



FORMACIÓ INICIAL FOC INC1



Govern d'Andorra

Elaborat per:
Isak Lax
Sotsoficial Responsable de GRS
Departament de Prevenció i Extinció d'Incendis i Salvaments
Febrer del 2023

ÍNDEX

1. La combustió	pàg. 7
1.1 La reacció de combustió	
1.2 El triangle de foc i el tetraedre del foc	
1.3 Tipus de combustió	
1.4 Les classes de foc	
1.5 Nocions d'inflamabilitat	
1.6 Fonts d'ignició	
1.7 Tipus de flama	
2. Propagació i efectes	pàg.17
2.1 Causes dels incendis	
2.2 Els diferents tipus de propagació	
3. Generalitats sobre el procés d'extinció	pàg.20
3.1 Procés d'extinció	
3.2 Diferents agents extintors i la seva acció	
4. Comportament dels materials i reacció davant el Foc	pàg.24
4.1 La reacció al foc dels materials	
4.2 La resistència al foc dels materials	
4.3 Estabilitat al foc dels diversos materials	
4.4 Conclusions	
4.5 Elements de segon nivell	
5. Els fenòmens tèrmics en volums tancats o semi oberts	pàg.38
5.1 Desenvolupament d'incendis en recintes tancats	
5.2 Fases de l'incendi	
5.3 Factors d'influència	
5.4 Història: evolució i concepte	
5.5 Flashover	
5.6 Backdraught	
5.7 Explosions de gasos d'incendi	
5.8 Rollover	
5.9 Tipus de gasos d'incendi	
5.10 Senyals i símptomes	
5.11 Conclusions generals	
5.12 Possibles escenaris	
5.13 Corrents de gravetat o densitat	
5.14 Zones d'indefinició dels diferents fenòmens	
5.15 Incendis d'interior sobrealimentats	
5.16 Incendis infraventilats	
5.17 Flashover induït per la ventilació	
6. Generalitats del material de lluita contra els incendis	pàg.87
6.1 Els extintors	
6.2 Actuació	
6.3 Classificació	
6.4 Funcionament i ús dels extintors	

7. Principi de funcionament d'una bomba centrífuga	pàg.103
7.1 Els diferents tipus de bombes utilitzats	
7.2 Definició de bomba centrífuga	
7.3 Funcionament de les bombes centrífugues	
7.4 Propietats d'una bomba centrífuga	
7.5 Corbes característiques d'una bomba	
7.6 Altura d'aspiració	
7.7 Precaucions	
8. Les peces d'unió	pàg.112
8.1 Els ràcords	
8.2 Les divisions o bifurcacions	
8.3 Els col·lectors d'alimentació (bifurcació de clapeta)	
9. Els accessoris hidràulics	pàg.117
9.1 La clau d'hidrant	
9.2 La clau per ràcords i la clau multifuncions	
9.3 L'estrangulador	
9.4 El passa mànegues	
9.5 Els taps de ràcords	
9.6 La crepina d'aspiració	
9.7 El flotador de la línia d'aspiració	
9.8 La turbo bomba	
9.9 La bomba d'aspiració elèctrica	
9.10 Bomba elèctrica mini chiemsee	
9.11 Les motobombes	
9.12 Equip d'extinció de focs de xemeneia Olloveti	
10. Les mànegues	pàg.130
10.1 Les mànegues d'impulsió	
10.2 Les mànegues d'alimentació	
10.3 Els manegots d'aspiració	
10.4 Precaucions de la seva utilització en les instal·lacions	
10.5 Maniobres bàsiques amb mànegues	
10.6 Muntatge dels manegots	
11. Les llances	pàg.140
11.1 Una mica d'història	
11.2 Les llances	
11.3 Diferents tipus de raig	
11.4 Les llances especials	
12. Els mitjans de producció d'escuma	pàg.149
12.1 Les escumes	
12.2 Premesclador	
12.3 Les llances	
12.4 Els sistemes d'escuma amb aire comprimit (caf) per a extinció d'incendis	
13. Coneixement de les necessitats i recursos d'aigua	pàg.158
13.1 Reserves naturals	

13.2 Reserves artificials	
13.3 Xarxa de distribució d'aigua	
14. Posta en marxa dels dispositius d'alimentació.	pàg.160
14.1 Els hidrants	
14.2 Diferents tipus d'hidrants	
14.3 Les etiquetes del principat d'Andorra	
14.4 La pressió	
14.5 El cabal	
15. Regles i precaucions en la instal·lacions de mànegues	pàg.167
15.1 Introducció	
15.2 La seguretat	
15.3 El binomi	
15.4 Instal·lacions: regles de base	
15.5 Normes	
15.6 Precaucions per evitar el deteriorament de les mànegues	
15.7 Instal·lacions d'atac	
15.8 Mànegua del carret d'intervenció dels vehicles	
15.9 Instal·lacions d'aigua amb mànega flexible plana	
16. Instal·lacions de llances a peu pla	pàg.181
16.1 Maniobres amb alta pressió	
16.2 Maniobres amb baixa pressió	
16.3 Instal·lacions amb escuma	
Bibliografia	pàg.187

1. LA COMBUSTIÓ

1.1 La reacció de combustió

La combustió és una reacció exotèrmica d'oxidació ràpida i autoalimentada d'una substància, anomenada combustible, amb un oxidant, anomenat comburent; el fenomen ve acompanyat generalment per una emissió de llum i calor (flames) o incandescència, amb despreniment de productes volàtils i/o fum que poden deixar un residu de cendres. Per produir-se la combustió calen tres elements: el combustible, el comburent i l'energia d'activació.

1.2 El triangle de foc i el tetraedre del foc

El procés de la combustió es representa per mitjà d'un triangle (fig. 1), en el que cada costat indica cadascun dels tres factors per produir un foc: combustible, comburent i calor (energia d'activació).

Estudis posteriors van considerar la inclusió d'un quart factor, la reacció en cadena, factor imprescindible per mantenir la combustió; a partir de llavors es va adoptar un tetraedre (fig.2), com a figura representativa. La raó d'utilitzar un tetraedre i no un quadrat, és que cada costat està estretament relacionat amb cadascun dels altres tres.



fig.1



fig.2

1. **El combustible** és qualsevol substància susceptible d'emetre gasos o vapors que, sota unes condicions determinades, es combinen de manera ràpida i exotèrmica amb el comburent.

Els combustibles els podem classificar en funció del seu estat físic:

Combustibles sòlids: Són aquells que tenen un volum i una forma constant. Per exemple, substàncies naturals com el cautxú, la fusta, el suro, la palla, etc. I substàncies artificials com els teixits acrílics, els plàstics, etc.

Combustibles líquids: Són aquells que tenen un volum constant però forma variable. Per exemple, substàncies naturals com el petroli, l'oli, etc. i artificials com la benzina, el gasoil, el sulfur de carboni. També pertanyen a aquest grup productes sòlids fàcilment liquables com la parafina, etc.

Combustibles gasosos: Els gasos es caracteritzen per tenir forma i volum variables segons el recipient que els contingui. Són exemple d'aquest grup substàncies naturals com el metà o artificials com l'acetilè, l'òxid de propilè, els GPL, etc.

2. **El comburent**, que és la substància capaç de produir l'oxidació del combustible en una combustió, generalment és l'oxigen. L'oxigen és un element molt estès. Forma part de l'aire en un 21% en volum, mentre que el 79% restant és bàsicament nitrogen. També existeixen les combustions sense oxigen, com és el cas dels hidrocarburs que poden cremar-se en atmosfera de clor, l'alumini o el magnesi que pot cremar-se en atmosfera de nitrogen, la llana juntament amb l'àcid nítric fumant, el zirconi en atmosfera de diòxid de carboni i l'hidrogen en atmosfera de clor gasós, per exemple. Una altra possibilitat és que el comburent estigui formant part d'una molècula i que per circumstàncies especials aquesta molècula cedeixi aquest comburent, com podria ser el cas de nitrats sòdics i de cel·lulosa, carbonats potàssics, etc.

Les reaccions químiques en les quals intervé l'oxigen o qualsevol altre agent oxidant s'anomenen oxidacions. Hi ha vegades que la calor despresa en aquestes oxidacions, es dissipa a l'atmosfera (combustions anomenades lentes, com l'oxidació del ferro) i d'altres que són molt ràpides, de forma que la calor generada causa una important elevació de temperatura (que pot ser de cents o milers de graus).

3. **L'Energia d'activació** és l'energia mínima necessària per iniciar la reacció i depèn del combustible i de les condicions en què aquest es manipula. Aquesta energia la proporciona el focus d'ignició i, segons la seva naturalesa, pot ser:

- a) Tèrmica: espurnes, superfícies calentes, soldadura.
- b) Elèctrica: curtcircuits, arcs elèctrics, electricitat estàtica.
- c) Mecànica: fregaments, espurnes per fricció.
- d) Química: reaccions exotèrmiques, substàncies auto oxidants i reactives.

4. **La Reacció en cadena** és el procés on els radicals lliures que es generen possibiliten la propagació de l'incendi en presència d'una barreja adient de combustible i comburent, quan l'energia d'activació és suficient

1.3 Tipus de combustió.

Quan es produeix una combustió, aquesta s'inicia en un lloc concret i es propaga més o menys ràpidament a la resta del combustible per l'anomenat front de flama, que és la zona que separa els gasos cremats dels gasos no cremats. En funció de la velocitat d'aquest front de flama (velocitat de propagació), es poden distingir quatre tipus de combustions:

Combustions lentes: L'energia despresa es dissipa en el medi sense produir un augment local de temperatura apreciable. Són exemples, l'oxidació del ferro, l'envelliment del paper, etc.

Combustions simples: S'hi observa un augment considerable de temperatura, però la velocitat del foc és inferior a 1 m/s. Això passa en les combustions de

paper, fusta, etc.

Combustions deflagrant o deflagració: La velocitat de propagació del foc és superior a 1 m/s. Es generen ones de pressió que es mantenen paral·leles entre si, sense discontinuïtat, generant efectes sonors anomenats flaixos. En són exemples les deflagracions de vapors inflamables o les mescles de pols combustibles, com ara pols de substàncies orgàniques.

Combustions detonants o detonacions: La velocitat de propagació del foc és superior a la del so (340 m/s). En aquest cas, a diferència de les deflagracions, les ones de pressió generades pateixen discontinuïtats que provoquen l'aparició d'una ona de xoc. Això acostuma a passar en la combustió de mescles aèries de gasos i vapors en llocs tancats.

Es defineix l'explosió com qualsevol reacció brusca d'oxidació o de descomposició molt ràpida que comporta una elevació important de la temperatura i/o de la pressió (la diferència entre una combustió i una explosió és la velocitat a la qual es desprèn energia).

Tant les deflagracions com les detonacions produeixen un augment considerable de la temperatura i/o de la pressió a velocitat subsònica i supersònica respectivament i es consideren diferents exemples d'explosió, tot i que les detonacions són molt més perilloses que les deflagracions. Aquestes explosions són químiques.

Existeixen altres tipus d'explosions, com les explosions físiques (per exemples les explosions de calderes i BLEVES), les explosions atòmiques i les explosions tèrmiques (quan un material inestable es descomposa produint gas i calor a gran velocitat).

1.4 Les classes de foc

Recordarem la classificació dels focs segons la Norma Europea (EN-2):



- Classe A: Focs de combustibles sòlids ordinaris. Es caracteritzen per la formació de brases. Per exemple el paper, la fusta, el sofre, etc.



- Classe B: Focs de combustibles líquids o de sòlids líquidables fàcilment. Per exemple la benzina, els olis, els greixos, etc.



- Classe C: Focs de combustibles gasosos. Per exemple el butà, l'acetilè, etc.



- Classe D: Focs de metalls combustibles. Per exemple el magnesi, el sodi, l'urani, etc.



- Classe F: Focs derivats de la utilització d'olis, grasses alimentaries vegetals i animals per cuinar. Les altes temperatures dels olis en un incendi excedeixen amb molt les d'altres líquids inflamables, fent ineffectius els agents d'extinció normals.

1.5 Nocions d'inflamabilitat

Inflamabilitat dels gasos d'incendi

L'anàlisi de la inflamabilitat dels gasos procedents de la piròlisi han de considerar-se com el de qualsevol altre gas inflamable. En canvi, existeix un factor que diferencia clarament els uns dels altres: mentre que els gasos de la piròlisi estan formats per una barreja de diferents components, en funció dels materials que intervenen en el procés i de les mateixes condicions de l'incendi (quantitat d'oxigen present, temperatura, etc.), la resta solen ser gasos de composició simple, és a dir, d'un sol component (butà, propà, etc.).

Precisament aquesta característica fa que sigui difícil aplicar els criteris d'inflamabilitat d'un gas simple als gasos d'incendi, amb tot el que això comporta.

Així doncs, resulta difícil determinar amb exactitud tant els límits d'inflamabilitat d'aquests gasos com el seu propi rang, el qual, a més a més, es veu influït (en el cas d'un incendi) per la temperatura i la concentració d'oxigen. I hi pot haver fins i tot inflamabilitat si la temperatura no és prou elevada i el valor de la barreja ideal és alt.

Analitzarem en què consisteixen aquests límits i com varien en funció de les condicions de l'incendi.

Límits d'inflamabilitat

En una barreja de gasos, com les que componen els gasos d'incendi, existeixen una sèrie de molècules diferents entre si sotmeses a l'acció de la calor, aquesta calor, com a forma primària d'energia transfereix moviments a aquestes molècules, a més a més del que posseeixen per elles mateixes.

En aquest estat, les molècules de gas més lleugeres es mouen més ràpidament que les més pesades, provocant-se xocs entre elles que fan que l'energia interna del gas augmenti, tant per part de les molècules lleugeres com de les pesades. A mesura que aquesta calor augmenta les molècules incrementen el seu moviment, augmentant lentament el nombre de xocs entre elles i consegüentment el seu nivell energètic.

El progrés d'aquesta situació ens condueix a un estadi en el qual l'energia acumulada pel gas és superior a l'energia que fa cohesionar les molècules i aquestes acaben trencant-se per l'efecte dels xocs, és a dir, es desintegren.

Si hi ha suficient oxigen pels voltants, el combustible activat juntament amb l'oxigen s'inflamarà. L'aportació de l'oxigen al combustible (oxidació) genera una reacció que desprèn calor (exotèrmica) gràcies a l'energia (calor) aportada pel mecanisme abans descrit (podem reconèixer, si es vol, el triangle del foc).

Podem dir, doncs, que la inflamabilitat d'un gas és una conseqüència mecànica afavorida per una font d'energia que és la calor, però poden existir altres fonts d'origen diferent com les ones de xoc o la combinació d'ones de xoc amb la calor.

Una vegada hem arribat a aquest punt hem de fer una reflexió sobre tot l'anterior, de forma que siguem capaços de comprendre el significat de la influència de la presència d'oxigen en la ignició dels gasos.

Límit inferior d'inflamabilitat (LII)

En efecte, únicament la disgregació de les molècules no és suficient perquè la inflamació es produeixi. Es fa necessari que, a més a més, el nombre de molècules que es disgreguen sigui prou perquè, amb el també imprescindible oxigen, comenci la reacció de combustió.

El nombre mínim de molècules de combustible que es necessita perquè aquesta ignició es produeixi, constitueix la concentració de gas d'incendi mínima necessària perquè aquest s'inflami en una reacció de combustió amb l'oxigen, i al valor d'aquesta concentració respecte al volum total de gasos en un recinte se l'anomena Límit Inferior d'Inflamabilitat (LII), i es mesura com a percentatge en volum.

Per a efectuar una aproximació sobre un cas real, considerarem una habitació que podria ser la cuina de qualsevol casa. Si obrim l'aixeta del gas i a la vegada a l'altre extrem de l'habitació algú encén un encenedor, no passaria res al gas que surt de la cuina. En canvi, si deixem que l'aixeta del gas encara deixi sortir molècules al recinte i mantenim la flama encesa, després d'una estona es produirà la inflamació del gas.

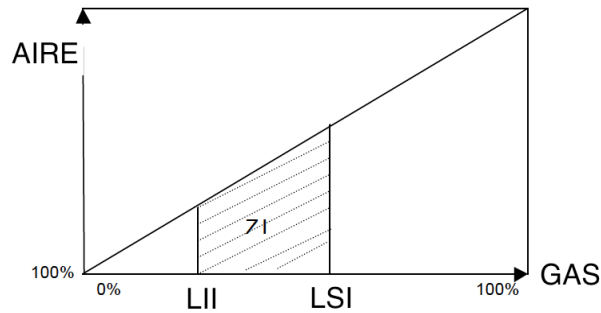
Si parlem de gas propà, caldrà que en el recinte la concentració d'aquest gas arribi al 2% del volum total per a començar la ignició. Aquest percentatge s'anomena LII. Per sota d'aquest mai no obtindrem inflamació en condicions normals.

Límit superior d'inflamabilitat (LSI)

Si seguim amb experiència anterior, però aquesta vegada deixem que la cuina s'ompli de gas propà, sense que hi hagi una flama o font d'ignició present, observarem que passat un cert temps, quan intentem encendre la flama, curiosament no es produirà cap mena d'efecte. Això passaria quan la concentració de gas superés el valor del 10% del volum total, i seria com a conseqüència que la quantitat d'oxigen present al recinte no fos suficient per inflamar la quantitat de gas existent.

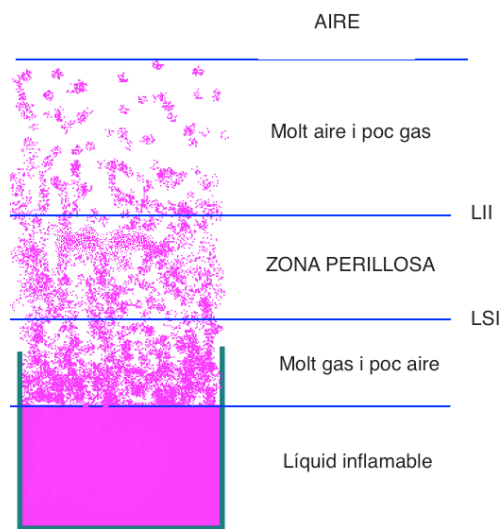
A aquesta concentració de gas sobre la qual no és possible que existeixi combustió se l'anomena Límit Superior d'Inflamabilitat (LSI).

Si representem de forma gràfica la corba de l'efecte de l'incendi sobre la concentració de combustible, obtindrem quelcom molt semblant al que representa la figura.



Nota: Com a mesura de seguretat, els exposímetres que utilitzem els bombers mesuren del 0 al 100% del LII.

Exemple per explicar els límits d'inflamabilitat:



Rang d'Inflamabilitat

Entre les quantitats que es troben entre el LII i el LSI existeix una gamma de concentracions de gas que quan es combinen amb oxigen de l'aire són inflamables. Es tracta del rang d'Inflamabilitat.

Per a cada gas o barreja de gasos existeix una certa concentració que és exactament la necessària perquè la seva combinació amb l'oxigen produeixi una reacció al 100% efectiva o de rendiment. En aquest punt és on major i més notable es fa la intensitat amb què es dona l'efecte de la ignició, i se l'anomena barreja ideal.

És en aquest punt on la barreja crema a la perfecció, mentre que en els límits ho fa amb certa dificultat.

A continuació es presenta la taula 1 on es poden veure alguns dels valors típics d'inflamabilitat d'alguns gasos:

Taula 1. Valors típics d'inflamabilitat d'alguns gasos

Producte	Límit Inferior	Barreja Ideal	Límit Superior
Acetat d'etil	2,2	4,0	11,4
Acetilè	2,0	7,4	80,0
Acetona	2,0	4,8	13,0
Amoníac	15,0	21,0	27,0
Bencè	1,4	2,6	7,0
Butà	1,8	3,0	9,0
Età	3,0	5,4	12,5
Etanol	3,0	6,0	19,0
Gasolina	0,7	1,6	7,0
Hidrogen	4,0	28,8	76,0
Metà	5,0	9,0	15,0
Metanol	6,0	12,0	37,0
Monòxid de Carboni	12,0	28,8	74,0
Pentà	1,4	2,4	7,8
Propà	2,0	4,0	10,0
Tolueno	1,2	2,2	7,0
Toluè	1,2	2,2	7

1.6 Fonts d'ignició

Les fonts d'ignició juguen un paper important en l'efecte de l'incendi, ja que depenen del tipus de fonts l'efecte tindrà una major o menor magnitud.

Així mateix, el moment en el temps en què la font actuï serà determinant de la magnitud de l'efecte ocasionat.

Podem distingir tres classes de fonts:

- Obertes
- Ocultes
- Intermitents

Fonts d'ignició obertes. Són aquelles que romanen constantment actives en presència d'una fuga de gas o d'una barreja de gasos, com pot ser el cas del mateix focus de l'incendi durant la seva evolució. En aquest tipus de fonts la ignició sempre es produeix en el LLI.

Fonts d'ignició ocultes. Són aquelles que romanen constantment actives, no actuen directament sobre la capa de gasos. Aquest pot ser el cas d'un cremador de gas que roman dins d'un arquet, com a conseqüència roman una mica al marge de la concentració de gasos al voltant del receptacle. Generalment, aquest tipus de font retardarà la ignició de la barreja i, en conseqüència, quan aquesta s'inflami es produirà un efecte més o menys gran, depenent del punt del rang d'inflamabilitat on es trobi en aquell moment la concentració de gasos.

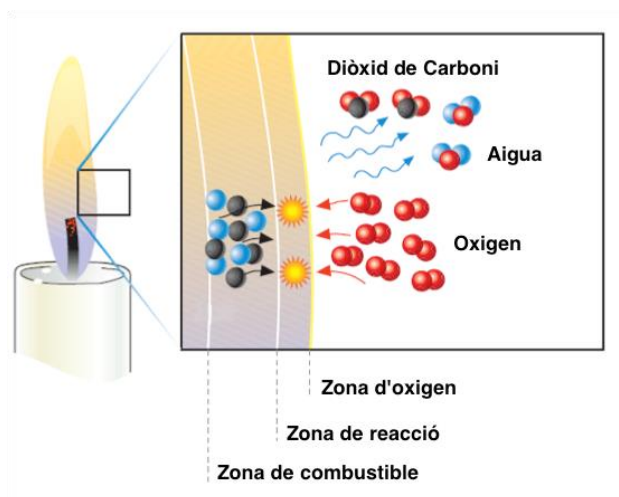
Fonts d'ignició intermitents. Són aquelles que s'activen de forma esporàdica, com poden ser la posada en marxa d'un refrigerador o el brunzit d'un timbre. Com en el cas anterior, el tipus d'efecte que es produeix serà en funció de la concentració de gasos en el moment en què aquesta s'activi.

1.7 Tipus de flama

L'aparença de la flama produïda per la combustió d'una substància pot facilitar informació al bomber sobre l'eficàcia (rendiment) del procés de combustió. En aquestes notes dividirem l'aparença de la flama en dos tipus: Flames de difusió i de premescla.

Flames de Difusió

Sabem que el tipus de flama que resulta d'un cremador Bunsen quan l'obertura de l'aire està tancada és una flama lenta, brillant i làcia. L'oxigen, vital per a la combustió, és arrossegat des de l'àrea circumdant a la flama. Tots hem vist aquest tipus de flama centenars de vegades, la d'una vela per exemple. Ara podem considerar el fet que el rendiment en el procés de combustió d'una vela és del 25%, tenint això en compte, podem imaginar un incendi d'intensitat mitjana en una sala d'estar on existeix un sofà cremant-se i produint flames de difusió, ara sabem que aquesta combustió relativament ineficient està alliberant grans quantitats de combustible sense cremar (gasos d'incendi) a l'interior de l'habitació.



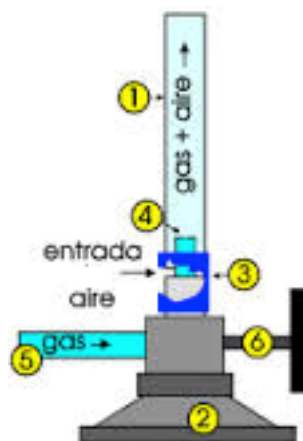
Flama de difusió laminar



Flama difusió turbulenta

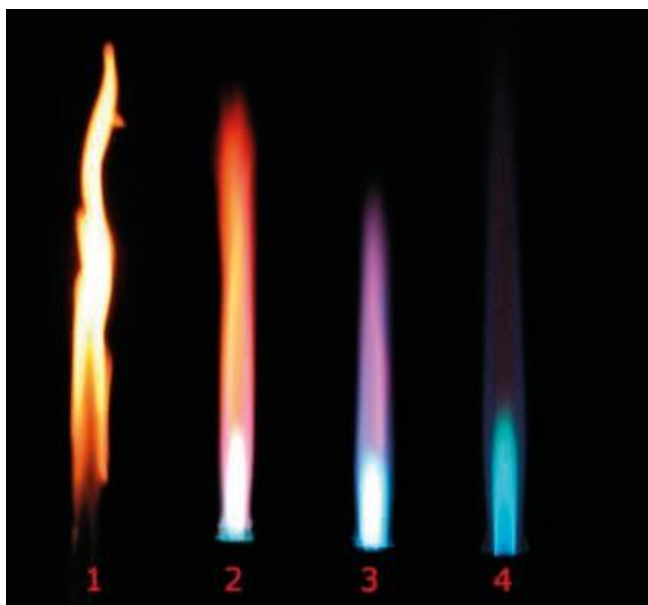
Flames de Premescla

Si tornem al nostre cremador Bunsen descrit anteriorment i obrim el pas d'aire lentament, això permet a l'oxigen i al combustible barrejar-se de forma prèvia abans que ocorri la combustió augmentant considerablement l'eficàcia d'aquesta, la qual cosa es demostra pel color, temperatura i velocitat de la flama. La quantitat de combustible sense cremar (gasos d'incendi) es redueix de forma dràstica.



Flames de Premescla	Flames de Difusió
Gasos barrejats abans de la ignició	Gasos no barrejats abans de la ignició
Per tant, cremen netament	Per tant, no cremen netament.
Flama més calenta la qual pot distingir-se per:	Flama més freda la qual pot distingir-se per:
El color de la Flama (blava)	El color de la Flama (taronja / vermell)
Major soroll	Menor soroll
Major velocitat de deflagració	Menor velocitat de deflagració
Flama més estable però més difícil de delimitar la seva vora a causa del borrós del seu perfil	Perfil de la flama definit.
Major eficàcia de la combustió	Menor eficàcia de la combustió

En la MAJORIA DELS INCENDIS en els quals intervenen els equips de bombers ES PRODUIRAN FLAMES DE DIFUSIÓ!!!

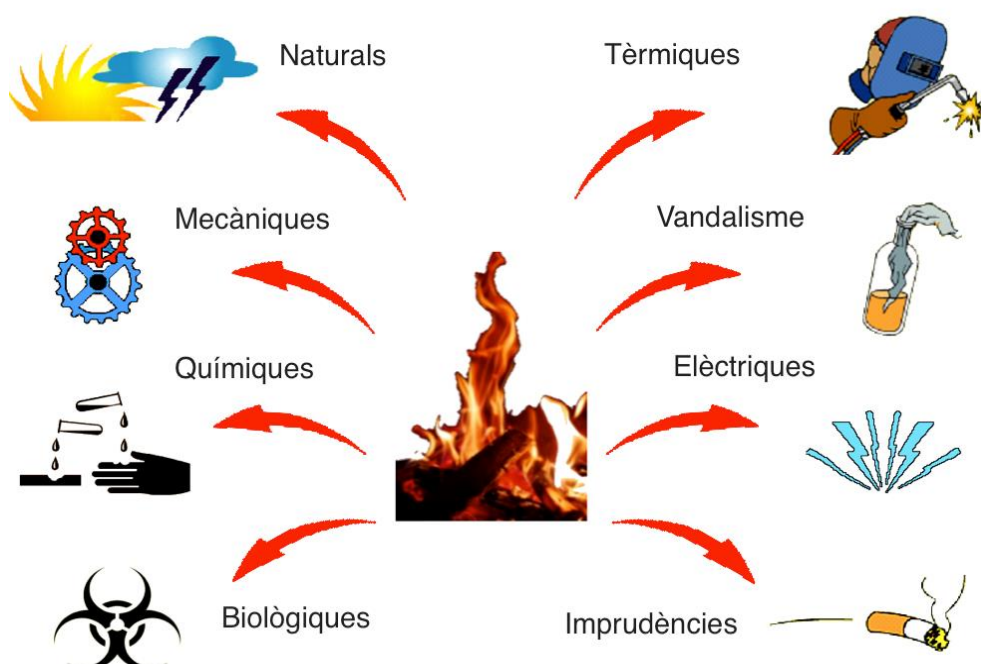


El color de la flama dona informació sobre el nivell energètic de la mateixa (blava: més energètic, vermell: menys energètic)



2. Propagació i efectes

2.1. Causes dels incendis



Les causes més freqüents dels incendis són:

- L'electricitat (sobre càrrega, cort circuit, mal aïllament, mal tancament dels contactes...).
- Les fuites de líquids i gasos inflamables.
- Els aparells de calefacció, calderes...
- L'electricitat estàtica.
- Les reaccions químiques diverses.
- Les combustions espontànies (fermentacions...).
- Els treballs amb punts calents.
- Les causes naturals com el sol i les tempestes.
- Les imprudències o actes vandàlics.

2.2 Els diferents tipus de propagació

Mecanismes de transmissió de la calor:

La calor es pot transmetre del cos calent al fred segons tres mecanismes diferents: convecció, conducció i radiació. Sovint la transferència de calor implica més d'un dels mètodes indicats.

Conducció

La transferència de calor per contacte directe entre dos cossos s'anomena conducció.

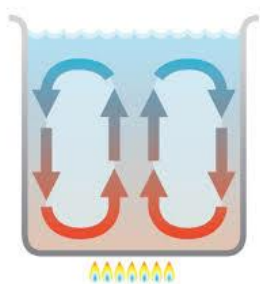
La conducció de calor varia molt en funció del tipus de material. Aquelles substàncies que tenen una elevada conductivitat tèrmica s'anomenen

conductors, mentre que les que tenen una conductivitat tèrmica molt baixa s'anomenen aïllants tèrmics. Els metalls són exemples de bons conductors tèrmics, mentre que els líquids i els gasos són mals conductors.



Convecció

Aquest mecanisme es produeix en líquids i en gasos, i és a causa del moviment del fluid. La figura il·lustra aquest procés. Quan s'escalfa l'aire del punt A, disminueix la seva densitat i s'enlaira. Mentre puja, va cedint calor per conducció i es va refredant. Aquest aire més fred, menys dens, torna a baixar. D'aquesta manera s'estableixen uns moviments circulars del fluid que s'anomenen corrents de convecció.



Radiació

La radiació és l'emissió contínua d'energia des de la superfície d'un cos calent. Aquesta energia es transmet en forma d'ones electromagnètiques que es poden propagar a través de l'espai o de qualsevol medi material.

Quan aquesta radiació incideix sobre un cos, una part és reflectida i una altra part és absorbida pel material. La quantitat de radiació que s'absorbeix varia d'un material a un altre.

La quantitat de calor emesa per radiació és petita si el cos calent té una temperatura baixa, però augmenta notablement a mesura que ho fa la temperatura del cos radiant.



Exemple: En la flama d'una foguera es poden observar els tres mecanismes de transmissió de la calor. La conducció s'apreciaria si toquem la flama amb un objecte metàl·lic. La convecció s'evidencia posant la mà per sobre de la flama. La radiació es posa de manifest si situem la mà a un costat de la flama.



Projecció i/o desplaçament

El foc també es propaga per desplaçament de sòlids, líquids o gasos en combustió:

- Sòlid per la projecció de brases pel vent, una explosió, etc.
- Líquid per desplaçament per gravetat (foc de vehicle, una cisterna, etc.).
- Gas, el núvol de gas es pot desplaçar i tornar-se a inflamar a distància del foc.

