

---

# **RISCOS EN INCENDIS DE VEHICLES DE NOVA GENERACIÓ**

---

**Institut de  
Seguretat Pública  
de Catalunya**



Mollet del Vallès, 15 d'abril de 2013



---

# RISCOS EN INCENDIS DE VEHICLES DE NOVA GENERACIÓ

---



Aquest llibre ha estat elaborat pel grup de recerca sobre els riscos en incendis de vehicles de nova generació:

Jordi Sans (Coordinador)

Juan J. Espadas  
Fernando P. Jovellar

Josep Ariño  
Josep Ma. Armengol  
Jordi Asín  
Albert Ballbé  
Josep Boixadé  
Ricard Bosch  
José R. Carme  
Josep Comte  
Oriol Gallemí  
Joan Gràcia  
Guillem Larrubia  
Ángel López  
Glòria Morera  
Rogelio Olivares  
Juan A. Pérez  
Jesus Quintela  
Miquel Rejat  
Esperanza Romero  
Ángel de Vicente

Violant Mascaró (correcció lingüística)

# ÍNDEX

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓ</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>FUM I GASOS TÒXICS</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>Sistema SRS (sistema de seguretat suplementària)</b> .....               | <b>9</b>  |
| <b>Elements sotmesos a pressió o pressuritzats</b> .....                    | <b>10</b> |
| Dispositius d'obertura i suport de portons .....                            | 10        |
| Amortidors de suspensió.....  | 11        |
| Pneumàtics. Aire o Nitrogen .....   | 11        |
| Compressor de suspensió pneumàtica. Calderins .....                         | 12        |
| Vas d'expansió. Maneguet.....   | 12        |
| Cilindres d'òxid nítrós .....   | 12        |
| Vidres.....   | 13        |
| Objectes personals.....   | 14        |
| <b>Elements que poden presentar temperatures extremes</b> .....             | <b>14</b> |
| CATALITZADOR o Convertidor catal·lític .....                                | 14        |
| Turbocompressor .....   | 15        |
| <b>Sistema elèctric</b> .....   | <b>16</b> |
| Bateries.....   | 16        |
| Bateries d'alta tensió .....  | 17        |
| Condensadors .....  | 17        |
| <b>Magnesi</b> .....  | <b>18</b> |
| <b>Gasolina i Gasoil</b> .....  | <b>20</b> |
| Gasolina.....   | 20        |
| Gasoil.....   | 21        |
| Additius de la gasolina .....   | 22        |
| Funcionament del sistema de combustible .....                               | 22        |
| <b>Biocarburants</b> .....  | <b>24</b> |
| Combustibles derivats d'olis vegetals.....                                  | 25        |
| Alcohols .....  | 25        |
| Pautes de resposta en emergències de gasolina, Gasoil o Biocarburants ..... | 27        |

|   |           |
|---|-----------|
| Procediment d'actuació en incendis de vehicles de gasolina, gasoil o biocarburants..... | 28        |
| Escenaris d'emergència per a gasolina, gasoil o biocarburants.....                      | 32        |
| <b>Gas natural.....</b>   | <b>34</b> |
| Identificació del vehicle.....  | 35        |
| Funcionament del sistema de combustible .....   | 35        |
| Pautes de resposta a emergències de GNC.....  | 40        |
| PROCEDIMENT D'ACTUACIÓ EN INCENDIS DE VEHICLES AMB ENERGIA A BASE DE GNC .....          | 41        |
| Escenaris d'emergència per a GNC .....  | 45        |
| <b>Gas líquid de petroli (GLP).....</b>   | <b>47</b> |
| Funcionament del sistema de combustible .....   | 48        |
| Pautes de resposta a emergències de GLP.....  | 51        |
| PROCEDIMENT D'ACTUACIÓ EN INCENDIS DE VEHICLES AMB ENERGIA A BASE DE GLP .....          | 52        |
| Escenaris d'emergència per a GLP .....  | 55        |
| <b>Energia elèctrica.....</b>   | <b>58</b> |
| Vehicles híbrids.....   | 59        |
| Desconnexió automàtica .....  | 62        |
| Mètodes per tallar el subministrament elèctric d'alta tensió.....                       | 62        |
| El tractament de vehicles elèctrics pot ser el mateix que els híbrids.....              | 64        |
| <b>Materials i compostos.....</b>   | <b>67</b> |
| <b>Productes generats per la combustió dels materials d'un vehicle.....</b>             | <b>71</b> |
| productes tòxics derivats de la combustió d'un vehicle.....                             | 73        |
| <b>ANNEX A. Taula de possibles riscos d'elements, materials i combustibles</b>          | <b>77</b> |

## INTRODUCCIÓ

Les actuacions de bombers en operatius d'extinció d'incendis, habitualment es fan per inèrcies històriques. Ara, si diem: "Per a l'extinció d'un incendi de un vehicle heu d'estacionar l'autobomba a una certa distància, pendent amunt i a contravent, refrigerar a distància el vehicle amb con d'atac, i evitar els extrems del vehicle", segurament més d'un pensarà o expressarà en veu alta "Això deu ser una broma, oi? Si hem estat apagant cotxes cada dia a la nostra manera... quin és el problema?".

Bé, doncs n'hi ha uns quants, de problemes. Podem considerar un incendi en un vehicle com una bomba de temps amb un ble que s'encén abans de l'arribada de la dotació de bombers. Les actuacions inicials en aquests incendis han de centrar-se en la desactivació d'aquesta metxa. Els incendis en vehicles presenten una múltiple varietat perills reals.

Els canvis en el disseny i la construcció d'automòbils exigeixen un canvi en la manera com els serveis de bombers s'enfronten als incendis de vehicles. Els nous materials i components incorporats a la indústria automobilística s'han traduït en un millor rendiment, una major economia de combustible, una millor resistència al xoc i en una reducció de les emissions de gasos. Malauradament, alguns d'aquests mateixos materials i components fan que l'extinció d'un automòbil modern sigui més difícil i perillosa que en vehicles més vells.

En l'actualitat, un incendi d'un vehicle comporta més fums, més toxicitat, més temperatura, elements sotmesos a pressió, risc de projecció d'elements i la possibilitat d'energies alternatives... en definitiva, molts més riscos. Per donar una resposta adequada a aquest augment del risc, organitzativament cal augmentar les mesures preventives de seguretat, i operativament cal una estratègia d'extinció més cautelosa, tàctiques menys agressives i un major nivell de protecció personal.

Les bateries produeixen hidrogen i contenen àcid sulfúric. Hi ha un cert perill d'explosió a causa de l'acumulació de vapor d'hidrogen evaporat del líquid electròlit de les bateries. Si la bateria esclata, no només es presenta el problema de projecció de restes, sinó que també poden ruixar d'àcid qui estigui al voltant.

En els vehicles turisme actuals, el dipòsit de gasolina pot estar construït amb plàstic de polietilè modelat d'alta densitat. En el cas de quedar exposat al foc o a temperatures elevades, el material plàstic es reblanirà ràpidament, i vessarà el líquid combustible que contingui. Els vehicles que funcionen

Els incendis de vehicle comporten una àmplia i variada quantitat de riscos, uns de visibles i notoris, i uns altres d'amagats que poden tenir conseqüències fatals per als bombers.

amb un sistema d'injecció de gasolina, fins i tot quan s'ha desconnectat l'encesa, encara contenen gasolina a pressió en el sistema de combustible. El trencament de qualsevol de les línies de subministrament de gasolina projectaria un núvol de combustible atomitzat que, si s'encén, envoltarà qui estigui a prop del vehicle.

La incorporació de nous combustibles, com són l'hidrogen, el gas natural (GNL, GNC), el gas líquid derivat del petroli (GLP), l'etanol, el metanol, l'electricitat, sota diferents modalitats de propulsió (injecció directa, híbrids, flexibles o combinats, cèl·lules de combustible) associen riscos nous durant un incendi en vehicles de tot tipus.

La fabricació dels vehicles actuals incorpora plàstics i altres materials sintètics en gairebé tots els acabats interiors, als seients, al quadre de comandament, i materials de farciment que, quan s'encenen, emeten gran quantitat de fum i vapors tòxics, que creen una atmosfera irrespirable i insalubre. **Avui dia, l'extinció d'un vehicle sense utilitzar l'equip de respiració autònoma (ERA), i sobretot sense utilitzar l'equip de protecció individual (EPI) complet, simplement és una imprudència.**

Els elements interiors dels vehicles moderns amb bons sistemes d'aïllament presenten la possibilitat que es produeixi una explosió de fums (*backdraft*). Tingueu molta cura quan obriu portes o trenqueu finestres si els vidres presenten restes de sutge o fuita un fum negre/groguenc per les esclatxes.

Les vàlvules d'alleujament de pressió del sistema de combustible en vehicles impulsats per gas inflamable poden crear flames prebarrejades de bastant longitud. Si es produeix una fallada d'aquests dispositius en un vehicle amb un cilindre de GLP, es pot produir una explosió per sobrepressió, i fins i tot una explosió BLEVE. Els vehicles que tenen aquest combustible alternatiu normalment no disposen de cap identificació de perill.

Els automòbils actuals incorporen a la seva estructura i accessoris diferents tipus d'aliatges. D'entre els elements utilitzats predominen l'acer, l'alumini i el magnesi, que suposa un gran perill intrínsec. Els focs de magnesi s'acceleren explosivament quan se'ls llança aigua. El resultat pot ser desastrós per a un bomber que entra el cap a l'interior d'un vehicle mentre aplica aigua inadvertidament sobre una peça de magnesi.

Durant un incendi en un vehicle, es pot produir l'activació tèrmica del generador híbrid de gas d'un coixí de seguretat (*airbag*), o la fallada física de la botella d'emmagatzematge pressuritzada. En el cas dels generadors de tipus pressuritzat, amb barreja de gasos comburentes i/o inflamables, provocarà la immediata inflamació i seran expulsats mitjançant un esclat cap a l'exterior del vehicle per la sobrepressió sobtada generada. Això provocarà el denominat efecte "metralla calenta". A causa de l'enorme energia generada per l'expulsió sobtada de gasos, impulsen en la seva ona expansiva plàstic en combustió, fragments de vidre procedent de les llunes, així com restes del recipient d'allotjament del generador de l'*airbag*.

Podem agrupar els riscos en diferents grups, segons el tipus de risc al qual poden estar exposats els diferents elements:

- Elements i materials de risc propis
- Combustibles
- Taula de possibles riscos d'elements, materials i combustibles
- Toxicitats dels materials

El fum derivat de l'incendi d'un vehicle produeix irritació a la gola, els ulls i les mucoses. En exposicions llargues produeix alteració del ritme respiratori i disminueix la capacitat de resposta del bomber.

## CAPÍTOL 1

---

# ELEMENTS I MATERIALS DE RISC PROPIS

---

Els canvis en el disseny i construcció d'automòbils exigeixen un canvi en la forma com els serveis de bombers s'enfronten als incendis de vehicles. Els nous materials i components incorporats a la indústria automobilista s'han traduït en un millor rendiment, major economia de combustible, millor resistència al xoc, i la reducció de les emissions de gasos. Malauradament, alguns d'aquests mateixos materials i components fan que l'extinció d'un automòbil modern sigui més difícil i perillosa que en vehicles més vells.

En l'actualitat, un incendi d'un vehicle comporta més fums, més toxicitats, més temperatura, elements sotmesos a pressió, risc de projecció d'elements i la possibilitat d'energies alternatives, en definitiva molts més riscos. Per donar una resposta adequada a aquest augment del risc, organitzativament cal augmentar les mesures preventives de seguretat, i operativament cal una estratègia d'extinció més cautelosa, tàctiques menys agressives, i un major nivell de protecció personal.

Els aspectes relacionats amb el sistema de combustible (bomba d'injecció, dipòsit, etc.) es tracta amb profunditat a la secció Combustibles.

## FUM I GASOS TÒXICS

L'exposició i inhalació del fum i gasos tòxics en un incendi provoca danys, tant en forma aguda com crònica, i a més del risc de mort poden deixar seqüeles, algunes d'irreversibles. Aquests gasos són producte de la calor i de la combustió completa i incompleta de diferents materials que es troben en el lloc de l'incident.

La falta d'oxigen, l'aire calent i l'efecte combinat d'aquests gasos tòxics potencia la seva capacitat de dany químic i físic a la pell, les mucoses, les vies respiratòries, la parènquima pulmonar i en tots els sistemes de l'economia, els més vulnerables de la qualsón el cor i el sistema nerviós central.

Els riscos derivats del fum i dels gasos tòxics es tracta amb més profunditat a la secció "Toxicitat dels materials".

Els danys a les vies aèries i el pulmó depenen dels components del fum inhalat, el grau d'exposició i la resposta de l'organisme.



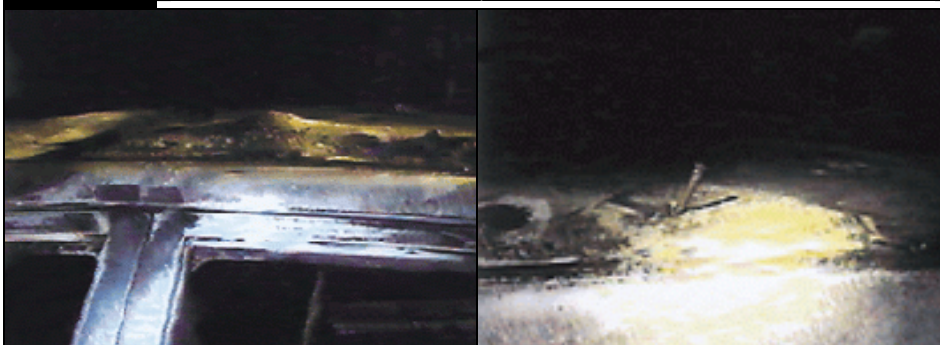
## SISTEMA SRS (sistema de seguretat suplementària)

L'activació tèrmica d'un generador de gas d'un coixí de seguretat es produeix per un sobreescalfament extern que provoca l'autoignició d'algun dels combustibles i/o gasos continguts (els sistemes d'*airbag* estan dissenyats perquè es disparin si la temperatura interna arriba als 175 °C), o la fallada física de la botella d'emmagatzematge pressuritzada. És altament improbable la fallada física dels generadors pressuritzats, a causa de les altes pressions de prova a què són sotmesos (fins a 900 bars), fet no aplicable als de tipus químic.

La pràctica totalitat de publicacions, o de referències existents en el nostre país sobre el coixí de seguretat asseguren que davant d'un sobreescalfament, les unitats s'activen normalment i mai arriben a explotar. Això no és totalment cert. Han estat documentats alguns casos d'explosió de la unitat del conductor per sobreescalfament del generador en vehicles incendiats. En un d'aquests casos l'explosió del sistema SRS del conductor va provocar que el generador travessés el sostre del vehicle, com un projectil.

**Figura 1.1**

Fotografies que mostren com el difusor del coixí de seguretat d'un Ford Aspire va quedar incrustat en el sostre del vehicle. Altres peces del sistema del coixí van sortir projectades fins a una distància de 5 metres del vehicle (Fotografies cortesia del Cedar Hammock FD)



En la majoria dels casos, seran el combustible i el gas pressuritzat en els generadors amb botelles a pressió, i l'azida sòdica i el detonant, en el cas de generador de reacció química, els que provoquin l'activació. La combustió es produeix per l'increment gradual de temperatura fins arribar al valor predeterminat d'autoignició de l'element amb el punt més baix. En els pressuritzats serà el combustible i en el segon el detonant (tret que apliquéssim una font de calor molt localitzada, com un bufador o discunitats *airbag*). Així doncs, en un incendi de vehicle, tots els coixins aniran activant-se de forma seqüencial, conforme l'increment de temperatura generat per l'incendi els vagi afectant.

Durant l'incendi en un vehicle, el foc inicialment afectarà la protecció externa (de plàstic), i la bossa d'aire abans que es produeixi l'autoignició per sobreescalfament, per la qual cosa quan tingui lloc, la barreja de gasos resultant circularà lliurement a l'interior de l'habitacle incendiada. En el cas dels generadors de tipus pressuritzat, amb barreja de gasos comburents i/o inflamables, provocarà la seva immediata inflamació i seran expulsats mitjançant un esclat cap a l'exterior del vehicle per causa de la sobtada sobrepressió generada.

En un alt percentatge d'assaigs realitzats, així com en intervencions reals, podem extreure la conclusió que hi ha una alta possibilitat que es produeixi el denominat efecte "metralla calenta". A causa de l'enorme energia generada per la sobtada expansió de gasos, impulsen amb l'ona expansiva tant plàstic en combustió, com fragments de vidre procedent de les llunes i restes del recipient d'allotjament del generador del coixí, que acostuma a fracturar-se. Aquest efecte es dona, sobretot, en el coixí de l'acompanyant.

La recomanació general sobre la manera de procedir davant vehicles incendiats amb unitats *airbag* actives és mantenir una distància mínima de seguretat de diversos metres, almenys fins que se sufoquin les flames en l'interior de l'habitacle, i intentar, en la mesura del possible, refrigerar la zona en la qual pressuposem l'existència de coixins de seguretat sense activar (sobretot els frontals).

El pretensor del cinturó de seguretat és un mecanisme que pot estar tocant els ancoratges dels cinturons de seguretat o a l'interior del muntant B. Hi ha pretensors que porten elements pirotècnics o molles precarregades com a part del seu funcionament. En cas d'incendi es podria veure debilitat el conjunt i com a causa de la temperatura es podria autoaccionar, i projectaria metralla, o es podria col·lapsar i faria saltar parts del conjunt del pretensor del cinturó.

## ELEMENTS SOTMESOS A PRESSIÓ O PRESSURITZATS

En un vehicle hi ha diversos elements mecànics sotmesos a pressió que afavoreixen diferents funcionalitats del vehicle i que, a causa d'un incendi, es desacoblen dels seus suports o bé els suports es fonen. També hi ha elements pressuritzats l'estructura continent dels quals no suporta l'augment de la pressió interior per la calor generada en un incendi, o queda tan debilitada que minva la seva capacitat contenidora (com és el cas de la botella d'emmagatzematge per un sistema *airbag* de cortina). En tots dos casos, el resultat últim serà l'alliberament descontrolat d'energia, acompanyada de metralla. A continuació presentem els elements que més habitualment poden donar lloc a aquest alliberament d'energia, però recordeu que qualsevol element del vehicle amb capacitat de pressuritzar-se també té aquesta característica.

## DISPOSITIUS D'OBERTURA I SUPORT DE PORTONS

Els dispositius d'obertura i suport del portaequipatges, porta posterior i capó poden utilitzar un o la combinació de qualsevol d'aquests elements: ressorts, cilindres de gas, braços d'extensió, etc. Aquests elements de ressort quedaran pressuritzats després de quedar exposats a la calor.

Els amortidors de *portó* són elements pressuritzats que fan una força que oscil·la entre els 50 i 400 N en funció del pes que hagin de suportar. Normalment estan col·locats en els dos laterals del *portó* posterior i en el capó. S'han de tenir en compte també les furgonetes amb sostre elevable, que també en porten als dos laterals. Si aquests elements es veuen sotmesos a l'alta temperatura d'un incendi, incrementa la pressió interna del *botellí* pressuritzat, augmenta la força que fa la botella, i provoca una possible fallada dels ancoratges i que surtin disparats com projectils.

Desbloquejar el sistema de tancament d'aquests elements pot donar com a resultat la projecció violenta de la porta del portaequipatges o del capó, o la projecció dels pistons mateixos, cosa que pot causar serioses lesions.

**Figura 1.2**

El pistó del sistema de tancament del compartiment motor va perforar l'equip de protecció del bomber i li va travessar el bessó (Fotografies cortesia del Windsor Locks Fire Department)



La figura 1.2 mostra l'efecte del desacoblament d'un pistó del sistema de tancament del compartiment del motor. El novembre de 2004, un bomber del Windsor Locks Fire Department (EUA) estava intentant desbloquejar la tanca del capó quan va explotar el pistó de la banda del passatger, va sortir disparat recte per la part davantera del vehicle i li va travessar completament el bessó dret. Per garantir la seguretat personal, cal deixar una certa distància quan s'alliberi un mecanisme de tancament.

## AMORTIDORS DE SUSPENSIO

És un pistó pressuritzat que pot tenir part dels ancoratges de goma per absorbir vibracions. En cas d'incendi, n'augmentarà la pressió i el debilitament de l'ancoratge, i podrien sortir disparats tant l'amortidor com la molla de la suspensió.

Estan sempre col·locats en la cara interna de les rodes, per la part superior.

## PNEUMÀTICS. AIRE O NITROGEN

Podem considerar els pneumàtics d'un automòbil com a petits recipients a pressió que, exposats a un incendi, poden esclatar per la sobrepressió interior. Les rodes en un incendi poden arribar a explotar per un augment de pressió o per un col·lapse del cautxú de la roda. Aquesta explosió projecta metralla en forma de trossos de cautxú inflammat i bandes radials metàl·liques. Acosteu-vos al vehicle de manera que obtingueu la màxima protecció contra la possibilitat d'impacte d'aquestes restes.

L'única diferència entre l'inflament amb aire o amb nitrogen ( $N_2$ ) és que, amb l' $N_2$  les variacions de pressió com a causa de l'escalfament són més petites.

## COMPRESSOR DE SUSPENSIÓ PNEUMÀTICA. CALDERINS

Aquests compressors porten un calderí a pressió d'uns 20 litres de capacitat (per a un turisme de dimensions estàndard) amb una pressió màxima de treball de 14 bars, que en cas d'incendi podria arribar a explotar i provocar metralla. Igualment, alguna suspensió pneumàtica podria arribar a reventar com a causa de la sobrepressió per augment de la temperatura, ja que el revestiment de fora és de goma. Està situat al portaequipatges del vehicle o als baixos.

**Figura 1.3**

Part d'una seqüència d'un incendi en un vehicle, on es pot apreciar el llançament de fragments de pneumàtics



## VAS D'EXPANSIÓ. MANEGUET

Tot el circuit de refrigeració, quan està a temperatura de servei, està pressuritzat. Si un incendi debilités alguna part del circuit podria provocar una fuga de líquid refrigerant a pressió a gran temperatura i podria provocar cremades.

El vas d'expansió pot estar col·locat en diversos llocs del compartiment del motor, i els maneguets estan unint tot el sistema de refrigeració des del motor fins al radiador.

## CILINDRES D'ÒXID NITRÓS

L'òxid nítrós ( $N_2O$ ) s'emmagatzema en forma líquida, a temperatura normal i 50 bars de pressió (1 bar equival aproximadament a 100 quilopascals, kPa), en cilindres adequats. La seva temperatura crítica és de 37 °C; a partir d'aquest valor, la pressió de vapor no permet conservar l'òxid nítrós en forma líquida: es transforma en gas i arriba a una pressió de 70 bars.

El cilindre contenidor sol ser d'acer, alumini o fibra de carboni, amb una capacitat de 1,5 litres o superior. Normalment el trobarem al portaequipatges o sota del seient, tot i que, com que no està regulat, el podríem trobar a qualsevol part del vehicle.

