	90 % metano; gaseoso; más ligero que el aire	Unos 200 bar (2.900 psi)	CNG en la tapa del motor; autobuses con gran cubierta en el techo	Más peligroso en explosión por presión; válvula de seguridad por sensor de choque; llave manual en cada depósito (cierra en sentido horario); fusible a 110 ºC; limitador de caudal; tanques en el techo del autobús
Híbrido y eléctrico	Paralelo (el más común), serie o paralelo-serie (Prius, el más usado); el eléctrico propulsa hasta unos 60 km/h	Alto voltaje hasta 650 V; batería de 12 V aparte	Hybrid o h en el modelo; motor casi silencioso	No abrir nunca componentes HV; seguir la hoja de rescate; batería HV de NiMH con electrolito en gel detrás de los asientos traseros; en autobuses, todo en el techo

Fuente	Composición y estado	Presión o tensión	Identificación	Riesgo y actuación
Hidrógeno (FCHV)	Pila de combustible (lo usual) o combustión; solo emite vapor de agua	300 a 700 bar y -230 ºC si se quema; 350 bar en autobuses	Rótulos FCHV, F-CELL o HYDROGEN; indicador de presión junto al repostaje	Híbrido en serie con motores en los cubos; pila y botellas en el techo del autobús; sin baterías de almacenamiento
Baterías	Plomo 12 V (turismos, a veces dos); 24 V en pesados con dos en serie; 42 V en start-stop (en sitio distinto); HV en híbridos	Electrolito 12 V: ácido líquido; HV: gel alcalino sin fugas	Compartimento motor, bajo el asiento trasero, maletero o guardabarros	Desconectar el borne negativo; buscar la segunda batería; su corte afecta a la seguridad pasiva

Esquema 1. Control energético del vehículo accidentado



Cuadro 4. Seguridad activa, pasiva, terciaria y para terceros

Nivel	Cuándo actúa	Ejemplos	Nota para el rescate
Activa o primaria	Previene el accidente hasta los instantes previos	Iluminación, frenos (tambor, disco, autoventilado, neumáticos en pesados), dirección asistida, ABS, ASR, ESP, neumáticos, suspensión	Xenón con transformador de unos 1.000 V; tarjetas de arranque; portones electrónicos; asientos y volante motorizados; start-stop que rearranca

Nivel	Cuándo actúa	Ejemplos	Nota para el rescate
ESP (esquema Bosch)	Corrige el trazado en curva	Frena la rueda trasera izquierda en subviraje y la delantera derecha en sobreviraje	Cada marca usa siglas distintas; puede desactivarse
Neumáticos y suspensión	Apoyo y estabilidad	Tubetype (con cámara: todoterrenos, agrícolas, pesados) y tubeless (sin cámara, la mayoría); McPherson en el 88 % de turismos; neumática detrás en camiones y autobuses	Agrícolas lastrados con agua y glicol hasta el 75 %; prever el corte de aire de la suspensión neumática al estabilizar
Pasiva o secundaria	En el momento del choque, automática	Estructurales (carrocería, anillos, largueros fusibles), mecánicos (columna, depósito, baterías, ROPS), adicionales (cinturón, pretensor, airbag, reposacabezas, cristales, asientos)	Reduce fuerzas y asegura espacio vital sin impedir la liberación posterior
Terciaria	Después del accidente, para facilitar el rescate	Desbloqueo automático del cierre centralizado (sensor y unidad independientes, con espera); intermitentes de advertencia automáticos; eCall vía satélite con localización y hora (opcional dirección, marca, color y tipo de llamada)	Los intermitentes indican que la alimentación sigue activa y solo se apagan al desconectar las baterías; el centro devuelve la llamada
Para terceros (peatones)	En el atropello	Paragolpes envolventes; capó activo (25 a 55 km/h, se eleva unos 5 cm); cerquillos de faros de máximo 3 cm; molduras de más de 10 cm que se retraen; apoyos del gato de 1 cm; tapacubos sin aletas	Golpe bajo las rodillas: la víctima cae sobre el vehículo; por encima: cae al suelo y es arrastrada (más grave)
Hojas de rescate	Documento A4 en color con zonas de corte	Web del RACE; en el parasol del conductor con pegatina en la luna	6 % de accidentes con atrapados; hora de oro de 60 min; 2.500 vidas en Europa

Cuadro 5. Sistemas de retención: cinturones, pretensores, airbags y reposacabezas