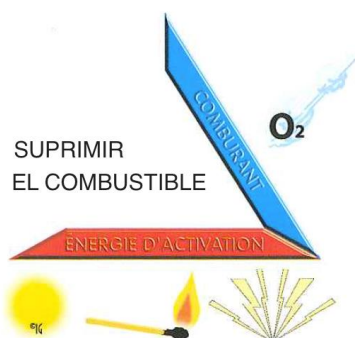
3. Generalitats sobre el procés d'extinció

3.1 Procés d'extinció

Perquè un foc s'iniciï i es mantingui cal la coexistència en espai i temps dels quatre factors del tetraedre del foc:

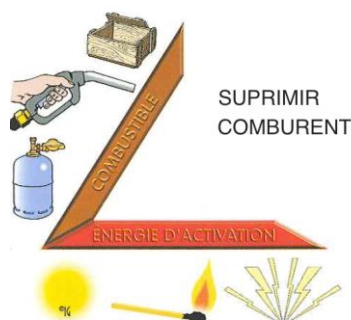
- Combustible
- Comburent
- Energia d'activació / focus d'ignició
- Reacció en cadena

Si s'elimina o es disminueix la intensitat d'un d'aquests factors el foc s'extingeix. Així, en funció del factor sobre el qual s'actua podem parlar dels quatre mecanismes d'extinció següents:



Per **inanió**:

Consisteix a eliminar o reduir l'element combustible, sigui tallant o diluint el flux a la zona de foc, en el cas de gasos o líquids, o bé enretirant el combustible de la proximitat de la zona de foc, en el cas de sòlids.



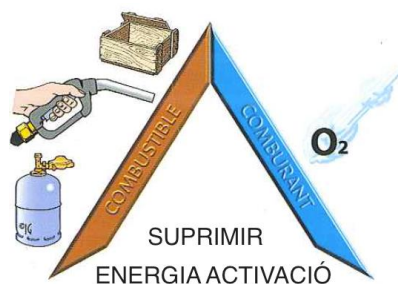
Per **Sufocació** (pols, escuma, CO_2):

Aquest mecanisme actua sobre el comburent, habitualment oxigen, del qual se'n requereix gran quantitat en un incendi. L'aportació d'oxigen al combustible es pot impedir: recobrint-lo amb un element incombustible o difícilment combustible (manta ignífuga, sorra, escuma, pols) o projectant un gas inert que disminueixi la concentració d'oxigen per sota del valor mínim requerit perquè es mantingui la combustió.



Per **Refredament** (aigua, escuma):

De l'energia despresa a la combustió, una part es dissipa a l'ambient i una altra continua inflamant el combustible i mantenint l'incendi. L'eliminació d'aquesta energia, que suposa l'extinció de l'incendi, es pot aconseguir projectant sobre l'incendi substàncies que, en canviar d'estat o descompondre's, absorbeixen gran quantitat de l'energia de la combustió, com passa amb l'aigua en passar de fase líquida a fase vapor.



Per **Inhibició** (gasos inerts):

Tota reacció de combustió es produeix gràcies a la reacció en cadena dels radicals lliures que s'hi generen. La inhibició consisteix a neutralitzar aquests radicals lliures. Això s'aconsegueix projectant substàncies que alliberen radicals que, en combinar-se amb els procedents de la combustió, trenquen la reacció en cadena requerida perquè es produeixi la combustió.

3.2 Diferents agents extintors i la seva acció

Els sistemes de protecció activa utilitzats per a l'extinció d'incendis, dels quals es parlarà més endavant, fan servir agents extintors que, mitjançant algun dels quatre mecanismes d'extinció mencionats a l'apartat anterior, impedeixen la progressió de l'incendi. Els principals agents extintors utilitzats són:

Aigua

És l'agent extintor per excel·lència. A temperatura ambient és un líquid relativament estable que, en presència de foc, es vaporitza. Aquest canvi d'estat fa que absorbeixi calor i augmenti de volum, desplaçant l'oxigen, fet que li dona propietats refrigerants i sufocants. L'addició d'humectants i espessant a l'aigua fa que penetri millor en el combustible i s'hi adhereixi.

Com a inconvenients, cal dir que l'aigua no és indicada per a incendis amb presència de corrent elèctric ni incendis de metalls o combustibles líquids. L'aigua provoca danys materials i presenta risc de congelació.

Expansió d'un 1L d'aigua	
TEMPERATURA [°C]	volumen de vapor [l]
100	1.600
200	2.060
300	2.520
400	2.980
500	3.440
600	3.900

Escuma

L'escuma s'obté en aplicar agents escumants a l'aigua. D'aquesta manera es formen bombolles d'aire que gràcies a la seva baixa densitat floten sobre el combustible. S'evita així el contacte del combustible amb el comburent, es produeix un refredament gràcies a l'absorció de calor i se separen les flames del combustible. L'escuma és indicada per a focs de classe A i B. Com l'aigua, és conductora del corrent elèctric i està desaconsellada en incendis de metalls. Pot provocar danys materials.

Pols química

La pols química està formada per sals inorgàniques finament dividides, a les quals s'afegeixen additius per aconseguir un millor comportament davant la humitat, un bon aïllament elèctric i una fluïdesa que faciliti la seva dispersió. En combinar-se la pols amb els radicals lliures l'incendi s'extingeix per inhibició, si bé també es pot extingir per sufocació quan a pols aïlla el combustible. En petita mesura, la pols absorbeix calor i produeix un refredament. En funció de la seva composició, la pols pot estar indicada per a incendis de classe A, B i C. Tot i ser una mala conductora del corrent elèctric, el seu caràcter abrasiu en desaconsella l'ús sobre equips elèctrics delicats que podrien quedar danyats.

Anhídrid carbònic (CO₂)

L'ús d'aquest gas és força habitual en la lluita contra incendis. S'emmagatzema líquid a pressió i té una densitat d'1,53 g/cm³, superior a la de l'aire. En aïllar el combustible i desplaçar el comburent, actua per sufocació i també produeix un refredament, en passar de líquid a gas quan és alliberat del seu recipient. L'anhídrid carbònic no és gaire efectiu en focs de les classes A, B i C, és desaconsellat en incendis de metalls i és apropiat en incendis en presència de corrent elèctric, perquè no és conductor i no genera residus. Els principals inconvenients que té són la baixa eficàcia en incendis exteriors i les seves propietats asfixiants en concentracions superiors al 9%.

Altres gasos extintors

Els hidrofluorcarbonats (HFC) i els gasos inerts actuen per sufocació, reduint la concentració de comburent en el lloc del incendi. Ambdós tipus de gasos s'apliquen principalment quan es pretén garantir rapidesa d'extinció i seguretat del personal. També són respectuosos amb el medi ambient, a diferència dels halons (CFC), dels quals, en aplicació del Protocol de Montreal, n'està prohibida la fabricació, comercialització i utilització perquè danyen la capa d'ozó i contribueixen a l'escalfament global.

TIPUS DE FOC					Focs en presència de tensió elèctrica
AGENT EXTINTOR	A Sòlids	B Líquids	C Gasos	D Metalls	EN-3 7-2004
Aigua aditivada	Acceptable	Acceptable (combustibles líquids no solubles en aigua, gas-oil, oli,...)			Acceptable (si hi ha assaig dielèctric)
Escuma	Molt adequat	Molt adequat			Acceptable (si hi ha assaig dielèctric)
Neu carbònica Anhídrid carbònic (CO ₂)	(Focs petits No apaga brases)	Acceptable			Acceptable
Gas net	Acceptable (focs petits)	Adequat			Adequat
Pols seca BC		Molt adequat	Adequat		Acceptable
Pols seca ABC Polivalent	Adequat	Molt adequat	Adequat		Acceptable
Pols específica Metalls				Adequat	

Pels focs de classe F, el procediment d'extinció és per sufocació per recobriment o per inhibició per gasos inerts amb instal·lacions fixes. També existeixen extintors amb escuma amb additiu (RC50 sicli).

4. Comportament dels materials i reacció davant el Foc

Els materials són classificats segons dos criteris:

- La reacció al foc
- La resistència al foc

4.1 La reacció la foc dels materials

Els intents d'aconseguir productes que facin ininflamables o menys inflamables els materials, especialment tèxtils, no són pas recents. Es van accelerar especialment durant la primera i la Segona Guerra Mundial per aplicar-los als teixits emprats per als uniformes militars.

No obstant això, com gairebé sempre, els sinistres amb víctimes van ser els que van mostrar la necessitat de reglar les condicions d'inflamabilitat dels materials tèxtils de decoració en els locals de concurrència pública.

Cal tenir en compte que proliferen els locals, especialment les discoteques i els pubs, que, aprofitant la gran diversitat de materials sintètics que hi ha al mercat i el confort que aporten, presenten una decoració molt recarregada d'aquests materials, sense tenir en compte el gran risc que representen pel fet de ser fàcilment inflamables, de combustió ràpida, i que generen, en cremar, una gran quantitat de fum.

Es defineix la reacció al foc com el comportament dels materials orgànics, i per tant combustibles i inflamables, davant la calor i les flames. Mitjançant diferents tipus d'assaig, els productes de construcció i elements constructius se sotmeten a l'acció d'una flama controlada, fins a provocar el desprendiment de vapors inflamables. D'aquesta manera es pot comprovar el desenvolupament de la combustió en el mateix element, fet que permet classificar-lo dins alguna de les diferents categories.

CLASSIFICACIÓ EUROPEA DE REACCIÓ AL FOC DELS MATERIALS SEGONS LA NORMA UNE-EN 13501-1:2002. EUROCLASSES

Les classes són A1, A2, B, C, D, E, F que es corresponen conceptualment amb les següents definicions:

- A1: No Combustible. Sense contribució en grau màxim al foc
- A2: No Combustible. Sense contribució en grau menor al foc
- B: Combustible. Contribució molt limitada al foc
- C: Combustible. Contribució limitada al foc
- D: Combustible. Contribució mitjana al foc
- E: Combustible. Contribució alta al foc
- F: Sense classificar

A més, en els assaigs també es considera les classificacions addicionals següents, que són de caràcter obligatori en la majoria de classes tot i que n'hi ha alguna que queda exempta de classificar-se sota algun d'aquests conceptes (vegeu quadre):

- Opacitat dels fums, **s** (smoke) amb denominació s1, s2, s3 , per a baixa, mitja o alta opacitat de fums (incorpora els conceptes de velocitat de propagació i producció total de fums).

- Caiguda de gotes o partícules inflamades, **d** (drop) amb denominació d0, d1, d2, per a nul·la, mitja o alta caiguda de gotes o partícules inflamades.

LES EUROCLASSES: UNE EN 13501-1:2002

Classificació segons: (classificació principal)	COMBUSTIBILITAT	Aplicació final			COMBUSTIBLE	CONTRIBUCIÓ AL FOC	
		parets sostres	terres	Productes lineals per a aïllament tèrmic de canonades			
		A1	A1 _{FL}	A1 _L		NO	NO grau màxim
		A2	A2 _{FL}	A2 _L		NO	NO grau menor (duració de la flama ≤20s)
		B	B _{FL}	B _L		SI	SI Molt limitada
		C	C _{FL}	C _L		SI	SI Limitada
		D	D _{FL}	D _L		SI	SI Mitja
		E	E _{FL}	E _L		SI	SI alta
		F	F _{FL}	F _L	Sense classificar, sense comportament determinat		
Classificacions addicionals segons:	OPACITAT DE FUMS	Quantitat i velocitat d'emissió			Baixa	s1	Observacions: Les classes A1, A1 _{FL} i A1 _L ; E, E _{FL} i E _L ; i F, F _{FL} i F _L no es classifiquen sota aquest concepte.
					Mitja	s2	
					Alta	s3	
	CAIGUDA DE GOTES O DE PARTÍCULES INFLAMADES	Sense caiguda (UNE-EN 13823:2002) en 600s				d0	Observacions: Les classes A1, A1 _{FL} i A1 _L i F, F _{FL} i F _L no es classifiquen sota aquest concepte.
		Sense caiguda (UNE-EN 13823:2002) durant més 10s				d1	
		Ni d0, ni d1				d2	

4.2 La resistència al foc dels materials

La resistència al foc fa referència als elements constructius (parets, portes, pilars, forjats, cobertes, etc.) i es pot definir com el temps que tarden aquests elements a perdre la seva capacitat portant o estabilitat al foc, la integritat i l'aïllament tèrmic.

Segons la norma UNE 23 093 les condicions assajades són:

- Estabilitat o capacitat portant
- Absència d'emissió de gasos inflamables per la cara no exposada al foc
- Estanquitat al pas de flames o gasos calents
- Resistència tèrmica suficient per impedir que es produeixin a la cara no exposada temperatures superiors a les que s'estableixen a l'esmentada UNE.

Estabilitat al foc (EF): l'element constructiu (estructura) garanteix la condició a).

Paraflames (PF): l'element constructiu (tancament) garanteix les condicions a), b) i c).

Resistent al foc (RF): l'element constructiu (tancament) garanteix les condicions a), b), c) i d).

L'escala de temps normalitzada segons aquesta norma UNE és 15, 30, 60, 90, 120, 180 i 240 minuts.

CLASSIFICACIÓ EUROPEA DE LES PROPIETATS DE RESISTÈNCIA AL FOC DELS ELEMENTS CONSTRUCTIUS SEGONS LA NORMA UNE-EN 13501-2:2002. "Clasificación de resistencia al fuego de elementos de construcción, excepto cubiertas y sistemas y servicios de ventilación "

Les principals noves classes són:

R: Capacitat portant (resistance)

E: Integritat (integrity)

I: Aïllament (insulation)

i també es contemplen les següents classificacions per a alguns casos concrets:

W: Radiació

M: Acció mecànica

C: Tancament automàtic

S: Estanquitat al pas dels fums

P o HP: Continuitat de l'alimentació elèctrica o de la transmissió del senyal

G: Resistència a la combustió de sutges

K: Capacitat de protecció contra incendis

D: Duració de l'estabilitat a temperatura constant

DH: Duració de l'estabilitat considerant la corba normalitzada temps-temperatura

F: Funcionalitat dels extractors mecànics de fum i calor

B: Funcionalitat dels extractors passius de fum i calor

L'escala de temps normalitzada per a aquesta norma UNE és 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 i 240 minuts.

Amb aquesta nova classificació, les classes s'indiquen de la següent manera:

R(t): temps que es compleix l'estabilitat al foc o capacitat portant (similar al concepte d'estabilitat al foc, EF)

RE(t): temps que es compleix l'estabilitat i la integritat al pas de les flames i gasos calents (similar al concepte de paraflames, PF)

REI(t): temps que es compleix l'estabilitat, la integritat i l'aïllament tèrmic (similar al concepte de resistència al foc, RF)

L'ús de materials constructius d'aquestes classes és un factor determinant per limitar la propagació d'un incendi i, gràcies a la sectorització, permetre l'evacuació dels ocupants de l'edifici, a més de facilitar la intervenció dels serveis d'extinció.

4.3 Estabilitat al foc dels diversos materials

Elements estructurals

Es pretén iniciar l'estudi dels efectes que l'acció del foc provoca en els materials que conformen les edificacions analitzant aquelles accions que són més perjudicials segons el paper constructiu de cada material en l'edificació.

El llistat de materials que s'utilitzen a la construcció està sotmès als coneixements i les modes de cada època i adaptat a la climatologia de cada indret o territori. Les construccions conformen una imatge que determina el paisatge de cada contrada -comarques plujoses de l'interior, comarques caloroses del litoral o comarques fredes de muntanya- i integra els diferents corrents ideològics i socials del moment -distintes tipologies d'agrupació, nuclis de població, ciutats i grans ciutats.

<i>Materials constructius</i>	
ACER	CALÇ
FUSTA	MORTER
FORMIGÓ	GUIX
CERÀMICA	COURE
PEDRA	BRONZE
ALUMINI	PLÀSTIC
VIDRE	ASFALT

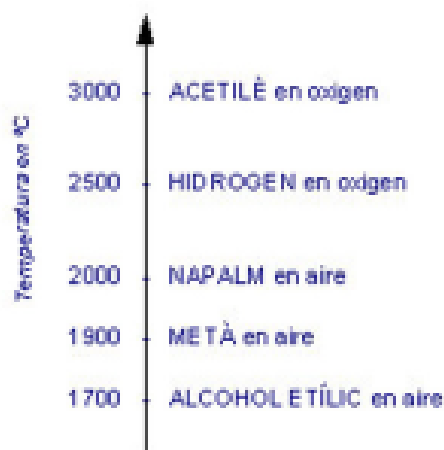
En les condicions atmosfèriques ordinàries, l'acció del foc als edificis sempre és una combustió incompleta amb emissió de calor i de fum, en quantitats variables segons quin és el material que crema i la riquesa en oxigen de l'ambient en què es produeix i/o propaga.

El fum no té gaire importància en el comportament constructiu dels materials, tot i que sí que té una cabdal importància en la propagació de l'incendi i en la seguretat de les persones. Altrament, la calor, a més de ser negativa per a la vida i de propagar l'incendi, altera greument els materials.



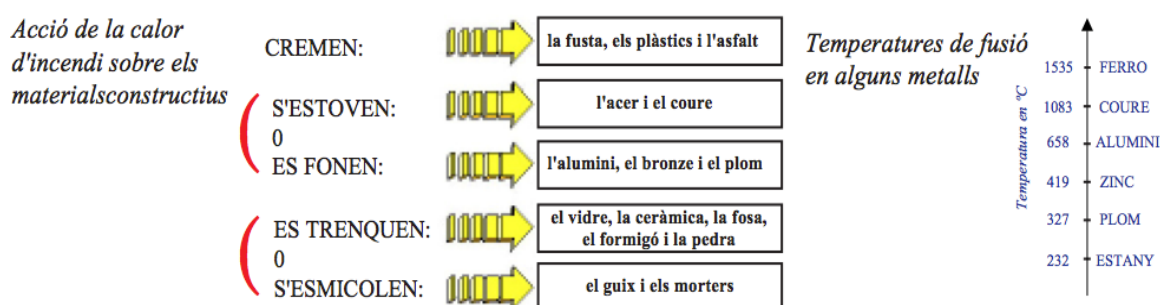
Fig. 1 Efectes de les flames

En condicions normals les temperatures de flama en els incendis oscil·len entre els 600 i els 1500 graus de temperatura; la calor s'emet en forma d'espectre lumínic i d'infraroig que es propaga fonamentalment per radiació - figura 1 -; la propagació per conducció amb l'escalfament material de les substàncies implicades i per convecció, en menor intensitat però més constant, juguen també papers molt severes en alguns casos. La taula B recull informació sobre les temperatures de flama d'algunes substàncies.



Temperatura de la flama en la combustió completa d'alguns materials

En aquesta franja de temperatures els materials orgànics cremen -les fustes, els tèxtils, els plàstics i els seus derivats-; alguns metalls fonen, com ara l'alumini, el bronze, el plom i el zinc; altres minerals alteren més lentament les seves propietats i composició -taules C i D-; el comportament de tots aquests materials permet determinar fàcilment l'evolució de l'incendi.



Les modificacions fonamentals que aquestes singulars temperatures provoquen i que estudiarem detalladament són degudes als següents fenòmens:

- dilatació
- destil·lació
- dessecació

La dilatació i els materials que s'estoven

La dilatació modifica la composició de les tensions internes en tots els materials. És molt accentuada en els metalls, que, a més, veuen reduïdes les seves qualitats resistents en elevar-se la temperatura; podríem dir que s'estoven, cosa que afecta greument aquells elements que juguen un paper estructural.

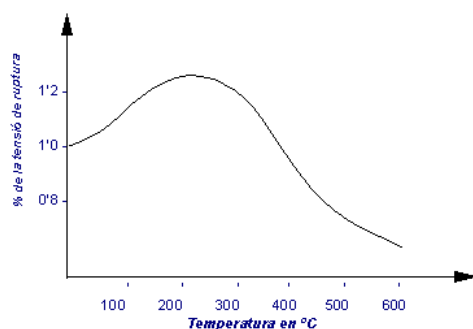


Fig. 2 Variació a les propietats mecàniques de l'acer de construcció

L'acer, en tots els seus aliatges d'ús a l'edificació, és el principal material constructiu que pateix aquest fenomen; va perdent les seves característiques resistents a partir dels 350 C° -figura 2-, però mentre hi arriba pateix unes tensions internes per dilatació força espectaculars:

- El coeficient de dilatació en aquesta franja de temperatures és de 0'0121 mm per metre de longitud i grau de temperatura. La figura 3 esquematitza l'allargament que es produeix en una biga de 10 m sotmesa a un augment de 100 C° de temperatura, amb indicació, a títol de referència, de la tensió que suposaria un allargament igual però en fred. És obvi observar que aquestes tensions modifiquen l'equilibri inicial de les estructures altament travades, sense llibertat de moviments i que fàcilment esgoten la capacitat resistent del material.

- Quan una biga d'acer està sòlidament travada pels seus extrems, l'allargament ha de suposar el vinclament suficient per encaixar la nova llargària. La figura 4 esquematitza el vinclament que es produiria en la mateixa biga anterior sotmesa a una temperatura conjunta de 300 C° i suposant que els seus ancoratges fossin inamovibles.

- En les construccions ordinàries els dos fenòmens anteriors es conjunten, si bé són ben apreciables, i acceleren la ruïna de l'estructura per la pèrdua de resistència mecànica que comporten.

L'extinció de l'incendi suposa el refredament dels materials amb la consegüent transformació de caràcter invers -figura 5- però amb particularitats:

- Les peces d'acer deformades per calor no retornen a la seva posició inicial.

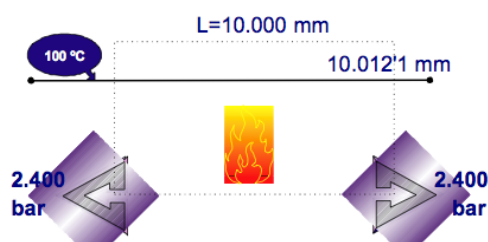


Fig. 3 Tensió requerida per obtenir el mateix estirament que l'acció del foc

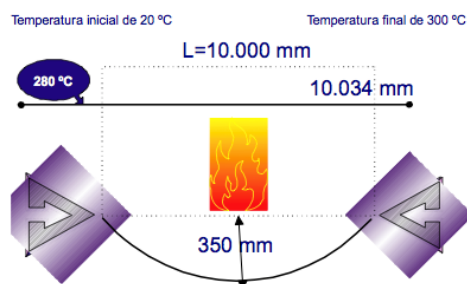


Fig. 4 Allargament d'una barra d'acer i el seu hipotètic vinclament

- Les dilatacions dels metalls per unitat de temperatura són tan vàlides en creixement com en decreixement.
- La biga d'acer vista vinclada anteriorment perdrà longitud, a raó de 0'0121 mm per metre de longitud i grau de temperatura.
- Les bigues amb soldadures defectuoses es poden despendre i caure per falta de suport.

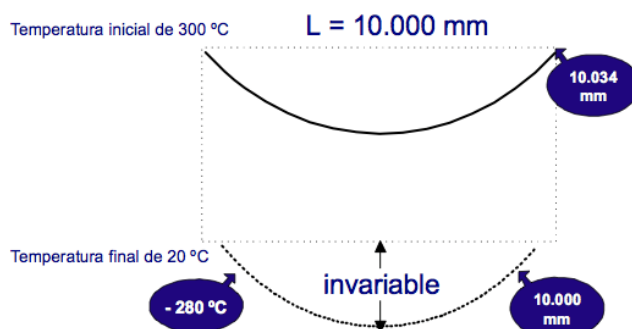


Fig. 5 Refredament d'una barra d'acer vinclada per incendi

La destil·lació i els materials que cremen

L'augment de temperatura, en la franja de què estem parlant, volatilitza una part dels components de quasi tots els materials compostos. Aquest fenomen és molt important en els compostos orgànics.

Quan els destil·lats són combustibles, en funció de la riquesa en oxigen de l'ambient immediat o bé s'inflamen completament o bé es traslladen als sostres dels locals i formen part dels fums de l'incendi, amb el consegüent risc d'explosió així que les condicions d'oxigen siguin les idònies.

Els derivats de la cel·lulosa, i sobretot la fusta, es comporten singularment: es carbonitzen. En condicions normals d'incendi, formen una crosta negra, molt consistent, que no s'esmicola i ofega així la mateixa progressió de la combustió.

La figura 6 esquematitza les distintes etapes del procés de carbonització de la fusta:

- Fins als 100 C° sols destil·la l'aigua, amb l'especial seguretat que la temperatura del material no passarà d'aquests 100 o mentre tingui contingut d'humitat; fenomen que estudiarem al següent apartat.
- De 100 a 275 C° es destil·la CO, entre altres gasos pirolignosos.

- A partir dels 275 C° es destil·len hidrocarburs i s'inflamen. El residu sòlid, carbó de fusta, actua d'aïllant dificultant l'aportació d'aire a les capes interiors de la fusta.

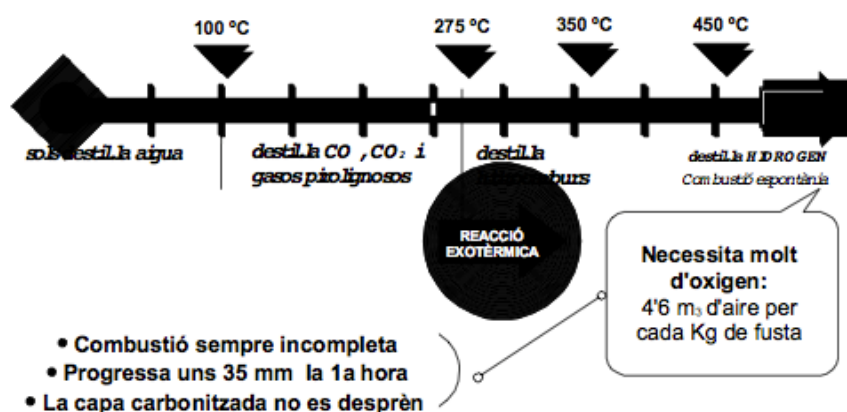


Fig. 6 Combustió de la fusta i altres materials cel·lulòsics

- Més enllà dels 450 C° es destil·la sobretot hidrogen i la combustió és espontània sempre que hi hagi suficient oxigen. Com que la majoria de les peces estructurals, bigues i encavallades, ocupen les parts altes del volum de l'incendi, franges que, si no ha caigut el sostre, són plenes de fum, per tant, molt pobres d'oxigen: la combustió, en aquestes circumstàncies, és molt difícil.

La dessecació i els materials que s'esmicolen

La dessecació és el fenomen que suposa la sola destil·lació de l'aigua present en els materials.

En les construccions, l'aigua acompanya tots els materials porosos, en quantia variable segons quin és el grau d'humitat que envolta el material, però també forma part constitutiva de molts minerals i sobretot del guix. Els morters en procés d'enduriment en tenen en excés, i aconsegueixen el seu estat d'equilibri en finalitzar el curat, que en el cas dels compostos de calç, arriba a durar anys.

L'aigua canvia d'estat a 100 C° quan la pressió és d'1 atm. Aquest fenomen absorbeix 2,5 kJ/g, unes 600 cal. per cada gram d'aigua vaporitzat, propietat que té un paper cabdal en el desenvolupament de l'incendi, alhora que retarda el pas de la calor cap a l'interior del material. En els materials ceràmics i en alguns minerals -la mica i les pedres calcàries especialment-, l'acció directa de les flames suposa l'esmicolament per capes, en bullir sobtadament l'aigua continguda en les seves fibres internes, sobresaturades d'aigua per condensacions successives en el procés latent de l'incendi -figura 7-, que suposen una sobrepressió expansiva interior considerable, no assumible en la majoria de compostos ceràmics, de morters i de formigons.

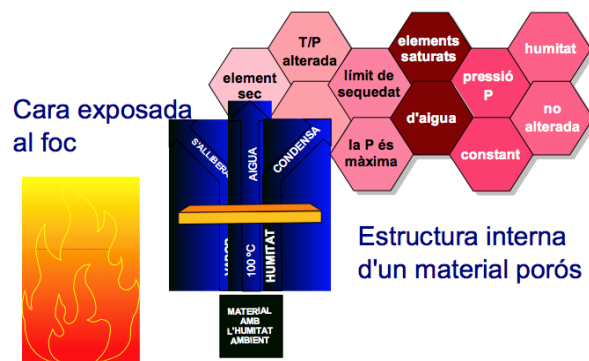


Fig. 7 - Comportament de l'aigua en els materials porosos

Aquest fenomen destructiu succeeix en condicions de foc extrem que afecta elements de morter, de ceràmica i de formigó. Però per la mateixa causa es provoca l'esclat dels materials en mullar-los amb el raig d'una extinció directa, molt acusat en els elements dèbils de fàbrica ceràmica -maons, totxanes i gerros.

El guix ($\text{SO}_4\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$) mereix una menció especial perquè és un mineral que conté aigua a l'interior de la seva molècula, a més de la humitat de l'ambient en què estigui. Aquesta part d'aigua de constitució hi és fixada per uns enllaços químics que requereixen una energia específica per trencar-se i alliberar-la; procés que s'inicia als 115°C i perdura fins als 220°C -figura 8-.

Així, els enguixats de les construccions aporten aigua en una franja de temperatures que arriba fins als 220°C , amb tots els efectes benèfics que això comporta en el desenvolupament de l'incendi.

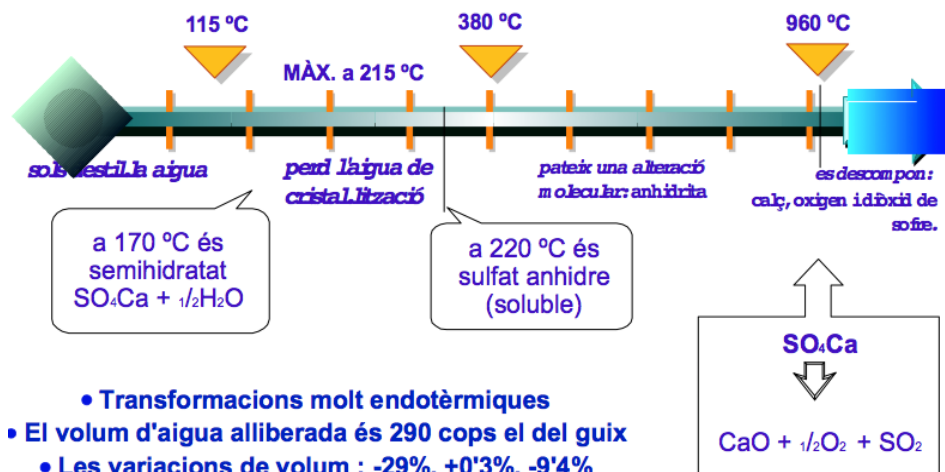


Fig. 8 - Acció de la calor sobre el guix $\text{SO}_4\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$

L'estat final del mineral a 380°C és d'un polsim soluble que es descrosta si s'hi llença el raig de l'aigua d'extinció; abans, però haurà estat mantenint un nivell d'aïllament molt important que haurà impedit el pas de la calor als

elements constructius de tancament o estructurals sobre els quals estava aplicat.

4.4 Conclusions:

Els materials d'origen mineral

En general, les pedres de tota natura són incombustibles. Però aquestes, sotmeses a fortes variacions de temperatura, les dilatacions i contraccions successives fan que tendeixin a fissurar-se i a esclatar.

Els materials cuits.

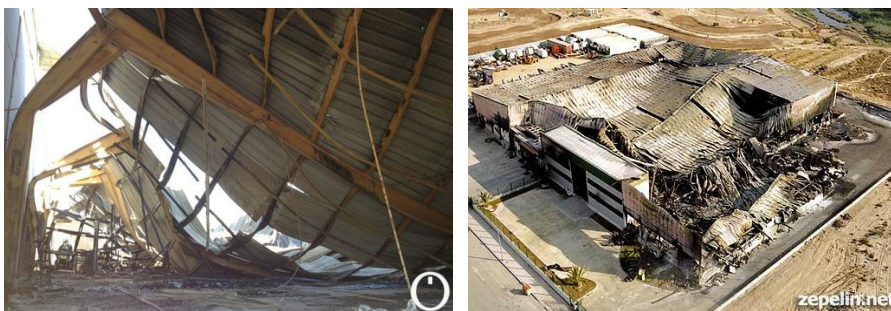
Els materials a base d'argila ofereixen una resistència a la calor també més gran, ja que aquests han estat cuits a altes temperatures.