El principal risc que comporta la presència d'un cilindre d'òxid nítrós a l'interior d'un vehicle en flames és l'explosió del cilindre. La descomposició de l' $N_2O$  a oxigen i nitrogen emet 1880 kJ/kg d'energia (per comparació, el TNT emet 4600 kJ/kg, és a dir, que l'energia resultant de la descomposició de l' $N_2O$  és un valor del 40% del TNT). Un cilindre conté habitualment uns 4,5 kg de  $N_2O$ , que és equivalent a uns 2 kg de TNT.

El cilindre es pressuritza més fàcilment si una part apreciable del contingut líquid es vaporitza per la calor de l'incendi que l'envolta. Cada 0,5 kg vaporitzat augmenta 8,5 bars a 700 °C. Si es vaporitza tot el contingut del cilindre, la pressió arribarà a uns 80 bars. Aquest augment de la pressió, més l'augment generat per la descomposició exotèrmica, podria arribar a una pressió interior d'uns 150 bars. Aquesta pressió és molt superior a la que pot controlar una vàlvula d'alleujament de pressió.

**Figura 1.4** Cilindre d'òxid nítrós al costat d'un extintor



La ruptura d'un cilindre genera una ona de pressió. Si assumim que el cilindre és ple, explotarà amb una energia equivalent a 2 kg de TNT, amb una ona explosiva d'1,5 bars a 3,15 metres del punt de l'explosió. Aquest valor és molt superior al llindar límit per a trencament de timpans i danys pulmonars. Els efectes de l'ona expansiva augmenten quan l'explosió es produeix en espais tancats o confinats.

## VIDRES

Els vidres per si sols no tenen cap risc a part de provocar talls, però en un incendi es poden comportar com un element tensionat mecànicament en el cas de deformacions del vehicle quan hi ha vidres de policarbonat, i també es poden comportar com a metralla en el cas d'una explosió on hi hagi afectat un vidre trempat.

Estan situats envoltant l'habitacle en tot el camp de visió dels ocupants, i actualment també se n'estan posant al sostre.

## OBJECTES PERSONALS

Els bombers cal que tinguin en compte que el portaequipatges d'un automòbil pot contenir gairebé qualsevol tipus de material perillós. Tan perillós com el vehicle és la càrrega que pot portar. Hi ha poques o cap manera de saber què transporta un vehicle. La gent porta coses molt diverses i amb molts riscos encara que no en siguin conscients: desodorant (pressuritzat, explosió, metralla), fogó portàtil (pressuritzat, explosió, metralla, BLEVE), pintures (inflamable), bateries (tensió elèctrica), etc.

**Figura 1.5**

Les zones de portaequipatges d'un vehicle poden donar com a resultat perilloses sorpreses.



## ELEMENTS QUE PODEN PRESENTAR TEMPERATURES EXTREMES

### CATALITZADOR O CONVERTIDOR CATAL·LÍTIC

El principal risc d'aquest element és la temperatura extrema a la qual treballa. La temperatura de servei del catalitzador està entre 400 i 800 °C, però en cas de mal funcionament podria arribar a temperatures que oscil·len entre els 1000 i els 1400 °C, cosa que faria fondre la part interna del catalitzador.

Està col·locat sempre al final del col·lector d'escapament als baixos del vehicle, i és l'aparell de control per a l'emissió de fum dels vehicles. Aquests catalitzadors estan a l'interior de recipients metàl·lics de diferents mesures i formes, situats al sistema de sortida de fums del vehicle, des del tub d'escapament fins a sota el capó.

L'interior de la coberta del convertidor està disposat en capes d'un substrat de vidre ceràmic cobert amb platí. Aquest element cristal·lí pot

presentar-se en forma de petites boles o amb una estructura tipus rusc d'abella amb una densitat de més de 60 cel·les per centímetre quadrat. Els fums calents resultants de la combustió passen a través del platí-vidre ceràmic quan es dirigeixen cap al tub d'escapament. El platí converteix els elements contaminants de l'escapament en diòxid de carboni i vapor d'aigua.

Perquè el convertidor treballi correctament, l'element cristal·lí catalitzador cal que arribi a una temperatura relativament alta; és normal una temperatura de treball del voltant dels 700 °C. La capa metàl·lica exterior del catalitzador arriba normalment a una temperatura de 500 °C. Per això està equipat amb protecció tèrmica i aïllants per mantenir aquesta calor fora de l'habitacle dels passatgers i qualsevol altre component del vehicle. El problema apareix quan s'introdueix una barreja d'aire i combustible rica a l'interior del catalitzador, quan hi ha poca o cap ventilació per aire que refresqui la capa exterior. Un motor que falli o un vehicle estacionat amb el motor encès pot fer que la capa exterior del catalitzador arribi a temperatures de fins a 1000 °C.

**Figura 1.6**

La capa metàl·lica exterior del catalitzador arriba normalment a una temperatura de 500 °C. En cas de mal funcionament, pot arribar a fins als 1000 °C



Un perill evident associat als catalitzadors, a causa de les altes temperatures a què arriba, és la possibilitat de convertir-se en un punt d'ignició per als vapors inflamables del combustible. Si aquests vapors contacten amb el catalitzador en una barreja adequada amb l'aire, i la temperatura de la capa exterior està per sobre de la temperatura d'ignició de la barreja, la ignició instantània dels vapors donarà lloc a un incendi o una deflagració.

## TURBOCOMPRESSOR

Treballa a més de 100.000 rpm i justament a la sortida del col·lector d'escapament. Això fa que sempre treballi a temperatures extremes al voltant dels 750 °C. Com a conseqüència d'una mala lubricació pot passar que arribi a temperatures de 1000 °C i que esdevingui una possible font d'ignició.

Normalment està col·locat a la sortida dels gasos d'escapament i porta tubs també cap a l'admissió del vehicle.

## SISTEMA ELÈCTRIC

De tots els riscos que es poden presentar en un incendi en un vehicle, el sistema elèctric és amb el qual els equips d'extinció estan més familiaritzats, al mateix temps que s'hi mostren més recelosos. El personal de bombers ha de conèixer les característiques de funcionament d'un sistema elèctric típic d'un vehicle, ser capaç d'anticipar-se als riscos que poden presentar-se i assegurar la bateria i el sistema elèctric per poder fer una extinció completa de l'incendi en un vehicle.

### BATERIES

Porten àcid sulfhídric (corrosiu) al seu interior. Estan fetes de polipropilè que es fon a partir de 166 °C. En cas d'impacte o incendi desprèn oxigen (comburent) i hidrogen (gas inflamable). Tenen tensió elèctrica de 12 volts en corrent contínua. En cas d'incendi es poden provocar curtcircuits com a conseqüència que s'hagin fos alguns cables i podem trobar tensió en qualsevol part metàl·lica del vehicle; fins i tot pot passar que el vehicle es posi en marxa espontàniament.

Una bateria té dos terminals, que poden connectar tres cables o més. Això és més habitual en vehicles nous. S'utilitzen dos cables de terra connectats al mateix terminal. Un dels cables es connecta al bloc motor o a l'estructura, i el segon es connecta en una àrea diferent, normalment a la xapa o al xassís. El personal de bombers s'ha de mantenir alerta davant de la possibilitat que hi hagi diferents cables, ja que tallant-ne un potser no es desconnectarà totalment el sistema elèctric.

Tan sols podem manipular la bateria si hem fet una supervisió completa del vehicle. Una vegada s'hagi comprovat la situació global, podem desconnectar el sistema elèctric d'un vehicle. El cable a terra es pot manipular amb més seguretat que el cable amb càrrega elèctrica, perquè té menys possibilitats de crear un arc o una espurna.

**Figura 1.6**

El cable a terra es pot manipular amb més seguretat que el cable positiu, ja que té menys possibilitats de crear un arc elèctric





El cable de la bateria que serveix com a terra, pot tallar-se o desconnectar-se, però de les dues maneres es pot produir una guspira al moment de separar els cables i de deixar la punta del cable amb el conductor visible. Si aquests cables comuniquen accidentalment amb una part metàl·lica, s'establirà la presa de terra i tornarà a donar corrent elèctric al sistema altra vegada.

Si tallem el cable de terra, els extrems lliures han d'aïllar-se amb cinta adhesiva i assegurar la seva posició. Una altra opció és fer un segon tall al mateix cable i eliminar totalment la secció, per disminuir la possibilitat de contacte amb un element metàl·lic.

El sistema elèctric també pot anul·lar-se desconnectant el cable de terra del seu terminal a la bateria amb una clau, un tornavís, etc. Una altra vegada, el final del cable desconnectat ha d'aïllar-se de qualsevol contacte metàl·lic. Si disposem de les eines adequades a mà per fer la desconnexió de la bateria, es pot fer tan ràpidament com el tall. En el moment de separar el born del connector del cable, pot produir-se una espurna si hi ha electricitat en el sistema.

No hem de treballar sobre les bateries fins que l'àrea de treball no estigui ventilada adequadament en obrir el capó. El principal avantatge de la desconnexió del cable de massa sobre el tall és que permet la reconexió durant el procés de rescat si fa falta que el sistema elèctric torni a connectar-se. Tornar a connectar el cable de massa al sistema elèctric ens pot beneficiar, per exemple, quan hem de desbloquejar les portes, en el cas que aquest bloqueig es practiqui a través de commutadors elèctrics.

## BATERIES D'ALTA TENSIÓ

Acostumen a ser de plom-àcid (Pb), níquel-metall hidrur (NiMH), níquel-cadmi (NiCd) o d'ió liti (Li-ion), materials molt perjudicials per als teixits humans. El principal risc que comporten, és que poden arribar a tensions de 288V en corrent contínua que transformen a 650V de corrent alterna segons els models. Igual que les bateries de 12 volts reaccionen creant hidrogen (gas inflamable).

Aquest aspecte es tractarà amb més profunditat en la secció "Combustibles".

## CONDENSADORS

Tenen el risc de conservar tensió encara que hàgim desconnectat la bateria. També tenen com a risc un sobreescalfament intern amb la consegüent expansió i evaporació de l'àcid, que quan supera per pressió la resistència del tap de goma pot provocar una petita explosió.

Estan distribuïts per les diferents parts dels vehicles on hi ha elements electrònics.

## MAGNESI

Utilitzar magnesi és un mètode per reduir el pes de l'automòbil. Aquest fet s'aprofita per disminuir el pes de les peces disminuint l'espessor de les parets de certes peces que no tenen problemes de resistència.

El magnesi és un element alcalí terrós amb una temperatura de fusió de 650 °C. És un material que un cop encès costa molt d'extingir, ja que reacciona tant amb el nitrogen de l'aire (i forma nitrat de magnesi) com amb el diòxid de carboni (i forma òxid de magnesi i carboni). Si el material està incandescent i li apliquem aigua, descompon l'aigua i forma hidrogen (gas inflamable) i oxigen (comburent), de manera que aviva encara més l'incendi amb una flama blanca molt característica.

Els llocs més comuns on podem trobar magnesi són a les caixes de canvi, la columna de direcció, el volant, els sostres descapotables i a la part interna de les portes, entre altres llocs.

Actualment, fora de la competició, en què aquests aliatges són més fàcils de trobar, en els automòbils de carrer s'utilitza en un percentatge, aproximadament entre 10 i 20 kg per cotxe, com ara l'Alfa Romeo 156 (9.3 kg), el Porsche Boxster (9.9 kg), el VW Passat (13.6 kg), l'Audi A4 i A6 (14 kg), el Mercedes SLK (7.7 kg, dels quals 3.2 kg en el sostre descapotable) i el Mercedes SL (20,3 kg). El Lupo 3L TDi utilitza magnesi per al volant i la part interior de la porta del darrere, amb un total de 3,7 kg, dels 136 kg que són d'aliatges lleugers, principalment d'alumini.



## CAPÍTOL 2

---

# COMBUSTIBLES

---

La diversificació energètica en el sector del transport és molt reduïda. A més, com que els combustibles líquids són menys eficients energèticament i més contaminants que altres energies alternatives, cal plantejar l'ús d'aquestes energies ja no a llarg termini, sinó en un futur immediat.

A part dels vehicles impulsats per destil·lats d'hidrocarburs, l'electricitat, el gas natural comprimit (GNC) i els biocombustibles són energies alternatives contrastades i aplicables a curt termini. La pila de combustible ( $H_2$ ) i el gas natural líquid (GNL) també han estat objecte de diverses experiències i són factibles, si bé la seva aplicació no sembla tan immediata. L'aire comprimit i l'energia electrosolar, finalment, es poden considerar projectes a més llarg termini.

No és l'objectiu d'aquest estudi entrar a descriure en profunditat les característiques tècniques d'aquests combustibles, tot i que es fa indispensable introduir-ne les principals propietats.

A continuació es descriuen la situació en els diferents camps, segons la font primària d'energia emprada:

- Gasolina, gasoil i biocarburants
- Gas natural comprimit (GNC)
- Gas líquid del petroli (GLP)
- Energia elèctrica

## GASOLINA I GASOIL

### GASOLINA

La gasolina és una barreja manufacturada que no apareix naturalment en el medi natural. La gasolina és un derivat del petroli en el procés de refinació. És un líquid incolor, marró pàl·lid o rosat, i és summament inflamable. Es tracta d'una barreja de cadenes d'hidrocarburs de cinc a nou àtoms de carboni, de relativa volatilitat, amb o sense petites quantitats d'additius, els quals estan barrejats per formar un combustible convenient per a ús en motors automotrius de combustió interna.

La gasolina és el principal combustible utilitzat com a font d'energia per a automòbils. La gasolina juga un paper tan important en la nostra vida diària que ens oblidem de com de perillosa pot ser si no es maneja o emmagatzema amb cura. El perill principal de la gasolina és el foc i les explosions. La gasolina líquida no crema, però els vapors de gasolina, sí. Com que els vapors pesen més que l'aire, es mantenen prop de terra i poden acumular-se en àrees baixes. Qualsevol font d'ignició (cigarretes, llumins, calor del sistema d'escapament de fums o qualsevol espurna) pot encendre el vapor de la gasolina. Quan els vapors de la gasolina s'encenen, 5 litres de gasolina poden deflagrar amb una energia i violència importants.

**Figura 1.8**

Cal considerar tot el sistema de combustible com un risc potencial i estar sempre atents a la possibilitat de fuites de vapor, vessaments, foc o explosió



## GASOIL

El gasoil, també denominat dièsel, és un líquid de color blanc o verdós i de densitat sobre els  $832 \text{ kg/m}^3$  ( $0,832 \text{ g/cm}^3$ ), compost fonamentalment per parafines i utilitzat principalment com a combustible en motors dièsel i en calefacció. El seu poder calorífic és de  $8.800 \text{ Kcal/kg}$ .

Quan és obtingut de la destil·lació del petroli es denomina petrodièsel i quan és obtingut a partir d'olis vegetals es denomina biodièsel. El dièsel costa una mica menys que la gasolina per una qüestió d'impostos, i el seu rendiment és més eficient (un vehicle dièsel consumeix menys combustible per distància recorreguda que un vehicle de gasolina).

En els motors dièsel, la combustió no utilitza la guspira d'una bugia per encendre la mescla (en què el gasoil és el combustible i l'oxigen el comburent), sinó l'augment de pressió, i per tant l'augment de temperatura en la compressió que es produeix en el segon temps dels motors de combustió interna. En el motor de quatre temps, depenent de les curses del pistó, se succeeixen admissió, compressió, expansió (després de la combustió de la mescla) i escapament. En el motor de dos temps l'admissió ocorre en la mateixa cursa que l'expansió i la compressió en la mateixa cursa que l'escapament.

La paraula **dièsel** deriva del nom de l'inventor alemany Rudolf Diesel, que el 1892 va inventar aquest tipus de motor.

El motor dièsel és un tipus de motor de combustió interna. Els primers motors dièsel dissenyats per Rudolf Diesel utilitzaven oli vegetal com a combustible per ajudar la societat agrària, concretament oli de palma i oli de cacauet. Posteriorment es va usar oli mineral (petroli) perquè era més econòmic.

El motor dièsel es regeix mitjançant el cicle termodinàmic del mateix nom, que està constituït per una compressió adiabàtica, una expansió isòbara, una expansió adiabàtica i una descompressió isocora.

El 2010 la densitat del gasoil provinent de petroli era aproximadament de  $0,832 \text{ kg/l}$  (varia segons la regió), un 12% més que la gasolina, que té una densitat de  $0,745 \text{ kg/l}$ . Aproximadament el 86,1% del dièsel és carboni, i quan es combustiona ofereix un valor calorífic de  $43,10 \text{ MJ/kg}$  contra  $43,20 \text{ MJ/kg}$  de la gasolina. No obstant això, a causa de la major densitat, el dièsel ofereix una densitat volumètrica energètica de  $35,86 \text{ MJ/l}$  contra els  $32,18 \text{ MJ/l}$  de la gasolina, és a dir un 11% més gran, que podria ser considerada quan comparem l'eficiència del gasoil enfront del volum. Les emissions de  $\text{CO}_2$  del dièsel són de  $73,25 \text{ g/MJ}$ , lleugerament més baixes que les de la gasolina, amb  $73,38 \text{ g/MJ}$ . Comparativament, el punt d'inflamació del gasoil és de  $52$  a  $96 \text{ }^\circ\text{C}$ , mentre que el de la gasolina és de  $-43 \text{ }^\circ\text{C}$ .

El gasoil generalment és més simple de refinar del petroli que la gasolina, i conté hidrocarburs amb un punt d'ebullició entre  $180$  i  $360 \text{ }^\circ\text{C}$ . El preu del dièsel sol créixer en els mesos freds, que fan augmentar el consum de fueloil, que és un refinat de la mateixa fracció. A causa dels recents canvis en la normativa de qualitat del combustible, les refineries estan obligades a eliminar-ne el sulfur, la qual cosa contribueix a augmentar-ne el cost.

## ADDITIUS DE LA GASOLINA

La introducció d'additius oxigenats a la gasolina, com són els alcohols, va començar en els anys vint quan se'n va descobrir la qualitat d'elevat l'octanatge dels carburants llavors disponibles. Va ser als anys setanta quan es va tornar a parlar dels alcohols. Els èters també van començar a usar-se pel mateix temps, i l'ocupació dels dos tipus de molècules s'ha incrementat i està en molts països atès que les refinadores van trobar un producte capaç d'augmentar l'octanatge en els temps en què el cru era escàs per assumptes polítics. També es va veure un argument important per augmentar l'octanatge quan molts països van iniciar una campanya per fer desaparèixer el tetraetilè de plom de les gasolines.

La majoria dels additius oxigenats són alcohols o èters i contenen d'un a sis àtoms de carboni. En particular, els alcohols s'han emprat en la gasolina des dels anys trenta. Més endavant parlarem d'una varietat dels èters, però primer donarem la fórmula dels més representatius. Dels alcohols i afegits en concentracions superiors a l'1 o el 2%, els més usats són el metanol, etanol, isopropanol, terbutanol i barreges d'alcohols amb un a cinc carbonis. Dels èters, els més emprats són l'èter metil-terbutílic (EMTB), el metil-teramílic (EMTA) i l'etil-terbutílic (EETB).

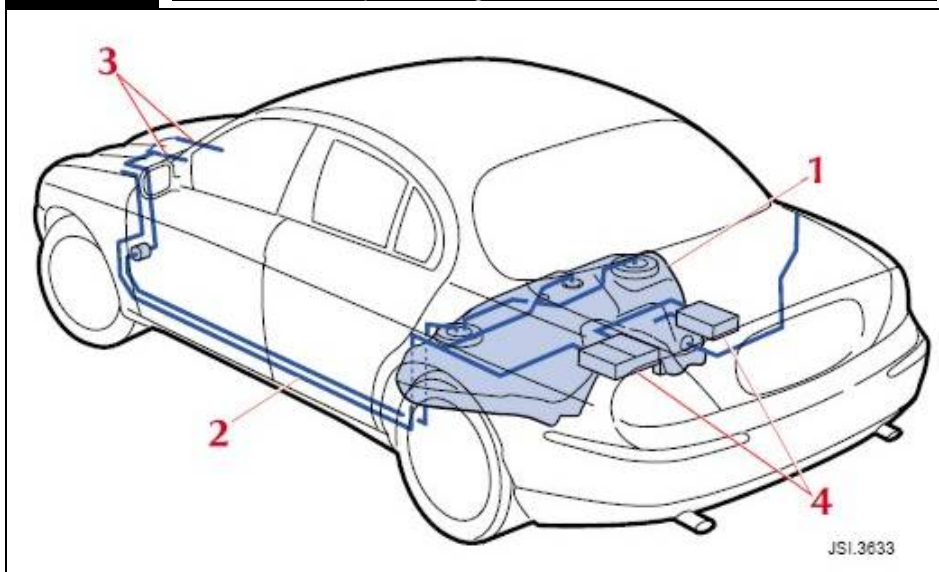
Dels èters més emprats, l'EMTB és possiblement el número u, perquè es barreja molt bé amb els hidrocarburs de la gasolina. La demanda sembla créixer sobretot en els països en els quals s'ha anat substituint poc a poc el plom en la gasolina. La seva fabricació comercial es va iniciar a Europa, específicament a Alemanya i Itàlia, i va arribar a gran popularitat en els anys setanta arran del conflicte petroler. La síntesi de l'èter es realitza catalíticament a les refineries, barrejant l'isobutè.

## FUNCIONAMENT DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Al temps que avança la tecnologia automobilística, els problemes i riscos amb els quals es troba el personal d'emergència es multipliquen contínuament. Els sistemes de combustible sempre han representat un factor important de risc en l'automòbil. Els bombers han de comprendre la funció i els efectes dels components del sistema de combustible per afrontar amb seguretat els sinistres relacionats amb vehicles, ja siguin de foc o de rescat. Un sistema de combustible típic als automòbils està format per un dipòsit de combustible, un tub d'ompliment amb tap, el circuit de combustible, el circuit de vapor, alguns filtres i la bomba de combustible.

Quan es produeix un incendi al vehicle, l'estanquitat del sistema pot elevar la pressió dels vapors de la gasolina i provocar l'explosió d'alguns dels components del sistema de combustible. Cal considerar tot el sistema de combustible com un risc potencial i estar sempre atents a la possibilitat de fuites de vapor, vessaments, foc o explosió a l'escena de l'accident. Aquests riscos han de ser identificats i controlats ràpidament.

**Figura 1.9** Sistema típic de combustible (Jaguar CRX): 1 dipòsit; 2 i 3, línies de combustible; 4, recuperador de gasos.



## DIPÒSIT DE COMBUSTIBLE

En el cas d'una col·lisió pel darrere, el dipòsit pot desplaçar-se, desconectar-se del tub d'ompliment i xocar amb altres components situats en l'angle posterior del vehicle. Els vehicles més moderns col·loquen làmines plàstiques deflectores enfront del dipòsit per disminuir la possibilitat de trencament i incorporen un tub d'ompliment més llarg.