Elemento	Funcionamiento	Cifras	Precaución en la intervención
Cinturón	Fibras de unos 3.000 kg; elasticidad que desplaza el cuerpo unos 25 cm; dos anclajes inferiores y uno superior (solo dos en plazas centrales)	Mitad de heridos y 13 % menos de muertos; obligatorio por el art. 47 del RD 339/1990	Tipos: abdominal, torácico, mixto (el normal), arnés (competición) e integrado; sin holgura para evitar el efecto submarino
Pretensores	Eliminan la holgura y retienen desde el primer instante; se activan unos instantes antes que los airbags	En la hebilla, entre los asientos o en el montante B (bajo, medio o alto); también atrás en gamas altas	Mecánicos, pirotécnicos de hebilla, tubulares eléctricos, de bolas en el arrollador, dobles y adaptativos; si el airbag no saltó, el pretensor puede estar sin disparar; SSP absorbe energía
Airbag frontal (SRS)	Unidad de control, al menos dos sensores de deceleración, reserva de energía, generador de gas (99 % nitrógeno) y bolsa de nailon	Dispara si velocidad superior a 30 km/h, ángulo hasta 15º, asiento ocupado y deceleración detectada; se hincha en menos de 30 ms (un parpadeo dura 150)	La reserva permite el disparo aunque se corte la batería durante el golpe; muy improbable que salte pasado el accidente; el del acompañante es mayor y a veces desactivable; solo eficaz con cinturón
Airbag lateral	En el bastidor de la puerta o el lateral del asiento; sensor de presión en la puerta	3 a 5 ms	De tórax (con cortina) o de tórax y cabeza

Elemento	Funcionamiento	Cifras	Precaución en la intervención
Cortina hinchable	Desde el techo, del montante C al A; protege en vuelco	25 ms; mantiene el gas varios segundos	Fijada con cintas: se puede cortar sin peligro por las cintas
Otros airbags	Traseros de techo, air belt (cinturón hinchable), de rodilla, de banqueta antisubmarino (Clio), de peatones entre capó y parabrisas (Volvo V40), de motorista	Inteligentes de doble fase; no disparan con el asiento vacío; ocupación desde 12 kg	-
Reposacabezas	Evitan el efecto látigo; los activos AHR suben y se adelantan en alcance trasero	Distancia a la cabeza de 4 a 6 cm, nunca más de 9; parte media a la altura de los ojos; asiento inclinado menos de 25º; conductor a más de 30 cm del volante	Algunos incorporan un pequeño airbag

Cuadro 6. Otros elementos con implicación en el rescate

Elemento	Característica	Identificación o actuación
Luna laminada	Vidrio-plástico-vidrio sellado; se agrieta sin fragmentarse; refuerza el anillo delantero y retiene a los ocupantes	Serigrafía con una raya por cada lámina de plástico; parabrisas y, cada vez más, ventanillas; las tintadas llevan una lámina más
Luna templada	Rompe en pequeños cristales	Sin rayas en la serigrafía; ventanillas; en autobús, salidas de socorro templadas (nunca laminadas ni plástico), con martillo rompecristales
Tarjeta de acceso y arranque	Desbloquea a unos 1,50 m y arranca con botón	Alejarla unos 5 m; deja de funcionar al desconectar la batería de 12 V
Paro y arranque automático	Rearranca al pisar el acelerador	Puede desplazar el vehículo tras el accidente
Volante y columna	Volante regulable en altura e inclinación; volantes EAS con aro elástico; columna colapsable	Retraer el volante para liberar presión sobre el conductor
Depósito de combustible	Delante del eje trasero; acero, aluminio o polietileno de alta densidad; válvula inercial que cierra en vuelco	Posición exacta en la hoja de rescate
Baterías de 42 V	Alimentan accesorios en vehículos con detención del motor	Ubicadas en sitio distinto a la de servicio: desconectar también
Arco ROPS	Arcos antivuelco de descapotables que se enclavan al girar el vehículo	Sistema independiente, sin conexión con el airbag: no supone riesgo
Isofix	Anclajes rígidos de sillas infantiles en el asiento trasero	Frente a la sujeción no rígida con cinturón
Asientos	Placa antisubmarino, airbags laterales, pretensores, ajustes eléctricos o neumáticos, calefactores, sensores de carga	Muchos cables; asientos regulables neumáticos pueden bajar al cortar el aire
Interior	Retrovisor pegado, tiradores y bandeja que se desprenden, freno de mano flexible	Sin aristas; la palanca de cambios se dobla o desprende

Ideas clave

Tres carrocerías: chasis independiente (rígido), autoportante (la mayoría, con célula y zonas de deformación) y monocasco. Frontal deformable 50-60 cm; el suelo es la pieza más rígida y el túnel central la espina dorsal; anillos A, B y C. GNC: 90 % metano, gaseoso, unos 200 bar, más ligero que el aire, rótulo CNG; GLP: butano y propano, líquido, 6-7 bar, más pesado. Híbridos y eléctricos: hasta 650 V, no abrir componentes HV, batería HV tras los asientos traseros, hoja de rescate. Control energético: llave o tarjeta a 5 m, borne negativo de la batería (y la segunda), intermitentes encendidos = tensión activa. Airbag: más de 30 km/h, ángulo hasta 15º, asiento ocupado; infla en menos de 30 ms; cortina cortable por las cintas. Pretensores antes que los airbags, en hebilla o montante B; cinturón de 3.000 kg con 25 cm de desplazamiento. Laminado con rayas en la serigrafía, templado sin ellas; hojas de rescate del RACE en el parasol; hora de oro 60 min.