El ferro i l'acer

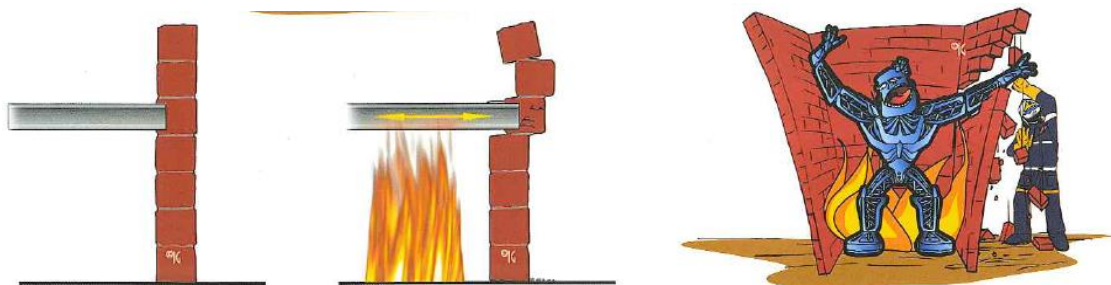


L'acer es dilata per l'acció de la calor i ofereix una mala resistència i estabilitat al foc. A partir de 200°C, la resistència al foc comença a disminuir. Aquesta esdevé nul·la a partir de 500°C a 800°C. Aquesta temperatura és molt ràpida d'assolir en cas d'incendi.

Les peces d'acer es deformen i cedeixen per l'acció de la calor, provocant l'enfonsament total o parcial de l'edifici.



Les estructures metàl·liques quan es dilaten, poden desplaçar els murs i els forjats.



L'acer protegit per materials aïllants aporta una molt bona millora a la resistència al foc.

La fusta

El comportament de la fusta en cas d'incendi varia en funció de les seves dimensions, de la seva naturalesa i la seva taxa d'humitat.

Les fustes dures i denses com el roure s'inflamen més difícilment que les fustes toves com l'abet.

Les fustes amb una gran secció (+ de 60 mm), cremen lentament sense deformar-se i conservant durant més temps una bona resistència al foc.



4.5 Elements de segon nivell

Vidre, llana de vidre

El vidre fi esclata per acció de la calor, llavors deixa passar els fums de la combustió, propagant l'incendi.

El trencament dels vidres també pot provocar ferides importants al personal intervinent, sigui caient a sobre d'ells o quan es projectat amb força per l'acció d'una explosió dels fums.

El vidre armat es fissa, però es manté al seu lloc fins a la seva fusió. Aquest té una excel·lent resistència al foc. El perill és que poden caure del seu lloc de subjecció.

La llana de vidre és un excel·lent aïllant tèrmic, per aquesta està feta en Sandwich entre dues fulles de paper.

El cotó de vidre és utilitzat en flocs de farcit. Malgrat les seves qualitats calorífiques, aquesta pot acumular la calor i els gasos de dilatació d'un incendi, podent desencadenar un incendi generalitzat després d'una aportació rellevant d'aire.

Plàstics

La natura dels plàstics utilitzats pels mobles i accessoris és molt diversa, i el seu comportament al foc és molt variable.

La majoria dels plàstics cremen i generen vapors i fums tòxics, molt perillosos pels ocupants o bombers no protegits.



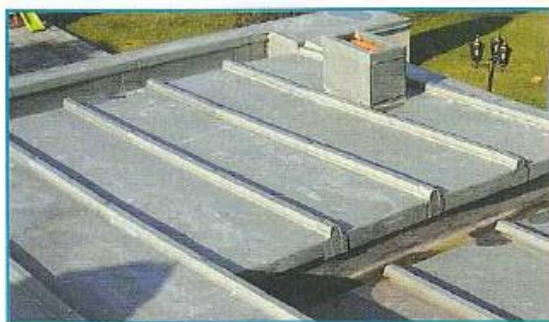
Les teulades

El foc en una teulada pot originar:

- La transmissió del foc a tota la teulada amb un risc d'enfonsament de tota ella.
- La transmissió del foc a l'estructura vertical amb un risc d'enfonsament total.
- La transmissió del foc als edificis veïns per radiació o transport de partícules inflamades.

Les teulades en materials plàstics o aïllants generen en cas d'incendi fums tòxics.

Les teulades de zinc suporten en general el pes d'una persona. Elles presenten una estabilitat i resistència al foc mitjana.



Les teulades de pissarra, teules o de ciment presenten en general una bona resistència al foc.



Què és el que hem de saber?

Els materials amb funcions estructurals pateixen unes modificacions en el procés d'incendi i escalfament que són distintes a les del procés d'extinció i refredament.

De la fusta hem de saber:

- Que la calor afecta poc la seva capacitat resistent;
- Que suporta de forma similar les tensions de tracció i les de compressió;
- Que la dilatació i la permeabilitat al pas de l'aigua són molt variables, segons l'espècie vegetal, però no acostumen a ser un problema;
- Que l'incendi li resta secció per carbonització i que l'extinció no n'hi retorna;
- Que l'aigua d'extinció l'ajuda molt en detenir el procés de carbonització;
- Que les bigues i els pilars trenquen per falta de secció resistent en els incendis de llarga durada.

De l'acer hem de saber:

- Que l'incendi afecta molt la seva capacitat resistent;
- Que, en augmentar la temperatura, les tensions de tracció comporten estiraments irreversibles;
- Que, en augmentar la temperatura, les tensions de compressió comporten vinclaments irreversibles;
- Que la dilatació provoca greus problemes en l'estabilitat de l'edifici;
- Que els canvis bruscos de temperatura trempen i fragilitzen l'acer, i per tant l'aigua d'extinció no s'ha de projectar directament sobre les estructures metàl·liques calentes;
- Que el refredament pot produir desprendiments per contracció;
- Que la ruïna de les bigues i els pilars en els moments vius del foc es deu a la pèrdua de resistència mecànica.

Del formigó armat hem de saber:

- Que la pèrdua de capacitat resistent per efecte de la calor és lenta i reversible;
- Que la conductivitat o transmissió de calor és dèbil;
- Que la dessecació dels seus components minerals provoca unes tensions internes que l'esberlen;
- Que les esquerdes deixen les armadures a l'acció directa del foc, amb els consegüents perills de l'acer;
- Que l'aigua d'extinció accelera els danys alhora que atura el progrés de la dessecació;
- Que la ruïna és sobtada, per augment de les tensions internes en el material, i afecta els elements estructurals un a un.

De la fàbrica ceràmica hem de saber:

- Que la pèrdua de capacitat resistent per efecte de la calor és molt lenta i reversible;
- Que sols suporta tensions de compressió;
- Que la dilatació varia molt considerablement segons sigui la direcció analitzada, i provoca amb facilitat el trencament de les peces fines;
- Que la conductivitat o transmissió de calor és molt dèbil;
- Que la dessecació l'esberla successivament;
- Que, l'aigua d'extinció, l'esberla o trenca sobtadament alhora que atura el progrés de la dessecació;
- Que els trencaments són crítics en les peces de poca massa, totxanes i revoltons;
- Que la pèrdua de l'equilibri estàtic de l'element provoca la seva ruïna, sempre anunciada per les esquerdes que lentament es van fent grosses.

5. Els fenòmens tèrmics en volums tancats o semi oberts

5.1 Desenvolupament d'incendis en recintes tancats

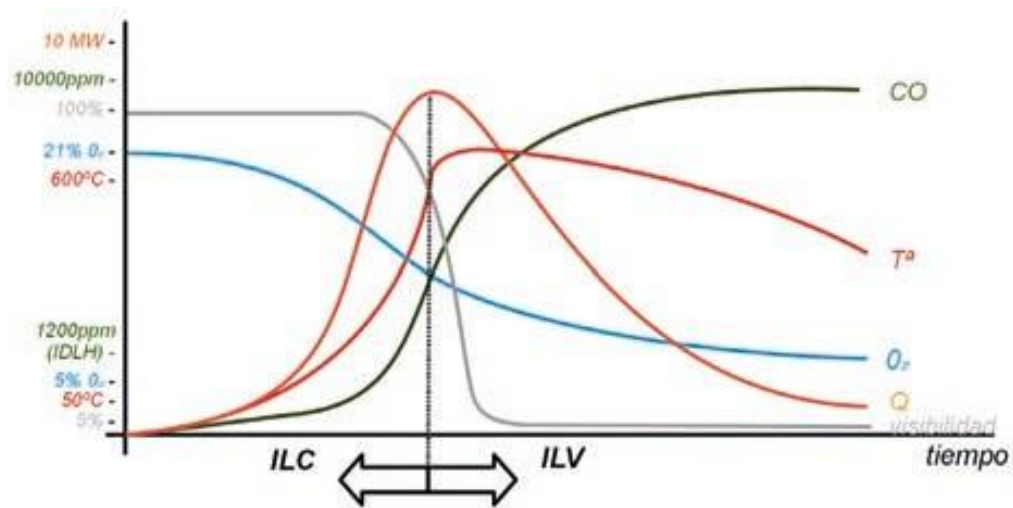
Perquè un incendi es desenvolupi més enllà del material primari en ignició, la calor ha de ser transmès més enllà de dita material cap a fonts de combustible addicionals. En la primera etapa d'un incendi, la calor augmenta i genera una ploma de gasos calents (columna de fum ascendent o coixí de gasos de l'incendi). Si l'incendi transcorre en un espai obert (en l'exterior o en un gran edifici), la ploma creix sense cap impediment, i s'alimenta d'aire en la mesura que creix. Precisament perquè aquest aire aportat a la ploma està més fred que els gasos de l'incendi, aquesta acció té un efecte refrigerant en els gasos generats per l'incendi. La propagació de l'incendi en una àrea oberta es deu en origen a l'energia calorífica que es transmet des de la ploma als combustibles propers. La propagació de l'incendi en exteriors pot augmentar per l'acció del vent i la inclinació del terreny que facilita el preescalfament dels combustibles per exposició.

El desenvolupament d'incendis en recintes tancats és molt més complex que els declarats en espais oberts. A l'efecte d'aquesta explicació, considerarem com a recinte tancat a una habitació o espai tancat a l'interior d'un edifici. Es defineix com a incendi d'interior a l'incendi que transcorre en un espai com el definit. El creixement i desenvolupament d'un incendi d'interior està habitualment controlat per la disponibilitat de combustible i d'oxigen.

- Quan la quantitat de combustible per ser cremat és limitada, es diu que l'incendi està limitat pel combustible (**ILC**), és a dir, disposa de quantitat suficient

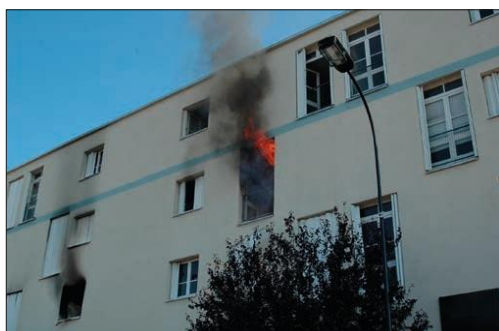
d'aire per què és la quantitat de combustible la que limita la velocitat de creixement de l'incendi.

- Quan la quantitat disponible d'oxigen és limitada, es diu que l'incendi està limitat per ventilació (**ILV**), és a dir, en aquest cas no existeixen limitacions de combustible, però no es disposa de la suficient quantitat d'oxigen perquè la combustió es mantingui.



Taula 1. Diferències entre ILC i ILV	
ILC	ILV
Entorn relativament segur per a la progressió interior	Entorn especialment perillós amb dificultats específiques
Bona visibilitat	Mancada visibilitat. Operacions interiors lentes i costoses
Matalàs d'aire fresc en zones baixes	Atmosfera no respirable per a víctimes o bombers sense equip de respiració
	Atmosfera combustible
Concentració de gasos tòxics relativament baixos (CO, HCN, etc.)	Temperatures altes generalitzades
	Concentració alta de gasos tòxics (CO, HCN, etc.)

Combustió completa	Matalàs de gasos inflamables amb abundants productes incomplets de combustió
Foco fàcilment localitzable	Dificultat per a localitzar focus



Incendi en estat ILC



Incendi en estat ILV

5.2 Fases de l'Incendi

Recentment, els investigadors han tractat de descriure els incendis d'interior en termes d'etapes o fases que se succeeixen en la mesura en què l'incendi es desenvolupa.

Aquestes fases són les següents:

- Ignició
- Creixement
- Flashover
- Incendi totalment desenvolupat
- Decreixement

La figura 5.1 mostra els diferents desenvolupaments d'un incendi d'interior en funció del temps i la temperatura

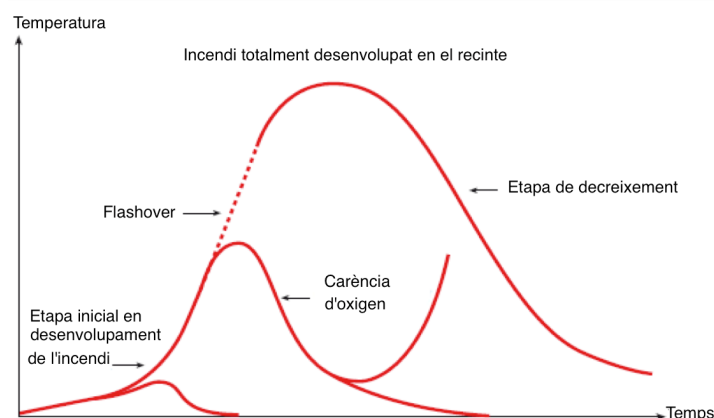


Figura 5.1: Corba típica d'un incendi

Ha d'entendre's que les fases representades tracten de descriure el complex mecanisme mitjançant el qual es desenvolupa l'incendi sense que s'actui sobre ell, és a dir que es desenvolupa lliurement. La ignició i desenvolupament d'un incendi d'interior és un procés molt complex i en ell influeixen moltes variables. Conseqüentment, no tots els incendis poden desenvolupar-se a través de cadascuna de les etapes descrites. El que el gràfic intenta descriure és la representació d'un incendi com un succés dinàmic el creixement del qual i desenvolupament depèn de múltiples factors.

IGNICIÓ

La ignició descriu el període on tots els elements capaços d'iniciar l'incendi comencen a interaccionar. L'acte físic de la ignició pot ser provocat (causat per una espurna o flama) o no provocat (causat quan un material aconsegueix la seva temperatura d'ignició com a resultat de l'auto escalfament) tal com succeeix en una combustió espontània. En aquest punt, l'incendi és petit i generalment es restringeix al material (combustible) que primer s'incendia. Tots els incendis – en espais oberts o en recintes tancats- ocorren com a resultat d'algun tipus d'ignició.

CREIXEMENT

Poc després de la ignició, comença a formar-se una ploma d'incendi sobre el combustible incendiari. En la mesura en què la ploma es desenvolupa, comença la succió o entrada d'aire des dels espais circumdants cap a l'interior de la columna. El creixement inicial és similar al d'un incendi que transcorre en l'exterior, en un espai no confinat, i el seu creixement està en funció del combustible que ha començat a en primer lloc. No obstant això, a diferència d'un incendi no confinat, la ploma en un recinte tancat es veu ràpidament afectada per la distància al sostre i les parets del recinte. El primer factor d'influència és la quantitat d'aire que entra en la ploma. A causa que l'aire està més fred que els gasos calents procedents de l'incendi, l'aire exerceix un efecte refrigerant en les temperatures de l'interior de la ploma. La ubicació de la font de combustible en relació amb les parets del recinte determina la quantitat d'aire que s'introdueix i en conseqüència el grau de refredament que té lloc. Fonts de combustible properes a les parets impliquen una menor aportació d'aire i, per tant unes majors temperatures en les plomes. Fonts de combustibles

en les cantonades encara limiten més l'entrada d'aire en la columna de fum i és on s'aconsegueixen majors temperatures de les plomes. Aquest factor afecta significativament les temperatures en el desenvolupament de les capes calentes de gasos que es troben sobre l'incendi. Com els gasos calents augmenten, aquests comencen a propagar-se cap a l'exterior quan obtenen el nivell del sostre. Els gasos continuen dispersant-se fins que assoleixen les parets del recinte. La profunditat de la capa de gasos comença llavors a augmentar.

En el centre del Compartiment



Figura 5.2
L'aire entra des de totes les adreces del compartiment

Pegada a una paret del compartiment



Figura 5.3
Solament entra aire des d'un 50% del compartiment

En una cantonada del compartiment



Figura 5.4
Solament entra aire des d'un 25% del compartiment.

La temperatura en el recinte durant aquest període depèn de la quantitat de la calor per conducció en el sostre i parets del recinte així com del flux calòric procedent dels gasos que se situen en la part superior, la ubicació de la font de foc inicial i de la quantitat d'aire que entra. Les recerques mostren que la

temperatura dels gasos disminueix a mesura que augmenta la distància a la línia central de la ploma. La figura 5.5 mostra la ploma generada en un incendi d'interior tipus i els factors que afecten el desenvolupament de la temperatura de la capa de gasos calents.



Figura 5.5

L'etapa de creixement continua si es disposa de suficient combustible i oxigen. Els incendis en interiors en l'etapa de creixement estan generalment controlats pel combustible. En la mesura que l'incendi creix, augmenta la temperatura en tot el recinte, igual que ho fa la temperatura de la capa de gas a nivell del sostre.

Si la quantitat d'aire aportat a l'incendi no és la suficient (incendi controlat per ventilació) els gasos calents (però per sota de la temperatura d'autoinflamació) sortiran a l'exterior provocant, segons les condicions, una elevació del plànol neutre, i l'entrada d'aire net a través de la zona de pressió negativa únicament a conseqüència de l'alliberament de pressió a la zona de pressió positiva, quan aquest aire aconsegueixi el focus o els focus d'ignició l'efecte es tradueix en un nou augment de la quantitat de gasos de piròlisi i de la pressió en el recinte, un descens novament de la quantitat d'oxigen i l'alliberament de gasos enriquits d'incendi a l'exterior a través de la via d'entrada d'aire.

Una vegada aconseguit aquest punt, el procés descrit no cessarà, al contrari tendirà a reiterar-se de manera que el cicle establert s'anirà repetint de forma successiva generant el que coneixem com a pulsacions (o respiració) de l'incendi, aquestes acreixeran la seva intensitat en la mesura en què els valors de temperatura dins del recinte augmentin a conseqüència de les aportacions energètiques procedents de les combustions que es generen, la qual cosa provoca al seu torn que la quantitat d'aire que entra cada vegada sigui major.

FLASHOVER

El Flashover és la transició entre les etapes de creixement i d'incendi totalment desenvolupat i no constitueix un esdeveniment específic tal com la ignició. Durant l'etapa de flashover, les condicions en el recinte canvien molt ràpidament, sent aquesta la conseqüència que més clarament marca aquesta etapa. Aquests canvis es produeixen en la mesura en què l'incendi passa d'estar controlat per la combustió dels materials que han començat a cremar, en primer lloc fins que aquest s'estén a totes les superfícies de material combustible dins del recinte. La capa de gasos calents que es desenvolupa a nivell del sostre

durant l'etapa de creixement provoca calor radiant sobre materials combustibles llunyans a l'origen de l'incendi (figura 5.6).

En general, l'energia radiant (flux calorífic) des de la capa de gasos calents excedeix els 20 Kw/m² quan ocorre el flashover. Aquesta calor radiant genera la piròlisi en els materials combustibles que es troben a l'interior del recinte.



Figura 5.6

Els gasos generats durant aquest temps són escalfats fins a la seva temperatura d'ignició per l'energia radiant procedent de la capa de gasos del sostre (figura 5.7).

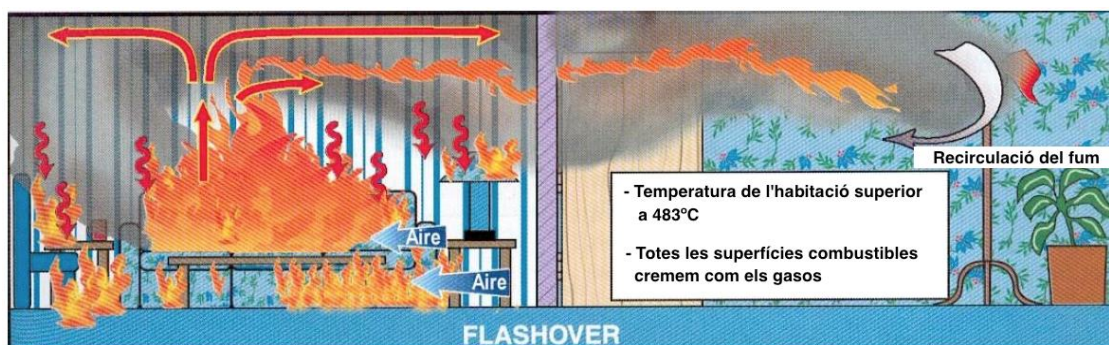


Figura 5.7

A pesar que els científics defineixen el flashover de diferents formes, la majoria basen la seva definició (moment en el qual comença a produir-se) basats en la temperatura del recinte, i a conseqüència de la qual resulta la ignició simultània de tots els combustibles continguts en el mateix. Encara que no s'associa una temperatura exacta amb aquest fenomen, s'acostuma a donar en un rang comprès entre els 483° C i 649° C. Aquest rang es correspon amb la temperatura d'autoinflamació (609° C) del monòxid de carboni (CO), un dels gasos més comuns obtinguts com a resultat de la piròlisi. Just abans del flashover, es succeeixen diferents fenòmens dins del recinte incendiari: Les temperatures augmenten ràpidament, fonts de combustibles addicionals es veuen involucrades en el procés, i totes les fonts de combustible en el recinte emanen gasos combustibles com a resultat de la piròlisi. Quan el flashover ocorre, els materials combustibles en el recinte i els gasos generats per la piròlisi s'incendien. El resultat és un incendi totalment desenvolupat en el recinte. La calor alliberada per una habitació totalment incendiada en la fase de flashover pot ser de l'ordre de més de 10.000 Kw.

Els ocupants que no hagin escapat d'un recinte abans que un flashover ocorri probablement no sobreviuran. Els bombers que es trobin en un recinte tancat

quan es produeix un flashover es troben en una situació d'extrem perill encara que es trobin equipats amb el seu Equip de Protecció Personal.

INCENDI TOTALMENT DESENVOLUPAT

L'etapa d'incendi totalment desenvolupat ocorre quan tots els materials combustibles en el recinte es troben incendiats. Durant aquest període de temps, els combustibles incendiats en el recinte estan alliberant la màxima quantitat de calor possible per les fonts d'ignició disponibles i produint grans quantitats de gasos d'incendi.

La calor alliberada i el volum de gasos d'incendi produïts depenen del nombre i grandària de les obertures de ventilació en el compartiment. L'incendi sovint es converteix en controlat per ventilació, i d'aquesta manera es produeixen grans quantitats de gasos no cremats. Durant aquesta etapa, els gasos d'incendi no cremats és probable que comencin a fluir des del recinte on s'ha desenvolupat l'incendi cap a espais adjacents o altres recintes. Aquests gasos s'inflamen si entren en espais on l'aire és més abundant i si es troben a temperatures dins del rang d'inflamació o autoinflamació (figura 5.8).



Figura 5.8

DECREIXEMENT

En la mesura en què el foc consumeix el combustible disponible, la quantitat de calor alliberada comença a disminuir. Una vegada l'incendi es converteix en controlat pel combustible, la quantitat de foc disminueix, i la temperatura dins del recinte comença a descendir. La quantitat de restes cremant (calius) poden, no obstant això, generar temperatures moderadament altes en el recinte durant algun temps.

5.3 FACTORS D'INFLUÈNCIA

Perquè un incendi es desenvolupi des de l'etapa d'ignició fins a la de decreixement, són varis els factors que afecten el seu comportament i desenvolupament a l'interior del recinte:

- Grandària, número i distribució de les obertures de ventilació.
- Volum del recinte.
- Propietats tèrmiques dels tancaments del recinte.
- Altura del sostre del recinte.

- Grandària, composició i localització de les fonts de combustible que s'incendien en primer lloc.
- Disponibilitat i ubicació de fonts de combustible addicionals (combustibles objectius de l'incendi).

Perquè un incendi es desenvolupi, ha d'existir suficient aportació d'aire per mantenir la combustió en l'etapa d'ignició. La grandària i nombre de les obertures de ventilació en un compartiment determinen si l'incendi es desenvolupa o no a l'interior d'un recinte. La grandària del recinte la seva forma i l'altura del sostre determinen si es formarà una capa de gasos calents significativa. La ubicació de la font de combustible inicial és també molt important en el desenvolupament de la capa de gasos calents. Les plomes generades per fonts de combustible en el centre d'un recinte prenen més quantitat d'aire i es refreden més que aquelles que es troben contra les parets o cantonades del recinte.

La temperatura que es desenvolupa en un incendi d'un recinte tancat és el resultat directe de l'energia alliberada quan el combustible crema. Atès que la matèria i l'energia es conserven, qualsevol perduda de massa causada per l'incendi és convertida en energia. En un incendi, l'energia resultant ho és en forma de llum i calor. La quantitat d'energia calorífica alliberada en funció del temps durant un incendi es denomina quantitat de calor alliberada (CCL). La CCL es mesura en Btu/s o Quilowatts (Kw.). La quantitat de calor alliberada aquesta directament relacionada amb la quantitat de combustible que s'ha consumit per unitat de temps (efecte tèrmic) i la calor de combustió (la quantitat de calor que una massa específica d'una substància emet quan crema) del combustible que està cremant-se.

Els bombers han de ser capaços de reconèixer les fonts d'incendi potencials en un edifici o recinte i utilitzar aquesta informació per calcular el potencial creixement de l'incendi.

Els materials que alliberen grans quantitats de calor tals com a mobles farcits d'escumes de poliuretà, matalassos d'escuma de poliuretà, o piles de palets de fusta, per exemple, pot esperar-se que cremin ràpidament una vegada començat l'incendi.

Incendis de materials que alliberen una baixa quantitat de calor podrem suposar que prendran més temps a desenvolupar-se. En general, els materials de baixa densitat (tals com l'escuma de poliuretà) cremen molt més ràpid (tenen una major CCL) que els materials amb una alta densitat (blocs de cotó) de similars característiques.

Una altra relació final entre la calor generada en un incendi i les fonts combustibles és la ignició addicional de les fonts combustibles allunyades del focus d'incendi inicial. La calor generada en un recinte incendiats es transmet en l'espai des de la font combustible inicial als altres combustibles mitjançant les tres formes de transmissió de calor. L'increment de calor en la ploma d'incendi inicial és aportat per convecció. A mesura que els gasos viatgen sobre les superfícies d'altres combustibles en el recinte, la calor es transfereix a ells per conducció. La radiació juga un paper important en la transició de les etapes de creixement de l'incendi a incendi totalment desenvolupat. A mesura que els gasos calents

formen una capa en el sostre, les partícules calentes que componen el fum comencen a radiar energia a les altres fonts combustibles en el recinte. Aquestes fonts combustibles allunyades són denominades a vegades com a objectius d'incendi. A mesura que l'energia radiant augmenta, els objectius d'incendi comencen el procés de piròlisis i comencen a generar gasos inflamables. Quan la temperatura en el recinte aconseguix la temperatura d'ignició d'aquests gasos, el recinte al complet es veu embolicat en l'incendi (s'incendia), això és el que es defineix com flashover.

Dels factors d'influència exposats cal destacar el paper fonamental que adopten en la velocitat amb que l'incendi es desenvolupa en el recinte, les propietats tèrmiques dels tancaments, o cosa que és el mateix la seva capacitat de transmetre calor i l'altura del sostre del recinte.

Capacitat de l'Estructura de Transmetre Calor:

Determina la quantitat de calor que es pot concentrar per contribuir a la velocitat de desenvolupament de l'incendi i la que es dissipa a l'ambient exterior.

Si suposem dos recintes exactament iguals (figura 5.9) però construïts en materials diferents, la primera conseqüència que observem des del punt de vista de la transmissió de calor, és que aquestes adopta necessàriament valors diferents, als quals denominarem respectivament QL1 i QL2.

Amb la finalitat d'optimitzar l'exemple suposarem que el material que compon les estructures seran de formigó normal en una d'elles i de formigó lleuger en l'altra, d'aquesta forma l'efecte produït pel desprendiment de gasos de piròlisis procedents de l'estructura queda literalment igualat per a ambdues.

Si analitzem les característiques de conductivitat tèrmica dels components de les nostres dues estructures, observem que en el formigó lleuger la quantitat d'aire contingut és major que en la de formigó normal, aquest factor influirà de manera que les perdudes de calor siguin menors en el de formigó lleuger que en el normal, a causa que en el primer la conductivitat tèrmica és menor que en el segon, ja que l'aire és un mal conductor de la calor (o dit d'una altra forma, un bon aïllant) i en conseqüència tot el poder calorífic generat per l'incendi s'utilitzarà a augmentar la piròlisi dels materials continguts en el recinte, mentre que en el de formigó normal, la quantitat de calor destinada al mateix efecte és menor a causa que s'escapoleix major quantitat de calor a l'exterior, i per tant podem dir que la temperatura que s'aconseguirà en el recinte de formigó lleuger, serà major que en la de formigó normal.

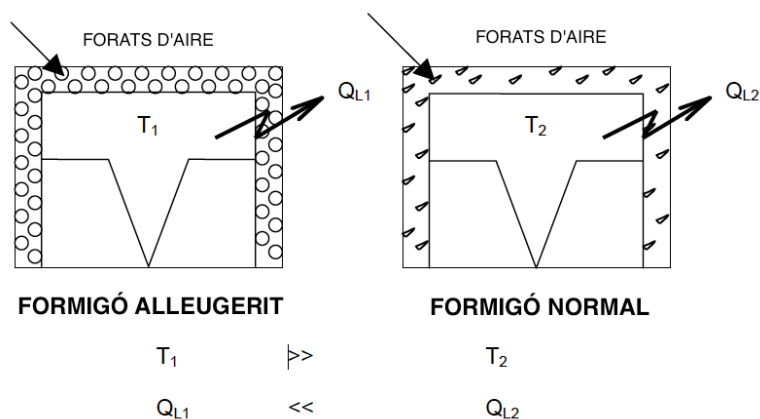
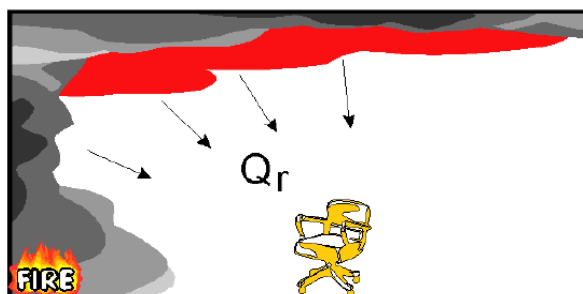


Figura 5.9: Transmissió de Calor de l'Estructura

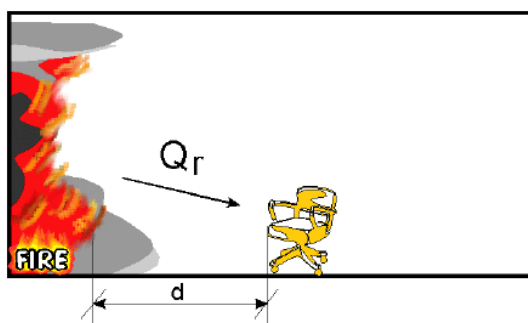
Aquest efecte acabarà incidint en una major acumulació de calor en el recinte de formigó lleuger i, per tant en una evolució d'incendi més favorable.

Geometria del recinte

Finalment, la geometria del recinte juga un paper no menys important en la velocitat de propagació de l'incendi, de tal forma que els sostres baixos afavoriran una propagació molt més ràpida que els sostres alts. En els primers, la flama arriba ràpidament al sostre i s'hi propagarà de pressa, amb la qual cosa la flama agafa major longitud i superfície, subministrant d'aquesta forma l'energia de radiació necessària perquè els elements combustibles de dins del recinte agafin en menys temps l'energia d'activació necessària i contribuir així a la ràpida evolució de l'incendi.



Si les flames no arriben al sostre, la quantitat de calor radiada és menor i l'evolució de l'incendi queda condicionada per la proximitat dels materials al foc d'ignició.



Podem dir, i aquest és un factor important a l'hora d'avaluar la fase de l'incendi on ens trobem, que el moment crític o de transició de l'incendi es produeix precisament quan les flames arriben al sostre, ja que com hem dit el valor de l'energia radiada augmenta de forma considerable.