Hi ha dues tecnologies per als dipòsits de combustible en automòbils:

- Dipòsits de plàstic, concretament polietilè d'alta densitat (HDPE) produïts per mitjà d'emmotllament per bufat. Aquesta tecnologia està en auge perquè fa emissions de fuel molt reduïdes. El plàstic també possibilita geometries complexes; per exemple, el dipòsit es pot muntar directament sobre l'eix posterior, estalviant espai i millorant la seguretat en cas d'impacte.
- Dipòsits de metall (acer o alumini) a partir de la soldadura de làmines estampades. Encara que aquesta tecnologia dona bons resultats en el control d'emissions del combustible, és cada vegada menys competitiva en el mercat.

Els estudis sobre aquests tipus de dipòsits indiquen que, malgrat que els construïts en plàstic mostrin un comportament tan bo o millor que els dipòsits metàl·lics en resistència al punxament en cas de xoc, en cas de quedar exposat al foc o temperatures elevades, el material plàstic es reblanirà ràpidament, i vessarà el líquid combustible que contingui.

A Espanya, els dipòsits plàstics estan regulats per la Directiva 2000/8/CE del Parlament Europeu i del Consell, per la qual es modifica la Directiva 70/221/CEE del Consell relativa a l'aproximació de les legislacions dels estats membres sobre els dipòsits de carburant líquid i els dispositius de protecció del darrere dels vehicles de motor i dels seus remolcs [Diari oficial L 106 de 3.5.2000].

## CONTROL D'EMISSIÓ DE VAPORS

Qualsevol que hagi tret alguna vegada el tap d'ompliment d'automòbils moderns en un dia de calor d'estiu, sap que xiula com si el tap perdés. Aquest so està causat per la pressió creada pel sistema de control de vaporització de combustible del vehicle i els nous sistemes estancs de combustible. Els nous sistemes de combustible estan compostos per un dipòsit estanc i una cubeta de recuperació de vapors. En aquest sistema de control de l'emissió per vaporització, s'elimina la sortida de vapors de la gasolina o fums cap a l'atmosfera exterior.

La cubeta de recuperació, situada prop del bloc motor, actua com un condensador de vapor. Quan l'automòbil està aturat, els vapors que normalment haurien d'anar cap a l'exterior, són recollits per un element de carbó en l'interior de la cubeta de vapor, cosa que dona com a resultat una concentració de vapors de combustible en un element estanc. Durant el funcionament del motor, l'aire s'utilitza per buidar el sistema, per forçar els vapors cap a les vàlvules d'admissió de manera que el motor cremi aquests vapors.

## TUB D'OMPLIMENT DE COMBUSTIBLE

El tub d'ompliment de combustible ha tingut algunes modificacions, com la inclusió d'un adaptador reductor situat al coll del tub per la gasolina sense plom equipat també amb una vàlvula. Aquesta vàlvula de clapeta està dissenyada per minimitzar els vessaments de combustible produïts per una col·lisió amb voltes de campana. El nou tap d'ompliment conté una vàlvula de buidat i una vàlvula d'alleujament de pressió tarada a 10 bars.

Abans de carregar el combustible s'han d'igualar els potencials del sortidor amb el del vehicle tocant la part metàl·lica del sortidor amb la boca metàl·lica del tub d'ompliment, ja que el vehicle pot carregar-se electrostàticament per la fricció amb l'aire.

En grans dipòsits de combustible, cal tenir cura amb els materials de les conduccions, ja que la fricció electrostàtica del combustible, que és dielèctric amb alguns tipus de plàstics, pot generar descàrregues electrostàtiques a l'interior dels tubs si es carrega a velocitats importants.

Quan una persona entra al vehicle mentre carrega combustible, pot adquirir potencial electrostàtic considerable per la fricció de la seva roba amb la de la tapisseria. El calçat amb sola sintètica manté aquest potencial durant desenes de segons, sobretot si la humitat ambiental és baixa. Hi ha precedents documentats que en acostar la mà al lloc de càrrega, han saltat guspires que encenen els vapors de combustible desplaçats durant la càrrega.

## BIOCARBURANTS

S'anomenen biocarburants tots aquells combustibles líquids destil·lats a partir de productes agrícoles; tenen un poder calorífic semblant al dels combustibles sòlids, la qual cosa permet la seva utilització en motors sense haver d'efectuar modificacions importants. Són uns combustibles alternatius que gaudeixen d'uns clars avantatges i que, alhora, presenten un potencial d'utilització molt alt dins de la Unió Europea. Es poden distingir dues



classes de biocarburants: els alcohols i els seus derivats, i els olis obtinguts a partir dels cultius de llavors oleaginoses (colza, soja, gira-sol).

Les experiències amb biocarburants a Europa i a Catalunya s'han centrat en els èsters metílics, per les seves millors característiques per ser utilitzats en motors de combustió (no calen modificacions mecàniques del motor dièsel) i perquè ja existeix una xarxa de producció i distribució.

## COMBUSTIBLES DERIVATS D'OLIS VEGETALS

Els olis obtinguts a partir dels cultius de llavors oleaginoses, com ara la colza, la soja i el gira-sol principalment, poden ser utilitzats en forma d'oli sense refinar o modificant-los mitjançant un procés químic per obtenir èster metílic o etílic. L'oli s'extreu de les llavors d'aquests conreus mitjançant una separació per mètodes mecànics o químics, seguida d'un procés de filtratge. Tots els olis presenten unes propietats físicoquímiques bastant similars. Quan són sotmesos a un procés químic, s'orienta sobretot a l'obtenció d'èster metílic pel fet que l'èster etílic té un procés de purificació difícil de dur a terme.

L'èster metílic s'obté a través d'un procés d'esterificació que transforma l'oli depurat. La reacció es fa entre l'oli i el metanol, i s'obté glicerina com a derivat.

Com a resultat del procés d'esterificació de l'oli vegetal, s'obté un èster pur amb propietats com a combustible molt semblants a les del gasoil.

## ALCOHOLS

Els alcohols són derivats simples d'hidrocarburs (molècules formades per carboni i hidrogen) i es caracteritzen per tenir un grup oxidril (OH) unit a un dels àtoms de carboni en les seves molècules.

Els alcohols simples de baix pes molecular com el metanol són incolor, volàtils, líquids, inflamables i solubles en aigua. Quan el pes molecular creix, el punt d'ebullició, el punt de fusió i la viscositat creixen i la solubilitat en aigua decreix. Aquestes propietats físiques poden ser alterades per la presència d'altre grup funcional (un àtom o grup d'àtoms units entre si i a la resta de les molècules d'una determinada manera estructural). La majoria dels alcohols de baix pes molecular són els de major importància comercial. Són usats com a solucions en la preparació de pintures, anticongelants, productes farmacèutics i altres compostos.

En la gran família dels alcohols es troben l'**etanol** i el **metanol**, dos compostos que barrejats amb nafta s'estan implementant com a combustibles alternatius en els motors d'automòbils. En alguns països s'han experimentat i plantejat altres tipus d'alcohols, com l'isobutanol, el glicol, l'n-butanol i l'alcohol terbutílic, però la seva incidència real ha estat poc significativa, a més de ser d'origen petroquímic. Sembla que el dimetil èter, que és gasós, està sent estudiat com a possible carburant en alguns països.

### METANOL

El compost químic metanol (també conegut com alcohol metílic) és l'alcohol més senzill. És un líquid lleuger, incolor, inflamable i tòxic que s'utilitza com anticongelant, dissolvent i combustible. La seva fórmula química és CH<sub>3</sub>OH.

En cas d'un incendi, el metanol és més segur que la gasolina, perquè allibera menys quantitat d'energia durant la combustió. Un dels seus problemes és que la flama d'un foc de metanol és difícil de veure a la llum del sol. En ocasions, els focs no es detecten immediatament, perquè el foc és difícil d'apreciar. El metanol conté aproximadament la meitat de l'energia de la gasolina per litre. Els avantatges respecte a la seguretat del metanol en relació a la gasolina deriven de les seves característiques físiques i químiques:

- Volatilitat més baixa. El metanol no s'evapora ni forma vapor tan fàcilment com ho fa la gasolina. Sota les mateixes condicions, la gasolina exposada emetrà de dues a quatre vegades més vapor que el metanol exposat.
- Menor rang d'inflamabilitat. Perquè es produeixi la combustió del metanol hi ha d'haver una concentració quatre vegades més en aire que el vapor de la gasolina.
- Densitat de vapor més baixa. El vapor de la gasolina és de dues a cinc vegades més dens que l'aire, així que tendeix a desplaçar-se a nivell de terra cap a les fonts d'ignició. El vapor del metanol només és una mica més dens que l'aire i es dispersa més ràpidament cap a concentracions no combustibles.
- Índex d'emissió d'energia més baix. El metanol es crema un 25 per cent més ràpid que la gasolina, i emet solament una vuitena part de la calor que emet la gasolina.

El metanol pur es crema amb una flama lleugerament blavosa, que no es veu fàcilment a la llum del sol. És possible, encara que altament improbable, que els espectadors o bombers puguin no notar-ne la calor i, sense saber-ho, entrar en un foc de metanol. No obstant això, en la gran majoria de focs de vehicle, les restants matèries combustibles inflamades (oli de motor, tapisseria, pintura, etc.) produirien fum i flames visibles.

A diferència de la gasolina, el metanol pot encendre's, a temperatura ambient, en espais tancats, com podria ser un dipòsit de combustible (la gasolina produeix massa vapor com per encendre's en espais confinats). Però aquesta característica del metanol és poc probable que causi l'explosió del vehicle en situacions de col·lisió o de no-col·lisió.

Les explosions es produeixen en col·lisions en què es trenca el dipòsit de gasolina i s'inflama el vessament resultant. Una vegada més, aquest risc és menor per al metanol que per a la gasolina.

El metanol es pot presentar com a combustible únic o barrejat amb un hidrocarbur:

- M85: barreja que conté 85% de metanol anhidrid i 15% de nafta súper sense plom per volum. S'utilitza en motors originalment dissenyats per a gasolina.
- M100: metanol anhidrid al 100%. S'utilitza en motors dissenyats originalment dièsel.

## ETANOL

L'etanol és un alcohol líquid en condicions ambientals, que com la gasolina o el dièsel pot ser utilitzat en vehicles com a combustible. L'etanol o alcohol etílic ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ) és el més comú dels alcohols i es caracteritza per ser un compost líquid, incolor, volàtil, inflamable i soluble en aigua.

Tot i que l'etanol s'ha utilitzat majoritàriament com a base en la producció

de begudes alcohòliques (cerveses, vins, licors, etc.) té una sèrie d'aplicacions en la indústria química i farmacèutica, i més recentment també com a combustible en automòbils.

L'etanol és un alcohol combustible amb potencial d'arribar a ser àmpliament usat com a combustible d'automòbil. L'ús intensiu de l'etanol pot ser motivat per la seva qualitat per substituir la gasolina o com a component oxigenant de la gasolina i antidetonant. En vehicles de gasolina (90% gasolina i 10% etanol en volum) o dièsel, això es practica sense cap modificació al motor. Una barreja de 85% d'etanol i 15% de gasolina (I85) és un combustible viable per a vehicles lleugers: poden funcionar amb qualsevol proporció d'etanol barrejat amb gasolina, tenint com a límit el 85% de barreja. Alguns autobusos i camions amb l'adequada modificació als seus motors dièsel poden funcionar amb etanol gairebé pur. L'etanol es pot presentar com:

- I85: barreja que conté 85% d'etanol anhidrid i 15% de nafta súper sense plom per volum.
- I93: barreja que conté 93% d'etanol anhidrid, 5% de metanol anhidrid i 2% de querosè per volum.
- I95: barreja que conté 95% d'etanol anhidrid i 5% de nafta súper sense plom per volum.
- I100: etanol anhidrid al 100%.

Aquestes combinacions són resultat de la barreja d'alcohols, naftes i altres derivats del petroli (querosè), els quals s'utilitzen amb bons resultats als EUA, al Canadà i al Brasil.

## **PAUTES DE RESPOSTA EN EMERGÈNCIES DE GASOLINA, GASOIL O BIOCABURANTS**

Les característiques fisicoquímiques d'aquests tipus de combustibles els converteixen en els combustibles per a automoció més perillosos amb els quals s'haurà d'enfrontar un bomber. Les dues principals fonts de risc deriven del vessament del combustible contingut en el tanc d'emmagatzematge. Tot i que durant l'incendi en un vehicle normalment el vessament el trobarem encès, també hem de contemplar una possible situació en què es pot presentar un vessament de combustible prop de zones calentes, o d'altres punts d'ignició.

### **VESSAMENT DE COMBUSTIBLE**

El principal objectiu de les accions que cal prendre en cas de vessaments de combustible en un accident de trànsit és evitar que el líquid entri en contacte o s'acosti a punts calents amb prou energia per inflamar els vapors emesos. Per evitar aquesta possibilitat cal eliminar les fonts d'ignició possibles, o bé desconectant la instal·lació elèctrica, tot i que hem de recordar que la manipulació dels contactes de la bateria pot donar lloc a guspises en el moment del tall o de la separació dels contactes, o també refredant les parts calentes. Cal ventilar ràpidament totes les parts confinades del vehicle com el compartiment del motor o l'habitacle del vehicle per evitar la concentració de vapors.

Normalment els vessaments limitats poden controlar-se o reduir-se fàcilment mitjançant l'arrossegament per aigua o l'absorció amb sepiolita,

terra o serradures. Recordeu que cap dels dos sistemes no eliminen les propietats combustibles de la gasolina, per la qual cosa cal controlar i vigilar el combustible desplaçat o absorbit. Una vegada finalitzat el sinistre serà necessari recollir el combustible vessat.

Si el vessament és més important, pot ser necessari controlar la superfície del combustible aplicant una capa d'escuma que la cobreixi totalment. Un vessament de combustible pot inflamar-se en qualsevol moment, i en el cas que es produeixi, la situació adquirirà un grau de dificultat molt elevat.

Si el vessament es produeix en medi urbà, cal controlar que no entri a la xarxa de clavegueram.

### VESSAMENT ENCÈS DE COMBUSTIBLE

En el cas que el vessament estigui en flames, hem d'actuar en paral·lel en les tasques d'**extinció** i de **control** de la fuita encesa per tal de minimitzar els danys col·laterals que pugui produir el incendi.

El sistema d'extinció més adient es l'aplicació d'escuma en baixa expansió.

La situació més favorable per a l'extinció es dona en el cas que el vessament sigui estàtic, és a dir que la fuita o el vessament estiguin continguts; per tant, l'altra feina prioritària en la sistemàtica d'extinció es la **contenció** del vessament intentant minimitzar la superfície encesa.

## PROCEDIMENT D'ACTUACIÓ EN INCENDIS DE VEHICLES DE GASOLINA, GASOIL O BIOCARBURANTS

A continuació, presentem com a model el procediment d'actuació emprat pel cos de Bombers de Barcelona.

### 1. SORTIDA DE VEHICLES

Segons el nombre de cotxes o volum incendiats sortiran un o més tancs del parc de Bombers més proper.

- Quan estigui cremant un cotxe, una moto o diverses motos sortirà un **tanc lleuger o pesant** segons les característiques del vial.
- Quan estiguin cremant dos o més cotxes, un camió o un autobús sortiran **dos tancs pesants o lleugers** segons les característiques del vial.

A criteri del comandament i segons l'evolució de l'incendi, es demanaran els recursos addicionals que es creguin necessaris

### 2. ZONIFICACIÓ I SITUACIÓ DELS VEHICLES

Si és possible, un cop al lloc, situarem el tanc tenint en compte el següent:

- A sobrevent: on no hagi afectació del fum al tanc.
- Fent de barrera de la zona de treball en vies ràpides.
- En cas de pendent, el vehicle a la zona més alta.
- Amb visibilitat del vehicle afectat des de la bomba del tanc.

Accions inicials que cal prendre:

- Delimitar el lloc del sinistre i establir una àrea de treball segura.
- Descartar víctimes i afectació a tercers.
- Protegir l'entorn.

### Zones de seguretat

Si és possible:

- Zona calenta
  - Zona dinàmica de 5 a 10 metres al voltant del vehicle afectat.
  - Nivell de protecció: equip de foc + ERA
- Zona tèbia
  - Al voltant dels vehicles dels bombers i les eines a utilitzar. Un mínim de 10 metres addicionals a la zona calenta.
  - Nivell de protecció: equip de foc. Com a recomanació, es pot augmentar el nivell de protecció individual mitjançant l'ús de protecció facial i ocular
- Zona freda
  - En cap cas se situarà a menys de 15 metres del vehicle afectat.
  - Per a persones alienes a Bombers.

## 3. DISTRIBUCIÓ BÀSICA DE LES TASQUES

- Comandament:
  - Direcció i control de la maniobra des de zona tèbia.
- 2 bombers: A la zona calenta amb protecció de foc + ERA.
  - Aproximació i extinció.
- Resta de bombers i conductors:
  - Manipulació de la bomba d'aigua.
  - Inicialment no entren a la zona calenta mentre hi hagi presència de fum o gasos. Si hi han d'entrar, ho faran amb protecció de foc + ERA.
  - Ajuden a muntar les diferents instal·lacions i a subministrar qualsevol material a l'equip d'atac de la zona calenta.
  - S'encarreguen de l'alimentació d'aigua del tanc.
  - Altres possibles feines: subministrament d'escuma, control de trànsit, etc.

S'estima que no és necessari l'equip SOS, ja que no hi ha risc de desorientació, ni possibilitat de perdre de vista l'equip d'extinció.

En el cas que sigui necessària l'actuació de més d'un tanc, la distribució de tasques entre el personal dels altres tancs quedarà a criteri del cap de la intervenció.

En tractar-se d'una zona oberta exterior, els bombers equipats amb ERA els controlarà el comandament des de la zona tèbia.

## 4. ACTUACIÓ

Segons l'escenari d'emergència caldrà distingir entre dues situacions diferenciades: quan es pugui descartar la possibilitat de vessament d'hidrocarburs, i quan hi hagi vessament de combustible o hi hagi risc que es produeixi per una possible afectació del dipòsit d'algun dels vehicles implicats.

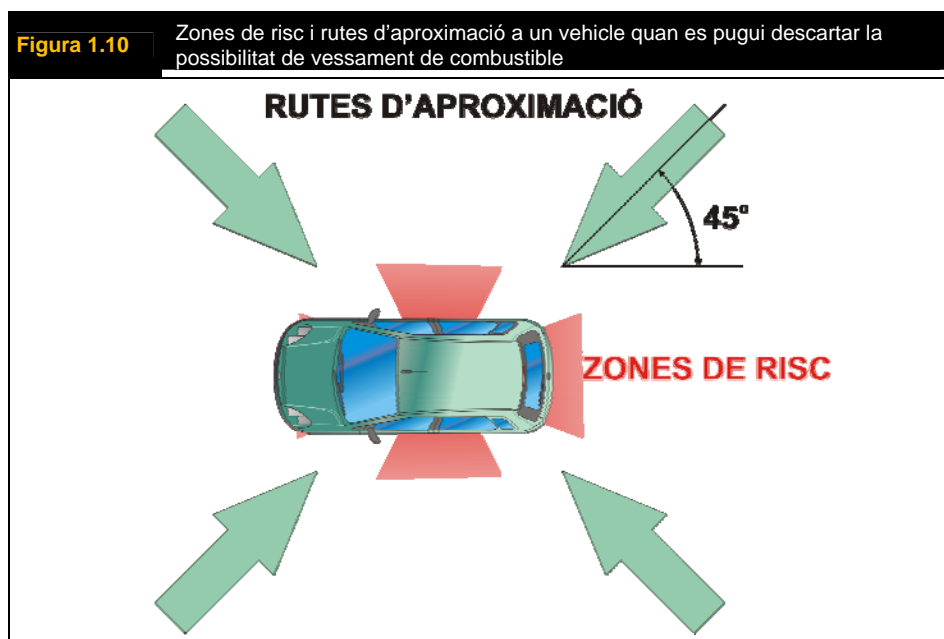
### 4.1 Quan es pugui descartar la possibilitat de vessament

#### Aproximació

L'incendi en un vehicle, com ja s'ha esmentat, pot sotmetre elements a pressió, pot projectar elements, a més d'altres riscos.

Per tant, mentre hi hagi presència de fum i gasos:

- Abans d'aproximar-se, cal refredar des d'una distància segura.
- L'aproximació es farà a 45 graus, tal com mostra el dibuix.
- Si està bolcat, els baixos del vehicle són una zona important de riscos.
- Personal en zona calenta: **Protecció de foc + ERA.**



#### Extinció

Inicialment, sempre es muntarà una línia d'aigua en **alta pressió Ø25** amb difusora.

**AIGUA Ø25 en ALTA PRESSIÓ amb DIFUSORA**

Si es considera convenient, es disposarà d'una altra línia de protecció d'aigua en alta pressió de Ø25, per evitar la propagació de l'incendi o minimitzar danys a altres vehicles o elements.

#### 4.2. Quan hi hagi vessament de combustible o n'hi hagi risc

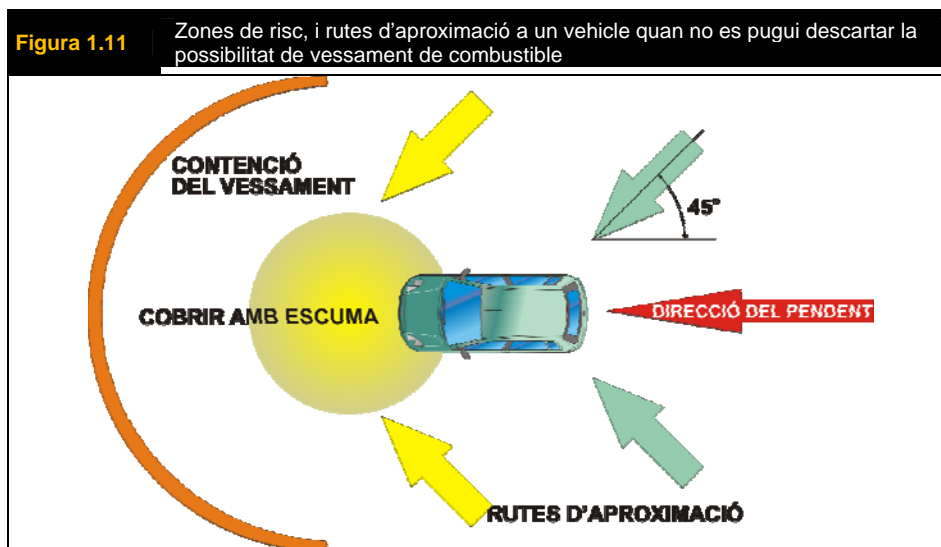
Els dipòsits de molts vehicles estan fabricats amb polietilè. En el cas d'un incendi en un vehicle que afecti la zona del dipòsit, hi haurà la possibilitat de vessament de combustible.

S'hauran de tenir en compte els següents aspectes:

- En cas de vials amb pendent, és molt important ubicar el vehicle a la zona més alta.
- Cal delimitar el lloc del sinistre i establir una zona de treball segura, preveient cap on es pot produir el vessament. Si cal, s'haurà d'augmentar la zona calenta.
- Cal intentar evitar l'entrada de combustible a la xarxa de clavegueram.

#### Aproximació

- L'aproximació es farà tenint en compte el pendent i el perill de vessament.
- És prioritari contenir el vessament.
- Cal cobrir el vessament de carburant amb escuma, tant si està encès com si no.