5.4 HISTÒRIA: EVOLUCIÓ I CONCEPTE

Abans de començar a establir definicions, que de fet ja s'han estat tractades en el capítol 5.1, quan parlàvem de les fases en el desenvolupament d'un incendi en recintes tancats, i atenent a les diferents concepcions que el terme "flashover" ha sofert al llarg del temps, el més convenient, seria efectuar un seguiment del qual podríem denominar com a "evolució històrica" de les definicions a les quals el fenomen per si mateix ha donat lloc i finalment veure com és la situació en el moment actual.

El fenomen conegut com a flashover és el principal causant de morts en el col·lectiu de bombers. A EUA les estadístiques de la NFPA van indicar que entre 1985 i 1994 un total de **47 bombers americans** van perdre les seves vides a conseqüència d'un "flashover".

El terme "flashover" va ser introduït pel Britànic Philip H. Thomas en els anys seixanta i va ser utilitzat per descriure la teoria del desenvolupament de l'incendi des del seu inici fins que aconsegueix l'estat de totalment desenvolupat. Habitualment, es deia que aquest període de creixement culminava en "flashover", encara que Thomas va admetre que la seva definició original era imprecisa i va acceptar que el nom pogués fer servir per expressar conceptes diferents en contextos diferents. Thomas va aportar un informe en la Nota 663 del Fire Research del Regne Unit (al desembre de 1967) on explica que pot haver-hi més d'un tipus de flashover i va descriure "flashovers" com el resultat d'escenaris controlats per ventilació i combustible.

Thomas també va reconèixer les limitacions de qualsevol definició precisa de flashover vinculada a l'incendi generalitzat de tota la superfície dels combustibles dins d'un compartiment (habitació) atès que, especialment en compartiments grans, resulta físicament impossible que tot el combustible cremi al mateix temps. Les Normes britàniques (4422) de 1969 i 1987 van intentar establir una definició més precisa però sense èxit.

En 1989 la Fire Research Station del Regne Unit localitzat a Borehamwood va definir el terme "flashover" com un terme designat per descriure un fenomen científic en un rang més genèric, encara que l'efecte general era el del desenvolupament d'un incendi de forma ràpida - Aquesta definició es trobava en la línia d'altres definicions acceptades establertes en aquesta època.

1. La ignició de productes volàtils inflamables sota una superfície horitzontal (normalment un sostre) formada a conseqüència de l'acumulació dels mecanismes de la piròlisi dels materials escalfats.

2. La radiació projectada per les flames sota un sostre la qual provoca la descomposició ràpida del combustible situat a baix i que resulta en una acceleració del procés d'incendi. (la FRS va preferir aquesta definició).

3. Combustió "explosiva" de productes volàtils inflamables dins d'un recinte quan el compartiment es ventila per l'obertura (o trencament) d'una porta o finestra.

4. Combustió "explosiva" d'alguns tipus especials de "fums freds" que cremen sense flama de (per exemple) les escumes.

Durant els anys vuitanta l'ús genèric del terme flashover va evolucionar més enllà encara quan els enginyers de foc Suecs Krister Giselsson i Mats Rosander van assemblar una extensa sèrie d'esdeveniments associats amb la ignició de gasos d'incendi ampliant el camp de la definició original. No obstant això, aquest esforç a introduir una nova terminologia en l'idioma científic prèviament acceptat no es va fer popular encara que certament va incitar una revisió de les definicions internacionalment reconegudes.

En els anys noranta els científics internacionals van mantenir un conflicte amb les definicions reconegudes del terme flashover negant-se insistentment a incloure qualsevol referència a la "combustió de gasos de premescla" dins del seu context global. L'estat actual al fet que ens porten aquestes qüestions és el següent:

Flashover segons norma ISO 8421-8 de 1990 (International Standards Organization).

"Transició ràpida a l'estat on totes les superfícies dels materials continguts en un compartiment es veuen involucrats en un incendi".

Flashover segons la Fire Research Station (UK 1993).

"En un recinte incendiats pot aconseguir-se una etapa on la radiació tèrmica total procedent de la ploma de l'incendi, gasos calents i els tancaments del recinte generen la ignició per radiació de totes les fonts combustibles dins d'aquest. Aquesta transició sobtada i mantinguda d'un incendi en etapa de creixement a incendi totalment desenvolupat és el que es denomina com flashover".

Mentre això succeïa, en els EUA s'estava dirigint la recerca cap al fenomen denominat com "backdraft" o "Backdraught" i podem trobar la següent definició procedent de la NFPA (National Fire Protection Association):

"Incendi ràpid o explosiu dels gasos calents que té lloc quan s'introdueix oxigen en un edifici que no ha estat ventilat adequadament i té un subministrament deficient d'oxigen a causa de l'incendi".

Encara que ha de destacar-se que Fleischmann, Pagni i Williamson van suggerir que haurien de substituir-se l'expressió "productes de piròlisis no cremats" per "gasos escalfats" en la definició de la NFPA.

Per no ser menys des d'Europa (Fire Research Station - UK 1993) la definició de backdraft/backdraught adquiria uns termes similars:

"La ventilació limitada pot fer que un incendi d'un compartiment generi gasos que continguin proporcions importants de productes parcials de la combustió i productes de piròlisis no cremats. Si aquests s'acumulen, i es practica una obertura en el compartiment, l'entrada d'aire pot donar lloc a una deflagració sobtada. Aquesta deflagració que es trasllada a través del compartiment i surt per l'obertura practicada és un backdraft".

En la realitat els fenòmens de backdraft, flashover i explosions de fum es troben estretament relacionats entre si i resulta molt complicat establir en funció de les vivències exposades pels bombers que els han sofert, establir amb exactitud que és el que realment ha succeït en cada situació específica, encara que a vegades això pot estar realment clar.

És molt important per als bombers reconèixer els senyals d'advertiment associats amb l'evolució ràpida d'un incendi i valorar l'efecte que les seves accions podrien tenir en incidir sobre el mitjà on es desenvolupen aquests fenòmens.

5.5 FLASHOVER

Amb la finalitat d'establir definicions que ens permetin parlar un llenguatge comú amb els estàndards establerts en la terminologia d'incendis, definirem els següents conceptes, tal com s'utilitzen en el moment actual.

Quan parlem de la segona fase del desenvolupament de l'incendi, s'especificava que quan concorren els requisits (figura 5.10) de temperatura (500-650° C) i potència de calor radiant (12 a 20 Kw/m2) els gasos s'autoinflamen.

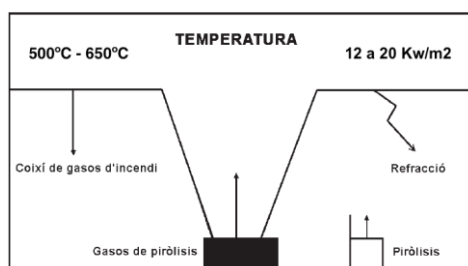


Figura 5.10: Condicions de Flashover

Com vèiem en 1990 la norma ISO, defineix el fenomen com:

"Transició ràpida a l'estat on totes les superfícies dels materials continguts en un compartiment es veuen involucrats en un incendi".

Aquesta és la definició que nosaltres hem adoptat, encara que analitzarem els motius pels quals s'arriba a aquesta situació. El mecanisme mitjançant el qual es desenvolupa podem descriure-ho de la següent forma:

A l'inici de l'incendi el foc es desenvolupa en les parts baixes del recinte, a causa de la manca d'oxigen, escalfament secundari, etc., aquest focus inicial dona origen als gasos no cremats els quals s'elevan cap al sostre formant un coixí de gasos (figura 5.11).

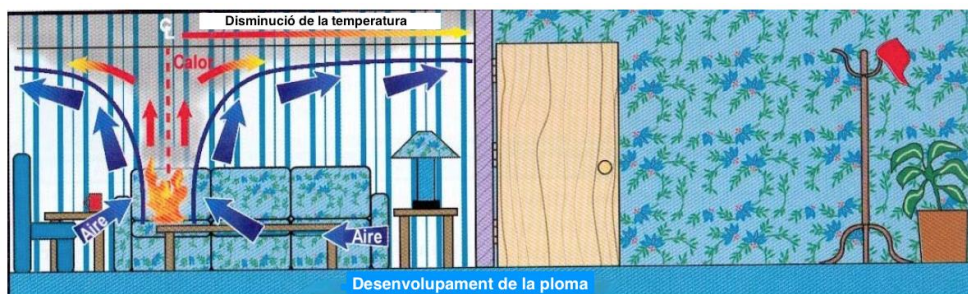


Figura 5.11: Desenvolupament del coixí de gasos

Amb el pas del temps la temperatura i la concentració de gasos augmenten de manera que es va generant un coixí de gasos d'incendi on el rang d'inflamabilitat es veu modificat afavorint-se una inflamació molt favorable en un punt del L.I.I..

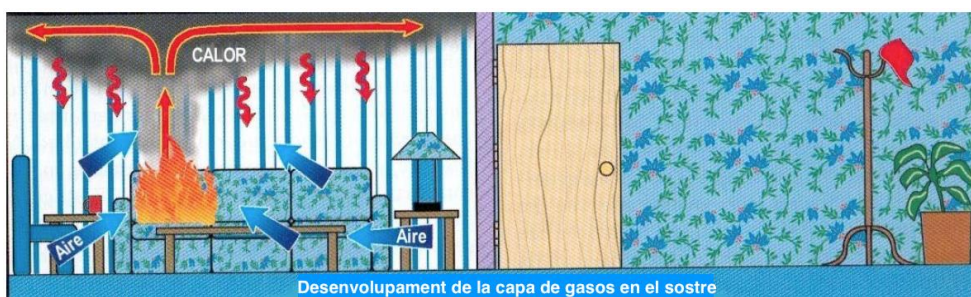


Figura 5.12: Flux radiant del coixí de gasos

Quan les flames arriben a la part inferior del coixí (d'aquí la importància de l'altura dels sostres, contra més baixos les flames aconseguirien abans aquesta cota) aquests gasos s'inflamen precisament en aquest lloc, incrementant-se l'efecte de radiació de calor des del coixí de gasos a la resta dels materials continguts en el recinte.



Figura 5.13: Situació prèvia a Flashover

El procés de combustió que es verifica es basa fonamentalment en la combustió del monòxid de carboni, procedent dels gasos no cremats, que passa a diòxid per oxidació amb l'oxigen de l'aire (figura 5.14).

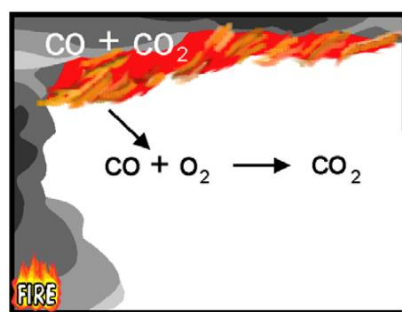


Figura 5.14: Combustió del Monòxid de Carboni

Quan s'aconsegueixen les condicions en el recinte de flux calòric i temperatura descrits és quan es produeix el fenomen de flashover.

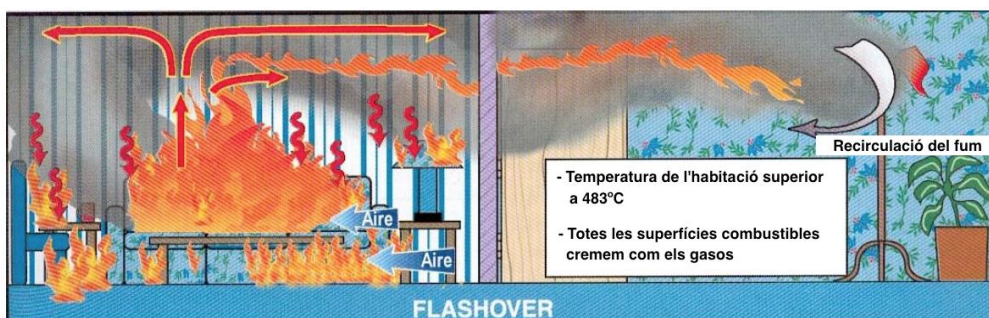


Figura 5.15: Condió de Flashover

La durada del fenomen és curta tan sols el temps just que els gasos procedents dels materials que pirolitzen, s'autoinflamen, registrant-se elevacions de pressió degudes a l'expansió del front de flames moderades, al voltant d'1 kPa. (0,01 bars), és per això que quan els serveis d'intervenció arriben el fenomen ha finalitzat, tret que es tracti de grans superfícies.

Aribat a aquest punt si l'aportació d'aire és suficient, estarem en l'etapa d'incendi generalitzat, tal com es defineix en alguns informes, en cas contrari, les flames decreixen i comença un augment de la temperatura afavorida per la inèrcia tèrmica dels materials en el procés de piròlisi.

Una vegada s'ha produït el flashover, la ventilació (aportació d'oxigen) o el combustible restant (contingut i estructura) controlaran l'incendi. Si qualsevol d'aquests components s'ha consumit o no està disponible el foc s'extingirà.

Una vegada que existeixi una obertura en el compartiment, aquest evoluciona cap a un incendi controlat per combustible o ventilació. Un incendi romandrà en aquest estat si l'obertura té la grandària aproximada d'una porta. Si l'obertura augmenta a la grandària d'una paret o finestral, llavors és possible evolucionar a un incendi controlat sol per combustible.

En compartiments grans, el foc inicial pot no sempre evolucionar cap a un flashover.

Això és a causa que els gasos de l'incendi es refreden a mesura que ascendeixen a nivells més alts (segons l'altura dels sostres), allunyant-se d'aquesta manera del focus de l'incendi. Aquest refredament farà que els gasos

d'incendi quedin fora dels seus rangs d'inflamabilitat, i d'aquesta manera s'evitarà la seva ignició.

Si la quantitat d'oxigen a l'interior del recinte no és suficient, el coixí de gasos s'anirà "enriuint" en gasos d'incendi afavorint el descens del plànol neutre i fent cada vegada més difícil la combustió a l'interior del recinte en aproximar-se a cotes properes al límit superior d'inflamabilitat.

No obstant això, si aquests gasos accedeixen a l'exterior a través de finestrals o altres buits, aquests cremaran en l'exterior en disposar de la suficient quantitat d'oxigen.

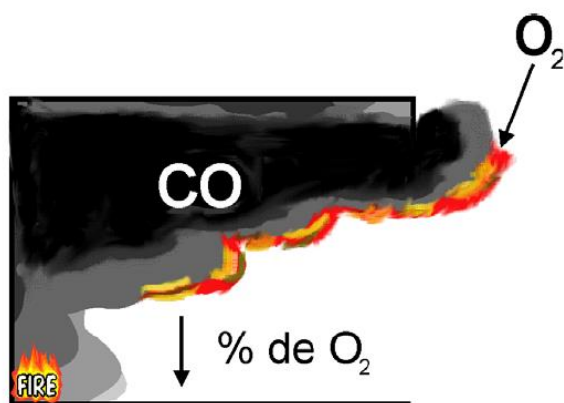


Figura 5.16

5.6 BACKDRAUGHT

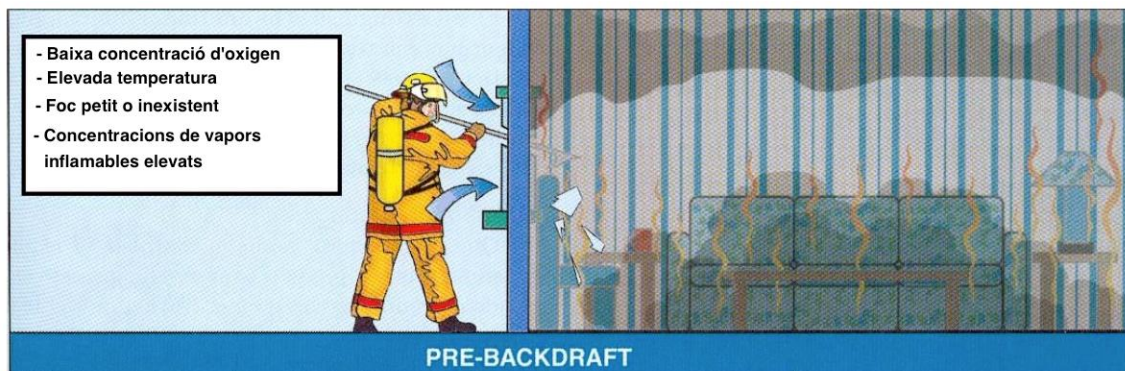
Encara que el terme backdraught (backdraft en la terminologia Americana) no es troba definit segons cap estàndard, la veritat és que es tracta d'un terme d'ús generalitzat en la terminologia d'incendis i pel que a nosaltres respecta adoptarem la definició establerta en el volum 2 del manual d'incendis del Fire Service Operations del Regne Unit:

"La ventilació limitada pot portar a un incendi en un compartiment a la producció de gasos d'incendi que contenen proporcions significants de productes parcials de combustió i productes de piròlisis no cremats. Si aquests s'acumulen, llavors l'admissió d'aire quan es produeix una obertura en el compartiment pot provocar una deflagració sobtada. Aquesta deflagració que es trasllada al llarg del compartiment i surt per les obertures es coneix com a un backdraught."

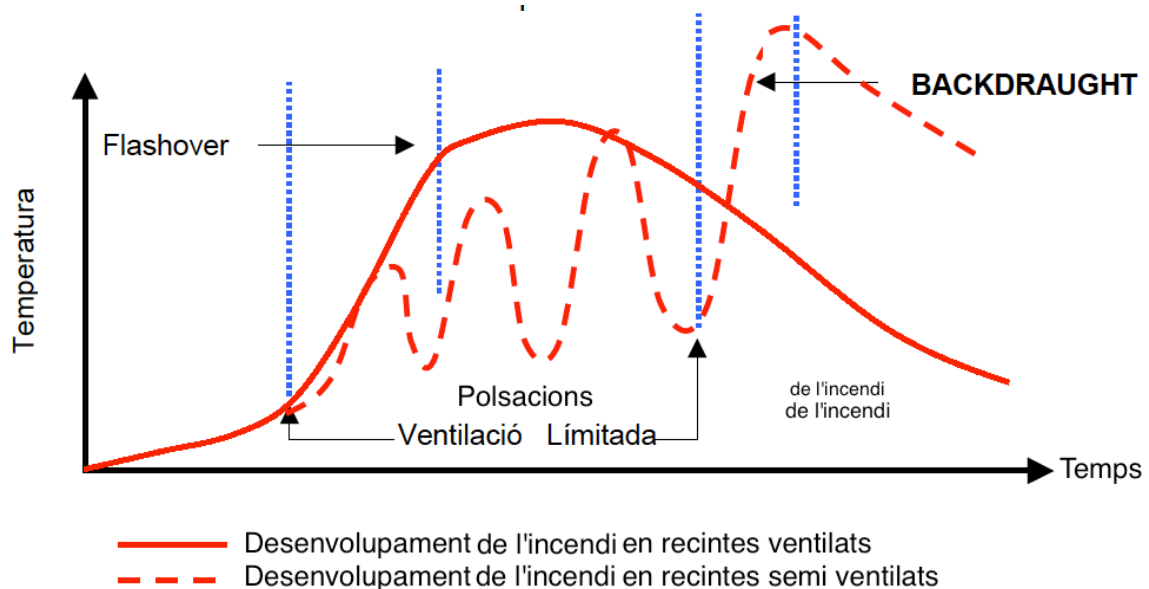
A mesura que l'incendi es desenvolupa, amb l'adequada aportació d'aire, el procés de combustió continuarà desenvolupant-se i creixent mentre que quedi combustible. Però si el subministrament d'aire en el recinte es restringeix, l'oxigen de l'interior del recinte es consumirà abans que pugui ser reemplaçat. Això generarà un progressiu descens de la concentració d'oxigen en els gasos d'incendi de l'interior del recinte. Això causarà inicialment un increment en la temperatura del recinte. En la mesura en què l'oxigen disminueix, provocarà que la calor radiada des de la ploma de l'incendi disminueixi i les flames començaran a apagar-se. Tanmateix, això no resultarà en una reducció dels gasos

inflamables que s'estan produint i distribuint a través del compartiment fins que la temperatura hagi disminuït, o més exactament fins que la inèrcia tèrmica perdi potència. Si s'obre una obertura en el compartiment, això permetrà l'aportació d'aire fresc i la seva mescla amb els gasos de l'incendi, formant així una mescla explosiva a la zona d'interfase, és a dir, a la zona on entren en contacte gasos d'incendi i aire mentre es donin condicions de flux laminar entre tots dos.

Quan això ocorre i depenent del punt en el rang d'inflamabilitat on es produeix la inflamació, l'ona de pressió que es pot generar aconseguix valors que poden arribar als 10 kPa. (0,1 bars) i a aquest efecte se li denomina com Backdraught o Backdraft.



Els efectes que provoca poden ser variables, com hem dit, depenent del punt dins del rang d'inflamabilitat on es produeixi l'efecte de combustió total que en aquest cas aconseguix la consideració d'explosió.



5.7 EXPLOSIONS DE GASOS D'INCENDI



Segons l'exposat fins aquí, sembla lògic que flashover i backdraught són dos successos diferents a més existeixen situacions on es pot produir la ignició dels gasos d'incendi dins d'un recinte. Aquests "esdeveniments" addicionals no s'enquadren necessàriament en cap de les definicions anteriors, però el resultat final serà similar des del punt de vista de la propagació ràpida d'un incendi. És important que el bomber tingui una comprensió bàsica de tots els successos que poden donar lloc a tals ignicions sota diferents condicions a l'interior d'un recinte afectat per un incendi.

A l'interior d'un edifici poden tenir lloc la formació de "matalassos" de gasos d'incendi de grandària variable. Aquests poden existir en el mateix compartiment incendiado, o en compartiments adjacents, corredors i passadissos d'entrada. També poden propagar-se a certa distància des de la font d'ignició en espais buits o a través dels falsos sostres.

L'addició d'aire no és un requisit per a la ignició d'aquests gasos que s'han format en un estat de premescla ideal, simplement és necessària una font d'ignició. La deflagració resultant serà similar a la d'un backdraft, però en termes reals serà una explosió de fum, o tal vegada una ignició de gasos d'incendi resulti una millor descripció.

Definició d'explosió de gasos d'incendi (no ISO)

Quan els gasos de l'incendi s'introdueixen en una zona contigua al recinte incendiado, aquests poden generar una mescla molt homogènia amb l'aire. Aquesta mescla pot estendre's en la totalitat o en part del volum i entrar dins del rang d'inflamabilitat. Si la mescla s'inflama, la pressió pot augmentar de forma significativa. Quan això ocorre se li denomina una explosió de gasos d'incendi

- L'explosió de gasos d'incendi és una deflagració, i no una detonació. Per tant, se la pot comparar a una explosió
- Una explosió de gasos d'incendi té lloc quan no existeix cap obertura en el recinte
- No és necessari que les condicions de ventilació en el recinte canviïn durant el desenvolupament de l'incendi com en un backdraught
- Els límits entre els dos conceptes poden ser confusos en alguns casos.

Condicions necessàries perquè es produeixi una explosió de gasos d'incendi

- Filtració de gasos de l'incendi en un compartiment contigu a l'incendiado

- Aconseguir una mescla homogènia de gasos de combustió/aire
- Presència d'una font d'ignició (normalment una flama procedent del recinte incendiats)

En el mateix local incendiats:

- Només existeix una obertura petita (manca d'oxigen)
- No aconseguir la situació de flashover
- Gran quantitat de gasos no cremats i elevada temperatura
- Molt material combustible en el sostre
- Bon aïllament tèrmic (temperatura molt elevada)
- Evolució a estat de latència (succió d'aire per refredament)
- Concentració d'oxigen mínima del 10% en vol.
- Una font d'ignició (pot ser mínima)

Factors que influeixen en la potència d'una explosió de gasos d'incendi

Forat de ventilació/Grandària de l'obertura(s)

- A major grandària, la pressió a l'interior del recinte caurà més fàcilment i viceversa. Si el recinte es troba pràcticament tancat, aconseguirà el seu màxim valor. En recintes totalment tancats i amb GLP's podrien arribar fins i tot als 8 bars

Concentració en volum de gasos de premescla en el recinte

- Tenir en compte la temperatura dels gasos. A major concentració, major augment de la pressió si aquests s'inflamen. Només es necessita un petit percentatge en volum de gasos perquè l'augment de la pressió sigui molt alt.

Resistència a la pressió dels elements estructurals de l'edifici

Pressió típica a la que colapsaran diferents elements estructurals dels edificis		
Element estructural	Pressió (mbar)	Pressió (Pa)
Finestres de vidre	20 – 70	2000 – 7000
Potess de les habitacions	20 – 30	2000 – 3000
Pareds lleugeres (d'estructura de fusta i panees d'aglomerat)	20 – 50	2000 – 5000
Pareds de plaques de guix (tipus "pladur")	30 – 50	3000 – 5000
Pareds de totxo de 10 cm	200 – 300	20000 – 35000

Els elements estructurals més febles són els que primer col·lapsen davant un augment de la pressió, una vegada produït el col·lapse la pressió disminuirà. En la mesura en què siguin capaces de resistir l'augment de la pressió sense col·lapsar, aquesta pot arribar a aconseguir com a màxim alguns bars de pressió. No obstant això, l'existència d'obertures, com a finestres o qualsevol altra similar, farà que l'augment de la pressió sovint sigui moderat.

Velocitat de combustió

- A major velocitat, més ràpida serà l'expansió

- Depèn de la substància que crema
- Proximitat al seu punt estequiomètric
- Turbulències que es generin

Factor d'expansió

- A major temperatura major expansió i major increment de pressió

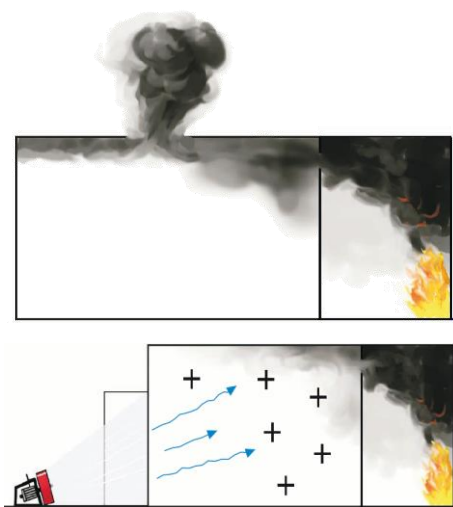
Avaluació del risc: Signes que indiquen una explosió de gasos d'incendi imminent

Existeix algun espai "amagat"? Si n'hi ha, és possible que els gasos de l'incendi s'acumulin allí. Els espais "amagats" podem trobar-los de forma habitual en el sostre i el fals sostre i en llocs on hi ha teulades a una o dues vessants.

L'estructura és combustible? Si aquest és el cas, podem suposar que el material "de l'altre costat de la paret" pot fer piròlisi quan la calor es transfereix a través de l'estructura. Evidentment, això també s'aplica als possibles objectes que es trobin al costat de la paret, però en l'altre costat.

Existeixen conduccions mal dissenyades? En aquest cas, podem suposar que els gasos de l'incendi poden escapar fàcilment dels límits de l'incendi.

Accions a desenvolupar



- Situació complexa
- L'aigua polvoritzada pot ser ineficaç
- Encara a baixa temperatura, aquests gasos poden resultar extremadament perillosos
- Si s'obren buits per alliberar pressió. Especial cuidat
- Si es ventila. Atenció a possibles espurnes
- Evitar les acumulacions
- Pressuritzar llocs contigus a l'incendiat PPV
- Especial atenció a falsos sostres després de l'extinció.

Encara que queda clar que flashover i backdraught són dos fenòmens diferents, existeixen a més situacions on poden ocórrer ignicions de gasos d'incendi a l'interior de compartiments. Aquests "esdeveniments" addicionals poden no ajustar-se necessàriament a qualsevol de les definicions anteriors, però presentessin un desenllaç similar en termes de propagació ràpida de l'incendi. És important per als bombers tenir un coneixement bàsic de totes les situacions que poden portar a tals ignicions sota condicions variables en les quals una estructura es veu afectada per un incendi.

a) La formació de flames de grandària variable de gasos d'incendi pot ocórrer a l'interior d'un edifici. Aquestes poden existir en el mateix compartiment incendiats, o en els compartiments adjacents, vestíbuls d'entrada i corredors. També poden traslladar-se a certa distància de la font d'ignició a través de buits estructurals o falsos sostres. L'aportació d'aire i/o una font de calor no és un requisit per a la ignició d'aquests gasos, els quals ja han aconseguit un estat de premescla, simplement esperant una font d'ignició. Si en aquest punt apareix una font d'ignició, llavors la deflagració resultant s'assemblarà a un backdraught, però en termes reals, la qual cosa ocorre és una explosió de fum o gasos d'incendi.

b) Pot ocórrer una ignició extensa de gasos d'incendi escalfats en el lloc on aquests es barregen amb l'aire, en la sortida del recinte. Això pot tenir lloc en una porta o finestra i el foc resultant pot provocar una reculada de la flama cap a l'interior del compartiment a través de les capes de gas, alguna cosa similar a una reculada de flama en un cremador Bunsen.

Encara que pot ser difícil diferenciar entre explosió de gasos i backdraught, existeixen 3 raons principals perquè les explosions de gas siguin diferents:

Conducció

La calor pot traslladar-se del recinte incendiats a altres compartiments. Això pot ocasionar que altres materials es descomponguin i produeixin piròlisis a l'interior d'altres compartiments, els quals no estan afectats pel mateix incendi.

Filtració

Pot produir-se una filtració de gasos d'incendi des del recinte incendiats a través de diferents buits, cavitats i conductes a altres compartiments, els quals poden incrementar-se amb el pas del temps.

Tipus de Construcció

Les característiques dels diferents tipus de construcció influenciessin la possibilitat que es produeixi una explosió de gasos d'incendi, no solament a causa de la filtració referida anteriorment, sinó també per combustions lentes causades per la calor radiant de l'incendi. Aquestes combustions lentes poden estar confinades a l'interior, per exemple, de panells tipus Sandwich, si no es detecten, es permetrà la formació de gasos d'incendi incontrolats.

Ha de tenir-se en compte també, que no és habitual que es produeixi una explosió de gasos en el compartiment en els moments inicials d'un incendi.

5.8 ROLLOVER

El terme rollover descriu una condició on les flames es mouen en el si o a través dels gasos no incendiats durant la progressió d'un incendi.

El rollover es distingeix del flashover per aquests envoltalls sols dels gasos d'incendi i no de les superfícies d'altres fonts combustibles a l'interior del recinte. Aquesta condició pot ocórrer durant l'etapa de creixement a mesura que la capa de gasos calents es forma en el sostre del recinte. Les flames poden veure's

en la capa on els gasos combustibles aconseguixen la seva temperatura d'ignició. Aquesta aportació que agreguen les flames a la calor total generada en el recinte, no és la condició de flashover. El rollover pot també observar-se quan els gasos d'incendi no cremats escapen del recinte durant les etapes de creixement i incendi totalment desenvolupat d'un recinte incendiat. A mesura que aquests gasos flueixen des del recinte incendiat cap als espais adjacents, aquests es barregen amb l'oxigen; si es troben a la seva temperatura d'ignició, sovint les flames en la capa de gasos es fan visibles (figura 5.17).

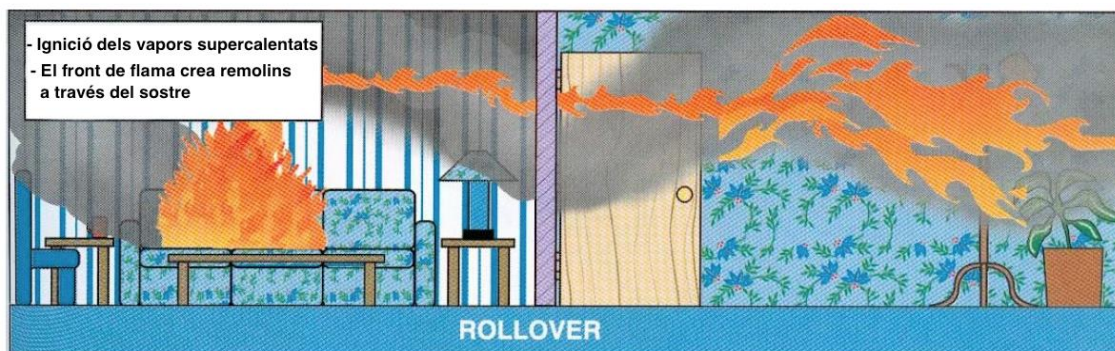


Figura 5.17

Amb aquesta definició conclouen, de moment, els diferents "over-terms" que fins al moment envolten la terminologia emprada quan es parla d'incendis que transcorren en recintes tancats, encara que com podem intuir, tots aquests termes venen a intentar explicar, diferents fases per les quals un incendi travessa en la seva evolució en un entorn on el combustible, la forma del recinte, la ubicació dels materials, i els buits de ventilació són els protagonistes sense guió dels escenaris d'incendis.