#### Extinció i protecció

Es disposarà d'una **línia d'aigua** en alta pressió de Ø25.

Adicionalment a la línia d'aigua, es muntarà una **línia d'escuma** (baixa o mitjana expansió), o CAF (escuma amb aire comprimit), segons els condicionants. Per millorar l'eficàcia de l'escuma, és important no barrejar les dues instal·lacions.

Línia 1:

**AIGUA Ø25 en ALTA PRESSIÓ amb DIFUSORA**

Línia 2:

**ESCUMA en BAIXA o MITJANA EXPANSIÓ o CAF**

## 5. NEUTRALITZACIÓ DELS VEHICLES SINISTRATS

Un cop finalitzada l'extinció del vehicle, i amb les mesures de seguretat adients, s'haurà de procedir a la neutralització del vehicle. Les accions que cal emprendre són entre altres la desconexió de bateries i la revisió completa del vehicle (fins i tot del maleter). La finalitat d'aquests treballs és eliminar possibles riscos per als equips de retirada de vehicles, netejar la via pública, etc.

### ESCENARIS D'EMERGÈNCIA PER A GASOLINA, GASOIL O BIOCABURANTS

L'objectiu de recollir tota una sèrie d'escenaris d'emergència és descriure els passos que cal seguir en qualsevol situació en què ens podem trobar en un incendi d'un vehicle amb energia de propulsió convencional.

#### **Cas 1. Emergència que implica un vehicle d'energia convencional en què no hi ha incendi, però sí una fuga òbvia de combustible**

Objectiu: Assegurar el vehicle i proporcionar atenció sanitària als ocupants del vehicle.

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Evacueu l'àrea immediata.
3. Aproximeu-vos a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus.
4. Pareu el motor o gireu la clau a la posició "**off**".
5. Inicieu l'assistència als ocupants del vehicle.

#### **Cas 2. Incendi en l'interior d'un vehicle d'energia convencional que no afecta el combustible o el dipòsit**

Objectiu: Evitar que l'incendi s'estengui al combustible o al dipòsit

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Evacueu l'àrea immediata.
3. Munteu una instal·lació d'aigua per a l'extinció.
4. Aproximeu-vos equipat amb ERA, a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus, si és possible, per iniciar l'extinció.
5. Abaixeu la temperatura de l'incendi abans d'apropar-vos-hi.
6. Cap bomber romandrà a la zona de fums sense ERA mentre hi hagi fum.
7. Munteu una altra instal·lació d'aigua de protecció, si cal.
8. Abans de finalitzar el servei, caldrà neutralitzar i revisar el vehicle.



### **Cas 3. Incendi en el compartiment motor d'un vehicle d'energia convencional**

Objectiu: Evitar que l'incendi s'estengui a la resta del vehicle i als dipòsits de combustible.

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Evacueu l'àrea immediata.
3. Munteu una instal·lació d'aigua per a l'extinció.
4. Aproximeu-vos equipat amb ERA, a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus, si és possible, per iniciar l'extinció.
5. Abaixeu la temperatura de l'incendi abans d'apropar-vos-hi.
6. Trobeu un lloc adequat per introduir aigua sota el capó abans d'obrir-lo (per sota de cotxe, pels fars, per la reixa frontal o pel pas de roda).
7. Un cop refredat, es pot obrir el capó i acabar d'extingir.
8. Cap bomber romandrà a la zona de fums sense ERA mentre hi hagi fum.
9. Munteu una altra instal·lació d'aigua de protecció, si és necessària.
10. Abans de finalitzar el servei, caldrà neutralitzar i revisar el vehicle.

### **Cas 4. Incendi en un vehicle d'energia convencional amb risc de vessament del combustible del dipòsit**

Objectiu: Evitar que l'incendi s'estengui a la resta del vehicle i als dipòsits de combustible, i preveure un possible vessament de combustible.

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Evacueu l'àrea immediata.
3. Munteu una instal·lació d'aigua, que pot servir tant de protecció com per a l'extinció.
4. Munteu una instal·lació d'escuma, que pot servir tant de protecció com per a l'extinció.
5. Aproximeu-vos equipat amb ERA, a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus, si és possible, per iniciar l'extinció.
6. Abaixeu la temperatura de l'incendi abans d'apropar-vos-hi.
7. Utilitzeu la instal·lació més adient, tenint en compte que si hi ha risc de vessament serà imprescindible la d'escuma. Cal recordar que l'aigua perjudica les propietats de l'escuma, i que l'aigua refreda molt més que l'escuma.
8. Un cop refredat, es pot obrir el capó i acabar d'extingir.
9. Cap bomber romandrà a la zona de fums sense ERA, mentre hi hagi fum.
10. Munteu una altra instal·lació d'aigua de protecció, si cal.
11. Abans de finalitzar el servei, caldrà neutralitzar i revisar el vehicle.

### **Cas 5. Incendi en un vehicle d'energia convencional alimentat per un vessament de combustible encès**

Objectiu: Evitar que l'incendi s'estengui al voltant. Contenir i extingir els elements exposats circumdants

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Protegiu els elements exposats i realitzeu el rescat de persones amb instal·lacions d'aigua polvoritzada.
3. Contingueu el vessament de combustible.
4. Aproximeu-vos equipat amb ERA, a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus.
5. Inicieu l'extinció amb cobrició del vessament i vehicle amb escuma.
6. Tingueu preparada una instal·lació d'aigua per si és necessari protegir.
7. Apagueu l'incendi amb l'escuma.
8. Utilitzeu les línies de mànega per protegir i refrescar l'exterior del vehicle sense extingir l'incendi.
9. Deixeu cremar l'incendi fins que s'esgoti el combustible.

## **GAS NATURAL**

El gas natural és la font d'energia fòssil que més ha evolucionat des dels anys setanta. Actualment representa la cinquena part del consum energètic mundial. El gas natural és la barreja d'hidrocarburs gasosos en què predomina fonamentalment el metà (en proporció superior al 80%).

L'ús de gas natural comprimi (GNC) és més eficient en motors de cicle d'Otto, perquè l'aplicació només requereix una modificació a l'avenç de l'encesa, mentre que els motors de tipus dièsel requereixen modificacions tècniques importants: l'aplicació del gas natural només és possible si es manté una certa injecció de gasoil (doble combustible simultani, anomenat **dual fuel**). És imprescindible la incorporació de dipòsits especials en el vehicle que suportin pressions de 200 bars i estacions especials de recàrrega de gas natural.

El gas natural líquat (GNL), també es pot utilitzar en motors de cicle d'Otto, i es pot distingir entre mescla pobra o mescla estequiomètrica, segons la relació entre gas i aire. En la primera, el combustible té més aire del necessari, la qual cosa millora la combustió i n'incrementa el rendiment. En la segona, les proporcions són les estrictament necessàries perquè es cremi la mescla completament, de manera que s'aconsegueix reduir les emissions de gasos contaminants a nivells molt baixos.

Com en el cas del GNC, es requereix la instal·lació d'elements addicionals en el vehicle (dipòsits de gas natural que suportin pressions màximes de 5 bars) i infraestructures (estacions de recàrrega), però el GNL ha de mantenir-se a temperatures criogèniques per conservar l'estat líquid. Això suposa una tecnologia de seguretat que limita, avui per avui, la seva comercialització (aquest document no aborda les formes d'actuar en vehicles equipats amb dipòsits de GNL).

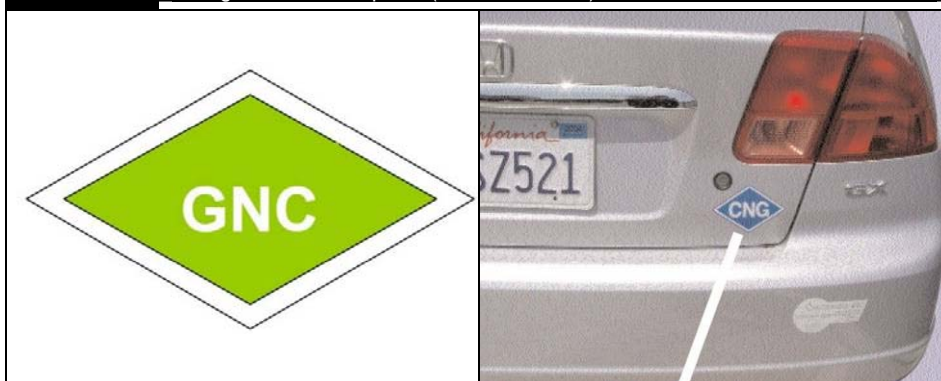
El personal de Bombers pot esperar trobar una àmplia gamma de vehicles que utilitzen gas natural com a font primària o secundària de combustible: vehicles de passatgers, vehicles de recollida d'escombraries i vehicles de càrrega. En la transició de la gasolina o del combustible dièsel, molts d'aquests vehicles poden contenir dipòsits de gasolina i cilindres de GNC, que es poden canviar fàcilment a discreció de l'operador del vehicle. En qualsevol cas –bifuel o només amb gas natural– el personal d'emergència **primer ha d'identificar el sistema de carburant** dels vehicles abans d'afrontar un incendi específic o un operatiu de rescat.

## IDENTIFICACIÓ DEL VEHICLE

La gran part de la producció de vehicles de gas natural (VGN) són modificacions de vehicles de la mateixa marca i model (gasolina o dièsel) que es veuen cada dia per la carretera. Llavors, com es pot distingir un VGN implicat en un incident dels seus equivalents de combustible normal?

Quan es lliura al comprador un VGN va equipat amb un distintiu en forma de diamant amb la sigla “GNC” impresa en el centre. Aquestes etiquetes es col·loquen normalment a la part posterior o lateral/posterior del vehicle i en els cilindres. Aquests símbols aprovats per la indústria de gas natural estan dissenyats per ajudar el personal d'emergència a identificar el tipus de combustible que s'utilitza. No obstant això, s'ha de reconèixer que no hi ha garantia que el client col·locarà les insígnies en el vehicle o que les insígnies seran fàcilment identificables després d'una col·lisió o d'un incendi en el vehicle.

**Figura 1.12** A la dreta, identificació normalitzada per a Europa de vehicle equipat amb gas natural comprimit. A l'esquerra, situació de la identificació d'un vehicle equipat amb gas natural comprimit (Honda Civic GX)



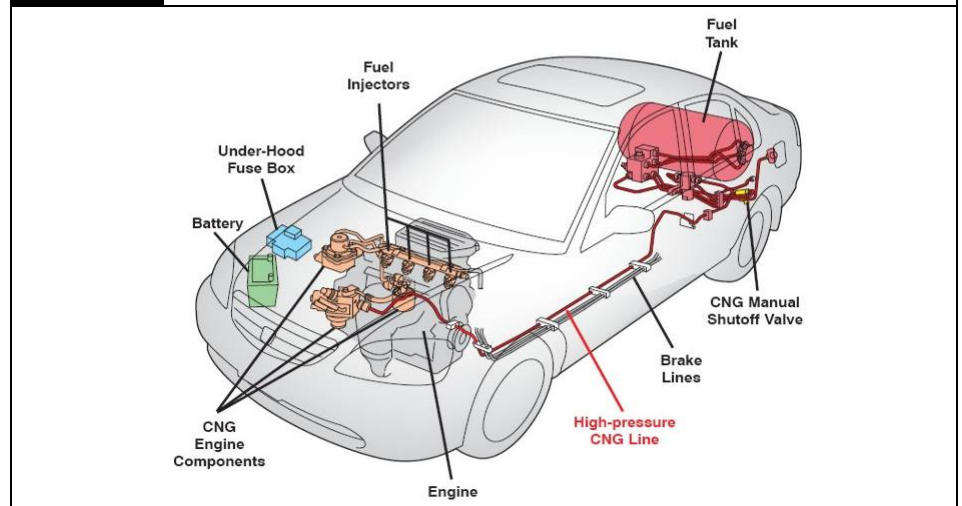
## FUNCIONAMENT DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Els VGN funcionen de forma molt similar als seus equivalents de combustible gasolina i dièsel. S'utilitza el mecanisme d'ignició per arrencar el motor i per permetre que el combustible flueixi del cilindre de GNC al regulador del combustible i cap al motor de combustió. El GNC s'emmagatzema en cilindres, a uns 250 bars de pressió, instal·lats en la part del darrere, en el xassís o en el sostre del vehicle. Quan el motor ho requereix, el gas natural surt dels cilindres, passa a través d'una vàlvula de bloqueig manual i es distribueix al regulador de combustible situat en el compartiment del motor.

El regulador de combustible redueix la pressió de carburant, en els vehicles de GNC des de 250 bars a un rang de treball de 4 a 8 bars,

depenent de la marca i el model del vehicle. Per als vehicles de GNL el combustible es regula, a partir de 16 bars, a un rang de treball de 5 a 8 bars.

**Figura 1.12** Principals components d'un vehicle equipat amb GNC



El gas natural s'injecta a pressió atmosfèrica a través d'un mesclador especialment dissenyat, on es barreja adequadament amb aire. El gas flueix llavors cap a la càmera de combustió del motor i s'inflama per crear l'energia requerida per a la impulsió del vehicle. Vàlvules especials operades per solenoide impedeixen que el gas entri al motor quan està parat.

**Figura 1.13** Situació de la vàlvula de tall manual i la vàlvula d'alleujament de pressió (Honda Civic GX)



**CNG Manual  
Shutoff Valve**

**Pressure  
Relief Outlet**

El regulador de combustible regula la pressió al motor. El regulador es pot situar prop del cilindre de GNC o pot estar dintre del compartiment del motor. Si el regulador està prop del dipòsit de gasolina, el gas natural en sentit descendent estarà a pressió relativament baixa. Si el regulador està prop del motor, la pressió del tanc al regulador serà relativament alta. El combustible flueix del cilindre al regulador en el compartiment motor.

El combustible va al cilindre per una canonada d'acer inoxidable d'alta pressió, sota o dins el xassís del vehicle. En cap cas les línies de combustible d'acer inoxidable travessen els muntants, el sostre o l'habitacle de passatgers del vehicle. Coneixent l'existència de línies de combustible d'alta pressió, s'ha de prestar una especial atenció a les maniobres d'excarnació per assegurar que no es desconnectin inadvertidament.

Per parar un VGN és necessari accionar el mecanisme "**start/stop**" o girar la clau a "**off**", que simultàniament apaga el motor i tanca el flux de combustible dels dipòsits. Els VGN tenen una vàlvula de tancament manual en el cilindre o l'envàs. Per assegurar que un cilindre de GNC no continua subministrant combustible, o per aturar una fuga de combustible, és necessari localitzar la vàlvula de tancament sota el xassís del vehicle o prop del cilindre del combustible. Aquesta vàlvula requereix un quart de volta per aturar el pas del combustible. La seva localització pot variar segons la marca i el model del vehicle, però normalment està a prop i sota del cilindre.

## SISTEMES D'EMMAGATZEMATGE DE GAS NATURAL

Per poder utilitzar el gas natural en vehicles cal comprimir-lo a altes pressions o liquar-lo, perquè sigui possible emmagatzemar una quantitat acceptable de gas en els cilindres que actuen com a dipòsits, i així assolir una certa autonomia de la unitat. El gas natural en automoció pot ser utilitzat en forma de gas natural comprimit o de gas natural líquid.

El gas natural comprimit (GNC) és una variant d'emmagatzematge del gas natural en vehicles que han de estar equipats amb dipòsits que puguin suportar altes pressions. L'autonomia que s'aconsegueix és una mica inferior als combustibles líquids i s'ha de tenir en compte l'augment de pes dels cilindres on va emmagatzemat, normalment a la part del darrere, en el xassís o en el sostre del vehicle. Les estacions de càrrega estan formades per equips de compressió, a més d'uns aparells subministradors o sortidors.

El cilindre contenidor de GNC sol ser un recipient d'acer sense costura, utilitzat per a l'emmagatzematge de gas natural comprimit, amb una pressió màxima de treball de 250 bars i una capacitat màxima en volum d'aigua de 150 litres.

El gas natural líquid (GNL) és una altra variant d'emmagatzemar el gas natural en vehicles que no requereix dipòsits preparats per suportar altes pressions, ja que la pressió màxima és de 10 bars, però sí que necessiten un bon aïllament tèrmic per reduir la vaporització del GNL. D'aquesta manera s'aconsegueix una autonomia més gran, ja que té una densitat superior al GNC a 200 bars.

El cilindre contenidor de GNL sol ser un recipient apte per emmagatzemar el gas en condicions criogèniques o condicions termodinàmiques a baixes temperatures (-163 °C), a les quals s'assoleix la líquefacció dels gasos.



### ACCESSORIS DELS RECIPIENTS DE GAS NATURAL

- **Vàlvula d'alleujament de pressió.** Cada mòdul contenidor està proveït de, com a mínim, una vàlvula d'alleujament de pressió, d'autoreposició, instal·lada immediatament aigües avall de les vàlvules de tancament dels cilindres. Aquesta vàlvula està dimensionada i calibrada a una pressió d'obertura d'1,2 vegades la pressió de treball del mòdul. El cabal d'emissió de la vàlvula és, com a mínim, el màxim cabal de subministrament al mòdul durant la seva càrrega. La vàlvula ha d'emetre el gas mitjançant una canalització als quatre vents i verticalment cap amunt del mòdul contenidor, sense obstacles. La descàrrega de l'emissió està proveïda amb un dispositiu que eviti la infiltració d'aigua; el dispositiu és d'autoreposició i està fabricat amb material antideflagrànt. La ubicació ha d'evitar que la descàrrega de gas incideixi sobre la instal·lació elèctrica, i el sistema que inclou la vàlvula ha de resistir les tensions dinàmiques que es generin en ple flux.
- **Vàlvula de càrrega i descàrrega.** Cal instal·lar vàlvules de tall directament a les sortides de vapor i de líquid del recipient (en el cas de GNL). Poden utilitzar-se vàlvules de tall elèctriques, normalment tancades (NC), que es mantenen obertes pel corrent elèctric, o bé vàlvules de tancament operades manualment. Les vàlvules de tall seleccionades per instal·lar-se en el sistema han d'estar dissenyades per suportar una pressió de treball superior a la pressió màxima de treball permisible del recipient. Per tant, no hi pot haver fuites a pressions inferiors a 1,5 vegades la pressió de treball per a la qual està dissenyada la vàlvula. Totes les parts de la vàlvula, exceptuant empaquetatges, segells i seients que estan en contacte amb el combustible, han de ser d'acer inoxidable o coure. S'ha d'instal·lar una vàlvula de tall en la línia

de subministrament de combustible a l'entrada del regulador de pressió; per tant, la vàlvula de tall ha de tancar automàticament i impedir el flux de combustible al vehicle quan

a) l'interruptor d'encesa estigui tancat o en la posició **d'accessoris**

b) el motor no estigui funcionant amb l'interruptor d'encesa obert.

**Figura 1.14** Comandament central de seguretat (autobusos IVECO), al costat esquerre de la butaca del conductor. Provoca el tancament de les vàlvules dels dipòsits



- **Reguladors de pressió del recipient.** Els reguladors de pressió d'entrada al recipient i de cadascuna de les seves cambres han d'estar dissenyats per operar a una pressió major o igual que la pressió de treball màxima permisible del recipient.
- **Dispositius de mesura de pressió.** Els mesuradors de pressió seleccionats per instal·lar-se en el sistema han d'estar dissenyats per funcionar en les condicions de pressió i temperatura a les quals estiguin sotmesos, amb un factor de seguretat de pressió per explosió d'almenys quatre vegades la pressió de treball màxima permisible. També han d'estar dissenyats per llegir almenys 1,2 vegades la pressió a la qual s'hagi calibrat el dispositiu d'alleujament de pressió. L'orifici del manòmetre, en la connexió d'entrada, no ha de tenir un diàmetre més gran de 1,4 mm.
- **Vaporitzadors (GNL):** Els vaporitzadors han de tenir capacitat per vaporitzar el GNL que alimenta el motor quan aquest demana el flux màxim de combustible i escalfar els vapors a la temperatura que requereix el sistema de carburació, si escau. Els vaporitzadors han d'estar permanentment identificats pel seu fabricant, amb la inscripció de la pressió de treball màxima permisible del combustible. Els gasos de sortida del motor poden utilitzar-se com una font directa de calor per vaporitzar el combustible, sempre que els materials de construcció del vaporitzador que està en contacte amb els gasos d'escapament siguin resistents a la corrosió propiciada per aquests gasos.

## PAUTES DE RESPOSTA A EMERGÈNCIES DE GNC

Les emergències relacionades amb fuites de gas comporten una àmplia gamma de perills. Aquests perills no sempre són tan obvis com és la inflamació. El gas natural conté riscos propis com la sufocació, les cremades criogèniques i l'explosió.

Una fuga des de la secció d'alta pressió d'un sistema de carburant de GNC podria produir un raig fred a alta velocitat de gas. Mentre es desplaça el raig, la concentració de gas disminueix i es barreja amb l'aire ambiental. Una fuga d'aquestes característiques pot causar lesions pel llançament de restes o per l'exposició al gas extremament fred prop del punt de fuga.

**Figura 1.14**

Incendi d'un autobús que incorpora dipòsits de GNC en el sostre. Observeu les fuites de gas enceses a la part superior de l'autobús. Recordeu que NO es poden apagar fins que s'esgoti el combustible.



El raig d'alta velocitat pot causar un soroll d'alta intensitat que alertarà el personal d'emergència sobre el problema i la seva localització. Si el raig de gas entra en contacte amb una espurna, es produirà l'encesa del raig o "torch fire", que generarà temperatures molt altes que poden causar greus cremades i danys estructurals. Recordeu que, en tot cas, a temperatura ambient, el rang d'inflamabilitat del gas natural és entre el 5% (límit inferior d'inflamabilitat, LII) i el 15% (límit superior d'inflamabilitat, LSI).

La resposta ideal a una fuga de gas natural seria aïllar les fonts potencials d'ignició per evitar el contacte amb la ploma de gas fins que es dissipï amb seguretat a l'atmosfera. Amb un "torch fire" s'han de protegir els elements exposats adjacents per tal d'evitar la propagació de l'incendi.

El gas natural sempre està odoritzat. Normalment en zones obertes es pot detectar una fuga per l'olor característica, molt abans que es presenti



una barreja inflamable. El perill més gran és als espais tancats: el gas natural pot desplaçar l'oxigen de l'atmosfera, cosa que li dóna un potencial asfixiant. Igualment, en espais tancats, i amb el rang inflamable apropiat, el gas natural pot esclatar si entra en contacte amb una font d'ignició.

Com amb qualsevol altre gas inflamable, es poden produir fuites de GNC i incendis durant l'aprovisionament de combustible, en reparacions o com a resultat de col·lisions. Les flames obertes provocaran l'encesa del GNC, per la qual cosa no s'ha de fumar ni fer treballs de flama oberta o de soldadura autògena, ni treballs amb moles o qualsevol altra font d'ignició al voltant d'instal·lacions o de vehicles de GNC. El GNC es pot encendre per les guspises d'un equip elèctric, per electricitat estàtica i pel contacte amb superfícies calentes.

Els incendis de GNC es poden atacar amb escuma o aigua. Una estratègia recomanada en emergències de VGN és permetre que els vapors de gas es dissipin a l'atmosfera o que, quan hi hagi persones o propietats en perill, es cremi tot el combustible. Les pautes d'actuació clau són:

- Tot el personal d'emergència ha d'utilitzar l'EPI complet més l'ERA.
- Cal utilitzar la difusora de polvorització en apropar-se a totes les emergències relacionades amb vehicles.
- Cal utilitzar detectors de gas per determinar una fuga en el sistema de combustible.
- Cal aïllar el combustible de possibles fonts d'ignició. Això es pot aconseguir tancant les vàlvules de combustible del vehicle o de l'estació que reaprovisiona de combustible, o bé dirigint el núvol de vapors lluny d'edificis i d'altres possibles fonts d'ignició amb la difusora de polvorització i/o acortinadors.
- Si el combustible crema, protegiu els elements exposats amb instal·lacions de mànegues i deixeu que cremi.
- En el cas que sigui necessari, extingiu un incendi de GNC utilitzant escuma o aigua.
- Durant les maniobres d'excarceració, eviteu tallar al voltant de les línies de combustible o del dipòsit del vehicle.
- Eviteu el contacte amb el raig d'una fuga de GNC.

## **PROCEDIMENT D'ACTUACIÓ EN INCENDIS DE VEHICLES AMB ENERGIA A BASE DE GNC**

A continuació, presentem com a model el procediment d'actuació emprat pel cos de Bombers de Barcelona.

El gas s'ha de tractar amb les mateixes precaucions que els hidrocarburs, a més de les mesures addicionals referides al cas concret. Recordeu que s'emmagatzema en recipients a pressió i a temperatura ambient. Per tant, cal actuar com ho farieu amb recipients a pressió envoltats de foc o amb risc d'una elevació de temperatura important. No oblideu que els vehicles que utilitzen aquestes energies també poden utilitzar addicionalment combustibles usuals com gasolina o gasoil.

## 1. SORTIDA DE VEHICLES

Segons el nombre de cotxes o volum incendiat sortirà un o més tancs del parc de Bombers més proper.

- Quan estigui cremant un cotxe, una moto o diverses motos sortirà **un tanc lleuger o pesant**, segons l'amplada del vial.
- Quan estiguin cremant dos o més cotxes, un camió o un autobús sortiran **dos tancs pesants o lleugers**, segons l'amplada del vial.
- Un cop identificat que el vehicle o un dels vehicles afectats utilitza energia de propulsió a base de gas, sortirà una ambulància.

A criteri del comandament i segons l'evolució de l'incendi, es demanaran els recursos addicionals que es consideri necessaris

## 2. ZONIFICACIÓ I UBICACIÓ DELS VEHICLES

Inicialment cal delimitar el lloc del sinistre i establir una àrea de treball segura **molt més àmplia** que amb vehicles d'energies convencionals.

Cal preveure la possibilitat d'una deflagració important per acumulació de combustible sense cremar o per col·lapse del recipient.

### Informació variable que cal tenir en compte

A més de les informacions descrites inicialment per a incendi de vehicle sense riscos específics, en aquest cas cal valorar si el recipient de combustible està o pot estar afectat pel foc.

#### Zones de seguretat

- Zona calenta:
  - De 15 a 50 metres al voltant del vehicle afectat.
  - Nivell de protecció: equip de foc + ERA.
- Zona tèbia:
  - Al voltant dels vehicles de Bombers i eines a utilitzar. Mínim 15 metres addicionals a la zona calenta.
  - Nivell de protecció: equip de foc.
- Zona freda:
  - En cap cas se situarà a menys de 50 metres del vehicle afectat.
  - Per a persones alienes a Bombers.

## 3. DISTRIBUCIÓ BÀSICA DE TREBALLS

- Comandament:
  - Direcció i control de la maniobra des de zona tèbia.
- 2 bombers:
  - A la zona calenta amb protecció de foc + ERA.
  - Poden fer diverses tasques: aproximació, identificació del producte, control del tancament de circuits i de fuites de combustible, si cal, contenció, extinció, rescat, etc.

- 2 bombers més:
  - Com a equip SOS a la zona tèbia amb protecció de foc + ERA.
- Resta de bombers i conductors:
  - Manipulació de la bomba d'aigua.
  - Inicialment no entren a la zona calenta mentre hi hagi presència de fum o gasos. Si hi han d'entrar, ho faran amb protecció de foc + ERA.
  - Ajuden a muntar les diferents instal·lacions i a subministrar qualsevol material a l'equip d'atac de la zona calenta.
  - S'encarreguen de l'alimentació d'aigua del tanc.
  - Delimiten el lloc del sinistre.
  - Altres feines possibles: subministrament d'escuma, control de trànsit, etc.

En aquest cas, s'estima que **sí que és necessari l'equip SOS**, ja que el risc d'accident és molt més alt que amb les energies convencionals.

En el cas que sigui necessària l'actuació de més de dos tancs, la distribució de treballs entre el personal dels altres vehicles quedarà a criteri del cap de la intervenció.

#### 4. ACTUACIÓ

##### Estratègia d'extinció

Pautes de resposta en emergències.

- Identificar el combustible i la seva afectació.
- En el cas de petites fuites, utilitzar detectors de gas per valorar-les.
- Tancar les vàlvules dels recipients o claus de pas.
- Aïllar el combustible de possibles fonts d'ignició o augment de temperatura.
- Si el combustible està cremant, deixar que cremi i protegir els elements exposats circumdants.
- Refredar el dipòsit de combustible, si està excessivament escalfat.
- Utilitzar aigua o escuma com a agent extintor.

##### Aproximació

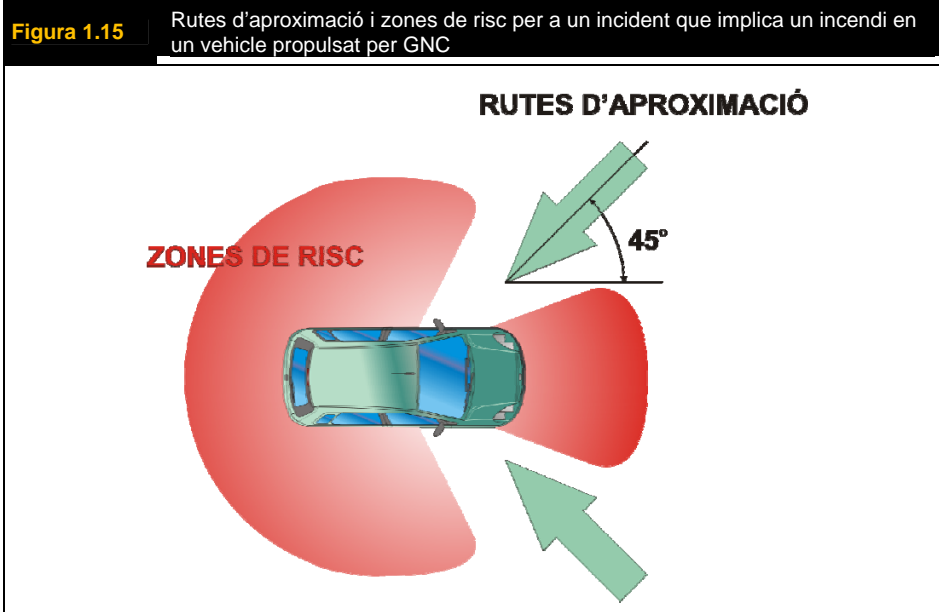
Abans d'aproximar-se, refredar des d'una distància segura.

Desconnectar al més aviat possible la clau de contacte, primer, i la bateria després.

Valorar el tancament de la vàlvula del recipient de gas o la clau de pas.

L'aproximació es farà a 45 graus, tal com mostra el dibuix, sense envair el voltant del dipòsit de gas.

Personal en zona calenta: protecció de foc + ERA



#### Extinció i protecció

Muntar les línies d'aigua i/o d'escuma que es considerin necessàries per als diferents treballs de contenció, refrigeració, protecció i extinció.

Possible línia d'aigua amb cabal limitat:

**AIGUA Ø25 en ALTA PRESSIÓ amb DIFUSORA**

Possible línia d'aigua amb més cabal:

**AIGUA Ø45 en ALTA PRESSIÓ amb DIFUSORA**

Possible línia d'escuma:

**ESCUMA de BAIXA o MITJANA EXPANSIÓ o CAF**

Per millorar l'eficàcia de l'escuma, és important no barrejar les instal·lacions.

## 5. NEUTRALITZACIÓ DELS VEHICLES SINISTRATS

Un cop finalitzada l'extinció del vehicle, i amb les mesures de seguretat adients, s'ha de neutralitzar el vehicle i el recipient de gas amb la finalitat d'eliminar riscos als equips de retirada de vehicles, fer neteja de la via pública, etcètera.

Les accions que caldrà fer, entre altres, són la desconexió de bateries i la revisió completa del vehicle, **fins i tot del maleter**.

## ESCENARIS D'EMERGÈNCIA PER A GNC

Si s'entenen les característiques del gas natural i la tecnologia dels VGN, es poden extrapolar les maneres de respondre a les diferents emergències en un vehicle de gas natural. El coneixement tècnic obtingut d'aquest document s'ha d'integrar a les guies tàctiques per al comandament del sinistre, gestió, i excarceració o rescat. Recordeu que, en cada incident de VGN, el personal d'emergència ha d'usar l'EPI complet més l'ERA i que cal utilitzar la difusora de polvorització en l'aproximació inicial.

### Cas 1. Emergència que implica un vehicle de GNC on no hi ha incendi, però sí una fuga evident de gas

Objectiu: Atenuar els efectes de la fuga de gas i proporcionar atenció sanitària als ocupants del vehicle.

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Evacueu l'àrea immediata.
3. Aproximeu-vos a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus.
4. Protegiu els elements exposats i el rescat de persones amb instal·lacions d'aigua polvoritzada.
5. Pareu el motor o gireu la clau a **"off"**.
6. Aïlleu el combustible girant la vàlvula de tancament d'emergència en el cilindre.
7. Permeteu la dissipació del gas.
8. Inicieu l'assistència als ocupants del vehicle.

**Figura 1.16** Incendi d'un vehicle turisme impulsat per GNC, que no afecta el gas o els recipients contenidors.



### Cas 2. Incendi en l'interior d'un vehicle GNC que no afecta el gas ni els tancs

Objectiu: Evitar que l'incendi s'estengui als dipòsits de combustible, protegir els elements exposats i rescatar les persones.

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Protegiu els elements exposats i feu el rescat de persones amb instal·lacions d'aigua polvoritzada.
3. Evacueu l'àrea immediata.
4. Aproximeu-vos a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus.
5. Apagueu l'incendi amb aigua i/o escuma.
6. Aïlleu el combustible girant la vàlvula de tancament d'emergència en el cilindre.

**Figura 1.17**

Fotografia posterior a la 1.16. Observeu la fuita de gas encesa en els baixos del vehicle



### Cas 3. Incendi en el compartiment motor de GNC

Objectiu: Evitar que l'incendi s'estengui a la resta del vehicle i als dipòsits de combustible, protegir els elements exposats i rescatar les persones.

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Protegiu els elements exposats i feu el rescat de persones amb instal·lacions d'aigua polvoritzada.
3. Aproximeu-vos a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus.
4. Tanqueu la vàlvula de combustible del dipòsit.
5. Protegiu els elements exposats amb instal·lacions d'aigua.
6. Apagueu l'incendi del compartiment motor.

#### Cas 4. Incendi d'un vehicle de GNC alimentat per una fuga de gas

Objectiu: Protegir els elements exposats i deixar cremar tot el gas del cilindre de GNC.

1. Evacueu l'àrea i protegiu els elements exposats.
2. Utilitzeu les línies de mànega per protegir i refrescar l'exterior del vehicle i el recipient de gas, sense extingir l'incendi.
3. Deixeu cremar l'incendi fins que s'esgoti el combustible.

#### Cas 5. Incident que implica un vessament de GNL al paviment o al vehicle

Objectiu: Assegurar l'escena i permetre que el gas es dissipï sense que s'encengui.

1. No llanceu aigua sobre vessaments líquids de gas natural. L'aigua pot fer que el GNL esquitxi de forma violenta i augmenti el perill d'incendi.
2. Evacueu els voltants.
3. Protegiu els elements exposats amb acortinadors d'aigua.
4. Permeteu que el gas natural vaporitzi i es dissipï a l'atmosfera.

## GAS LIQUAT DE PETROLI (GLP)

El gas líquat de petroli és essencialment propà i, en menor proporció, butà i isobutà. En molts països el GLP d'automoció està constituït entre el 90 i 95% de propà i la resta de butà. Circulen actualment uns 3,5 milions de vehicles amb aquest carburant i podem dir que ocupa el tercer lloc després de la gasolina i el dièsel.

Un avantatge sobre el gas natural comprimit és que els tancs no han de resistir pressions tan altes i que s'emmagatzema en forma líquida. És un producte d'alt octanatge. Comparat amb els automòbils convencionals requereix entre el 20 i el 25% més de carburant; si no es modifica el motor, disminueix la potència o incrementa el consum.

Les característiques físicoquímiques dels GLP els situen com a productes de risc. Igual que qualsevol font d'energia, la manipulació, ús i fins i tot el residu (mala combustió), també presenten diversos riscos. En aquest document només n'esmentarem els més comuns:

- El **GLP** a pressió atmosfèrica i temperatura ambient (1 atmosfera i 20 °C) és en estat gasós. L'estat líquid a pressió atmosfèrica del butà és per sota de -0,5 °C i el del propà, de -42,2 °C. Per tenir líquid a temperatura ambient s'ha de sotmetre a pressió: per al butà la pressió ha de ser de més de 2 atmosferes, per al propà, de més de 8. Un litre de líquid es transforma en 237,8 litres de gas per al butà i en 272,6 litres de gas per al propà.
- La **densitat i pressió de vapor** varien segons la composició; la densitat és sempre major que l'aire. El GLP és més pesat que l'aire i, per tant, un núvol de GLP tendirà a romandre al nivell de terra.
- Els **límits d'inflamabilitat** del propà estan entre el 2,3 i el 9,5% de gas en aire i els del butà entre 1,9 i 8,5% de gas en aire. Per

encendre's cal, però, una font d'ignició: hi ha registres de combustió propà en aire amb fonts d'ignició de 0,25 MJ, equivalent a una petita espurna.

El consum de GLP d'automoció a l'Estat Espanyol fins avui ha estat pràcticament residual, i en els últims anys presenta una tendència descendent. Sobretot s'usa en vehicles de servei públic (taxis principalment) i en carretons elevadors. Les vendes representen menys de l'1% del consum de GLP, i pel que fa a les instal·lacions de subministrament d'hidrocarburs líquids a vehicles, només 34 subministren GLP, de les quals 9 són mixtes.

La composició i les característiques de la barreja de butà i propà al GLP d'automoció la regula la Norma UNE-EN 589, amb unes proporcions variables en funció de la seva utilització; REPSOL GAS comercialitza Autogas amb 30% de propà i 70% de butà per a vehicles lleugers, i amb 65% de propà i 35% de butà per a vehicles pesants.

## **FUNCIONAMENT DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE**

El combustible de les bombones de GLP va a l'evaporador-regulador en fase líquida, ja que el tub arriba al fons del dipòsit. A l'entrada de l'evaporador-regulador hi ha una vàlvula electromagnètica de tall de GLP, connectada a un commutador en el tauler de comandaments.

L'evaporador-regulador disposa a l'interior d'una sèrie de càmeres que regulen, vaporitzen i dosifiquen el GLP, que és aspirat pel motor del vehicle. El GLP entra a la primera càmera en fase líquida, a una pressió entre 3 i 5 bars, i en surt en fase gasosa.

La vaporització s'aconsegueix mantenint calent l'interior de l'evaporador-regulador fent circular aigua del radiador per l'interior de l'aparell. Ja en fase gasosa, el GLP passa, quan és aspirat pel motor, a la segona càmera, i d'aquí al motor, a través de la unitat de barreja, instal·lada en el col·lector d'admissió. L'evaporador-regulador incorpora també un dispositiu electromagnètic que permet al motor funcionar al ralenti quan el vehicle està parat.

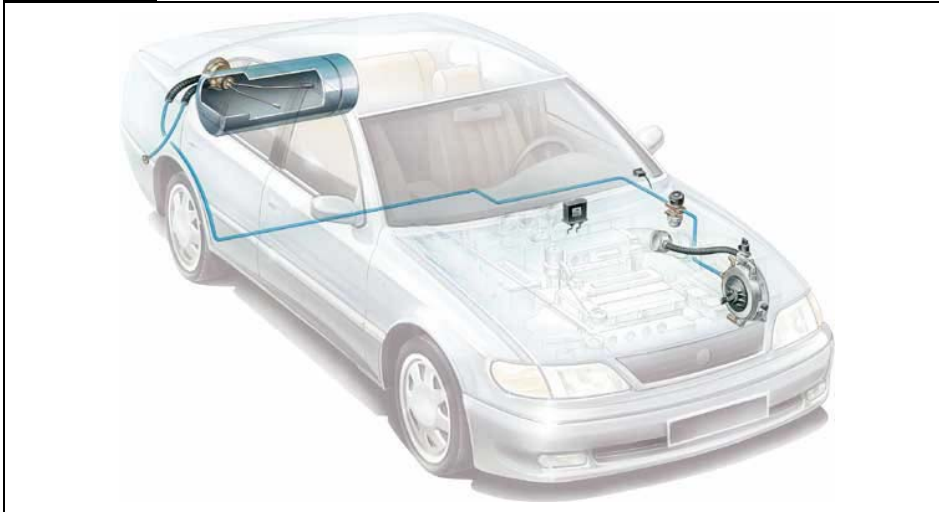
La unitat de barreja té la missió de donar la proporció adequada de barreja d'aire i gas per a la correcta combustió.

El commutador és un dispositiu elèctric que s'incorpora a la instal·lació per efectuar el canvi de combustible a utilitzar, bé sigui per passar de gasolina a GLP, o de GLP a gasolina. El commutador ha d'estar al tauler de comandaments i ha de ser visible i fàcilment maniobrable des del lloc del conductor. En motors d'injecció, el commutador és automàtic, és a dir, que encara que estigui en posició de GLP, l'arrencada es fa sempre en gasolina; fa el canvi a GLP de forma automàtica a un nombre determinat de revolucions, regulable per un cargol de reglatge que és a la part posterior del commutador.



**Figura 1.18**

Principals components d'un vehicle equipat amb GLP. 1) Reductor; 2) Vàlvula electromagnètica de GLP; 3) Unitat de barreja; 4) Commutador; 5) Emulador d'injectors; 6) *Oxygen sensor simulator*; 7) Canonada de coure; 8) Canonada de gas; 9) Canonada d'aigua; 10) "T" de connexió; 11) Abraçadora; 12) Dipòsit; 13) Reductor



El commutador treballa per impulsos de l'encesa; així, si tenim el contacte posat i el motor parat l'electrovàlvula de gas estarà tancada.

L'emulador d'injectors té la missió de tallar el corrent als injectors i enviar un senyal emulat a la centralita de gasolina.

### SISTEMES D'EMMAGATZEMATGE DE GLP

Els dipòsits de GLP per automoció cal que compleixin les normes de les Nacions Unides que regulen el GLP en automoció amb homologació R-67-01. La valvuleria està fabricada d'acord amb la seguretat del dipòsit. La vàlvula de servei del combustible al motor està protegida de trencaments que produeixen un canvi bruscat del cabal de GLP utilitzat, de manera que es tanqui immediatament. A més hi ha una vàlvula de seguretat auxiliar, que fa impossible que la pressió dintre del dipòsit pugi més enllà d'una quantitat prefixada. També està previst que la vàlvula d'omplir pari automàticament en arribar a un nivell, per no permetre el risc d'emplenar excessivament el dipòsit.

**Figura 1.19**

Tanc d'emmagatzematge de GLP i situació general del tanc d'emmagatzematge al portaequipatges d'un automòbil Ford



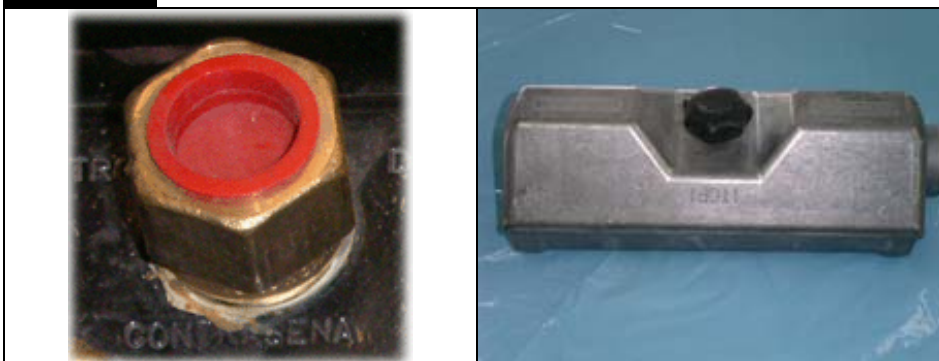
- **Vàlvula d'omplir.** Aquesta vàlvula s'utilitza per omplir el dipòsit. Connecta el brocal de la mànega del sortidor de GLP per un sistema ràpid totalment estanc. La resta del procediment és molt similar al que s'utilitza per a la gasolina. Aquesta vàlvula duu incorporats dos sistemes de seguretat: doble vàlvula antiretorn que evita la sortida del GLP quan es connecta el brocal i dispositiu de màxim nivell que tanca automàticament al 85% de la capacitat del dipòsit.
- **Vàlvula d'alimentació.** Aquesta vàlvula alimenta l'evaporador-regulador de GLP en fase líquida que, al seu torn, subministra en fase gasosa el motor. Per assegurar el subministrament en fase líquida, aquesta vàlvula duu incorporat un tub que arriba gairebé fins al fons del dipòsit, garanteix la màxima utilització del combustible líquid i evita l'absorció de les impureses del GLP. La vàlvula incorpora un dispositiu de seguretat per excés de flux. Aquest dispositiu tanca automàticament la sortida de GLP del dipòsit en cas de trencament del tub de coure o, fins i tot, d'arrencar la vàlvula del dipòsit.



- **Vàlvula de seguretat.** Aquesta vàlvula preveu la possibilitat d'un excés de pressió que podria ser perillós a l'interior del dipòsit. El funcionament és el següent: si la pressió que actua sobre el tancament de la vàlvula venç la força del ressort i permet la sortida, per un instant, d'una petita quantitat de combustible gasós, aquesta petita quantitat no aniria a parar al maleter del vehicle, sinó que, des de la caixa estanca sortiria a l'exterior del vehicle, a través del tub de purga de la caixa.

- **Caixa estanca completa.** Aquest accessori tanca hermèticament el petit habitacle, sobre el dipòsit, on van instal·lades les vàlvules i l'indicador de nivell, amb l'objectiu d'aïllar el portaequipatge de petites fuites de gas. La fixació de la caixa estanca al dipòsit es fa amb dues platines laterals que subjecten la base de la caixa. La tapa és una peça independent que tanca per encaix i pressió.