5.9 TIPUS DE GASOS D'INCENDI

Si establim com a criteri (i en vista del que hem analitzat es fa evidentment necessari) des del qual podem prendre un punt de partida, semblaria lògic establir com a referència el fet que tots els fenòmens d'evolució sobtada d'un incendi que poden ocórrer són conseqüència dels gasos provinents del mateix, els quals en funció de les condicions d'evolució que es donin per a cada cas derivessin en un tipus de fenomen o un altre, aquesta bàsicament és la premissa de la qual parteixen els enginyers de foc Suecs Krister Giselsson i Mats Rosander.

Quan parlàvem de la inflamabilitat dels gasos d'incendi, es feia esment a les diferents quantitats que intervenen en la composició percentual de la mescla en el L.I.L. i la seva influència en la possibilitat d'inflamació d'aquests gasos en funció de la temperatura.

Això és a causa que els diferents materials que poden entrar en combustió desprenen diferents tipus de gasos combustibles i en diferents quantitats, de tal forma que podem establir dos tipus fonamentals de gasos de combustió:

- Gasos d'incendi normals.
- Gasos d'incendi altament energètics.

Els gasos d'incendi normals són els procedents de productes més o menys naturals, com poden ser la fusta, els aglomerats, etc., la mescla ideal d'aquests gasos sol estar al voltant d'un 70% i generalment en fred no cremen.

Els gasos altament energètics procedeixen de la combustió de productes sintètics i d'alt contingut energètic en la seva composició química, aquests són els olis, pintures, plàstics, escumes de poliuretà, etc. , en aquests casos la mescla ideal sol estar al voltant del 25% i els gasos són combustibles en fred.

La influència que el tipus de gas té en el procés de flashover és fonamentalment la del temps en el qual aquest pot sobrevenir i les conseqüències que pot provocar, les quals seran més severes com més energètics siguin els gasos de combustió.

5.10 SENYALS I SÍMPTOMES

Existeixen una sèrie de "senyals" i "símtomes" que ens poden ajudar a "diagnosticar" la possibilitat que tingui lloc qualsevol dels fenòmens abans descrits. Per a això bastarà amb aprendre a efectuar una anàlisi "ràpida" dels conceptes que hem utilitzat fins al moment .

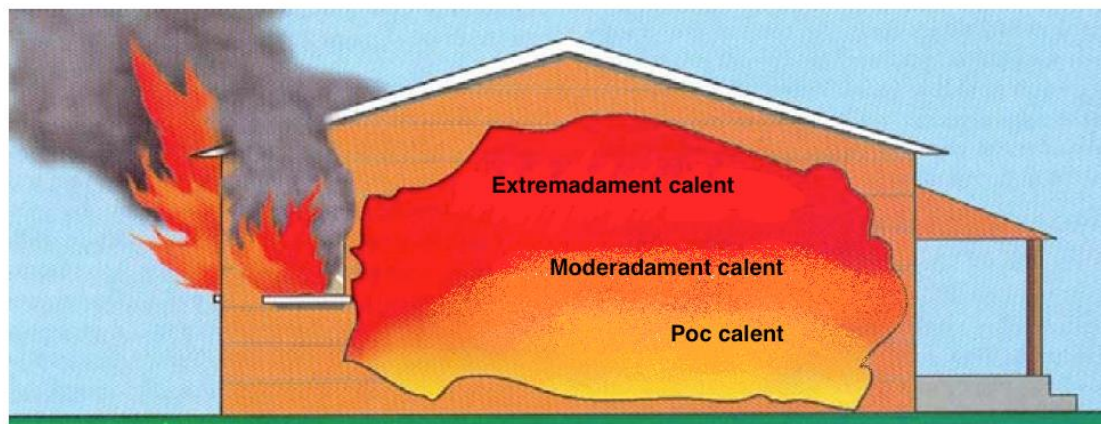
D'aquesta forma, la detecció comença abans d'introduir-se en el recinte sinistrat, així si en l'entrada al mateix incendi, ens trobem amb un recinte obert amb poca quantitat de fum i un front de flames desenvolupant-se lliurement podrem dir que estem davant un incendi en ple desenvolupament, aquí podrem dir que l'incendi es desenvolupa en les proximitats del Límit Inferior d'Inflamabilitat, ja que els gasos d'incendi estaran cremant en la mesura en què es produeixen, sense donar lloc a mescles inflamables riques en combustible.

Si ens trobem que pels buits de portes o finestres, veiem que columnes de fum dens formant grans volutes s'inflamen al contacte amb l'aire exterior, podrem deduir que l'incendi es troba en una etapa on l'aportació d'aire a l'incendi és insuficient com per aconseguir l'estat d'incendi totalment desenvolupat, però sí amb la suficient temperatura perquè en l'exterior (on es disposa de la suficient quantitat d'aire) els gasos s'inflamin per l'efecte que provoquen les flames procedents del focus d'incendi i que es traslladen per la interfase (coixí de gasos que surten i aire que entra) del plànol neutre.

Finalment, si aquestes volutes són significatives, no s'inflamen al contacte amb l'aire i observem pulsacions a través d'orificis o esclotxes, hem de tenir en compte la possibilitat que ocorri un backdraught.

No obstant això, podem trobar-nos amb què aquests símptomes externs no són clarament visibles i accedim al recinte, en aquest cas hem de saber que en el procés d'incendi, ens trobem que les mateixes flames estan compostes per gasos inflamats, dels quals el que es troba en una major proporció és el nitrogen (aproximadament un 64%), generant-se una estratificació de gasos en el coixí deguda a la diferència de densitat de les diferents espècies gasoses presents, en general els gasos d'incendi són menys densos que els de l'exterior, ja que 1 m³ d'aire pesa 1,2 Kg., mentre que la mateixa quantitat de flames pot pesar uns 0,3 Kg.

Aquests factors tenen la seva importància, ja que en el coixí de gasos superior s'estableixen diferents zones de calor a conseqüència dels diferents gasos que ho componen, la qual cosa, d'altra banda, evidencia l'existència de zones de flux laminar a diferents temperatures.



A causa d'aquest fet els sons s'esmoreeixen (igual que ocorre amb el folro del capó dels cotxes) fent-se patent una sensació de silenci a causa que les ones sonores es trenquen o esmoreeixen en travessar les capes de diferent densitat.

Els símptomes que precedeixen a un flashover, en aquest cas, són precisament l'amortiment del soroll de l'incendi, la qual cosa fa una sensació de falsa seguretat al bomber que es troba a l'interior del recinte, seguit d'un augment sobtat de la temperatura.

En resum podem concloure el següent:

Abans d'entrar en un compartiment els bombers necessiten decidir si és segur entrar o no. Els següents signes indiquen el desenvolupament d'un flashover.

1. incendi ventilat
2. calor radiant intensa
3. dotacions forçades a romandre ajupides per les altes temperatures
4. superfícies calentes
5. flames a nivell del sostre
6. descens del plànol neutre
7. increment en la velocitat de piròlisis
8. increment de la turbulència en el plànol neutre

Un augment en la velocitat o turbulència dels gasos indica que la situació evoluciona ràpidament cap al Flashover. Pot observar-se un Efecte Onda dels gasos.

Signes d'un Backdraught

Els bombers necessiten reconèixer les condicions on es pot presentar una situació de backdraught. El factor més important per determinar-ho és conèixer la HISTÒRIA DE L'INCENDI, com per exemple saber quant temps porta l'incendi en marxa, o que tipus de materials estaven involucrats en el mateix.

Altres senyals i símptomes són:

1. incendi amb ventilació limitada o sense ventilació
2. fum negre espès, groc o fred
3. flames blaves
4. portes i finestres calentes
5. finestres ennegrides de sutge
6. absència de flames visibles
7. aire sent arrossegat (succionat) cap a l'interior (soroll de xiulada)
8. pulsacions de fum (a través de petits buits en les entrades).



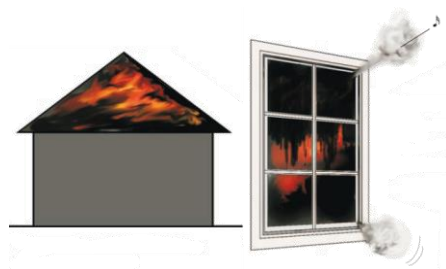
5.11 Conclusions generals:

Avaluació del risc

- Representen les situacions de major risc
- Dificulten en l'avaluació de la situació
- Diferents tipus d'escenaris possibles
- Basar-se només en el color dels gasos d'incendi no és suficient condició. Cal tenir en compte altres factors
- La velocitat d'entrada d'aire és un factor important

Senyals de perill

- Incendis en espais confinats amb mínima ventilació
- Dipòsits d'oli en els vidres de les finestres
- Portes i finestres calentes
- Gasos de l'incendi sortint per petites obertures
- So xiulant



Identificar

- Una resplendor taronja o un foc no visible pot indicar que l'incendi ha estat cremant des de fa molt temps amb manca d'oxigen.
- Gasos de l'incendi "succionats" a través de l'obertura. Es pot produir un so xiulant.
- El plànol neutre es troba prop del sòl.

Accions a desenvolupar

És molt important avaluar els riscos a fons. Cadascun dels implicats en la intervenció és responsable de la seva pròpia seguretat i tenir en compte algunes de les següents qüestions:

1. Com és d'hermètica l'estructura? Hi ha fugides a nivell del sòl? L'habitació està ben aïllada tèrmicament?
2. En quina etapa es troba l'incendi? L'incendi està controlat pel combustible o per ventilació? Quant temps porta en marxa l'incendi?
3. On s'està produint la càrrega més gran de foc? On poden haver-hi fonts d'ignició? Quan s'ha de ventilar?
4. Quina magnitud té la càrrega de foc? La quantitat de material combustible disponible així com la seva disposició pot ajudar a determinar la quantitat de gasos combustibles. Amb quin tipus de material ens enfrontem?
5. D'on procedeix l'entrada d'aire durant les operacions d'intervenció? S'han generat moltes turbulències? La turbulència pot afectar el desenvolupament de l'incendi.



Si es considera que els riscos són massa grans en relació amb l'objectiu de l'operació, ens veurem obligats a adoptar tàctiques defensives.

Normativa Sueca (Swedish Working Environment Authority's regulations) de 1995 estableix el següent:

L'oficial d'incendis al comandament ha d'assegurar-se que els riscos als quals s'exposin els bombers siguin raonables, tenint en compte l'operació que es portarà a terme.

Si existeix el risc que es produeixi un backdraught el millor serà ventilar el recinte directament cap al carrer, si això és possible:

- Practicar els buits de ventilació a les zones més altes possibles
- Deixar clares les vies de fuga quan es practiquen les obertures
- Donada la brevetat de l'esdeveniment, amb l'EPI adequat, hauria de ser suficient per resistir les seves conseqüències
- Intentar refredar els gasos de l'incendi sense generar aportació d'aire: Llances de penetració

En casos d'operacions ràpides, per exemple, en una situació de salvament hem de tenir en compte:

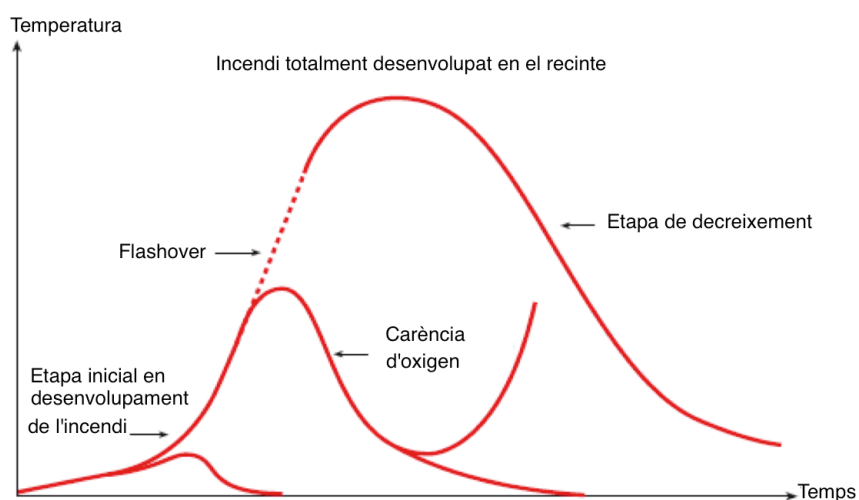
1. Obrir la porta ràpidament. Refredar. Tancar ràpidament. Repetir aquest procediment fins que la temperatura i la pressió en el recinte disminueixin. Recordar que obrir una porta durant un parell de segons és suficient perquè la quantitat d'aire que entri sigui gran, per la qual cosa es pot produir un backdraught.
2. Després de l'accés els bombers tancaran la porta després d'ells tan ràpid com els sigui possible i començaran a refredar els gasos de l'incendi. Aquest mètode pot suposar major risc per als bombers. És important no quedar-se en la trajectòria de la porta oberta. A part que el risc és major, també ajuda al fet que es generi més turbulència.

L'ús de ventiladors, ha de quedar condicionat a les circumstàncies del moment

- Tenir en compte la temperatura dels gasos
- Rapidesa en l'evacuació de gasos
- Valoració sobre les accions generals en l'evolució de l'incendi
- Sobretot, conèixer les tècniques adequades i la forma d'aplicar-les a cada cas concret.



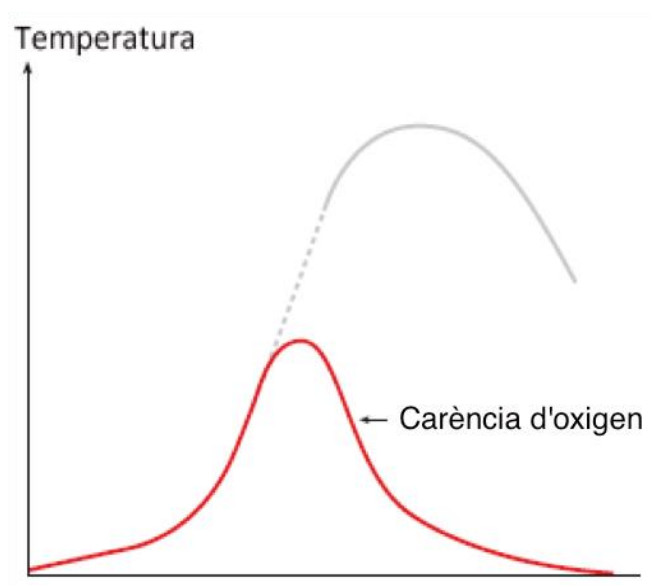
5.12 Possibles escenaris



L'incendi s'autoextingeix
L'incendi reprèn el seu desenvolupament
Els gasos de l'incendi s'autoinflamen
Es produeix un Backdraught/Backdraft

L'incendi s'autoextingueix

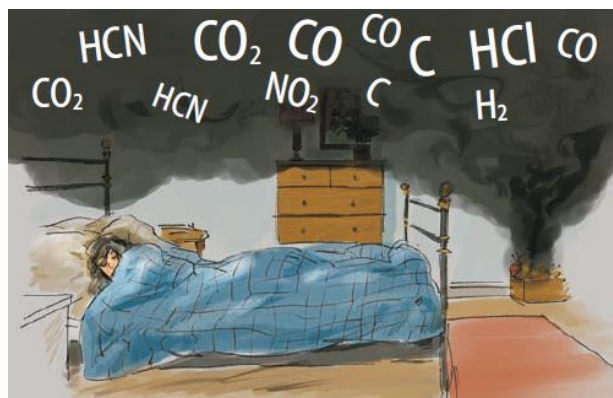
Quan la temperatura descendeix la pressió en el recinte incendiats també ho fa, de manera que la quantitat de gasos de l'incendi expulsats a l'exterior no serà massa gran.



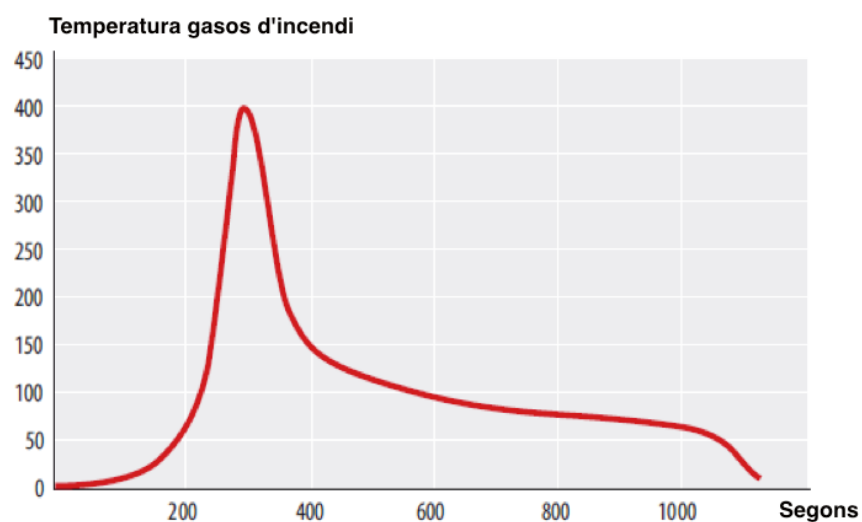
L'incendi està evolucionant cap al seva autoextinció. Els gasos de l'incendi descendeixen sobre el focus de l'incendi. En l'únic lloc que hi ha visibilitat és a nivell del sòl.



En els incendis d'aquest tipus, les condicions del recinte incendiats són molt perilloses per als seus ocupants, a causa de la gran quantitat de productes tòxics que es generen.



La temperatura descendeix ràpidament i el procés de piròlisi es deté amb bastant rapidesa. No hi ha suficients gasos combustibles disponibles perquè siguin capaços d'inflamar-se.

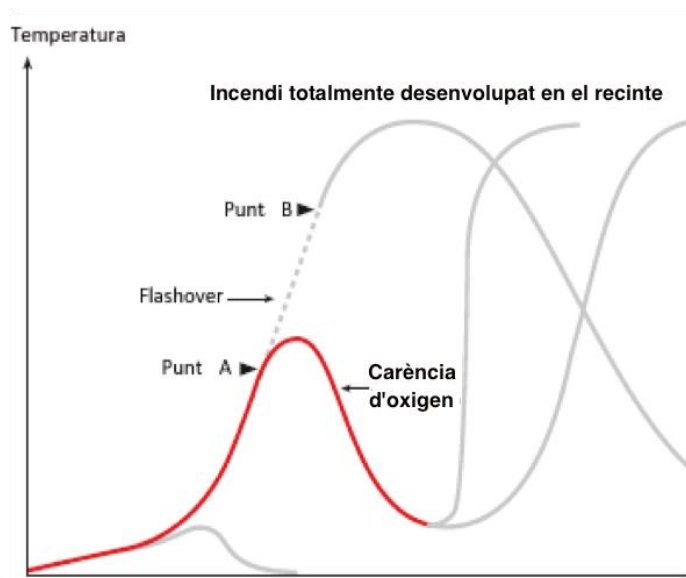


Quan s'obri la porta del recinte, els gasos de l'incendi poden sortir a l'exterior, però estaran bastant freds i no s'inflamessin, la qual cosa facilita l'extinció.

L'incendi reprèn el seu desenvolupament

L'incendi ha tingut temps d'estendre's a altres objectes abans que es produeixi la manca d'oxigen.

L'impacte de la calor en el recinte ha estat considerable.



Els gasos de l'incendi han omplert el recinte i contenen una gran quantitat de gasos no cremats.

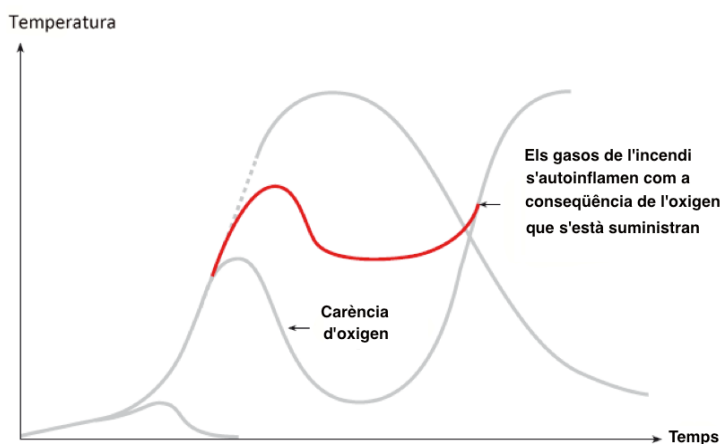
En aquesta situació, l'incendi té la possibilitat de créixer feia un estat de "totalment desenvolupat" si se li torna a subministrar oxigen una altra vegada.

En obrir la porta els gasos de l'incendi surten. Al cap d'un temps es poden veure les flames sota el sostre i aviat es poden veure al llarg de tot el recinte.



Els gasos de l'incendi s'autoinflamen

En rares ocasions, els gasos de l'incendi poden autoinflamar-se. Els gasos de l'incendi necessiten tenir una temperatura alta perquè això ocorri. El rang de temperatures sol estar entre 500 a 600°C.



En la mesura en què l'aire flueix a l'interior del recinte i es barreja amb els gasos que estan sortint, fa que l'incendi creixi gradualment.

Ens trobem just en el punt on continua l'etapa inicial en el desenvolupament de l'incendi. A partir d'aquí, pot evolucionar feia un incendi totalment desenvolupat, sempre que l'obertura sigui prou gran.

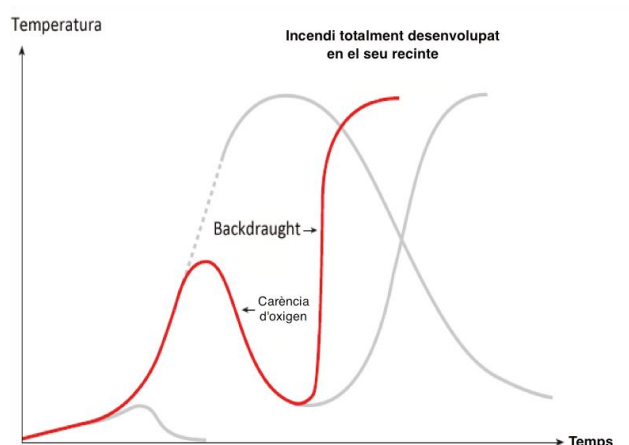
Aquestes situacions són més probables quan existeix una obertura petita de manera que la sortida dels gasos de l'incendi es vegi limitada.

Per exemple, quan els gasos de l'incendi surten a través d'un cristall que s'ha trencat per la part més allunyada de l'accés al recinte, quan la porta s'obre els gasos poden estar calents i autoinflamar-se.



En algunes ocasions es pot veure com s'autoinflamen els gasos de l'incendi quan es tracta de ventilar un àtic incendiats. L'incendi es troba controlat per ventilació. Pot resultar difícil avaluar si els gasos de l'incendi s'autoinflamaran quan es practica l'obertura o si les flames es generen a l'interior del recinte.

Backdraught/Backdraft



Un backdraught inclou les següents característiques:

- Acumulació de gasos no cremats
- Un corrent ric en aire
- L'existència d'una zona de gasos no cremats i d'aire ben barrejats
- Una font d'ignició que inflami els gasos a la zona on aquests es troben ben barrejats
- Es produeix una deflagració turbulenta en el recinte
- Una bola de foc és projectada a l'exterior del recinte

Escenari típic d'un backdraught



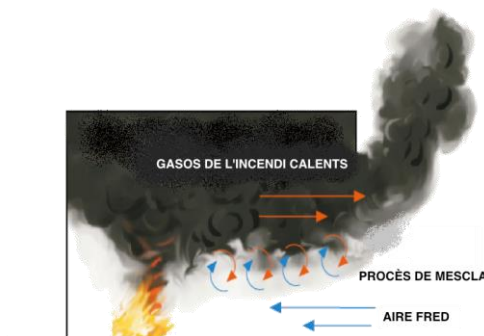
S'inicia l'incendi. L'habitació disposa d'un buit de ventilació limitat. L'incendi creix fins que el nivell d'oxigen a l'habitació queda restringit

Aquest procés donarà lloc a una combustió incompleta. En la mesura en què la taxa de calor alliberada descendeix a causa de la manca d'oxigen, els gasos no cremats s'acumulen en la capa de gasos calents. En aquesta situació, l'incendi pot optar per convertir-se en un incendi latent o reprendre's de manera espontània, depenent de la quantitat de combustible disponible i de la grandària de l'obertura de ventilació.



A mesura que passa el temps, la concentració de gasos no cremats augmenta. Això produeix una atmosfera rica en combustible a l'habitació. El tipus de combustible juga un paper crucial a l'hora de determinar la quantitat de gasos que s'acumulin.

En obrir la porta del recinte. Els gasos de l'incendi calents surten a través de l'obertura i l'aire serà succionat a l'interior a través de la part inferior de l'obertura.



Es produeix una barreja aire/gasos rics en combustible.

Es genera una massa gasosa de remescla, normalment en la interfase entre el coixí de gasos de l'incendi i l'aire que entra.

A la zona de la cara superior del corrent d'aire que entra es genera un moviment turbulent.



El procés pot generar una mescla que pot entrar dins del rang d'inflamabilitat en diluir-se els productes de la piròlisi.

Si aquesta zona s'arriba a inflamar provocarà una expansió ràpida dels gasos, empenyent a la resta del combustible, a una velocitat molt alta, cap a l'exterior a través de l'obertura, on els gasos no cremats entressin en contacte amb aire fresc.

Quan les flames es propaguen a la zona de remescla això es tradueix en una ignició i un immediat augment de la pressió. S'origina una bola de foc, la qual és molt característica, molt típica d'un escenari de backdraught. Com més gran sigui la quantitat de gasos no cremats, major serà la bola de foc generada.

En aquestes condicions, la concentració de substàncies combustibles ha de ser alta perquè la mescla entri en el seu rang d'inflamabilitat.

En un backdraught algunes de les flames que es produeixen són flames de remescla, la qual cosa vol dir que el desenvolupament dels esdeveniments serà ràpid.

El corrent que es genera en la mescla dels gasos de l'incendi amb l'aire, és completament crucial en el curs dels esdeveniments. Han d'entendre's els mecanismes que controlen el corrent d'aire en el recinte.

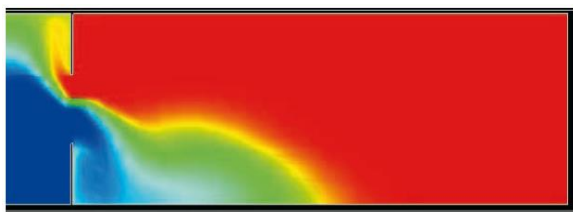
5.13 Corrents de gravetat o densitat

Al flux d'aire que penetra a l'interior del recinte se li coneix amb l'expressió "gravity current". En dinàmica de fluids, l'expressió "gravity current" fa referència principalment a un flux horitzontal en un camp gravitatori que es mou per la diferència de densitats, per la qual cosa les "gravity current" de vegades també reben el nom de "density currents". En general, la diferència de densitats entre fluids és prou petita perquè es pugui aplicar l'aproximació de Boussinesq i poder predir el seu comportament.

En el nostre cas, l'aire fred fluïrà a l'interior del recinte quan a aquest se li practiqui l'obertura. Els gasos calents, al seu torn, sortiran i, atès que el corrent està controlat per la diferència de densitats, es produeix una mescla que es troba dins del rang d'inflamabilitat.

La velocitat a la qual l'aire flueix cap a l'interior depèn de diversos factors, entre els quals es troben els següents:

- Grandària del recinte (quant temps es necessita perquè l'aire flueixi dins de l'habitació?)
- Tipus d'obertures del recinte (diferents tipus d'obertures produeixen diferents processos de barrejat)
- Diferència de densitats (controla la velocitat del corrent d'aire)
- Altura del sostre (es produeixen diferents nivells de densitat en un recinte depenent que els sostres siguin baixos o alts)
- La turbulència (pot ser provocada per un bomber que romanguí en el pas de la porta oberta).



En aquest cas, l'obertura consisteix en una finestra. Les imatges mostren que la major part de les flames se remescen quan el corrent d'aire ha aconseguit la paret del fons i es troba de nou en el seu camí de retorn.



Si el corrent d'aire assoleix la paret del fons la zona de remesccla serà molt major.

Si el corrent és capaç d'arribar a la paret del fons i sortir reflectida, la zona de remesclat augmentarà considerablement. Aquest factor ha de tenir-se en compte en entrar en el recinte. Qualsevol retard pot ser molt perillós.

Parlant del temps necessari perquè un corrent d'aire flueixi en una habitació, és útil estar familiaritzat amb alguns valors estàndard. Un d'aquests valors són velocitats del corrent d'aire de l'ordre de $\approx 1\text{-}2$ m/s.

Temperatura dels gasos d'incendio ($^{\circ}\text{C}$)	v (m/s)
150	1,1
300	1,6
500	2,2

Velocitats del corrent d'aire a diferents temperatures (valors aproximats). Aquests valors estan condicionats per diversos factors, entre ells l'altura del recinte i el tipus d'obertura.

Suposem l'acció d'un bomber que obre la porta, gateja cap a l'interior d'un apartament i després tanca la porta darrere d'ell. En la majoria dels casos, el corrent d'aire que ha deixat passar és suficient per crear una mescla inflamable a l'interior de l'habitació. És molt important saber què és el que ocorre quan obrim una porta en un recinte incendiari.

El corrent es produeix quan el flux d'aire supera les vores de l'obertura. Això és el que produeix la turbulència. També es genera quan hi ha molts mobles en el recinte, quan ens desplaçem gatejant per l'interior o si s'està utilitzant un ventilador. Amb això no es pretén dir que no facin servir ventiladors. Només que ha de tenir-se una cura especial i ser conscient del risc que pot arribar a suposar, segons els casos, l'ús d'un ventilador.

Escenaris en la ignició de premescles

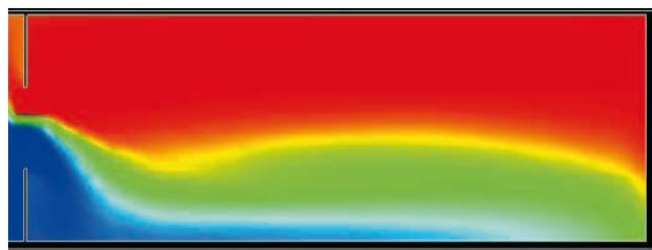
La hipòtesi de partida és una habitació incendiada tancada, la qual s'obre al cap d'un temps. Es produeix una mescla d'aire/gasos de l'incendi rics en combustible. Una font d'ignició a la zona de remescla. Es poden donar diferents casos en funció del moment de la ignició:

1. Quan el corrent d'aire està entrant en el recinte.
2. Quan el corrent d'aire està sortint del recinte.
3. Quan es produeix un retard molt gran després que el corrent d'aire ha sortit del recinte.

Les zones de remescla en cadascun dels escenaris seran diferents. Quan es produeix la ignició, el backdraught que tindrà lloc mostrarà diferents nivells de potència. La font d'ignició es considera situada dins del recinte en la paret del fons.

Corrent d'aire entrant en el recinte

Si la ignició es produeix quan el corrent d'aire està entrant en el recinte es produirà una flama de remescla en el límit de la capa de gasos de l'incendi (interfase)



Quan els gasos remesclosats s'inflamen, es produeix una zona de combustió turbulenta després de les flames de remescla.

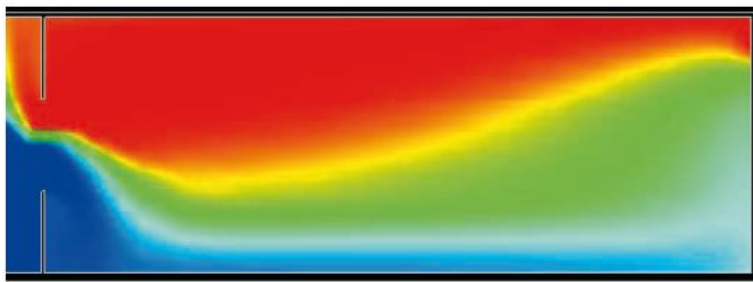


Els productes calents augmenten volum i forcen a descendir als gasos de l'incendi no cremats. Els gasos entren en contacte amb la capa de rica en aire i es cremen. L'expansió que es produeix empeny a la resta dels gasos de l'incendi a través de l'obertura. Això és el que genera la típica bola de foc.

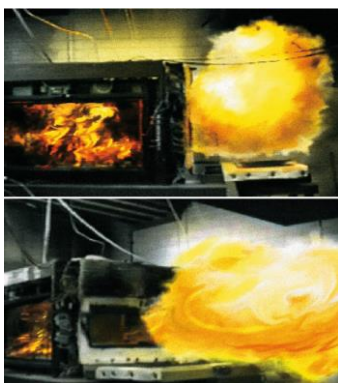
Com més gran sigui la proporció de remescla en el volum dels gasos quan es produeix la ignició, més ràpid serà el procés. Les flames de remescla i les de difusió tenen grans diferències en termes de velocitats de combustió. En aquest exemple, la font d'ignició està situada a la zona de remescla.

Corrent d'aire sortint del recinte

Si no es produeix la ignició fins que el corrent d'aire arriba a la paret del fons i es reflecteix una altra vegada cap a fora, la zona de remescla serà molt gran.



Es pot observar la propagació de la flama amb una forma més esfèrica quan la ignició es produeix quan el corrent d'aire es reflecteix des de la paret del fons.



Bola de foc formada a conseqüència de l'expansió dels gasos de l'incendi.

El resultat de l'expansió serà una gran bola de foc en l'exterior del recinte. La grandària dependrà de la quantitat de gasos no cremats que s'hagin acumulat en el seu interior.

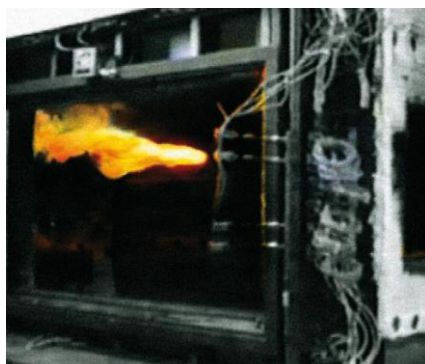
Es produeix un gran retard després de la sortida d'aire

Quan el corrent d'aire que entra en el recinte s'ha barrejat amb els gasos rics en combustible, rebota en la paret del fons i torna a sortir del recinte, la part inferior d'aquest quedarà gairebé per complet plena d'aire pur. No obstant això, encara poden quedar gasos combustibles per sobre del marc de la porta.



Quan es produeixi la ignició les flames es propaguessin fins a l'altura del marc de la porta. Si el volum de gasos és petit, la taxa de calor alliberada no serà molt gran. Però en locals més grans, i especialment alts, pot haver-hi grans quantitats de gasos combustibles. Els riscos associats seran majors

Les flames s'estenen fins a l'altura del marc de l'obertura de la porta. En la part inferior del recinte no hi ha gasos combustibles.



Si la distància entre la vora superior de la porta i el sostre és gran, en aquest espai es poden barrejar grans quantitats de gasos el que pot implicar serioses conseqüències, fins i tot si les condicions en la part inferior del recinte són bones. Existeixen casos reportats que això ha succeït

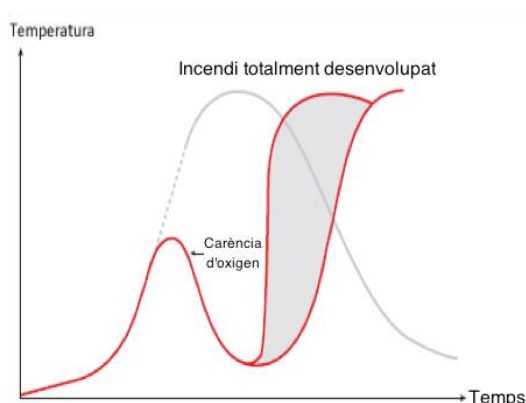
Conclusions

L'increment més gran de pressió es va produir, en el cas en què la ignició va tenir lloc, quan el corrent d'aire sortia del recinte. Això es deu al fet que la zona de remesclosa en aquest cas és més gran. Com més petita sigui l'obertura, més gran serà la pressió que s'aconsegueixi a l'interior.

La posició de la font d'ignició és crucial, ja que controlarà els esdeveniments que es produeixin. En tots els casos, es trobava just al fons del recinte, lleugerament sobre el sòl. En cas d'haver estat en qualsevol altra part, l'incendi no s'hauria desenvolupat de la mateixa manera. Aquestes circumstàncies marquessin els diferents escenaris de backdraught. La font d'ignició ha d'estar a la zona del combustible, exactament en el moment adequat. La qual cosa és bastant improbable.

Aquesta és una de les raons per les quals no ens creuem amb un backdraught molt sovint.

5.14 Zones d'indefinició dels diferents fenòmens



Diferència entre flashover i backdraught

- Flashover es produeix quan es disposa d'un accés capaç d'aportar un bon subministrament d'aire a l'incendi i es disposa d'una determinada quantitat de combustible
- Backdraught, es desenvolupa d'una manera totalment diferent i es produeix quan hi ha un flux d'aire limitat a l'edifici/habitació
- Acumulació d'una certa quantitat de gasos no cremats, els quals es poden inflamar en una etapa posterior si se li subministra aire
- No es produiran backdraughts potents tret que les flames surtin amb força a través de l'obertura
- Escenari que evoluciona a "un incendi que reprèn el seu desenvolupament"

Diferència entre autoignició dels gasos de l'incendi i incendi que reprèn el seu desenvolupament

- Díficil identificar les situacions en les quals els gasos de l'incendi s'autoinflamen en l'obertura
- Pot semblar que les flames apareixen en aquest lloc, però també poden haver-se originat a l'interior del recinte
- Dificultat a determinar si els gasos de l'incendi s'estan autoinflama'n o si l'incendi està reprenent el seu desenvolupament.

Diferència entre backdraught i explosió de gasos de l'incendi

- Backdraught es desenvolupa en un recinte on les condicions de ventilació han estat modificades
- Explosió de gasos d'incendi té lloc sovint en una àrea o zona contigua a la del recinte incendiat
- Backdraught provoca augments de pressió menors que una explosió de gasos d'incendi
- Facis explotar de gasos d'incendi, també puguin donar-se en el mateix recinte on es produeix l'incendi, però que aquesta situació rarament ocorre
- Si la ignició s'ha produït com a conseqüència que l'obertura de ventilació hagi canviat. Llavors es tracta d'un backdraught.

Diferència entre flashover i explosió de gasos de l'incendi

- Aquests dos escenaris són els més simples de diferenciar.
- Un flashover implica flames de difusió.
- Una explosió de gasos d'incendi implica que les flames que es produeixen són de remescla.

5.15 Incendis d'interior sobrealimentats, un comportament extrem del foc poc conegut

Generalitats

Els incendis d'interior representen un dels serveis de major complexitat i risc per als bombers. A part de les dificultats que provoquen el fum, les altes temperatures i el desconeixement dels edificis, a vegades els bombers es veuen sorpresos per certs fenòmens violents que comprometen greument la seva seguretat. Segons la bibliografia existent aquests fenòmens són el Flashover, el Backdraft i l'Explosió de gasos d'incendi. Tots ells estan associats a fases de l'incendi en les quals hi ha deficiència d'oxigen i es diu que constitueixen el Comportament Extrem del Foc.

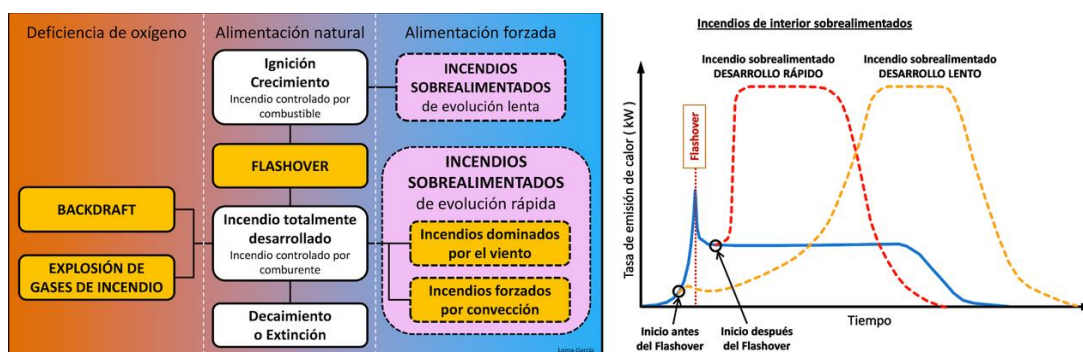


Fig.1. Organització proposada per al desenvolupament dels incendis d'interior.

No obstant això, hi ha un altre grup d'efectes que solen superar en violència als ja coneguts i que estan associats a l'establiment de ventilacions forçades en els incendis d'interior. En bombers de València han estudiat aquest tipus d'incendis comprovant que els equips d'extinció els pateixen amb molta major freqüència que la resta de fenòmens. Per a això s'han utilitzat tres mètodes: l'anàlisi d'incendis reals, la simulació computacional i els assajos a escala en maquetes. Ens referirem a ells com a Incendis d'Interior Sobrealimentats (Figura 1).

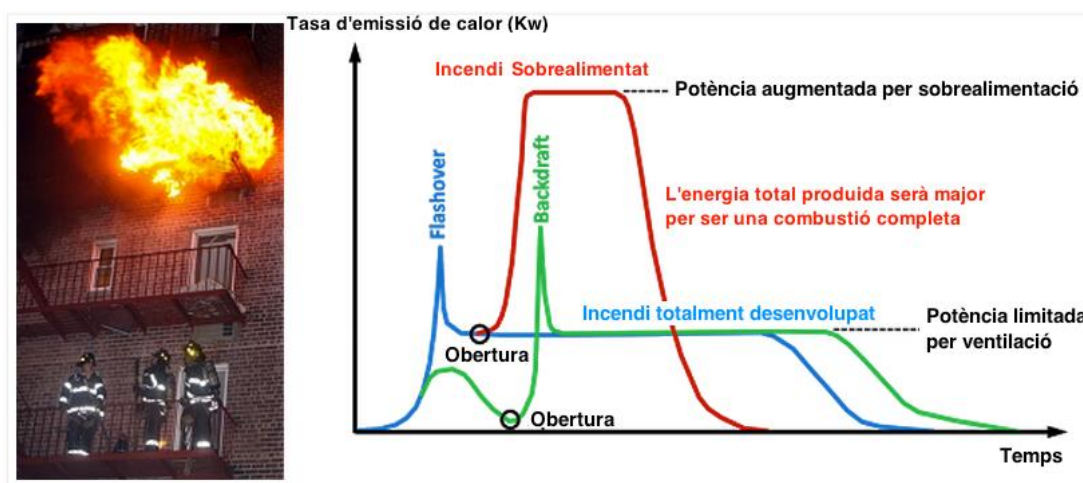


Fig.2. Potència emesa pels diferents fenòmens violents dels incendis.

Incendis sobrealimentats:

Un incendi d'interior en fase postflashover, o totalment desenvolupat, té la seva potència limitada principalment per la quantitat d'aire que pugui entrar, de forma natural, a través de les obertures exteriors de l'edifici. A major grandària de les obertures major potència desenvoluparà el foc. Si en aquesta fase de l'incendi es produeix una entrada forçada d'aire directament al foc i una sortida dels fums i els gasos per un altre extrem, l'incendi començarà a créixer de forma ràpida augmentant tant la taxa d'emissió de calor com la temperatura de les flames (Figura 2). El que ocorrerà és que es passa d'una combustió per difusió, on els gasos de l'incendi cremen a la zona on troben l'aire, a una combustió per remesclosa on els gasos es combinen turbulentament amb l'aire que entra i cremen de forma completa.



Fig.3. Efectes que desencadenen un incendi sobrealimentat

Les **quatre** situacions identificades que poden desencadenar aquest comportament del foc a l'interior dels edificis són:

- La utilització no adequada de ventiladors de pressió positiva per part dels bombers.
- La ventilació forçada per efecte de la convecció de gasos pels buits verticals dels edificis (escales i celoberts) (Figura 3).
- El vent (Figura 3).
- Les fugides d'oxigen pur (indústries i hospitals)

Perquè un fenomen es pugui definir com a "Comportament extrem del foc" necessita que es produeixi un salt important de la potència i un augment considerable de les temperatures de manera que pugui posar en risc als bombers. Aquestes condicions es compleixen en els incendis sobrealimentats pel que haurien de estar inclosos en aquest grup de fenòmens (Figura 4).



Fig.4. Classificació proposada per als fenòmens violents produïts en els incendis d'interior.

Salt de potència

L'increment de la potència pot ser de més d'1 megavat per segon segons es demostra en els assajos realitzats pel NIST. No serà un salt de curta durada com el Backdraft o l'Explosió de gasos d'incendi sinó que una vegada produït es mantindrà de forma constant fins a l'inici de l'extinció.



Fig.5. Salt de potència en un incendi sobrealimentat obtingut mitjançant simulació d'incendis.

En qüestió de segons es pot passar d'uns 3 o 5 megavats, que se solen generar en un incendi totalment desenvolupat a l'interior d'un local, a més de 20 o 30 megavats (Figura 5).

La clau d'aquest salt de potència està en l'augment de la taxa de combustió o velocitat amb la qual es consumeix el combustible. L'efecte és el mateix que es produeix quan obrim al màxim la comporta en una estufa de llenya i provoquem que el foc s'avivi i que la fusta es consumeixi ràpidament.

Augment de temperatures

En produir-se una combustió completa, a causa que el foc disposa de tot l'oxigen que necessita, les temperatures augmenten de forma important. (Figura 6)

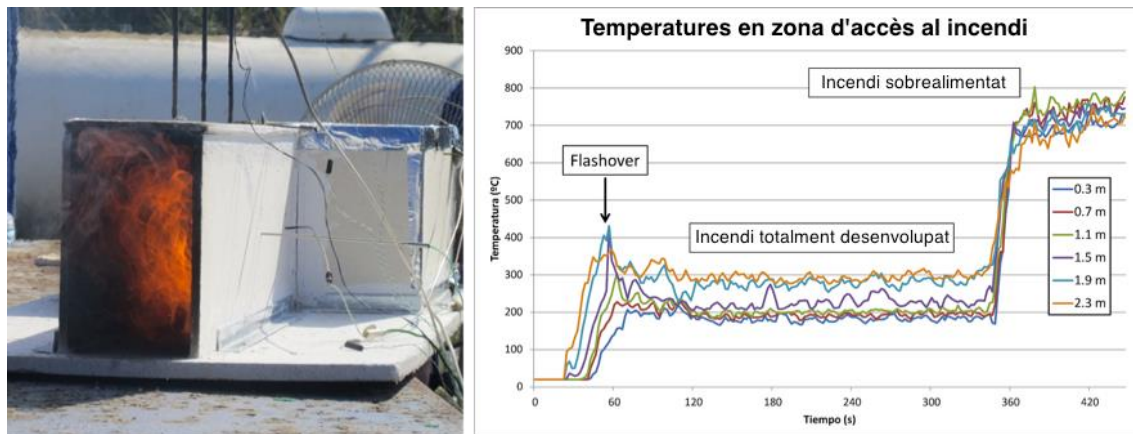


Fig. 6. Salt de temperatures en un incendi sobrealimentat obtingut en un assaig important a escala.

Es generarà menys fum a causa que els gasos de piròlisi i el sotge cremen completament aportant tota la seva energia a la combustió. Aquest efecte es comprova en la flama d'un oïtall quan s'obre l'oxigen o en la d'un encenedor bunsen quan es permet l'entrada d'aire.

Distribució dels gasos

En un incendi d'interior l'habitual és que el fum s'acumuli a la zona superior del local formant un matalàs de gasos calents. Això permet que els bombers puguin aproximar-se al foc per la part inferior on les temperatures dels gasos són molt més baixes. No obstant això, en un incendi sobrealimentat, a causa de les turbulències que es produeixen i a l'increment de volum de les flames, no hi haurà espai de supervivència al llarg del recorregut dels gasos calents per on entrar a realitzar l'extinció (Figura 7).

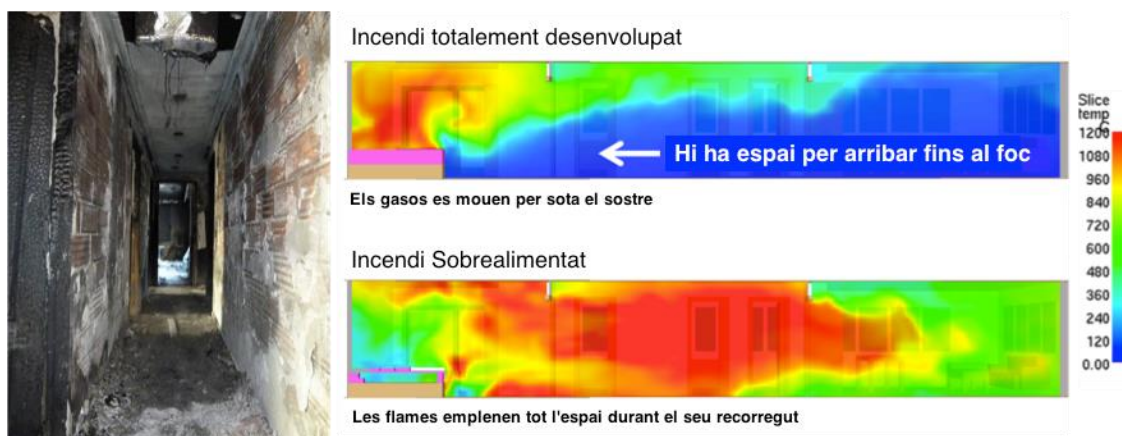


Fig.7. Distribució de les temperatures a l'interior d'un incendi sobrealimentat.

Altres efectes característics dels Incendis sobrealimentats són:

- Major superfície d'elements constructius afectats per les altes temperatures, ja que les flames poden circular per l'interior de l'edifici, al contrari que en els incendis post-flashover on les flames s'exterioritzen. Aquest efecte provoca un major risc de col·lapse d'estructures.
- Augment de la velocitat dels gasos en algunes zones interiors de l'edifici a causa de l'aplicació d'equació de continuïtat dels fluxos i que dificultarà l'extinció.
- Impossibilitat d'atac a l'incendi pels mètodes habituals com les tècniques d'extinció 3D, i els atacs directes i indirectes.

Les tècniques d'extinció que cal utilitzar per abordar aquest tipus d'incendis són diferents de les quals se solen usar i entre altres seran:

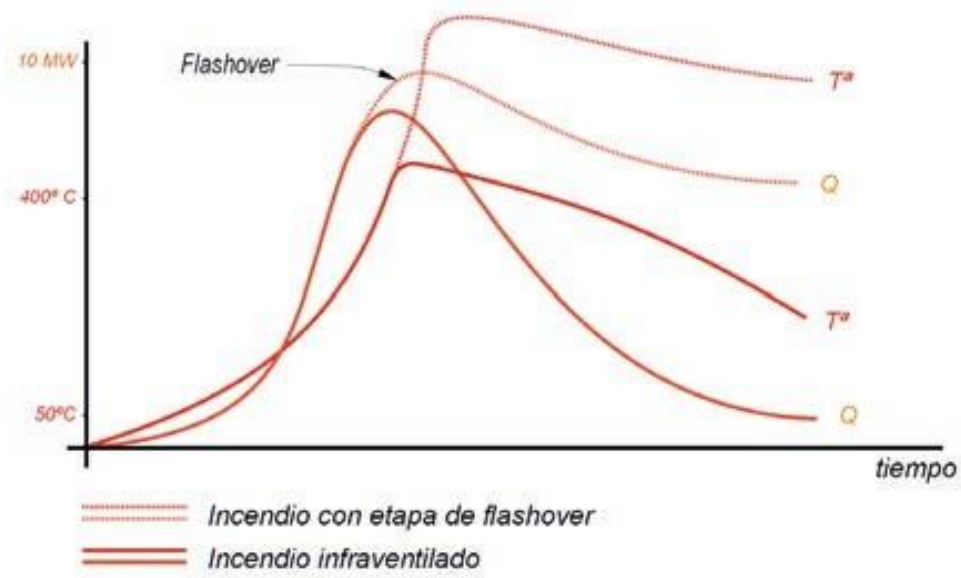
- Localització i tancament de les obertures per les quals entra l'aire, per mitjà de cortines de control o altres mètodes.
- Atac directe amb aigua polvoritzada des de la zona d'entrada d'aire.
- Atac directe des d'exutoris realitzats en els tancaments.
- Tàctica defensiva protegint certes parts de l'edifici i esperant al fet que baixi la intensitat del foc a causa de l'augment de la taxa de combustió.

Conclusions:

L'Enginyeria del Foc del futur tindrà molt més en compte els efectes del vent i dels fluxos interiors induïts tant en l'estudi de la dinàmica del foc com en el disseny dels sistemes de control de temperatura i evacuació del fum als edificis. Amb els mètodes de càlcul tradicionals no es podran plantejar solucions a aquests problemes i caldrà fer-ho necessàriament amb tècniques de modelatge computacional d'igual forma que es va fent en altres branques de la ciència com en la meteorologia, l'astrofísica, la biologia, etc.

5.16 Incendis infraventilats

Un incendi infraventilat és un incendi d'interior que aconsegueix l'estat d'incendi limitat per la ventilació sense transcórrer per una etapa de flashover.



Evolució comparada de la temperatura (T) i potència (Q) en un incendi infraventilat enfront d'un incendi que transcorre per una etapa de flashover

Els incendis infraventilats són típics de recintes confinats o amb una ventilació molt limitada en la qual l'aportació d'oxigen és reduït i l'incendi consumeix durant l'etapa de desenvolupament l'oxigen disponible en el recinte.

En la majoria dels casos, el confinament és el motiu que desencadena l'incendi infraventilat.

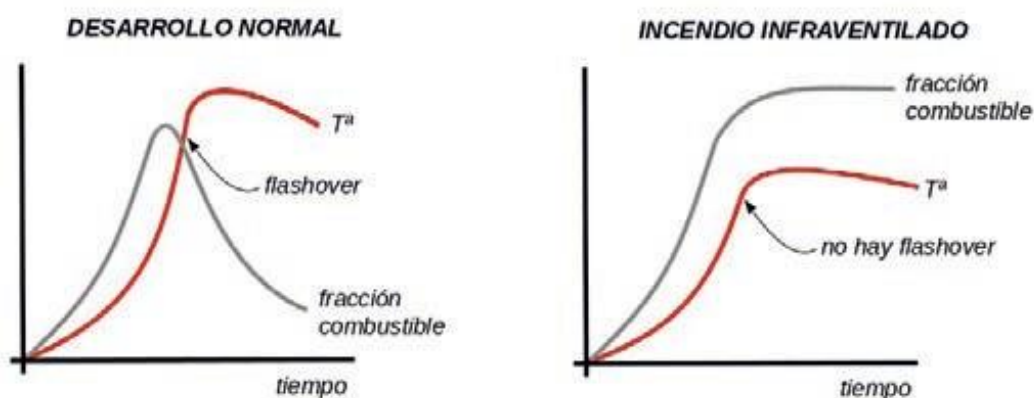


Bombers en el moment d'accés a un incendi infraventilat.
En obrir-se la porta trobem el pla neutre gairebé a nivell del sòl impedit la visibilitat

En absència d'un flux d'aire continu, el pla neutre descendirà fins al nivell del sòl amb el qual desapareix la clàssica estratificació pròpia dels incendis amb certa ventilació. Des del punt de vista operatiu, això té gran transcendència, ja que la visibilitat interior és pràcticament nul·la i desapareix el matalàs d'aire fresc que pogués afavorir la supervivència de víctimes.

Denominem fracció de combustible a la proporció de combustible disponible en el matalàs de gasos.

Abans del flashover, el matalàs de gasos conté productes de combustió completa (fruit del desenvolupament de l'incendi limitat pel combustible), gasos procedents de la pirolització i una fracció de productes de combustió incompleta que tendeixen augmentar a mesura que es redueix la concentració d'oxigen. La fracció de combustible (proporció de combustible disponible en el matalàs de gasos) estarà composta pels gasos procedents de la pirolització i els productes de la combustió incompleta.



Comparació de la fracció de combustible i temperatura en un incendi de desenvolupament normal i en un incendi infraventilat

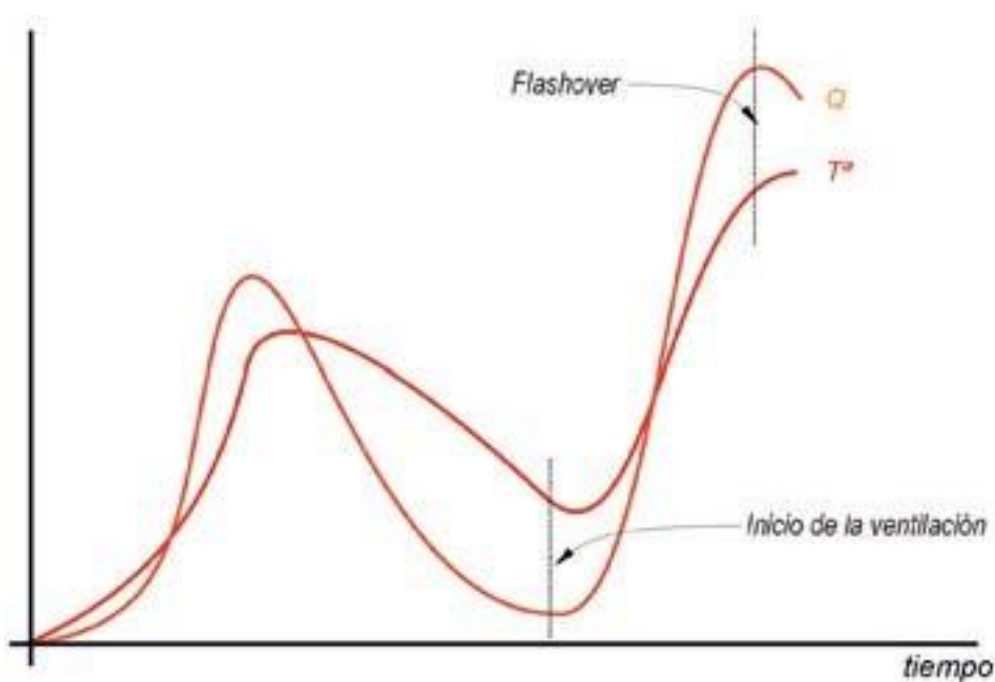
En el moment que en l'incendi es produeix un flashover, aquesta fracció de combustible es consumeix ràpidament. No obstant això, en un incendi infraventilat, l'alta fracció de combustible confereix un elevat potencial de creixement enfront de la ventilació.

En l'entorn actual d'incendi, amb edificacions d'alt grau d'aïllament tèrmic i combustibles sintètics que requereixen una quantitat alta d'oxigen per a la seva combustió, els incendis infraventilats són comuns i constitueixen l'escenari més freqüent a l'arribada a sinistre.

5.17 Flashover induït per la ventilació

El flashover induït per la ventilació és un flashover producte de la ventilació realitzada en un incendi infraventilat.

En incendis infraventilats (incendis limitats per la ventilació que no han sofert una etapa de flashover). Davant l'obertura de qualsevol buit de ventilació, l'incendi recobrarà potència, ja que accedeix a l'oxigen necessari per a situar en rang d'inflamabilitat la gran quantitat de combustible disponible. Això permet que la temperatura pugi fins a tornar a oferir condicions perquè es produeixi un flashover en el recinte.



Evolució de la temperatura i potència d'incendi (Q)

Sent els incendis infraventilats un dels escenaris més freqüents, a l'arribada del servei de bombers i l'inici de la progressió interior s'ha de prestar especial atenció al control de la ventilació. Una ventilació inadequada pot generar un flashover induït per la ventilació quant- do els efectius ja estan a l'interior del recinte.

Els experiments de Underwriters Laboratories, en habitatges de grandària real amb mobiliari modern han permès van llançar un rang de dos minuts aproximadament des de l'obertura de ventilació fins que es produeix el flashover induït per la ventilació.



Incendi en Dalkey Road (Dublín). En la imatge superior s'aprecia un incendi infraventilat. A pesar que la porta està oberta, el flux d'aire és insuficient i l'incendi no arriba a transcórrer per una etapa de flashover. La imatge central reproduceix el moment en el qual els cristalls de l'aparador es trenquen. A baix la imatge 1 minut després en plena etapa de flashover induït per la ventilació

A més dels indicadors clàssics de flashover, és característica la formació creixent de fluxos d'entrada d'aire i sortida de gasos des del moment en què es practica l'obertura. El flux inicial, pràcticament laminar, evoluciona en fluxos de sortida de major velocitat i turbulència a mesura que l'incendi recupera la potència i s'acosta al flashover induït per la ventilació.

Una ventilació inadequada pot generar un flashover induït per la ventilació. Per tant, en incendis infraventilats els enfocaments d'intervenció seran similars als empleats en situacions de flashover; a l'inici de la progressió s'ha de prestar especial atenció al control de la ventilació.

6.- Generalitats del material de lluita contra els incendis

6.1 Els extintors

Introducció

D'acord amb la norma UNE 23.110, es defineix l'extintor com un aparell autònom que conté un agent extintor (o una barreja d'ells), que pot ser projectat i dirigit sobre un foc, per l'acció d'una pressió interna d'un gas impulsor.

Aquesta pressió pot obtenir-se per una pressió permanent a l'interior del recipient, per l'alliberament d'un gas auxiliar a l'interior del recipient o per una reacció química produïda al moment de la descàrrega.

Aquests aparells tenen com a missió la intervenció en les primeres fases d'un foc, per tant, és molt important que el funcionament de l'aparell sigui completament correcte i que les persones que l'utilitzen sàpiguen com fer-ho.

És per això que el sistema de construcció de l'aparell, el seu manteniment, així com la forma i entrenament en la seva utilització són tan rellevants.

Assajos d'eficàcia

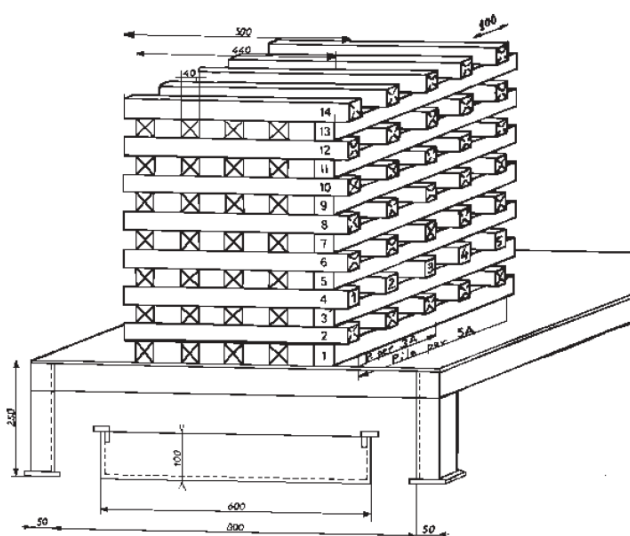
L'eficàcia d'un extintor és l'aptitud per l'extinció d'una o de diferents classes de focs.

Els assajos d'eficàcia estan definits a la norma UNE 23110/96 parts 1, per als focs de classes A i B i a la norma UNE 23-110/96 parts 5 per a la classe C.

Tots aquests assajos, consisteixen a extingir un foc que es desenvolupa en unes condicions determinades (llar tipus), seguint un mètode normalitzat. La potència extintora de l'aparell s'expressarà per a la llar tipus màxima que sigui capaç d'extingir.

Les llars tipus per a focs de la classe A, estan constituïdes per un apilament de bigues de fusta, sobre una base metàl·lica. Cada llar es designa per un número seguit de la lletra A.

Aquest número indica el nombre de bigues de fusta de 50 cm. per cada capa.



Les llars tipus per a focs de classe B, es realitzen en una sèrie de recipients cilíndrics de planxa d'acer soldada. Aquestes llars es designen per un número seguit de la lletra B. Aquest número indica el volum de benzina en litres que conté el recipient.