**Figura 1.21** A l'esquerra, vàlvula de seguretat GLP. A la dreta, caixa estanca completa



## PAUTES DE RESPOSTA A EMERGÈNCIES DE GLP

Les característiques fisicoquímiques dels GLP ens indiquen que són productes amb molts riscos. Igual que qualsevol font d'energia, el seu maneig, ús, i fins i tot residu (mala combustió), també presenta situacions de risc.

Des del punt de vista físic cal distingir els dos estats en què es troba: en líquid i en gas. De tots dos estats existeix un bon coneixement del comportament del producte i de la tecnologia per al control; d'aquí que els aspectes relacionats amb la seguretat estiguin molt desenvolupats. Fem a continuació un breu repàs a alguns d'aquests perills:

- El principal perill del GLP és el foc, atesa la seva elevada inflamabilitat; en casos extrems pot generar pressions que condueixin al fenomen BLEVE (explosió de vapors que s'expandeixen per l'ebullició dels líquids).
- El GLP líquid pot causar cremades si contacta amb la pell. El propà (de punt d'ebullició baix) és, en aquest aspecte, més perillós que el butà perquè en condicions fredes s'evapora i es dispersa més lentament.
- Pel fet que el GLP en gas és més pesat que l'aire, en cas de fuga pot acumular-se en espais reduïts i en zones baixes. Els mètodes de ventilació influiran en el moviment i la dispersió del gas.
- Una fuga líquida de GLP es considera molt més perillosa perquè en passar a gas (vaporització) el seu volum es multiplica per un factor superior a 200. En ser més pesat que l'aire, els vapors tendeixen a posar-se pròxims al terra amb el risc de trobar una font d'ignició i que els vapors siguin a la franja d'inflamabilitat.
- El GLP és incolor i inodor; en estat gasós no és visible fàcilment. Per corregir-ho s'incorpora un odoritzant distintiu abans de la distribució.

L'estratègia recomanada quan es produeixin emergències relacionades amb GLP és permetre que els vapors es dissipin a l'atmosfera o, quan hi hagi persones o propietats en perill, que es cremi tot el combustible. Les pautes clau d'actuació són:

- Tot el personal d'emergència ha d'utilitzar l'EPI complet més l'ERA.
- S'ha d'evitar implicar personal i vehicles fins que s'hagi fet la valoració inicial del sinistre.
- S'ha d'utilitzar la difusora de polvorització en apropar-se a totes les emergències relacionades amb vehicles. No dirigiu mai un raig d'aigua sobre un bassal de GLP: es produiria la vaporització instantània del bassal, de líquid a gas.
- Si es presenta una fuga de GLP, s'ha d'utilitzar aigua polvoritzada per protegir els elements exposats i dirigir i dissipar el núvol de gasos, si és possible sense remoure el líquid. S'han de dispersar els vapors a un lloc segur.
- Cal aïllar el combustible de possibles fonts d'ignició. Això es pot fer tancant les vàlvules de combustible del vehicle o de l'estació que reaprovisiona de combustible, o adreçant el núvol de vapors amb la difusora de polvorització lluny d'edificis i d'altres possibles fonts d'ignició. S'ha d'utilitzar escuma d'alta expansió en un incendi superficial de GLP per reduir la intensitat de l'incendi.
- Si el combustible crema, s'ha de permetre. Cal utilitzar les instal·lacions per protegir el dipòsit contra l'escalfament excessiu i per protegir els elements exposats a la calor radiant i convectiva.
- No s'ha d'extingir l'incendi d'una fuga de GLP tret que es pugui tancar el subministrament. S'ha d'utilitzar gran quantitat de pols química seca per extingir l'incendi, i anar molt en compte d'un retrocés de la flama en extingir l'incendi.
- Durant els incendis de GLP, si el so de les vàlvules de descàrrega de pressió en l'envàs es torna més sorollós, cal evacuar l'àrea, ja que l'explosió és imminent.
- S'ha d'evitar el contacte amb el GLP líquid. El GLP causarà cremades de primer grau o congelació si no es tracten immediatament. Si una persona té GLP a la roba, cal descongelar la tela amb aigua abans d'intentar treure-la-hi. Si no, la tela congelada s'adhereix a la pell i augmenta el dany.

## **PROCEDIMENT D'ACTUACIÓ EN INCENDIS DE VEHICLES AMB ENERGIA A BASE DE GLP**

A continuació, presentem com a model el procediment d'actuació emprat pel cos de Bombers de Barcelona.

El gas s'ha de tractar amb les mateixes precaucions que els hidrocarburs més les mesures addicionals referides del cas concret. Recordeu que s'emmagatzema en recipients a pressió i a temperatura ambient.

Per tant, actueu com ho faríeu amb recipients líquids envoltats de foc o amb risc d'una elevació de temperatura important. No oblideu que els vehicles que utilitzen aquestes energies també poden utilitzar addicionalment combustibles usuals com gasolina o gasoil.

## 1. SORTIDA DE VEHICLES

Segons el nombre de cotxes o volum incendiat sortirà un o més tancs del parc de Bombers més proper.

- Quan estigui cremant un cotxe, una moto o diverses motos sortirà **un tanc lleuger o pesant**, segons l'amplada del vial.
- Quan estiguin cremant dos o més cotxes, un camió o un autobús, sortiran **dos tancs pesants o lleugers**, segons l'amplada del vial.
- Un cop identificat que el vehicle o un dels vehicles afectats utilitza energia de propulsió a base de gas, sortirà una ambulància.

A criteri del comandament i segons l'evolució de l'incendi, es demanaran els recursos addicionals que es consideri necessaris

## 2. ZONIFICACIÓ I UBICACIÓ DELS VEHICLES

Inicialment cal delimitar el lloc del sinistre i establir una àrea de treball segura **molt més àmplia** que amb vehicles d'energies convencionals.

Cal preveure la possibilitat d'una deflagració important per acumulació de combustible sense cremar o per col·lapse del recipient.

### Informació variable que cal tenir en compte

A més de les informacions descrites inicialment per a incendi de vehicle sense riscos específics, en aquest cas cal valorar si el recipient de combustible està o pot estar afectat pel foc.

#### Zones de seguretat

- Zona calenta:
  - De 15 a 50 metres al voltant del vehicle afectat.
  - Nivell de protecció: equip de foc + ERA.
- Zona tèbia:
  - Al voltant dels vehicles de Bombers i eines a utilitzar. Mínim 15 metres addicionals a la zona calenta.
  - Nivell de protecció: equip de foc.
- Zona freda:
  - En cap cas se situarà a menys de 50 metres del vehicle afectat.
  - Per a persones alienes a Bombers.

## 3. DISTRIBUCIÓ BÀSICA DE TREBALLS

- Comandament:
  - Direcció i control de la maniobra des de zona tèbia.
- 2 bombers:
  - A la zona calenta amb protecció de foc + ERA.
  - Poden fer diverses tasques: aproximació, identificació del producte, control del tancament de circuits i de fuites de combustible, si cal, contenció, extinció, rescat, etc.

- 2 bombers més:
  - Com a equip SOS a la zona tèbia amb protecció de foc + ERA.
- Resta de bombers i conductors:
  - Manipulació de la bomba d'aigua.
  - Inicialment no entren a la zona calenta mentre hi hagi presència de fum o gasos. Si hi han d'entrar, ho faran amb protecció de foc + ERA.
  - Ajuden a muntar les diferents instal·lacions i a subministrar qualsevol material a l'equip d'atac de la zona calenta.
  - S'encarreguen de l'alimentació d'aigua del tanc.
  - Delimiten el lloc del sinistre.
  - Altres feines possibles: subministrament d'escuma, control de trànsit, etc.

En aquest cas, s'estima que sí que és necessari l'equip SOS, ja que el risc d'accident és molt més alt que amb les energies convencionals.

En el cas que sigui necessària l'actuació de més de dos tancs, la distribució de treballs entre el personal dels altres vehicles quedarà a criteri del cap de la intervenció.

#### 4. ACTUACIÓ

##### Estratègia d'extinció

Pautes de resposta en emergències.

- Identificar el combustible i la seva afectació.
- En el cas de petites fuites, utilitzar detectors de gas per valorar-les.
- Tancar les vàlvules dels recipients o claus de pas.
- Aïllar el combustible de possibles fonts d'ignició o augment de temperatura.
- Si el combustible està cremant, deixar que cremi i protegir els elements exposats circumdants.
- Refredar el dipòsit de combustible, si està excessivament escalfat.
- Utilitzar aigua o escuma com a agent extintor.
- Cal recordar que els GLP, al contrari del gas natural, són més pesats que l'aire i que s'acumularan a ran de terra, amb el perill que això comporta. El GLP en condicions de foc i pressió pot conduir al fenomen BLEVE (explosió de vapors que s'expandeixen per l'ebullició dels líquids).

##### Aproximació

Abans d'aproximar-se, refredar des d'una distància segura.

Desconnectar al més aviat possible la clau de contacte, primer, i la bateria després.

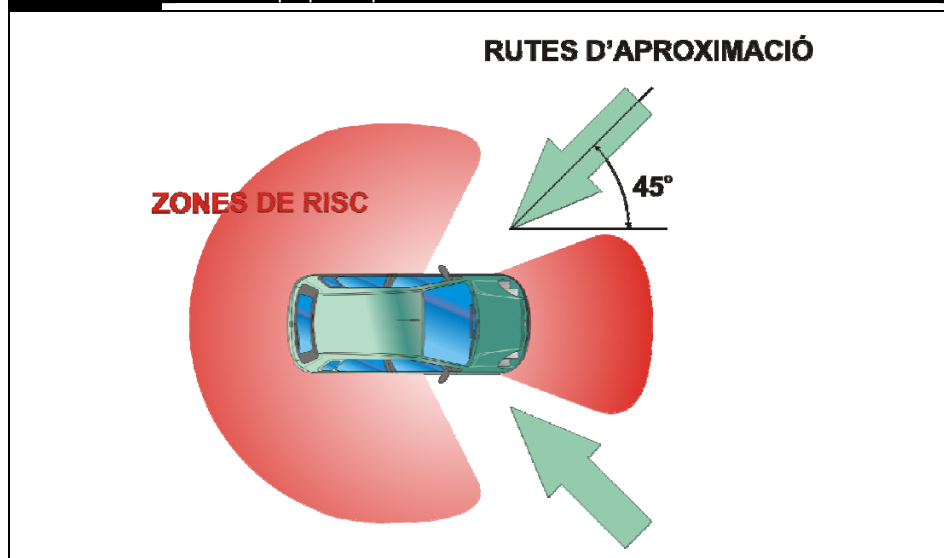
Valorar el tancament de la vàlvula del recipient de gas o la clau de pas.

L'aproximació es farà a 45 graus, tal com mostra el dibuix, sense envair el voltant del dipòsit de gas.

Personal en zona calenta: protecció de foc + ERA

Figura 1.22

Rutes d'aproximació i zones de risc per a un incident que implica un incendi en un vehicle propulsat per GLP



#### Extinció i protecció

Muntar les línies d'aigua i/o escuma que es consideri necessàries per als diferents treballs de contenció, refrigeració, protecció i extinció.

Possible línia d'aigua amb cabal limitat:

**AIGUA Ø25 en ALTA PRESSIÓ amb DIFUSORA**

Possible línia d'aigua amb més cabal:

**AIGUA Ø45 en ALTA PRESSIÓ amb DIFUSORA**

Possible línia d'escuma:

**ESCUMA de BAIXA o MITJANA EXPANSIÓ o CAF**

Per millorar l'eficàcia de l'escuma, és important no barrejar les instal·lacions.

## 5. NEUTRALITZACIÓ DELS VEHICLES SINISTRATS

Un cop finalitzada l'extinció del vehicle, i amb les mesures de seguretat adients, s'ha de neutralitzar el vehicle i el recipient de gas amb la finalitat d'eliminar riscos als equips de retirada de vehicles, fer neteja de la via pública, etcètera.

Les accions que caldrà fer, entre altres, són la desconexió de bateries i la revisió completa del vehicle, **fins i tot del maleter**.

## ESCENARIS D'EMERGÈNCIA PER A GLP

Els escenaris d'emergència amb GLP tenen la particularitat que un vessament tendeix a quedar-se al nivell de terra, ja que el pes específic en gas és superior al de l'aire. Fins i tot un bassal de butà líquid, en condicions ambientals fredes, pot mantenir-se en aquest estat un temps prolongat. Pel

que fa al dipòsit, cal recordar que en condicions adequades es pot desenvolupar una BLEVE perquè l'augment de volum al canvi d'estat líquid a gas és molt alt.

### **Cas 1. Emergència que implica un vehicle de GLP on no hi ha incendi, però sí una fuga evident de gas**

Objectiu: Atenuar els efectes de la fuga de gas i proporcionar atenció sanitària als ocupants del vehicle.

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Evacueu l'àrea immediata.
3. Aproximeu-vos a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus.
4. Protegiu els elements exposats i el rescat de persones amb instal·lacions d'aigua polvoritzada.
5. Pareu el motor o gireu la clau a **"off"**.
6. Aïlleu el combustible girant la vàlvula de tancament d'emergència del dipòsit.
7. Permeteu la dissipació del gas.
8. Inicieu l'assistència als ocupants del vehicle.

### **Cas 2. Incendi en l'interior d'un vehicle GLP que no afecta el gas ni els tancs**

Objectiu: Evitar que l'incendi s'estengui als dipòsits de combustible, protegir els elements exposats i rescatar les persones.

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Protegiu els elements exposats i feu el rescat de persones amb instal·lacions d'aigua polvoritzada.
3. Evacueu l'àrea immediata.
4. Aproximeu-vos a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus.
5. Apagueu l'incendi amb aigua i/o escuma.
6. Aïlleu el combustible girant la vàlvula de tancament d'emergència del dipòsit.

### **Cas 3. Incendi en el compartiment motor de GLP**

Objectiu: Evitar que l'incendi s'estengui a la resta del vehicle i als dipòsits de combustible, protegir els elements exposats i rescatar les persones.

1. Identifiqueu el tipus de vehicle i de combustible.
2. Protegiu els elements exposats i feu el rescat de persones amb instal·lacions d'aigua polvoritzada.
3. Aproximeu-vos a contravent del vehicle i amb un angle de 45 graus.
4. Tanqueu la vàlvula de combustible del dipòsit.
5. Protegiu els elements exposats amb instal·lacions d'aigua.
6. Apagueu l'incendi del compartiment motor



**Figura 1.23**

Incendi al compartiment motor d'un vehicle Jaguar impulsat per GLP. L'incendi no va afectar el vaporitzador ni cap altre element del sistema de combustible de GLP



#### **Cas 4. Incendi d'un vehicle de GLP alimentat per una fuga de gas**

Objectiu: Protegir els elements exposats i deixar cremar tot el GPL del dipòsit.

1. Evacueu l'àrea i protegiu els elements exposats.
2. Utilitzeu les línies de mànega per protegir i refrescar l'exterior del vehicle i el recipient de gas, sense extingir l'incendi.
3. Deixeu cremar l'incendi fins que s'esgoti el combustible.

#### **Cas 5: Incident que implica un vehicle de GLP, en què són visibles cristalls de gel i gebrer en el tanc exterior**

Objectiu: Assegurar l'escena de l'emergència.

1. Evacueu els voltants.
2. Permeteu que el gas surti fins que es dissipï i protegiu els elements exposats amb instal·lacions d'aigua.

#### **Cas 6. Incident que implica un vessament de GLP al paviment o al vehicle**

Objectiu: Assegurar l'escena i permetre que el gas es dissipï sense que s'encengui.

1. No llanceu aigua sobre vessaments líquids de GLP: l'aigua pot fer que esquitxi de forma violenta i augmenti el perill d'incendi.
2. Evacueu els voltants.
3. Protegiu els elements exposats amb acortinadors d'aigua.
4. Permeteu que el GLP vaporitzi i es dissipï a l'atmosfera.

## ENERGIA ELÈCTRICA

L'interès de l'electricitat com a energia alternativa se centra en el vehicle privat. El seu ús i eficiència en vehicles connectats a la xarxa ja és un fet. Els vehicles elèctrics es poden classificar en:

1. **Vehicles elèctrics purs.** Utilitzen sistemes de tracció i d'acumulació d'energia únicament elèctrics. Inclou els vehicles elèctrics **adaptats** i els **electromòbils**. Els primers són vehicles que simplement reemplacen el motor tèrmic per un d'elèctric. Incorporen, per tant, components no necessaris per als sistemes elèctrics, però alhora redueixen les despeses en els processos de fabricació. Els electromòbils en canvi, són aquells de disseny íntegrament elèctric. En el parc mòbil actual hi ha el Nissan LEAF model *Zero Emission*
2. **Vehicles híbrids.** Combinen sistema tèrmic i elèctric com una opció per millorar les prestacions dels vehicles elèctrics tot conservant, alhora, els seus avantatges energètics i ambientals. Es distingeix entre el sistema **paral·lel**, el sistema **combinat** i el sistema en **sèrie**. El vehicle híbrid en sèrie és de tracció elèctrica, però obté l'energia d'un motor tèrmic i les bateries equilibren les necessitats del motor elèctric amb l'energia proporcionada pel generador. El vehicle híbrid paral·lel, per contra, té dos possibles sistemes de tracció, motor tèrmic o motor elèctric, que poden funcionar de forma independent o complementària. En el cas del combinat, el motor elèctric genera la tracció a baixa velocitat i complementa el motor tèrmic a altes velocitats.
3. **Pila de combustible.** Una pila de combustible és un dispositiu que funciona com una bateria, però no s'esgota ni es recarrega. Mitjançant un procés de combustió freda, converteix l'energia química d'un combustible en energia elèctrica útil, a més de calor i aigua, tot sense combustió. Aquestes piles de combustible estan formades per dos elèctrodes en un electròlit, i generen electricitat sempre que se'ls proveeixi de combustible i oxigen. Poden utilitzar hidrogen pur de forma directa, o qualsevol combustible (gasolina, metanol, metà, hidrogen, etanol, gas natural, gas liquat, etc.), que permeti obtenir gas ric en hidrogen per un procés intern de transformació.
4. **Vehicles solars.** Els vehicles solars transformen la radiació solar en electricitat mitjançant plafons fotovoltaics. Una electricitat que, com en la resta de vehicles elèctrics, s'emmagatzema en bateries per anar després al sistema elèctric de tracció.

En qualsevol cas, el vehicle elèctric es caracteritza per 3 elements específics propis: el motor de tracció elèctrica, el sistema d'emmagatzematge d'energia (bateries) i els elements de control i regulació (electrònica).

Els principals riscos relacionats amb els incendis de vehicles impulsats per electricitat són derivats del risc d'electrocució per contacte sense protecció amb qualsevol dels components amb energia d'alta tensió (considerada de més de 50V en automoció, al marge d'altres reglaments com ara l'electrotècnic).

## VEHICLES HÍBRIDS

En el llenguatge modern dels automòbils, l'adjectiu **híbrid** es refereix als models que tenen motors de combustió interna i alhora motors elèctrics, ja que per la seva grandària i funció aquests últims són realment motors davant de les funcions més modestes de les bateries o acumuladors de níquel i àcid. Encara que amb menys popularitat, actualment coexisteixen els vehicles híbrids que combinen un motor dièsel, també de combustió interna, amb els motors de bateria. L'única diferència és que el carburant de dièsel és diferent en composició al de gasolina.

Avui els vehicles híbrids tenen dues configuracions. Una és la tecnologia que s'anomena *paral·lela*, o vehicle *completament híbrid*, i l'altra, anomenada *en sèries* o vehicle *parcialment híbrid*. Un híbrid paral·lel pot funcionar tan sols amb el seu motor de combustió interna o pot ser propulsat únicament pel seu motor elèctric. Els vehicles paral·lels troben ara com ara els seus millors exemples en el Toyota Prius híbrid i en el Ford Escape híbrid. En canvi, l'altra conformació, la parcial o en sèries, es veu representada per l'Honda Insight híbrid de dues portes i el Civic híbrid de quatre portes. La característica principal és que el component de força, sigui el motor de combustió o el motor elèctric, assisteix a l'altre quan resulta necessari; capdels dos no és suficient, per si sol, d'impulsar el vehicle.

### PERILL D'ELECTROCUCIÓ

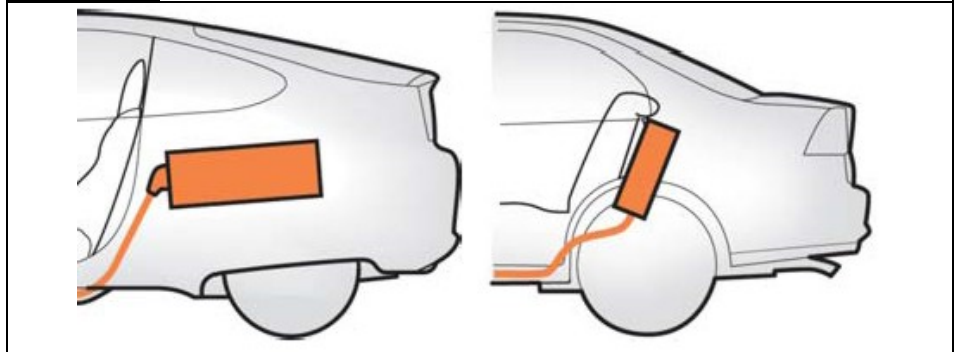
Tot el personal d'emergència ha d'utilitzar l'EPI complet més l'ERA.

El contacte sense protecció amb qualsevol dels components amb energia d'alta tensió pot causar greus lesions o la mort. Malgrat tot, rebre un xoc elèctric en un vehicle híbrid és altament improbable. Però cal conèixer els punts en què es pot patir el risc de contacte elèctric d'alta tensió.

### BATERIA VH D'ALTA TENSÍO

El contacte amb la bateria VH o altres components a l'interior de la caixa de bateries només es pot produir si la caixa ha quedat danyada i els components exposats.

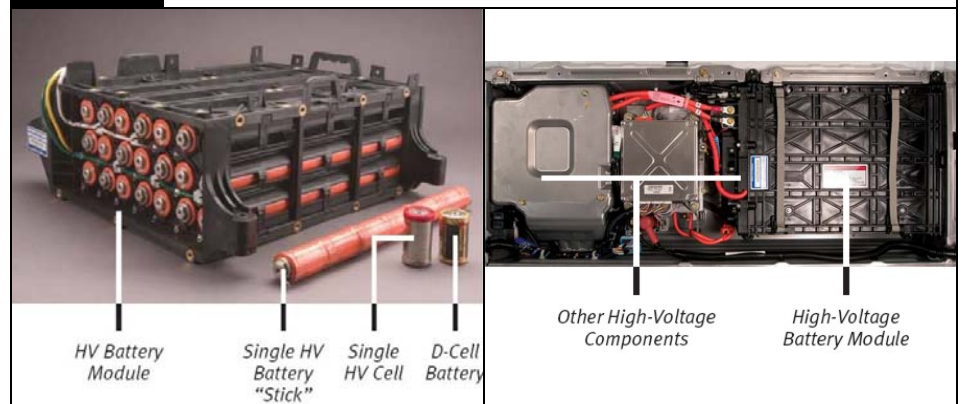
La bateria VH d'alta tensió d'un vehicle híbrid té una quantitat determinada de mòduls: 28 en el model Prius i 30 en els models Lexus. Cada mòdul té sis cèl·lules d'1,2 volts, amb un voltatge total de 150 a 300 volts o més, segons els models. Les cèl·lules de cada mòdul estan disposades en grups o **piles**. Cadascuna de les cèl·lules, de la grandària d'una pila convencional, conté hidrur de potassi, substància altament alcalina, molt perjudicial per als teixits humans, que reacciona intensament amb el zenc, alumini, estany, altres metalls actius i diferents tipus de components orgànics, que creen gas hidrogen.