**Exigències mínimes per a les llars tipus de la classe A
màxima quantitat permesa d'aquest extintor**

Llar tipus	Quantitat màxima d'agent extintor (2)	
	Pols ABC (Kg)	Aigua i agents extintors amb base d'aigua, compresa l'escuma (litres)
5A	1	3
8A	2	6
13A	4	9
21A	6	-
27A	9	-
34A	-	-
43A	12	-
55A	-	-

(2) Els valors indicats en aquestes columnes, en litres o en Kilògrams, senyalen la càrrega nominal de cada tipus d'extintor, en els següents països: Alemanya, Belgica, Espanya, França, Italia, Països Baixos i Portugal

Taula 1. Eficàcies dels extintors per a focs de classe A

**Exigències mínimes per les llars tipus de la classe B
màxima quantitat permesa d'agent extintor**

Llars tipus		Quantitat màxima d'agent extintor			
Designació	Temps mínim (2) de descàrrega (seg)	Pols (Kg)	CO2 (Kg)	Hidrocarburs Halogenats (Kg)	Aigua a base d'escumes (litres)
21B	6	1	2	2	-
34B	6	2	-	2	2
55B	9	3	5	4	3
70B	9	4	-	6	-
89B	9	-	-	-	-
113B	12	6	-	-	6
144B	15	9	-	-	-
183B	15	12	-	-	9
233B	15	-	-	-	-

(2) El temps mínim indicat a la columna 2 es refereix a la llar indicada a la mateixa línia de la columna 1. S'ha de garantir que la duració mínima de funcionament ha d'estar, en tots els casos, d'acord amb la EN 3

Taula 2. Eficàcies dels extintors per a focs de classe B.

Cada extintor ha de portar assenyalat en la inscripció el valor d'eficàcia que li correspon. No tots els extintors amb igual capacitat i el mateix tipus d'agent extintor tenen la mateixa eficàcia, però, per als extintors que no tinguin especificada la seva eficàcia amb relació a les llars tipus que són capaços d'extingir, poden adaptar-se els següents valors d'eficàcies orientatives.

Indicacions sobre els extintors



1. TERMINOLOGIA

• Agent extintor

És l'acció del producte, que al ser projectat sobre un foc, provoca l'extinció d'aquest.

• Agent Impulsor

Producte que proporciona la pressió necessària per a la projecció de l'agent extintor. No ha de ser inflamable i s'ha d'adequar a l'agent extintor i a l'envàs.

• Efectivitat

La present Instrucció Tècnica, significa la capacitat que ha de tenir un agent extintor per extingir focs d'una determinada classe, segons certes condicions (confinament, situació del combustible, etc.)

• Extintor

És l'aparell que conté un agent extintor que pot ser projectat i dirigit sobre un foc per l'acció d'una pressió interna. Aquesta pressió s'obté per una compressió prèvia permanent, per una reacció química o per l'alliberació d'un gas auxiliar.

• Extintor portàtil

És un extintor condicionat per ser portat i utilitzat a mà i que, a condicions de funcionament, té una massa igual o inferior a 20 kg.

6.2 Actuació

a) Sufocació. Es posa una barrera física entre el combustible o els vapors alliberats per aquest durant la seva combustió i el comburent, evitant el contacte entre ells. En les combustions que desprenen oxigen, no es pot utilitzar aquest mecanisme d'extinció.

b) Dilució. Disminueix la concentració o quantitat de combustible (o s'elimina totalment)

c) Inertització. Disminueix la concentració o quantitat de comburent (o s'elimina totalment). En les combustions que desprenen oxigen, no es pot fer servir aquest mecanisme d'extinció.

d) Refredament. El foc s'extingeix per refredament del combustible; les molècules de l'agent extintor absorbeixen l'energia, i allò produeix un augment de la seva temperatura o canvi d'estat (generalment, vaporització), o el trencament dels enllaços químics entre els seus àtoms, impedit atrapar l'energia d'activació de la reacció entre combustible - comburent o eliminant la formació de vapors combustibles.

e) Inhibició. El foc s'extingeix per inhibició, desactivant-se químicament (enllaç químic) els radicals lliures intermedis i, per desactivació física interposant molècules de l'agent entre les espècies reactives. Tots dos efectes provoquen la no continuïtat de la reacció en cadena.

6.3 Classificació

6.3.1 Per l'agent extintor i la forma de projecció

Per l'agent extintor i la forma de projecció, els extintors es classifiquen en:

- Extintors d'aigua a raig.
- Extintors d'aigua polvoritzada.
- Extintors d'aigua amb additius (humectants, tensioactius), a raig o polvoritzada.

Extintors d'escuma. L'escuma potser física, produïda per la unió d'un escumant (compost d'escumogen i aigua) amb l'aire atmosfèric, o química, amb gas impulsor produït mitjançant una reacció.

Extintors de pols. Es distingeixen tres tipus de pols extintor:

- Pols químic sec (BC) a base de bicarbonats o clorurs.
- Pols polivalent o antibrasa (ABC), a base de fosfats.
- Pols especial (D), destinat als focs de metalls (magnesi, potassi, sodi, etc.)

Extintors de diòxid de carboni (CO₂).

Extintors d'hidrocarburs halogenats (halògens).

TAULA DE CLASSIFICACIÓ SEGONS L'AGENT EXTINTOR

Classificació segons l'agent extintor		Aplicacions	Aventatges	Inconvenients	Perills
	a raig	· Focs amb brasa	· Gran abast	· Dispersió de l'incendi	Foc d'equips amb la presència de tensió elèctrica (amb aigua pulveritzada el perill es menor).
				· Poca penetració.	
				· Danys addicionals a documents.	
AIGUA	pulveritzada	· Focs amb brasa	· Gran penetració a focs amb brases	· Poc abast	· Focs de metalls
	pulveritzada amb aditius AFFF	· Focs amb brasa	· Millora de l'eficàcia de l'aigua.	· No extingueix focs dinàmics (vessaments)	
		· Focs de líquids inflamables.			
		· Focs amb brasa	· Efecte acumulable	· Hidrolització de	· Focs de metalls
ESCUMA		· Focs de líquids inflamables.	partint de la densitat crítica de l'aplicació.	d'espumògen.	· Focs d'equips a
				· No extingueix focs focs dinàmics (vessaments)	baix tensió elèctrica.
		· Foc de líquids inflamables.			
		· Foc de combustibles			
		gasosos o líquids a baix pressió.	· Alta eficàcia.		-
	químic sec (BC)	· Foc d'equips amb presència de tensió elèctrica			
				· Poden originar danys a màquines o equips delicats.	
POLS		· Foc amb brases			
		· Foc de líquids inflamables.			
		· Foc de combustibles			
	polivalent (ABC)	gasosos o líquids a baix pressió.	· Alta eficàcia.		-
		· Foc d'equips amb presència de tensió elèctrica			
	especial (D)	· Foc de metalls.	-		· Solen ser específics per a tipus concrets de metalls.
		· Foc de líquids inflamables i combustibles gasosos confinats o petit tamany			· Axfisiant
DIÒXID DE CARBONI		· Foc amb presència de tensió elèctrica.	· No deixa residus	· Baixa eficàcia	· Poden originar cremades per baixa temperatura a la descàrrega.
		· Foc de líquids inflamables.			
		· Foc de combustibles			· Corrossions.
HALÒ		gasosos o líquids a baix pressió.	· No deixa residus	· No és molt eficaç amb foc de brases	· Productes tòxics a la descomposició de l'agent.
		· Foc amb presència de tensió elèctrica.			

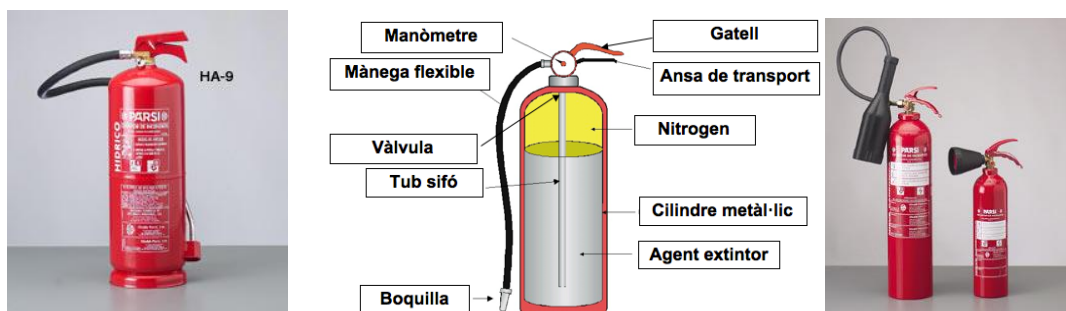
6.3.2 Segons el tipus de funcionament

TAULA DE CLASSIFICACIÓ SEGONS EL TIPUS DE FUNCIONAMENT

Classificació segons el tipus de funcionament	Aplicacions	Aventatges	Inconvenients	Perills
PRESSIÓ PERMANENT	• Extintors de CO ₂ sempre.	• El maneig és senzill	• No permet la revisió de l'agent	
	• Extintors d'halò habitualment.	• Aplicable per ús per personal poc adiestrat.	• extintor ni de la majoria de les parts operatives	
	• Extintors d'aigua i escuma.		sense descarregar l'agent impulsor, i	-
	• Extintors de pols.		obliga a un nou recàrrec	
PRESSIÓ NO PERMANENT	• Extintors d'halò molt rarament.	• Permet la revisió de l'agent i de l'interior	• Requereix major número d'operacions per al seu funcionament.	
	• Extintors d'aigua i escuma.	sense necessitat de descarregar l'agent impulsor.		
	• Extintors de pols.	• Normalment el seu accionament permet major efectivitat a l'extinció de l'incendi.	• Necessita d'un adequat manteniment per evitar accidents a la posta a pressió.	-
			• Aplicable per ús per personal adiestrat.	

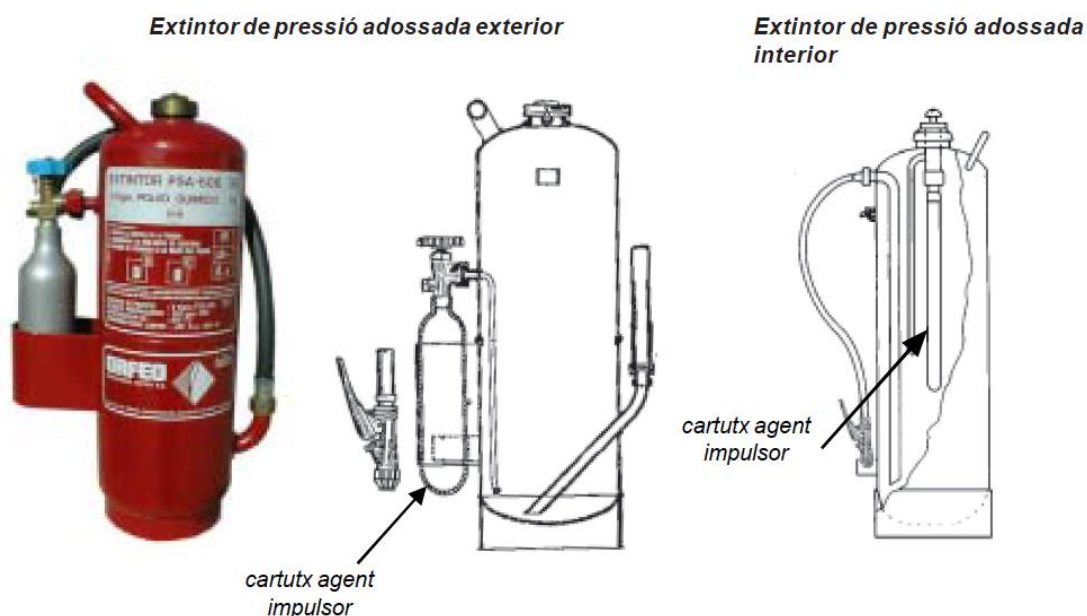
Extintors de pressió permanent (permanentment pressuritzats).

L'agent extintor es troba sempre pressuritzat, ja sigui per la seva pròpia pressió de vapor (com el cas del diòxid de carboni) o per la pressió auxiliar de l'agent impulsor, que es troba al mateix recipient.



Extintors de pressió no permanent (o de pressió adossada).

Són aquells extintors que contenen agents líquids o de pols en un recipient a pressió atmosfèrica. Es pressuritzen en el moment de la seva utilització mitjançant la introducció d'un agent impulsor (generalment un gas inert, nitrogen o diòxid de carboni) contingut en un altre recipient (cartutx), exterior o interior al cos de l'extintor.



6.3.3 Segons el sistema de control de la projecció

Es divideixen en:

Extintors de control per palanca. Extintors on la descàrrega es controla per una palanca o gallet que s'obre en ser accionada i es tanca instantàniament, en cas contrari, mitjançant una molla o un altre mecanisme.



Extintors de control per volant.

Extintors on la descàrrega es controla per una vàlvula que s'obre o tanca mitjançant el gir d'un espàrrec roscat (no confondre amb el sistema de "posta a pressió" per ampolla exterior proveïda de volant). Quan no és accionada, romandrà a la posició en la qual es va deixar (oberta o tancada).

Aquest sistema no és admissible en el cas d'extintors portàtils, ni és recomanable per cap altre.

6.3.4 Segons la seva forma de transport

En funció de la seva forma de transport, els extintors es divideixen en:

Extintors portàtils. Són d'ús manual (portats i utilitzats a mà), tenen un pes total inferior o igual a 20 kg. Han de complir la Norma UNE 23110 (des de març de 1994) i estar certificats (des de març de 1995). Són l'objecte principal d'aquesta Instrucció Tècnica.



Extintors mòbils.

Inclouen els anteriors, però aquest nom, normalment, s'aplica a extintors que són transportats sobre rodes (o en carcassa). Poden tenir una càrrega nominal no superior a 100 kg (pols o halogen), 100 l (aigua o escuma) o 10 kg (CO₂).



Extintors fixos.

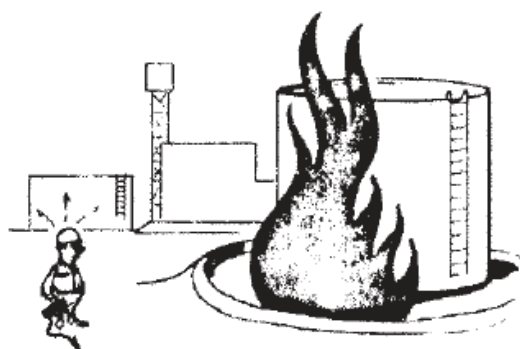
S'aplica a extintors no transportables, d'accionament manual o automàtic. També s'aplica a l'ús d'emplaçaments fixos d'extintors transportables (extintors amb sprinklers). Poden tenir càrregues dels mateixos valors que les indicades en els extintors mòbils.



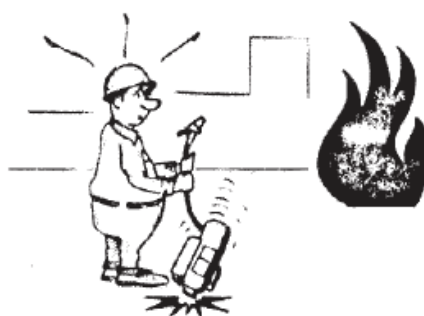
6.4 Funcionament i ús dels extintors

El que un extintor sigui efectiu o no depèn, en molts casos, de qui el faci servir. Una persona pot ser capaç d'extingir totalment un incendi i una altra, fent servir el mateix equip, seria incapaç d'apagar-lo. Molts extintors descarreguen tot el seu contingut entre els 8 i els 15 segons, sense donar l'oportunitat de familiaritzar-se amb ell. Ocasionalment, el mal ús d'un extintor pot afectar a l'operari i retardar l'extinció del foc.

OBSERVACIONS



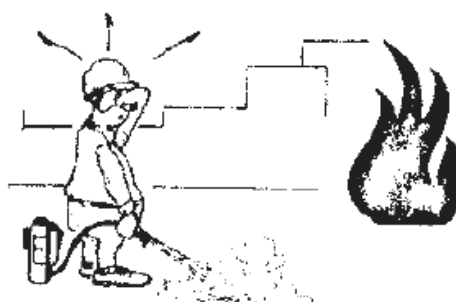
Hem de conèixer les possibilitats dels equips



Hem de conèixer l'ús dels equips



Cal tenir confiança amb el bon funcionament dels equips



Cal Dominar les tècniques d'extinció

Com funcionen

Generalitats



Griferia preparada per funcionar, amb el passador i el precinte col·locats



Secció de la griferia tancada amb el passador posat



Secció de la griferia amb el passador tret i el gallet pitjat



Seqüència d'un extintor de pressió adossada exterior sense pressió



Seqüència d'un extintor de pressió adossada exterior amb pressió i amb el gallet pitjat, disparant l'agent extintor a l'exterior

Com es fan servir



Habituar-se a llegir l'etiqueta del propi extintor que te contingudes les instruccions bàsiques d'ús i propietats extintores



Habituar-se a revisar, de tant en tant, l'estat de la griferia i de la lectura del manòmetre, en el cas de que es tracti d'un extintor de pressió incorporada



En el cas de fer servir un extintor, prendrem unes mínimes mesures de seguretat com poden ser: A l'hora de subjectar-lo o farem de manera que el nostre cos no estigui a l'abast de les parts projectables, griferia, manòmetre, etc.



La maniobra del trencat del precinte i de l'extracció de l'anella, la farem subjectant la mànega de descàrrega, per poder prevenir una possible descàrrega involuntària del producte, per exemple per un mal funcionament de la griferia.



Un cop tinguem l'equip amb pressió i preparat per treballar realitzarem un llançament per comprovar la correcta operativitat de l'equip.



Un cop tinguem l'equip apunt, ens el recolzarem a sobre d'una cama, per facilitar-nos el transport i ens acostarem a la zona de treball



Per poder ser efectius el llançament del producte l'efectuarem a la base de les flames



Per optimitzar el màxim de producte hem de fer un moviment d'escombrada, a dreta i esquerra o a l'inrevés, amb el broquet de sortida, per poder cobrir una superfície de foc més gran

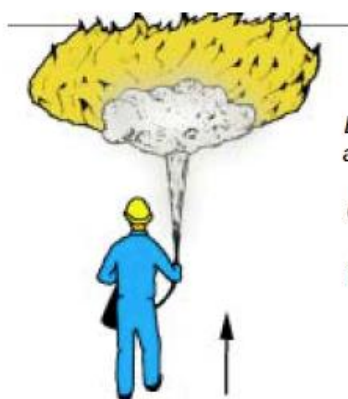


Els focs en l'exterior, a l'aire lliure, no presenten tant perill per les persones ni per les instal·lacions com els focs interiors. De tota manera caldrà prendre les precaucions necessàries per garantir l'extinció del foc i la integritat física de les persones. El primer que s'haurà de tenir en compte en el foc a l'exterior, serà la direcció del vent. Si s'actua contra el vent la persona que realitza l'extinció, rebrà de ple l'escalfor i el fum del foc



Per evitar possibles projeccions d'objectes, l'escalfor i el fum generats per el foc, la posició d'actuació ha de ser la més propera al terra possible.

Durant la projecció de l'agent extintor, s'ha de tenir la precaució de prendre les mides de la distància de tir, ja que la sortida es produeix en forma de con i quant més a prop estem del foc, la projecció serà més violenta i cobrirà menys superfície.



Els extintors de pols solen treballar a una pressió de 15 a 20 kg/cm². Un extintor que tiri a una pressió de 20 kg/cm² ha de ser disparat a una distància aproximada de 6,5 m i l'operari ha d'anar acostant-se al foc a mida que la pressió disminueixi, però vigilant, en els focs del tipus B, de no vessar el líquid i en els focs del tipus A, de no projectar brases



Un altre motiu pel qual es pot vessar el líquid pot ser degut a l'angle de projecció de l'agent extintor.

La trajectòria del raig de pols ha de ser tan paral·lela a la superfície del líquid com sigui possible. En els focs de classe C, la trajectòria de l'agent extintor ha de ser igual a la del gas inflammat.

Durant la projecció de l'agent extintor, s'ha de fer un moviment ràpid amb el puny de dreta a esquerra, o a l'inrevés. D'aquesta manera, s'amplia la superfície del con de sortida de l'agent extintor intentant abastar tota la zona inflamada. Quan es perdi de vista les flames a conseqüència del núvol de pols format per l'agent extintor, la projecció es detindrà i es tornarà a posar en marxa en el moment que les flames tornin a estar a la vista, s'actuarà d'aquesta manera fins a l'extinció completa de les flames.

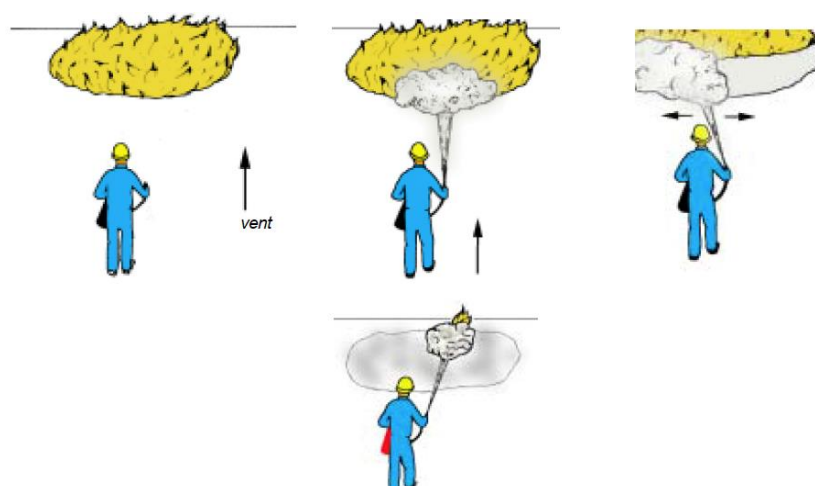
L'extintor i el seu enemic l'incendi

No podem oblidar que els extintors portàtils si no han estat usats en els primers moments de l'incendi, queden també a l'abast de l'incendi i no funcionaran, a no ser que siguin automàtics, sinó és per l'acció de les persones.

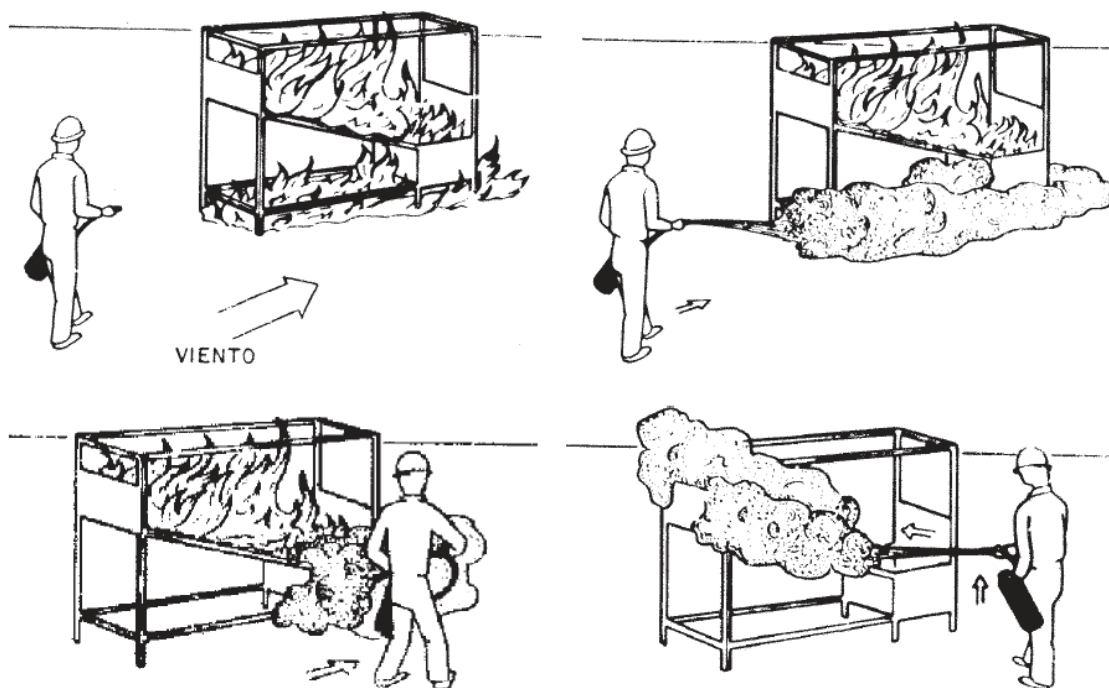
Determinats extintors en presència i si són atacats directament per un incendi, poden comportar-se com "petites bombes", que afecten fonamentalment a les tasques d'extinció dels mateixos bombers.



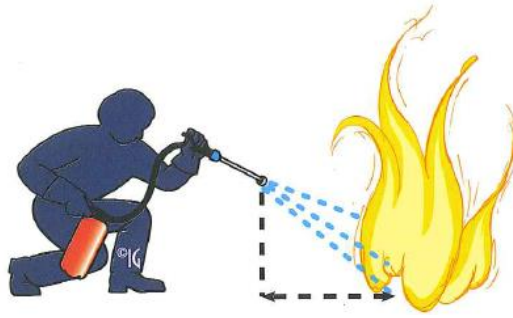
Vessament sense obstacles



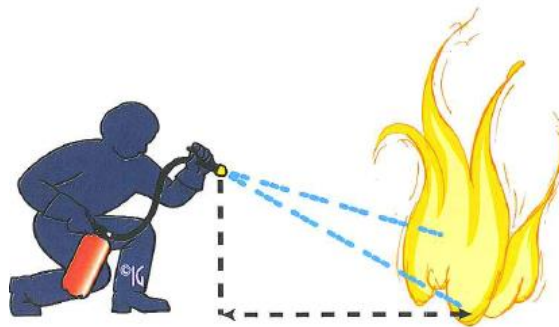
Foc amb volum



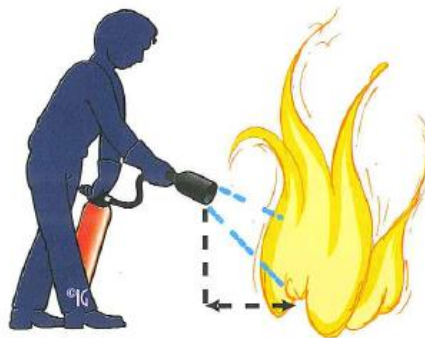
Distàncies d'atac



Entre 2 i 3 metres amb extintors amb aigua polvoritzada (amb o sense additiu).



Entre 3 i 4 metres amb extintors de pols.



Entre 0,5 i 1 metre amb extintor de CO2

7. Principi de funcionament d'una bomba centrífuga

Els equips moderns utilitzats en els Cossos de Bombers, tenen el seu origen en l'era Cristiana, quan ja a Roma es coneixia la Bomba de Pistó i a Grècia la de doble acció operada manualment.

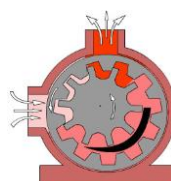
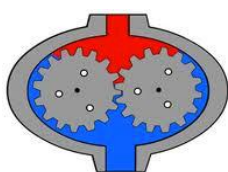
No va ser fins a 1908 en què va entrar en servei la bomba rotativa amb èxit, sent aquesta la principal utilitzada i després en 1930 van aparèixer les bombes centrífugues que han perdurat fins als nostres dies.

Podem considerar que la part fonamental de tot equip rodant contra incendi és la BOMBA, per això és obligació de tot bomber conèixer el seu funcionament, les seves parts i capacitats.

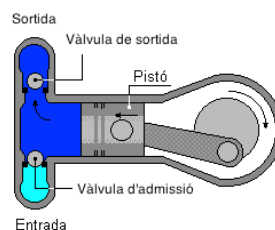
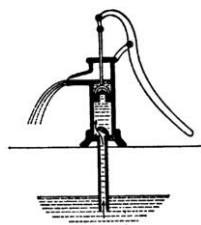
7.1 Els diferents tipus de bombes utilitzats

Les bombes poden ser de tres tipus en funció del que elles tracten per:

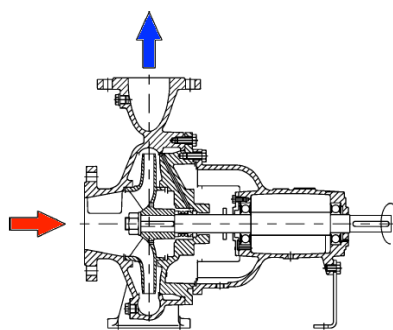
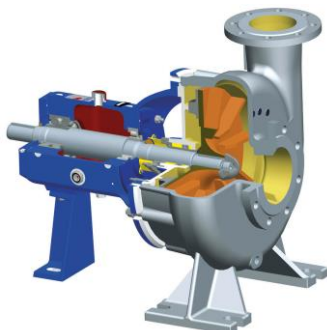
- Variació de la cota (rotativa...,)



- Variació de la pressió (bomba de pistó...,)



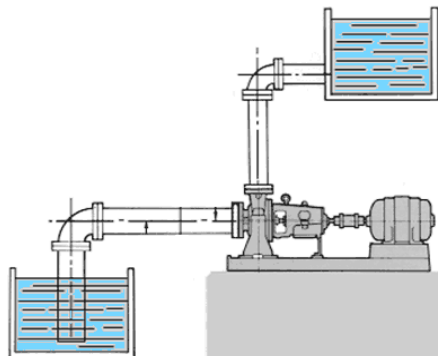
- Variació de la velocitat (bomba centrífuga...,)



Aquesta última és la bomba més utilitzada pels bombers, aquesta ens permet de treballar en alta i baixa pressió amb cabals importants.

7.2 Definició de bomba centrífuga

Les bombes centrífugues mouen un cert volum de líquid entre dos nivells; són, doncs, màquines hidràuliques que transformen un treball mecànic en un altre de tipus hidràulic.



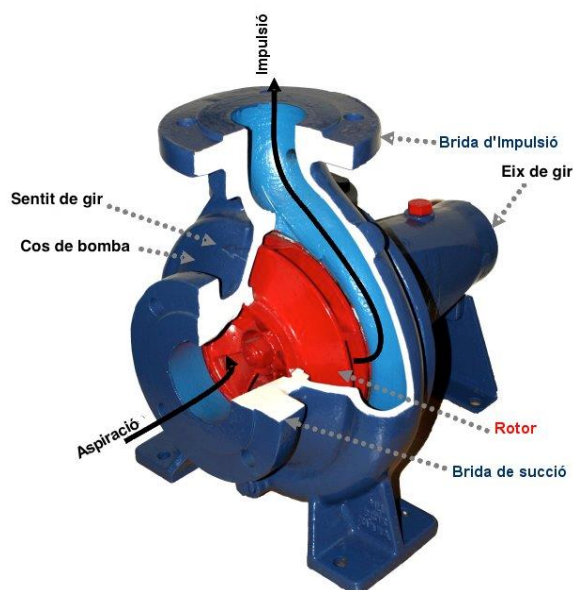
Parlarem de cabal nominal: és el cabal expressat en litres/minut igual a un múltiple o a un submúltiple de 500 sota una pressió d'expulsió també anomenada pressió nominal.

Exemple: una bomba 2000/15 donarà un màxim de 2000 litres al minut (cabal nominal - Q_n), a una pressió de 15 bars (pressió nominal - P_n).

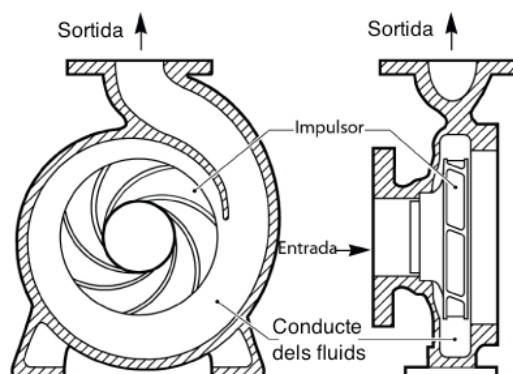
7.3 Funcionament de les bombes centrífugues

Els elements constructius que consten són:

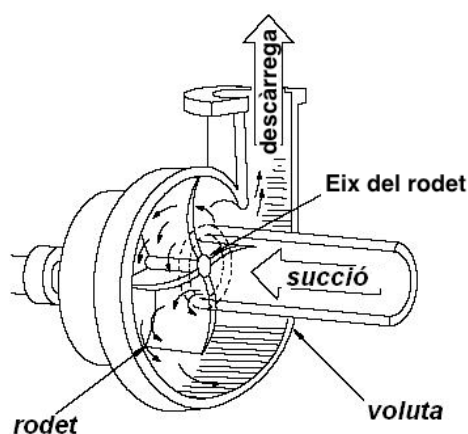
a) Una canonada d'aspiració, que conclou pràcticament en la brida d'aspiració i/o succió.