**Figura 1.24** Situació general de la caixa que conté la bateria VH

La bateria VH està continguda en una caixa metàl·lica resistent, que es mostra en la fotografia sense la coberta. La caixa porta altres elements que, juntament amb la bateria VH, conformen la *Intelligent power unit* (IPU). Els components interiors d'aquesta caixa estan totalment aïllats de l'estructura del vehicle. Per millorar la seguretat, la IPU se situa directament darrere dels seients posteriors i ben protegida dels danys en cas de col·lisió.

**Figura 1.25**

A l'esquerra, els mòduls d'una bateria VH d'alta tensió de l'Honda Civic; té 28 mòduls, amb un voltatge total de 201 V. A la dreta, la situació d'aquesta bateria amb la resta de components, sortida d'alta tensió i relé de tall



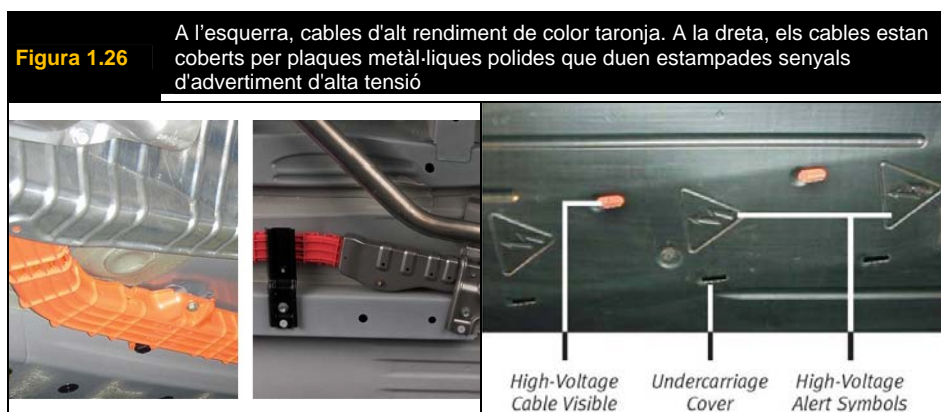
### En cas d'exposició a l'electròlit de la bateria VH

- La neutralització es fa amb una solució d'àcid bòric: 1kg d'àcid bòric per cada 25 litres d'aigua. També és molt eficient el vinagre comú.
- Cal netejar la zona afectada durant 20 minuts.
- En cas d'absorció, cal retirar els elements contaminats i eliminar-los adequadament.

## CABLES D'ALTA TENSIÓ

L'energia elèctrica flueix entre la bateria VH i el motor a través de dos cables d'alta tensió. N'hi pot haver tres, i en aquest cas un és de 12 volts. En Honda, tots tres cables passen junts dins d'un conducte cilíndric i metàl·lic de color taronja. Aquests cables poden tenir energia fins i tot amb el motor parat. Sempre van per sota del vehicle, enfundats en pantalles plàstiques resistents de color taronja o d'un blau molt viu, i fan de 10 a 12 mm de diàmetre.

Quan els cables passen prop del sistema d'escapament de fums, els cobreix una pantalla metàl·lica que no amaga la protecció de color taronja. En algunes ocasions la protecció és amb plaques metàl·liques polides i, per indicar que amaguen els cables d'alta tensió, duen estampades senyals d'avertiment d'alta tensió orientades en la direcció del cablejat.



El contacte amb els cables elèctrics només es pot produir quan s'ha tret un o més components. Cal saber que sols hi ha tres situacions en cables d'alta tensió amb energia:

1. Amb la clau de contacte en "**on**", el motor en marxa i el vehicle accelerant. En aquest cas, la bateria VH d'alta tensió està enviant corrent al motor.
2. Amb la clau de contacte en "**on**", el motor en marxa i el vehicle desaccelerant. En aquest cas, el motor està generant corrent elèctric i enviant-lo a la bateria VH d'alta tensió.
3. En vehicles equipats amb *Auto Idle Stop* (Toyota Accord, Audi), amb la clau de contacte en "**on**" i el motor parat. En aquest cas, la bateria VH envia corrent als components electrònics necessaris per al funcionament del vehicle.

L'única condició comuna a les tres situacions en què els cables d'alta tensió tenen electricitat és que la clau de contacte estigui en "**on**". Per tant:

- Quan la clau de contacte està en "**off**", els cables d'alta tensió no porten corrent elèctric.

En cas d'inundació parcial, si l'aigua arribés als terminals de la bateria VH, **sí que existiria un risc relatiu d'electrocució**.

En cas d'inundació total o parcial, els fabricants recomanen **sempre** retirar primer el vehicle del lloc inundat.

## DESCONNEXIÓ AUTOMÀTICA

En cas d'accident de trànsit, el mateix dispositiu que activa els sistemes de seguretat passiva (ICU) també activa la desconnexió dels relés en els terminals de la bateria VH, i deixa la sortida sense tensió.

## MÈTODES PER TALLAR EL SUBMINISTRAMENT ELÈCTRIC D'ALTA TENSIÓ

Abans d'iniciar les operacions d'extinció directa sobre el vehicle, s'ha de tallar el subministrament elèctric d'alta tensió i prevenir qualsevol contacte elèctric. Cal recordar que després de tallar el subministrament elèctric, cal esperar cinc minuts perquè el corrent elèctric s'hagi dissipat totalment.

Hi ha tres mètodes pràctics que ajuden a aconseguir aquest objectiu:

1. **Girar la clau de contacte a "off"**. Aquesta simple acció desconnecta el motor de combustió i l'elèctric. Mai es pot pressuposar que el motor està apagat, ja que els nous motors són molt silenciosos. En girar la clau també es desconnecta el sistema SRS (amb un temps de retard de 30 segons a 5 minuts, segons els models). Després de girar la clau cal treure-la perquè no es pugui accionar accidentalment. En el cas que el vehicle disposi de clau electrònica, cal allunyar-la uns 5 metres.

**Figura 1.27**

Girant la clau de contacte es desconnecten el motor de combustió i l'elèctric, i també el sistema SRS



2. **Desconnectar la bateria de 12 volts.** En desconnectar la bateria de 12 volts es talla l'energia als controls de la bateria VH i no circula corrent pels cables.

**Figura 1.28** Connector de la bateria VH Lexus 450H



3. **Retirar el connector de la bateria VH,** normalment de color taronja. La seva situació és:

- Toyota Prius i Auris, a la part inferior del maleter.
- Lexus 450H, a la part inferior del seient posterior, al costat esquerra.
- Peugeot 3008 HYbrid4, a la part del maleter.

En tots els casos, primer cal tibar del fiador i fer-lo girar 90°, perquè quedi perpendicular, i després tibar enfora fins alliberar-lo de la connexió.

**Figura 1.29** Connector de bateria VH i de bateria de 12V: a l'esquerra, Toyota Auris; a la dreta, Honda Prius.



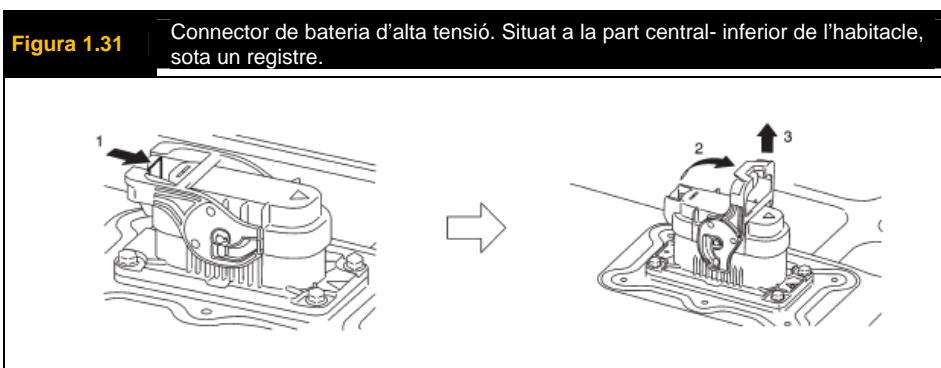
- En el cas d'Honda, cal retirar primer el respatllet del seient posterior, amb una clau de 10mm, i dos cargols M-6 que fixen una placa que, un cop retirada, permet accedir a un interruptor que estarà en posició "on" i que s'ha de posar en "off". Cal fer dos moviments alhora per obrir o tancar aquest interruptor.



## EL TRACTAMENT DE VEHICLES ELÈCTRICS POT SER EL MATEIX QUE ELS HÍBRIDS

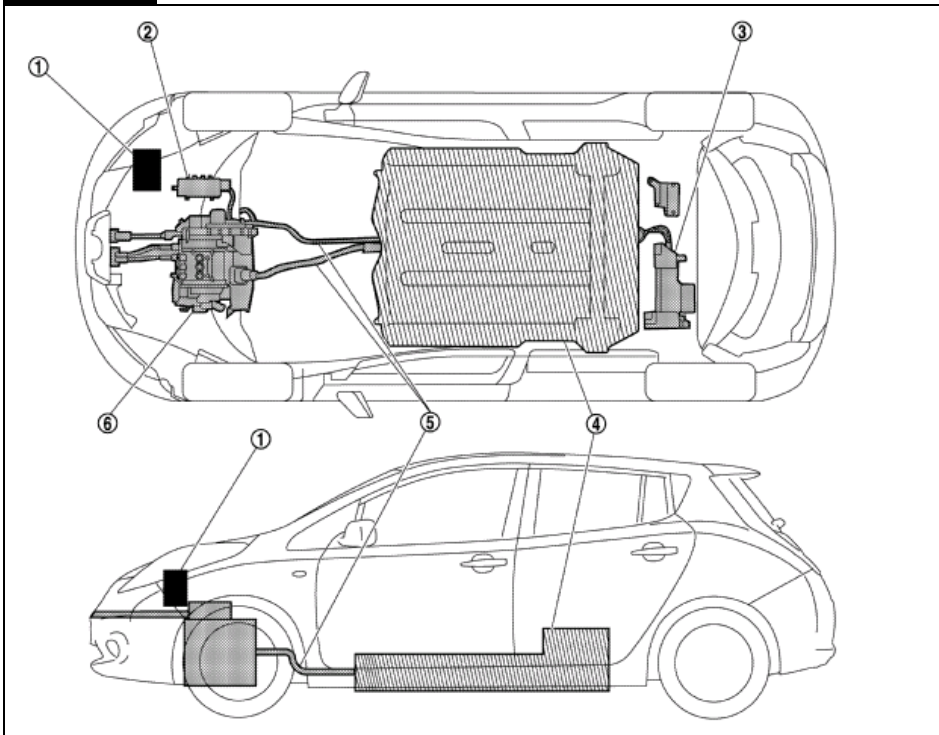
Actualment en el mercat hi ha el Nissan LEAF *Zero emission* com a vehicle totalment elèctric. Té una bateria d'alta tensió d'ió liti (Li-ion) amb un voltatge de 403,2V de corrent contínua, que es converteix en 600V de corrent alterna.

Està situada en el centre del vehicle, a la part inferior, amb un pes de 294 kg. També disposa d'una bateria de 12 volts per a les funcions comunes del vehicle. Té un connector que quan es retira talla el subministrament elèctric de la bateria d'alta tensió. Se segueix el mateix sistema que en els vehicles híbrids.





**Figura 1.31** Components elèctrics bàsics del Nissan LEAF *Zero emission*. 1) Bateria de 12V; 2) Calefactor PTC; 3) Carregador d'a bord; 4) Bateria d'ió liti; 5) Instal·lació AT; 6) Motor de tracció i engranatge desmultiplicador



### Atenció

Si no es pot dur a terme cap dels mètodes anteriors per parar el motor i evitar el flux de corrent elèctric pels cables d'alta tensió, cal extremar les precaucions: **no tal·leu els cables ni els toqueu sense protecció**, ja que no hi ha cap garantia que l'energia elèctrica d'alta tensió hagi estat desconnectada.

### Recordeu

Després de desconnectar el corrent elèctric de les bateries VH, cal esperar 5 minuts fins que s'hagi dissipat pràcticament la tensió (queden 60 volts), i de 30 segons a 5 minuts, segons els models, fins que s'hagi desconnectat el sistema SRS, després de desconnectar la bateria de 12 volts.

## PAUTES DE RESPOSTA A EMERGÈNCIES DE VEHICLES ELÈCTRICS

L'atac inicial a incendis en vehicles elèctrics es pot gestionar seguint les pautes normals d'actuació per a l'extinció d'incendis de vehicles convencionals. Els vehicles elèctrics contenen els mateixos elements de risc d'un vehicle de combustió interna de gasolina o dièsel. A més, en la majoria d'ocasions no es podrà diferenciar de qualsevol altre vehicle convencional.

En un incendi actiu d'un vehicle elèctric, la calor per radiació causarà que els mòduls de la bateria VH es fonguin com ho faria qualsevol altre material plàstic sota l'exposició a altes temperatures. Si s'escalfa prou, l'embolcall del mòdul de plàstic es fondrà i els components interiors de la bateria VH quedaran exposats. Llançant una gran quantitat d'aigua baixarà la intensitat

i magnitud de l'incendi, al mateix temps que s'elimina la calor de radiació i es refreda la caixa IPU i els mòduls plàstics de l'interior de la bateria. No hi ha risc que el binomi d'atac pateixi un cop elèctric durant l'atac directe a un vehicle híbrid o elèctric.

En el cas que l'incendi estigui a prop de la bateria VH i en funció de la magnitud del incendi, el comandament del sinistre pot adoptar un mode d'extinció:

- **Baixa magnitud.** Extinció com a foc elèctric, amb extintor de CO<sub>2</sub>, pols polivalent o extintor d'aigua polvoritzada amb escuma AFFF, des d'una distància de seguretat d'1 metre.
- **Alta magnitud.** Atac ofensiu amb inundació de la zona de l'habitacle o maleter, amb gran quantitat d'aigua polvoritzada, des d'una distància de seguretat d'entre 1 i 2 metres.

## CAPÍTOL 3

---

# TOXICITATS DELS MATERIALS

---

L'exposició i la inhalació del fum i dels gasos tòxics en un incendi provoca danys tant d'aguts com crònics, i a més del risc de mort poden deixar seqüeles, algunes d'irreversibles. La falta d'oxigen, l'aire calent i l'efecte combinat d'aquests gasos tòxics potencia la seva capacitat d'injúria química i física en pell, mucoses, vies respiratòries, parènquima pulmonar i en tots els sistemes de l'economia, d'entre els quals els més vulnerables són el cor i el sistema nerviós central.

## MATERIALS I COMPOSTOS

Els automòbils europeus en l'actualitat contenen entre 130 i 140 quilograms de plàstic. Les cobertes de rodes s'han estat fabricant amb niló des de fa anys, que s'està començant a substituir per poliolefines. Diverses peces metàl·liques contingudes en els automòbils estan sent substituïdes per peces de resina d'acetal Delrin en motors i accionadors elèctrics amb elastòmer de polièster termoplàstic. L'aparició dels motors sobrealimentats amb majors temperatures sota el capó implica la necessitat d'utilitzar resines de poliamida d'alt rendiment per a ressonadors d'automòbil que suporta elevades temperatures, de fins a 160°C.

No menys important és l'estètica dels cotxes. El nou Mercedes SLK, un dues places de 'look' molt atlètic està considerat com un regal per a la vista. En el disseny han tingut un paper important, per exemple, els para-xocs frontal i posterior i el guarnit lateral de les boques d'entrada. En les tres peces ens trobem amb el Bayflex 180 GR, poliuretà que es transforma mitjançant RRIM (*reinforced reaction injection moulding*) de parets primes. Una barreja de plàstics, el Bayblend, s'utilitza en les carcasses dels miralls retrovisors. S'ha triat per les seves propietats mecàniques, els prims espessors de paret que permeten i la seva bona aptitud per al pintat. Aquest mateix material

intervé també en moltes peces visibles l'interior de l'esportiu i luxós tauler d'instruments. Un escalfament intens, per exemple dels raigs solars directes, provoca una deformació mínima, de manera que no s'aprecien separacions entre les peces.

Milions d'automòbils llueixen en els carrers amb pilots del darrere, cobertes de velocímetre i intermitents de masses de Plexiglas. A més de la seva alta resistència a la intempèrie, aquest material es caracteritza fonamentalment per les seves bones propietats de passada de llum i la variabilitat en el tintat, la seva alta lluentor i transparència, així com per la duresa i resistència que té al ratllat. A més de les aplicacions ja conegudes de les masses Plexiglas, aquests productes s'utilitzen cada vegada més en sistemes de conducció de llum i en peces no transparents per a automòbils. Com a conductor de llum en sistemes de navegació, aquest material s'utilitza per la seva alta puresa i transparència, fins i tot en formes complexes i molt ramificades. Com a exemple de peces de carrosseria de Plexiglas modelat per injecció, es pot esmentar el revestiment dels muntants en el Mini, l'aleró del MCC Smart i la carcassa del mirall retrovisor exterior del nou Opel Astra.

Pagani fabrica un dels vehicles més ràpids de la carretera: el Zonda, un esportiu de pura raça amb motor de 7 litres i 550 cavalls de potència. Com a material de construcció de l'estructura del sòl s'utilitza el plàstic cel·lular rígid de polimetacrilimida.

| Taula 3.1                 |  | Taula resum de compostos en vehicles |
|---------------------------|--|--------------------------------------|
| <b>POLIAMIDA</b>          |  |                                      |
| <b>Ús</b>                 | Reixetes, embellidors de roda, carenats de motos, radiadors i revestiments externs   |                                      |
| <b>Propietats</b>         | Temperatura de descomposició al voltant dels 350 °C. Les poliamides en conjunt representen el 0,3% de la producció nacional de plàstics.   |                                      |
| <b>Productes derivats</b> | <p>Principals productes emesos per degradació tèrmica: CO<sub>2</sub>, hidrocarburs alifàtics, aromàtics, acetaldehid, formaldehid, acroleïna, amoníac, acetona, acrilonitril, acetoneitril, cicloheptanona, amines, sals d'amoni, caprolactama crotonaldehid.</p> <p>Productes secundaris emesos per degradació tèrmica: hidrocarburs aromàtics, acetaldehid, acroleïna, formaldehid, òxids de nitrogen, CO, cianur d'hidrogen, vapor d'aigua. En cas d'incendi es desprenen vapors tòxics.</p> <p>Productes emesos per combustió: CO<sub>2</sub>, CO, amoníac, sulfur d'hidrogen, metà, etilè, acetilè.</p> <p>Toxicitat dels productes emesos: anestèsics, nocius, tòxics, irritants, cancerígens potencials, narcòtics, asfixiants, tòxics específics.</p> |                                      |
| <b>Referència</b>         | Fitxa tècnica INSHT (FT-8-0). Fitxa de dades de seguretat <i>Technical polyamides Dinalon</i>  |                                      |

| POLIAMIDA AROMÀTICA       |  |
|---------------------------|--|
| <b>Ús</b>                 | Pneumàtics, recobriments de cables aïllants  |
| <b>Propietats</b>         | Temperatura de degradació al voltant dels 500 °C   |
| <b>Productes derivats</b> | Els productes de degradació són molestos, i alguns tòxics: CO, CO <sub>2</sub> , sulfur de carboni, òxids de sofre, metà i vapor d'aigua.  |
| <b>Referència</b>         | Fitxa tècnica INSHT (FT-8-1-B)   |
| POLICARBONAT (PC)         |  |
| <b>Ús</b>                 | Para-xocs, revestiment de para-xocs, alerons (spòilers), cantoneres, carenats de motos, reixetes, etc.   |
| <b>Propietats</b>         | Temperatura de degradació: 300 °C  |
| <b>Productes derivats</b> | Productes emesos: CO <sub>2</sub> , CO, metà, alquilfenols.<br>Els productes de degradació són asfixiants, irritants i tòxics.   |
| <b>Referència</b>         | Fitxa tècnica INSHT (FT-7-1-C)   |
| POLIESTIRÈ                |  |
| <b>Ús</b>                 | Components per a carrosseries de vehicles de motor.  |
| <b>Propietats</b>         | Temperatura de degradació: 200-220 °C. Inflamable  |
| <b>Productes derivats</b> | Els productes emesos en la degradació són asfixiants, narcòtics, irritants i tòxics: diòxid de carboni, hidrocarburs aromàtics i alifàtics lleugers, aldehids i alcohols, fums per degradació d'elastòmers (òxids i altres compostos de sofre, òxids de nitrogen, hidrocarburs clorats, hidrocarburs pesats), monòxid de carboni.  |
| <b>Referència</b>         | Fitxa tècnica INSHT (FT-2-1-B)   |
| POLIETILÈ (PE)            |  |
| <b>Ús</b>                 | Canalitzacions (conduccions flexibles o rígides), revestiments de passos de rodes, bateries, absorbidors de para-xocs, dipòsit de combustible, protecció mecànica de cables.   |
| <b>Propietats</b>         | Temperatura de degradació: 180-200 °C<br>Representa el 21% del volum total dels transformats.<br>En situacions d'incendi, el producte crema amb facilitat i emet un fum negre pesat i irritant.<br><br>Les fitxes de seguretat dels fabricants recomanen que els bombers portin la indumentària de protecció completa, inclosos els equips autònoms de respiració assistida. |
| <b>Productes derivats</b> | Els productes emesos per degradació tèrmica són narcòtics i tòxics: pentà, hexens, hidrocarburs saturats, olefines, acetona, metilacetona, CO <sub>2</sub> , gasos i substàncies volàtils provinents de la descomposició d'additius. Durant la combustió, allibera CO <sub>2</sub> , CO, aldehids, acroleïna i altres vapors orgànics.                                       |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Referència</b>         | Fitxa tècnica INSHT (FT-3-1-A)<br>Fitxa de dades de seguretat <i>Nova chemicals</i>  |
| <b>POLIPROPILÈ (PP)</b>   |  |
| <b>Ús</b>                 | Bateries, para-xocs, càrregues de calefacció, revestiments interiors i exteriors, canalitzacions.  |
| <b>Propietats</b>         | No inflamable (punt d'inflamació: 440 °C).<br>Agents d'extinció: escumes, pols química seca, aigua, CO <sub>2</sub> .<br>No és tòxic. No requereix equips especials de protecció personal per combatre el foc.   |
| <b>Productes derivats</b> | En cas de combustió, no transmet gasos nocius per a l'ambient ni incompatibles a la inhalació humana   |
| <b>Referència</b>         | <i>Duofil</i><br>Fitxa de dades de seguretat <i>Nova petroquímica</i>  |
| <b>POLIURETÀ (PU)</b>     |  |
| <b>Ús</b>                 | Segons el tipus de PU: para-xocs, taulers de control, seients (entapissat i tou), alerons, cantoneres, corretges de transmissió, juntes, cobertes per rodaments, pneumàtics industrials, aïllament tèrmic, encapsulament.  |
| <b>Propietats</b>         | Temperatura de degradació: 150°C   |
| <b>Productes derivats</b> | Els productes emesos per degradació tèrmica són irritants i tòxics: CO <sub>2</sub> , hidrocarburs alifàtics lleugers, hidrocarburs aromàtics, diisocianat, vapor d'aigua, metanol, etanol, amines, amoníac, aldehids, cetones, fluorocarbonis.  |
| <b>Referència</b>         | Fitxa tècnica INSHT (FT-10-1-A, FT-10-2-A, FT-10-1-B)  |
| <b>PVC</b>                |  |
| <b>Ús</b>                 |  |
| <b>Propietats</b>         | En general, resisteix sense canvis temperatures fins als 1000C aproximadament, es descompon sobre els 140° C i la combustió es produeix, amb excepcions, quan arriba a temperatures entre 250-300°C  |
| <b>Productes derivats</b> | No combustiona per si sol, perquè cremi ha d'entrar en contacte amb un altre combustible.<br><br>Quan combustiona desprèn àcid clorhídric, monòxid de carboni, diòxid de carboni, aldehids, hidrocarburs clorats, hidrocarburs alifàtics i aromàtics, diòxid de sofre. A la degradació tèrmica també es desprenen toluè i xilens, benzè, clor, anhídrid ftàlic, diòxid de sofre, hidrocarburs naftènics, esters ftàlics, compostos de sofre, fosc, clorur de vinil |
| <b>Referència</b>         | Universitat Central de Veneçuela<br>Fitxa tècnica INSHT (FT-1-0, FT-1-1-A, FT-1-1-B)   |

## PRODUCTES GENERATS PER LA COMBUSTIÓ DELS MATERIALS D'UN VEHICLE

Aquests productes gasosos estan generats per la calor i per la combustió completa i incompleta de diferents materials que són en el lloc de l'incident. Els productes derivats de la combustió més freqüents són:

- **Aire calent.** La temperatura elevada de l'aire pot lesionar les vies respiratòries i si l'aire és humit, el dany pot ser molt més gran. L'exposició la inhalació ràpida de calor excessiva, amb temperatures que sobrepassin els 49-54 °C, pot causar una seriosa hipotensió i fallada en el sistema circulatori. La inhalació de gasos calents pot causar un edema pulmonar i mort per asfíxia. El dany causat per inhalació d'aire calent no és immediatament reversible en introduir aire fresc i pur a les vies respiratòries.
- **Fum.** La major part del fum generat en un incendi en un vehicle és una combinació de petites partícules en suspensió i certa quantitat de pols corrent surant amb els gasos calents. Les partícules faciliten la condensació d'alguns productes gasosos de la combustió. Algunes de les partícules suspeses en el fum són lleugerament irritants, però algunes altres poden ser letals.
- **Monòxid de carboni.** La gran majoria de les morts per incendis són ocasionades pel monòxid de carboni (CO), més que per qualsevol altre producte tòxic de combustió. Aquest gas incolor i inodor està present en tots els incendis, i augmenta quan la ventilació és més deficient i la combustió més incompleta. Generalment, com més fosc és el fum més alts són els nivells de monòxid de carboni presents. La seva combinació amb l'hemoglobina i el desplaçament de l'oxigen provoca dany tissular per asfíxia.
- **Cianur d'hidrogen.** El cianur d'hidrogen (HCN) interfereix amb la respiració a nivell cel·lular (bloqueja la fosforilació oxidativa). És incolor i pot identificar-se per la seva olor característica d'ametlles amargues. En ser menys dens que l'aire, tendeix a elevar-se. És emès per la combustió de materials amb nitrogen continguts al vehicle (plàstics, poliuretà, paper).
- **Diòxid de carboni.** Gas que s'emet quan la combustió és completa (presència suficient d'oxigen). El diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) és incolor, inodor i la inhalació en concentracions tòxiques produeix taquipnea, cosa que augmenta la inhalació d'altres gasos tòxics. Pot produir aturada respiratòria.
- **Fosgè.** Gas incolor, insípid, amb olor desagradable. El fosgè (COCl<sub>2</sub>), present en els plàstics, s'allibera amb la combustió d'aquests materials, i és un fort irritant de les vies respiratòries. Produeix dany químic en transformar-se en àcid hidroclòric en

contacte amb l'aigua en els pulmons, per la qual cosa el seu efecte pot trigar diverses hores a manifestar-se.

- **Aldehids.** Els vapors i gasos que poden alliberar-se en un incendi són més densos que l'aire i tendeixen a estendre's arran de terra. Els elements tèxtils continguts al vehicle com els acrílics, la cel·lulosa i el material aïllant són els materials en els quals poden estar presents. D'olor acre, és molt irritant de pell, mucoses, vies aèries i pulmons; produeix obstrucció respiratòria, edema pulmonar i exacerbació d'asma. Els efectes poden no ser immediats.
- **COV (compostos orgànics volàtils).** Benzè (usat en plàstics i pintures), xilè (constituent de pintures, laques i esmalts adhesius), estirè (que a altes temperatures es converteix en plàstic, s'usa en manipulació de resines, polièster i aïllants). Poden provocar borradura (*rash*), cefalea, nàusees, vòmits, irritació ocular.

### PATOGÈNIA DE LES LESIONS PER INHALACIÓ DE FUM I GASOS TÒXICS

La lesió per inhalació que es produeix en un incendi es defineix com una traqueobronquitis química que resulta de la inhalació de gas molt calent i productes d'una combustió incompleta. El dany de la via aèria i el pulmó depèn dels components del fum inhalat, del grau d'exposició i de la resposta de l'organisme.

La lesió produïda per la calor es limita en general a la zona de la via aèria per sobre de les cordes vocals, mentre que els vapors de gasos irritants produeixen irritació de la mucosa de la via aèria superior i inferior. La toxicitat varia segons el tipus de fum, és a dir de la matèria que es crema. L'ús actual de plàstics en els vehicles fa que les lesions per inhalació siguin més greus que en els incendis de vehicles més antics.

Els gasos solubles en aigua,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  i aldehids (formaldehid, acetaldehid, butaldehid i acroleïna), afecten sobretot a les vies aèries superiors, produeixen edema de mucosa, alteració del funcionament ciliar, ulceració i broncorrea.

Els gasos solubles en lípids ( $\text{N}_2\text{O}$ , fòsgè, aldehids) són transportats per les partícules de carbó, arriben a zones pulmonars profundes i produeixen dany de la membrana cel·lular, inactivació del surfactant i edema pulmonar.

Inicialment es produeix una lesió de la mucosa de la via aèria per l'aire calent (més de  $150\text{ }^\circ\text{C}$ ) i els vapors irritants, amb edema, eritema, ulceració, i pèrdua de l'activitat ciliar, cosa que disminueix l'aclariment de partícules, moc i gèrmens. Aquestes lesions estimulen l'alliberament de mediadors inflamatoris, que augmenten el flux sanguini i la permeabilitat vascular de la mucosa bronquial. La necrosi cel·lular, per dany directe o secundari a la inflamació, causa un despreniment de la mucosa i estimula la secreció traqueobronquial amb producció de taps de moc i detritus cel·lulars que obstrueixen les vies aèries petites i poden produir atelèctasi.

Després de 2 o 3 dies, la inflamació pot estendre's a tot el parènquima pulmonar i desenvolupar-se un edema alveolointersticial difús. Els oxidants, que inactiven el surfactant i afavoreixen el col·lapse alveolar i la sobreinfecció, augmenten el dany del parènquima pulmonar.



## PRODUCTES TÒXICS DERIVATS DE LA COMBUSTIÓ D'UN VEHICLE

Productes tòxics que poden produir-se en la combustió d'un vehicle i principals efectes sobre l'organisme humà.

**Taula 3.2** Taula resum de productes tòxics derivats de la combustió d'un vehicle

| Substància        | Toxicitat   |
|-------------------|---|
| Amoníac           | Efectes de l'exposició de curta durada: asfixiant. És corrosiu i lacrimogen. La substància és corrosiva per als ulls, la pell i el tracte respiratori. La inhalació d'altres concentracions pot originar edema pulmonar (els símptomes de l'edema pulmonar no es posen de manifest sovint fins passades algunes hores i s'agreugen per l'esforç físic). L'evaporació ràpida del líquid pot produir congelació.  |
| Anhídrids         | Irritant i corrosiu   |
| Bromur d'hidrogen | Efectes de l'exposició de curta durada: és corrosiu per als ulls, la pell i el tracte respiratori. La inhalació del gas pot originar edema pulmonar (els símptomes de l'edema pulmonar no es posen de manifest sovint fins passades algunes hores i s'agreugen per l'esforç físic).   |
| Caprolactama      | Una mica irritant   |
| Cianur d'hidrogen | Evita que les cèl·lules del cos rebin oxigen (el cor i el cervell són els òrgans més afectats, en consumir més quantitat d'oxigen).<br>Símptomes: respiració ràpida, cremor i ofec a la gola, agitació, mareig, vertigen, debilitat, mal de cap, nàusees i vòmits, taquicàrdia. Amb quantitats més grans de cianur: convulsions, hipotensió, bradicàrdia, pèrdua de consciència, lesió pulmonar i fallada respiratòria que comporta la mort.  |
| Cilcopentanona    | Efectes de l'exposició de curta durada: irritació d'ulls, de tracte respiratori i, possiblement, de pell.   |
| Clorur de vinil   | Molt tòxic  |
| Clorur d'hidrogen | Efectes de l'exposició de curta durada: corrosiu. La substància és corrosiva per als ulls, la pell i el tracte respiratori. La inhalació d'altres concentracions del gas pot originar edema pulmonar (els símptomes de l'edema pulmonar no es posen de manifest sovint fins passades algunes hores i s'agreugen per l'esforç físic). Els efectes poden aparèixer de forma no immediata.<br><br>Efectes de l'exposició prolongada o repetida: afectació al pulmó i pot donar lloc a bronquitis crònica. També pot causar erosions dentals. |

| Substància                      | Toxicitat  |
|---------------------------------|--|
| Compostos de sofre              | Asfixiant  |
| Crotonaldehid                   | Tòxic, irritant  |
| Dibenzodioxines                 | L'exposició a dioxines es relaciona amb l'aparició de cloracnè, hiperpigmentació, alteració de la funció hepàtica i del metabolisme lipídica, immunosupressió, pèrdua de pes, major incidència de sarcomes i l. Hodking. Són també alteradors endocrins.   |
| Diòxid de carboni               | Efectes de l'exposició de curta durada: la inhalació d'altres concentracions d'aquest gas pot originar hiperventilació i pèrdua del coneixement. És asfixiant.<br><br>Efectes de l'exposició prolongada o repetida: pot afectar el metabolisme.  |
| Fenols                          | Irritant de pell i de vies respiratòries   |
| Formaldehid                     | Efectes de l'exposició de curta durada: irritació d'ulls i de tracte respiratori. La inhalació pot originar edema pulmonar (els símptomes de l'edema pulmonar no es posen de manifest sovint fins passades algunes hores i s'agregen per l'esforç físic).<br><br>Efectes de l'exposició prolongada o repetida: Aquesta substància és possiblement carcinògena per als éssers humans. |
| Fosgè                           | Molt tòxic   |
| Hidrocarburs alifàtics          | Anestèsics i nocius  |
| Hidrocarburs alifàtics saturats | Narcòtics i tòxics   |
| Hidrocarburs aromàtics          | Narcòtics i anestèsics. Tòxics, irritants, nocius.   |
| Hidrocarburs clorats            | Narcòtics i anestèsics   |
| Hidrocarburs policíclics        | Activitat carcinogènica  |
| Fums de cautxú                  | Irritants, activitat carcinogènica   |
| Fums vulcanitzats               | Irritants, activitat carcinogènica   |
| Metà                            | En zones confinades, aquest gas pot originar asfíxia per disminució del contingut d'oxigen en l'aire.  |

| Substància         | Toxicitat   |
|--------------------|---|
| Metanol            | <p>Risc d'inhalació: per evaporació d'aquesta substància a 20 °C es pot assolir força ràpidament una concentració nociva en l'aire.</p> <p>Efectes de l'exposició de curta durada: irritació d'ulls, pell i tracte respiratori. Pot causar efectes en el sistema nerviós central i provocar pèrdua del coneixement. L'exposició per ingestió pot produir ceguesa i sordesa. Els efectes poden aparèixer de forma no immediata. Es recomana vigilància mèdica.</p> <p>Efectes de l'exposició prolongada o repetida: a la pell pot produir dermatitis; al sistema nerviós central, pot donar lloc a mals de cap persistents i alteracions de la visió.</p>              |
| Monòxid de carboni | <p>Risc d'inhalació: en una pèrdua de gas es provoca molt ràpidament una concentració nociva en l'aire.</p> <p>Efectes de l'exposició de curta durada: pot causar efectes en la sang (tòxic sanguini), al sistema cardiovascular i al sistema nerviós central. L'exposició a altes concentracions pot produir disminució de la consciència i la mort. Es recomana vigilància mèdica.</p> <p>Efectes de l'exposició prolongada o repetida: pot afectar el sistema nerviós i al sistema cardiovascular, i provocar alteracions neurològiques i cardíques.</p>   |
| Nitrosamines       | Activitat carcinogènica   |
| Olefines           | Narcòtics i anestèsics  |
| Òxids de sofre     | Asfixiants  |
| Òxid de nitrogen   | <p>Risc d'inhalació: en una pèrdua de gas es provoca molt ràpidament una concentració nociva en l'aire.</p> <p>Efectes de l'exposició de curta durada: asfixiant. Irrita els ulls i el tracte respiratori. La inhalació pot originar edema pulmonar (els símptomes de l'edema pulmonar no es posen de manifest, sovint, fins passades algunes hores i s'agreugen per l'esforç físic). Pot causar efectes a la sang, i donar lloc a la formació de metahemoglobina. L'exposició pot produir la mort. Els efectes poden aparèixer de forma no immediata. Es recomana vigilància mèdica.</p> <p>Efectes de l'exposició prolongada o repetida: afectació als pulmons.</p> |

| Substància            | Toxicitat   |
|-----------------------|---|
| Polímers descompostos | Nocius d'activitat desconeguda  |
| PVC                   | Emissió de fums blancs irritants dels ulls  |
| Sals d'amoni          | Tòxics, nocius i corrosius  |
| Sulfur d'hidrogen     | <p>Risc d'inhalació: en una pèrdua de gas es provoca molt ràpidament una concentració nociva en l'aire.</p> <p>Efectes de l'exposició de curta durada: irritació dels ulls i del tracte respiratori. La inhalació del gas pot originar edema pulmonar (els símptomes de l'edema pulmonar no es posen de manifest, sovint, fins passades algunes hores i s'agreugen per l'esforç físic).</p> <p>La substància pot causar efectes en el sistema nerviós central. L'exposició pot produir pèrdua del coneixement i fins i tot la mort. Els efectes poden aparèixer de forma no immediata. Es recomana vigilància mèdica.</p> |
| Tricloroetilè         | Activitat carcinogènica   |

## ANNEX A. TAULA DE POSSIBLES RISCOS D'ELEMENTS, MATERIALS I COMBUSTIBLES

|  | Metralla | Metalls inflamables | Tensió elèctrica | Temperatura extrema | Pressuritzats   | Tensió mecànica | Possible BLEVE | Elements a l'interior | Possible explosió |
|--|----------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| Coixí de seguretat ( <i>airbag</i> )         | X        |                     |                  |                     |                 |                 |                |                       |                   |
| Botellí del coixí de seguretat               | X        |                     |                  |                     | X               | X               |                |                       |                   |
| Pastilla azida sòdica (coixí de seguretat)   | X        |                     |                  |                     | pressió sobtada |                 |                |                       |                   |
| Pretensor del cinturó (SRS)                  | X        |                     |                  |                     |                 | X               |                |                       |                   |
| Pistó del <i>portó</i> posterior             | X        |                     |                  |                     | X               | X               |                |                       |                   |
| Amortidor de suspensió                       | X        |                     |                  |                     | X               | X               |                |                       |                   |
| Compressor de suspensió pneumàtica-calderins | X        |                     |                  |                     | X               |                 |                |                       | X                 |
| Vas d'expansió-maneguet                      |          |                     |                  |                     | X               |                 |                | X                     |                   |
| Turbocompressor                              |          |                     |                  | X                   |                 |                 |                |                       |                   |
| Catalitzador                                 |          |                     |                  | X                   |                 |                 |                |                       |                   |
| Condensadors                                 |          |                     | X                |                     |                 |                 |                |                       | X                 |
| Bateries                                     |          |                     | X                |                     |                 |                 |                | X                     |                   |
| Bateries d'alta tensió                       |          |                     | X                |                     |                 |                 |                | X                     |                   |
| Rodes N <sub>2</sub> -aire                   | X        |                     |                  |                     | X               |                 |                |                       | X                 |
| Vidres                                       | X        |                     |                  |                     |                 | X               |                |                       |                   |
| Objectes personals                           | X        | X                   | X                |                     | X               |                 | X              | X                     |                   |
| Òxid nítrós                                  | X        |                     |                  |                     | X               |                 | X              | X                     | X                 |
| Magnesi                                      |          | X                   |                  |                     |                 |                 |                |                       |                   |
| Dipòsit de gasoil-gasolina                   |          |                     |                  |                     |                 |                 | *              | X                     |                   |
| Dipòsit d'hidrogen                           | X        |                     |                  |                     | X               |                 |                | X                     | X                 |
| Dipòsit de GLP                               | X        |                     |                  |                     | X               |                 | X              | X                     | X                 |
| Dipòsit de GNC                               | X        |                     |                  |                     | X               |                 |                | X                     | X                 |
| Dipòsit de GNL                               | X        |                     |                  |                     | X               |                 | *              | X                     | X                 |

(\*) Tot i que és força improbable a la pràctica, experimentalment és possible

---

## Bibliografia

- AIVAR, J D. "Excarcelación. Fichas de Intervención en Automóviles Turismos"
- BARRIENTOS, J. "*Utilización del gas natural en vehículos de transporte público*", Escola Tècnica d'Enginyeria Industrial de Barcelona (UPC).  
[biblioteca.upc.es/pfc/mostrar\\_dades\\_PFC.asp?id=36232](http://biblioteca.upc.es/pfc/mostrar_dades_PFC.asp?id=36232)
- CAISEY, A. "*Investigating Car Fires, Some Potential Hazards*", report by Syndicate Three FI 03/02. [www.fireservicecollege.ac.uk/cssc/fi2/Investigating%20car%20fires.PDF](http://www.fireservicecollege.ac.uk/cssc/fi2/Investigating%20car%20fires.PDF)
- CALIFORNIA STATE UNIVERSITY. INSTRUCTIONAL MEDIA CENTER. "*Emergency Response to Natural Gas Vehicles*" [www.energy.ca.gov/afvs/ngv\\_emergency\\_response/CD-ROM\\_files/Instructors.pdf](http://www.energy.ca.gov/afvs/ngv_emergency_response/CD-ROM_files/Instructors.pdf)
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGÍA. "*Ficha Técnica: Vehículos con Etanol*". México
- DIPUTACIÓN DE ALBACETE, "Manual SEPEI. de Bomberos". Servicio de Publicaciones..
- DIRECTION DES DEFENSE ET SECURITE CIVILES FRANÇAISE. *Note d'Information Opérationnelle n° 4*, 5 février 1999
- DVGW DEUTSCHE VEREINIGUNG DE GAS – UND WASSERFACHES E. V. "*Erdgasfahrzeuge und –tankstellen-Informationen für die Feuerwehr*";,.
- GUSTIN, B, "*New Fire Tactics for New-Car Fires*"; *Fire Engineering*, April, 1996. <http://fe.pennnet.com/>
- HOLLINS, L. T. "*Air bag Inflator Explosion*". *Fire Engineering*, December, 1996. <http://fe.pennnet.com/>
- HONDA MOTOR CO. INC. "*Emergency Response Guide for Hybrid Vehicles*".  
[https://techinfo.honda.com/rjanisis/RJAAI001\\_HYBRID.asp](https://techinfo.honda.com/rjanisis/RJAAI001_HYBRID.asp)
- JAGUAR. "*Emergency Services, Component Location and Safety Document S-TYPE*".
- MARTÍN, F.; SALA, V.. "Estudio comparativo entre los combustibles tradicionales y las nuevas tecnologías energéticas para la propulsión de vehículos destinados al transporte" Escola Tècnica d'Enginyeria Industrial de Barcelona (UPC).  
[biblioteca.universia.net/ficha.do?id=1419854](http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=1419854)
- MONTAGNA, F. "*Why Do We Do That?*" *Fire Engineering*, March 2005. <http://fe.pennnet.com/>
- MOORE, R. E., *Vehicle Rescue and Extrication*, 2 ed.

- MOTOR GLP, S.A.U. [www.motorglp.com](http://www.motorglp.com).
- NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION (NHTSA). "Approaching Alternative Fueled Vehicle Crashes Emergency Personnel".. [www.nhtsa.dot.gov/people/injury/ems/resource.htm](http://www.nhtsa.dot.gov/people/injury/ems/resource.htm)
- NEW HACKENSACK FIRE DISTRICT. "Standard Operating Guidelines, NK-318 Car Fires"
- NIOSH. "Volunteer Fire Fighter Dies Following Nitrous Oxide Cylinder Explosion While Fighting a Commercial Structure Fire – Texas". [www.cdc.gov/niosh/fire/reports/face200303.html#appendix](http://www.cdc.gov/niosh/fire/reports/face200303.html#appendix).
- OFFICE OF MOBILE SOURCES, EPA. NATIONAL VEHICLE AND FUEL EMISSIONS LABORATORY. "Methanol Fuels and Fire Safety"[www.epa.gov/otaq/consumer/08-fire.pdf](http://www.epa.gov/otaq/consumer/08-fire.pdf)
  
- PIÑERO, J. et alt. "Exposición en un incendio; Lesiones por inhalación de humo y gases tóxicos y stress postraumático". Sociedad Argentina de Pediatría. [www.sap.org.ar/index.php?option=com\\_content&task=view&id=329&Itemid=437](http://www.sap.org.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=329&Itemid=437).
  
- ROBUSTÉ, F.; CASAS, C. "El canvi climàtic a Catalunya. Transport". Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).
- TOYOTA MOTOR CORPORATION. "Emergency Response Guide Pryus 2004 model". [techinfo.toyota.com/public/main/1stprius.pdf](http://techinfo.toyota.com/public/main/1stprius.pdf)
- VERÍSSIMO, J. C, "Magnesio en el automóvil" [www.kilometro77.com/tecnica/materiales/portada.asp](http://www.kilometro77.com/tecnica/materiales/portada.asp)