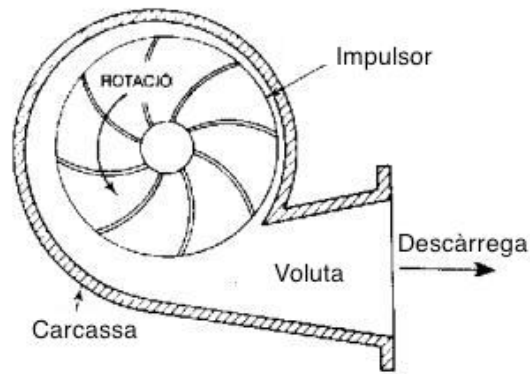
b) L'impulsor o rodet, format per una sèrie d'àleps de diverses formes que giren dins d'una carcassa circular. El rodet va unit solidàriament a l'eix i és la part mòbil de la bomba. El líquid penetra axialment per la canonada d'aspiració i/o succió fins al centre del rodet, que és accionat per un motor, experimentant un canvi d'adreça més o menys brusc, passant a radial, adquirint una acceleració i absorbint un treball.



Els àleps del rodet sotmeten a les partícules de líquid a un moviment de rotació molt ràpid, aquestes són projectades cap a l'exterior per la força centrífuga, de manera que abandonen el rodet cap a la voluta a gran velocitat, augmentant la seva pressió en l'impulsor segons la distància a l'eix. L'elevació del líquid es produeix per la reacció entre aquest i el rodet sotmès al moviment de rotació; en la voluta es transforma part de l'energia dinàmica adquirida en el rodet, en energia de pressió, sent llançats els filets líquids contra les parets del cos de bomba i evacuats per la canonada d'impulsió.



La carcassa, (voluta), està disposada en forma de caragol, de tal manera, que la separació entre ella i el rodet és mínima en la part superior; la separació va augmentant fins que les partícules líquides es troben enfront de l'obertura d'impulsió; en algunes bombes existeix, a la sortida del rodet, una directriu d'àleps que guia el líquid a la sortida de l'impulsor abans d'introduir-ho en la voluta.



c) Una canonada d'impulsió.- La finalitat de la voluta és la de recollir el líquid a gran velocitat, canviar l'adreça del seu moviment i encaminar-li cap a la brida d'impulsió de la bomba.

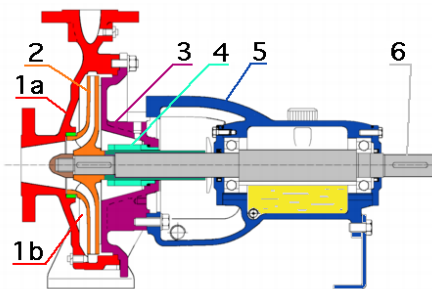
La voluta és també un transformador d'energia, ja que disminueix la velocitat (transforma part de l'energia dinàmica creada en el rodet en energia de pressió), augmentant la pressió del líquid a mesura que l'espai entre el rodet i la carcassa augmenta.

Aquest és, en general, el funcionament d'una bomba centrífuga encara que existeixen diferents tipus i variants.

L'estructura de les bombes centrífugues és anàloga a la de les turbines hidràuliques, tret que el procés energètic és invers; en les turbines s'aprofita l'altura d'un salt hidràulic per generar una velocitat de rotació en la roda, mentre que en les bombes centrífugues la velocitat comunicada pel rodet al líquid es transforma, en part, en pressió, aconseguint-se així el seu desplaçament i posterior elevació.

Tall esquemàtic d'una bomba centrífuga.

- 1a carcassa
- 1b cos de bomba
- 2 rodet
- 3 tapa d'impulsió
- 4 tancament de l'eix
- 5 suport de coixinets
- 6 eix.



7.4 Propietats d'una bomba centrífuga

Dins del camp normal d'aplicació, les propietats d'una bomba centrífuga són:

a.- Cabal uniforme, sense pulsacions.

b.- La pressió o altura d'elevació disminueix a mesura que augmenta el cabal. En general, a partir del punt de funcionament, quan es tanca la vàlvula de regulació de la canonada d'impulsió augmenta la pressió i es redueix la potència. No obstant això, les bombes d'alta velocitat específica (impulsor semi axial o hèlix) no compleixen aquesta norma general.

c.- L'altura, mesura en metres de columna de líquid, a la qual eleva una bomba és independent de la naturalesa del líquid i, per tant, l'altura a la qual impel·leix una bomba és la mateixa, prescindint de la influència que exerceix la viscositat.

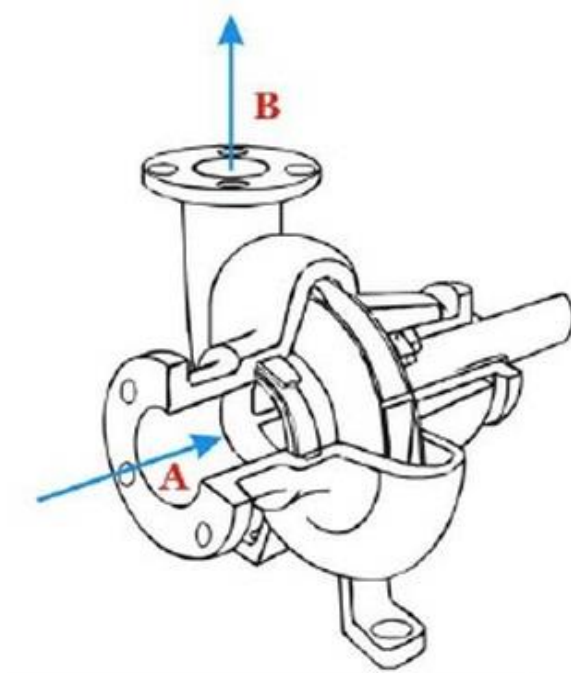
d.- La potència absorbida per la bomba és proporcional al pes específic del líquid elevat.

i.- El parell requerit per a l'arrencada d'una bomba centrífuga és petit i la potència absorbida durant el seu funcionament de règim és contínua i lliure de sobrecàrregues, quan l'altura no varia i no hi ha pertorbacions alienes a la bomba en l'aspiració.

7.5 Corbes característiques d'una bomba

La pressió mesurada en el col·lector d'impulsió d'una bomba, es denomina altura d'impulsió i s'expressa en metres de columna d'aigua (m.c.a.).

Es coneix com a altura d'aspiració manomètrica, a la pressió efectiva existent en el col·lector d'aspiració de la bomba, la qual es veurà més endavant, no ha de superar un determinat valor, ja que es produeix el fenomen de la cavitació.



$$H = \left(\frac{P_b}{\gamma} + z_b + \frac{v_b^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_a}{\gamma} + z_a + \frac{v_a^2}{2g} \right)$$

$$z_a \approx z_b \quad v_a \approx v_b$$

$$H = \left(\frac{P_b}{\gamma} \right) - \left(\frac{P_a}{\gamma} \right)$$

L'altura d'impulsió (H) es pot mesurar fàcilment, ja que a l'entrada i sortida de la bomba la velocitat pràcticament no varia i no existeix diferència de cota entre l'entrada i la sortida. Es pot aplicar l'equació de Bernoulli, entre els punts A i B:

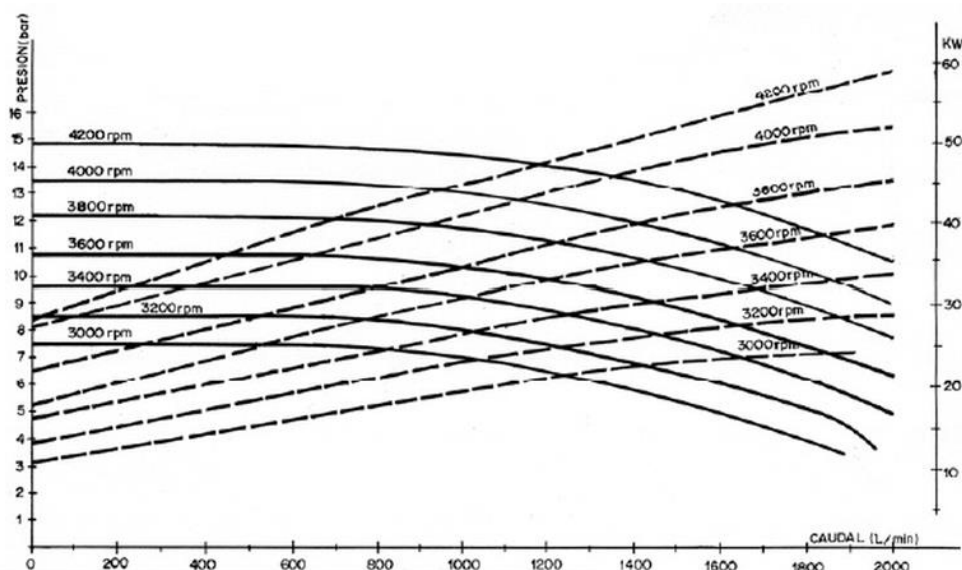
Es denomina potència hidràulica del fluid a la sortida de la bomba a l'expressió:

$$P_h = \gamma \cdot H \cdot Q$$

On: γ és el pes específic del fluid, H és la seva pressió en metres de columna d'aigua i Q és el cabal en metres cúbics per segon que circula per la bomba.

Aquesta potència és l'energia que posseeix el fluid per unitat de temps i s'expressa en watts. Si tenim una bomba acoblada a un motor que gira a N revolucions per minut, la potència mecànica (Pm) del motor és constant, si no es varien les revolucions, una fracció de la potència mecànica es transformarà en potència hidràulica, per tant, si la instal·lació alimentada per aquesta bomba demanda més aigua, per exemple s'obre una llança augmentant el cabal Q, com no hem variat N, Pm és constant, per tant, també ho serà Ph després H ha de disminuir. Així doncs, la pressió que existeix a la sortida d'una bomba funcionant amb un nombre de revolucions (N) fix disminueix a mesura que augmenta el cabal que circula per la bomba.

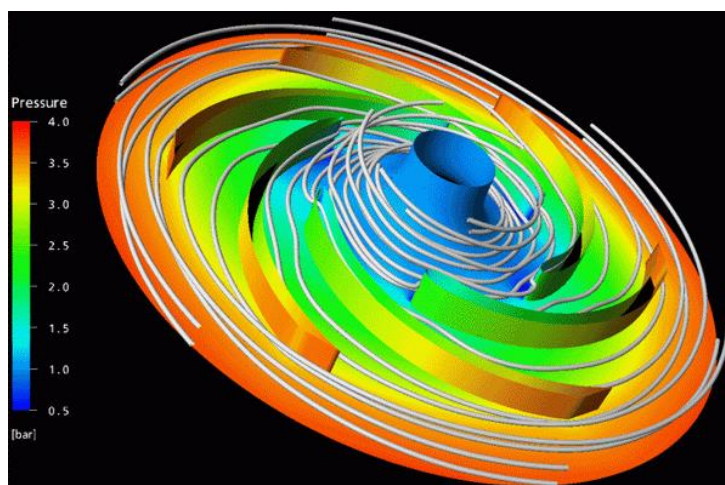
Els fabricants de les bombes ens proporcionen la relació entre el cabal que circula per la bomba i la pressió, així com la potència en funció del cabal, per mitjà d'una gràfica obtinguda per mesures realitzades en un banc d'assaig. Aquesta sèrie de corbes, denominades corbes característiques, ens mostra la capacitat de la bomba per generar energia hidràulica i també ens permetrà triar que tipus de bomba és adequada en la nostra instal·lació.



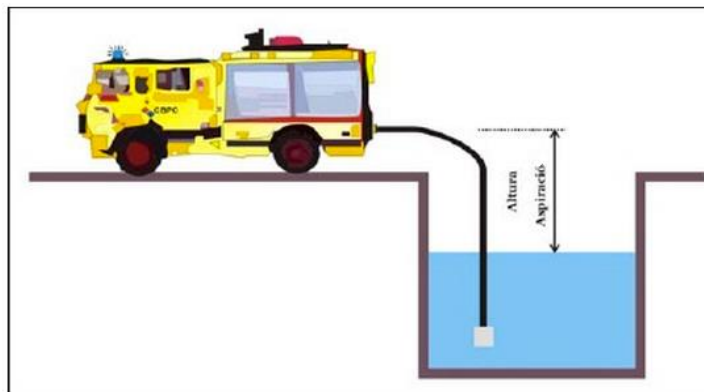
El significat de la corba altura-cabal és que la bomba girant amb N revolucions, solament podrà proporcionar els valors de pressió i cabal continguts en la corba corresponent. Això succeirà sempre que N no variï, ja que si això ocorre la corba es desplaçarà cap amunt, si augmenta N o cap avall en el cas que disminueixi. Per tant, un augment de les revolucions, implica que per a un mateix cabal, la bomba donarà més pressió. D'altra banda, la corba potencia-cabal és creixent amb el cabal en aquest model de bomba.

7.6 Altura d'aspiració.

Quan una bomba aspira del dipòsit del vehicle, l'aigua entra per gravetat en la bomba amb una pressió manomètrica positiva, però si l'alimentació s'ha de realitzar des d'un pou o bassa que es troben en una cota inferior a la situació de la bomba. Perquè es produeixi l'entrada d'aigua, la pressió en el col·lector d'aspiració ha de ser menor que l'atmosfèrica, així l'aigua pujarà pel manegot, com puja un refresc en xuclar per una canya.



Atès que a una atmosfera li correspon una l'altura de pressió que ronda els 10 m, aquesta seria l'altura teòrica màxima que podríem aspirar, però en la pràctica a causa dels factors que assenyalarem a continuació, aquest límit es redueix a una altura compresa entre 7 i 6 m en efecte, l'altura d'aspiració d'una bomba depèn de:



- La pressió atmosfèrica, ja que la mateixa disminueix amb l'altitud respecte al nivell del mar des d'on estiguem aspirant. S'estima una pèrdua d'uns 0,13 m per cada 100 m d'altitud.
- L'augment de la temperatura del fluid fa disminuir l'altura d'aspiració, perquè en augmentar la pressió de vapor d'aquest, es produeix una major evaporació de fluid i conseqüentment, es produeix un augment de pressió en el col·lector d'aspiració.
- Les pèrdues de càrrega en el manegot fan que en augmentar el cabal o en disminuir la seva secció, es redueixi l'altura d'aspiració.

A més en la presa d'aspiració d'una bomba, es pot produir un fenomen no desitjable, per al seu correcte funcionament, denominat cavitació.

7.7 Precaucions

Les bombes modernes, si bé són màquines robustes i fiables, es poden danyar fàcilment si es realitzen maniobres incongruents. Existeixen dos fenòmens que poden danyar les bombes.

El cop d'ariet

Fora sobrepressió causada pel tancament ràpid d'una vàlvula, mentre que l'aigua circula molt ràpidament sota pressió.

La potència del cop d'ariet que es pot crear en una canalització és directament proporcional a la pressió i al volum de l'aigua que transporta i a la velocitat de tancat de la vàlvula.

Un fort cop d'ariet podria fàcilment danyar les bombes, les vàlvules i les mànegues. Per això és important acostumar-se a obrir i tancar totes les vàlvules lentament.

La cavitació

Quan una bomba tracta de descarregar més aigua de la qual se li subministra o que pot aspirar, es crea en el seu interior una important depressió, un buit en el qual l'aigua tendeix a evaporar-se ràpidament. La bomba gira en una espècie de núvol gasós i la revolució del motor augmenta ràpidament mentre que el cabal no canvia. Aquest fenomen es diu cavitació.

La cavitació és un fenomen subtil i el bomber ha d'estar atent per poder detectar el moment en el qual la bomba comença a entrar en cavitació.

Un soroll que s'assembla a petites pedres passant a l'interior de la bomba és un indicatiu que permet reconèixer la cavitació.

Un altre signe segur de cavitació és quan un augment de la revolució del motor no produeix un augment proporcional de la pressió.



Dany per cavitació

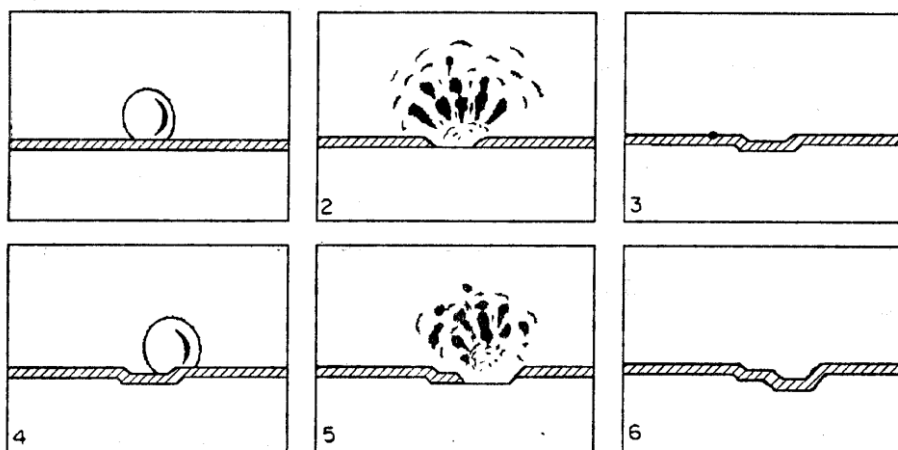
El dany per cavitació és una forma especial de corrosió-erosió a causa de la formació i al col·lapse de bombolles de vapor en un líquid prop d'una superfície metàl·lica, que ocorre en turbines hidràuliques, hèlixs de vaixells, impulsors de, bombes i altres superfícies sobre les quals es troben líquids d'alta velocitat amb canvis de pressió.

Un dany per cavitació té un aspecte semblant a picades per corrosió, però les zones danyades són més compactes i la superfície és més irregular en el cas de la cavitació. El dany per cavitació s'atribueix parcialment a l'efecte de desgast mecànic. La corrosió intervé quan el col·lapse de la bombolla destrueix la pel·lícula protectora, com es mostra esquemàticament en la següent figura, amb els passos següents:

- Es forma una bombolla de cavitació sobre la pel·lícula protectora.
- El col·lapse de la bombolla causa la destrucció local de la pel·lícula.
- La superfície no protegida del metall està exposada al mitjà corrosiu i es forma una nova pel·lícula per mitjà d'una reacció de corrosió.
- Es forma una nova bombolla en el mateix lloc, a causa de l'augment de poder nucleat de la superfície irregular.
- El col·lapse de la nova bombolla destrueix una altra vegada la pel·lícula.

- La pel·lícula es forma de nou i el procés es repeteix indefinidament fins a formar buits bastant profunds.

El mecanisme anterior també funciona sense la presència d'una pel·lícula protectora, ja que la implosió de la bombolla ja és suficient per deformar el metall plàsticament i arrencar-li trossos de material. S'accepta generalment que la cavitació és un fenomen de corrosió-erosió.



8. Les peces d'unió

Per unir els diferents elements d'una instal·lació, els bombers hem d'utilitzar les peces d'unió. Nosaltres trobarem:

- Els ràcords
- Les divisions
- Els col·lectors d'alimentació

8.1 Els ràcords

Aquests serveixen per unir mànegues entre elles, una mànega i una peça d'unió o un accessori hidràulic. Un ràcord està compost de dos semi ràcords units entre ells.

Els ràcords poden ser idèntics (simètrics) o diferents (no simètrics).

Tenim diferents models de ràcords per les instal·lacions o unions:

- Barcelona
- Guillemin
- Storz



Els ràcords Guillemin A.R. (Aspiration-Refoulement).
Destinats a mànegues d'alimentació i d'aspiració de diàmetres 45, 70 i 110 mm.

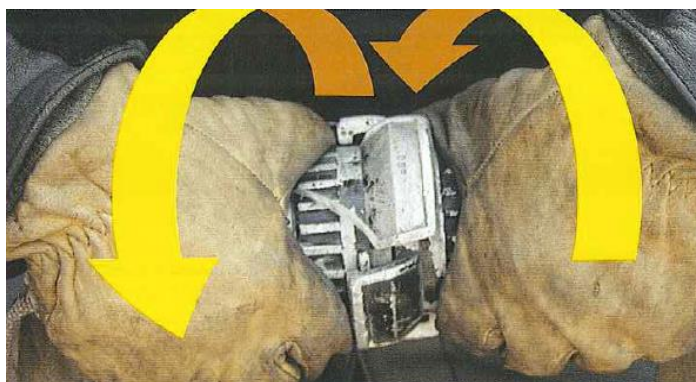
Per unir dos demi ràcords Guillemin



Després d'assegurar-nos del bon estat de la junta i de la seva correcta posició dins del seu lloc.



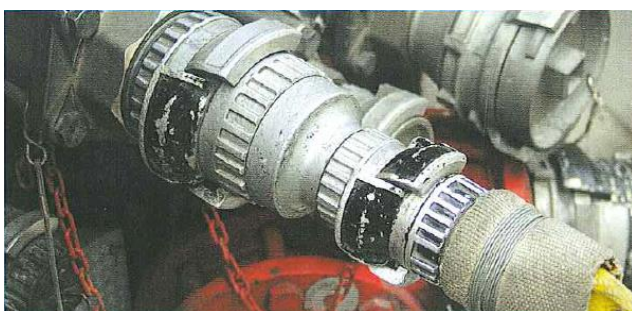
agafar un semi ràcord amb cada mà i els posicionem un davant de l'altre.



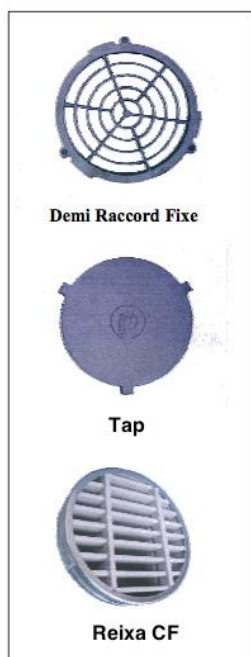
i els pivotarem fins que quedin ben tancats.

Els ràcords de reducció i de transformació.

Aquests estan previstos per unir dues mànegues o una mànega amb una peça d'unió o un aparell hidràulic amb un semi ràcord similar però amb un diàmetre diferent.



Ràcord ZAG



És un dispositiu que ens permetrà eliminar tota atmosfera perillosa després de l'emissió dels agents extintors.

Aquest té un diàmetre nominal DN 300 mm.

Normalment, es troba a l'exterior dels edificis.

També el podem utilitzar per inundar d'escuma els locals on està instal·lat (pàrquings, calderes, etc.).

8.2 Les divisions

Aquestes estan destinades a dividir la instal·lació inicial en més instal·lacions secundàries. Existeixen divisions d'aixeta amb rosca o amb palanca.



Existeixen diferents models:

- 25 mm - 2 x 25 mm
- 45 mm - 2 x 25 mm
- 45 mm - 45 mm, 2 x 25 mm
- 70 mm - 2 x 45 mm
- 70 mm - 3 x 45 mm
- 70 mm - 2 x 70 mm
- 110 mm - 2 x 70 mm
- 110 mm - 3 x 70 mm
- 110 mm - 110 mm, 2 x 70 mm

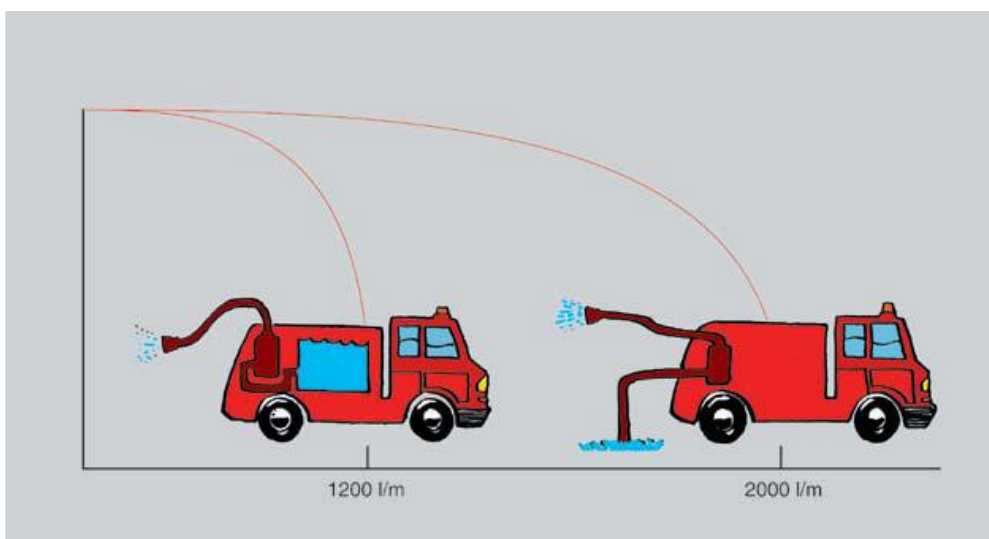
Nota: Durant el muntatge d'una divisió en una instal·lació, s'aconsella per raons de protecció del material, de deixar parcialment oberta una de les sortides a l'arribada de l'aigua amb pressió per deixar escapar l'aire que conté la instal·lació.

8.3 Els col·lectors d'alimentació (Bifurcació de clapeta)

Destinats a l'alimentació dels camions autobomba per aspiració o d'una columna seca amb una entrada de 110 mm amb l'ajuda de dues instal·lacions de 70 mm, aquesta peça d'unió és l'única que fa entrar l'aigua per una obertura de diàmetre inferior a la de la seva sortida. Ella està dotada d'una clapeta antiretorn que bloqueja automàticament l'altra entrada quan l'alimentació és per una sola línia de 70 mm.



L'haurem de fer servir en els casos en què el consum de les instal·lacions sigui superior al que pot arribar de la cisterna.



Comparació entre alimentar la bomba de la cisterna o des de l'aspiració

9. Els accessoris hidràulics

Els accessoris hidràulics són totes aquelles peces que ens ajudaran a la distribució de l'aigua i la instal·lació de les mànegues.

Aquí trobem:

9.1 La clau d'hidrant

Aquesta serveix per obrir i maniobrar els hidrants



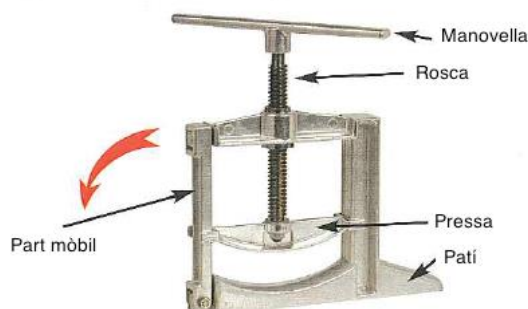
9.2 La clau per ràcords i la clau multifuncions

La clau per ràcords serveix per assegurar el tancament dels demi ràcords. La clau multifuncions, pot maniobrar els demi ràcords, pot obrir els cofres (gas, electricitat, etc.), portes, finestres, accionar les presses d'incendi (columnes seques o humides), etc.



9.3 L'estrangulador

Aquest està destinat a tallar l'alimentació a fi de procedir al reemplaçament d'una mànega danyada o per la prolongació eventual d'una línia d'alimentació.



9.4 El passa mànegues

És un material desmuntable que ens permet el pas de vehicles (quan les instal·lacions tallen una via de circulació) sense danyar les mànegues.

Respectarem sempre que sigui possible el sentit de pas dels vehicles, és a dir que els passa mànegues seran emplaçats perpendicularment a la calçada.



9.5 Els taps de ràcords

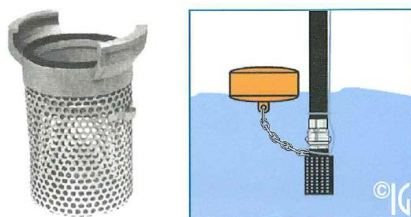
Els trobarem als hidrants, a les columnes seques o humides i en les bombes dels camions.

Aquests serveixen per obturar l'orifici de sortida i evitar que hi pugui entrar qualsevol cos estrany i paren tota fuga eventual (sobretot en l'alimentació d'una columna seca).



9.6 La crepina d'aspiració

Posada a l'inici de la línia d'aspiració, ella evitar l'entrada de brutícia i de cossos estranys, al cos de bomba del camió o de la moto bomba.



9.7 El flotador de la línia d'aspiració

Està destinat a mantenir la línia d'aspiració entre dues aigües (80 cm màxim). Està lligat a la crepina d'aspiració per una cadena amb un mosquetó.



9.8 La turbo bomba

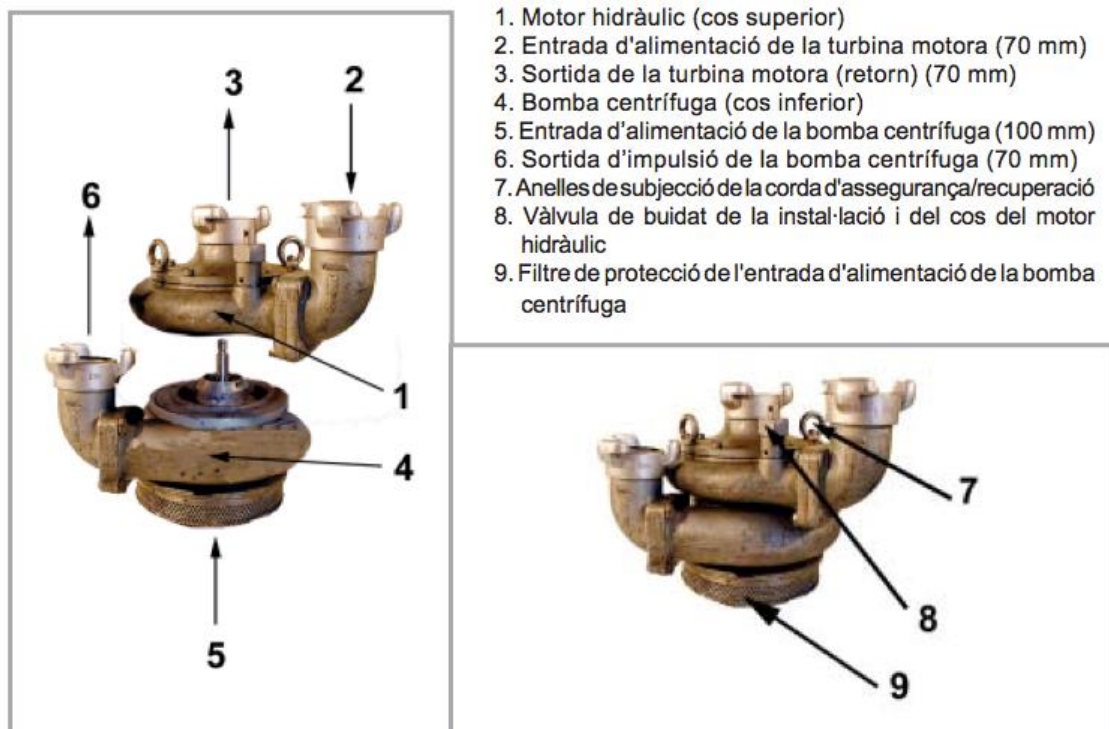
1. Introducció

Aquesta utilitza l'aigua a pressió per accionar una turbina unida a una roda de bomba que crea una depressió i aspirar la quantitat d'aigua a evacuar.

És una bomba centrífuga, portàtil accionada per un motor hidràulic

- És submergible i, per tant, no li cal disposar de cap mecanisme d'encebat ni la condicionen les limitacions que produeix l'alçada d'aspiració.
- La turbina d'impulsió (bomba centrífuga), funciona rebent l'aigua pel seu centre i expulsant-la, per centrifugació, cap a la perifèria.
- La turbina motora (motor hidràulic) treballa a l'inrevés que la turbina d'impulsió, és a dir, l'aigua entra per la perifèria i surt pel centre.
- El moviment de la turbina motora acciona el moviment de la turbina d'impulsió a partir d'un eix comú.
- Les turbobombes que tenim al DPEIS són bombes per esgotament d'aigua i, per tant, estan optimitzades per aconseguir grans cabals però a poca alçada d'impulsió.

2. Esquema d'una turbobomba





3. Funcionament

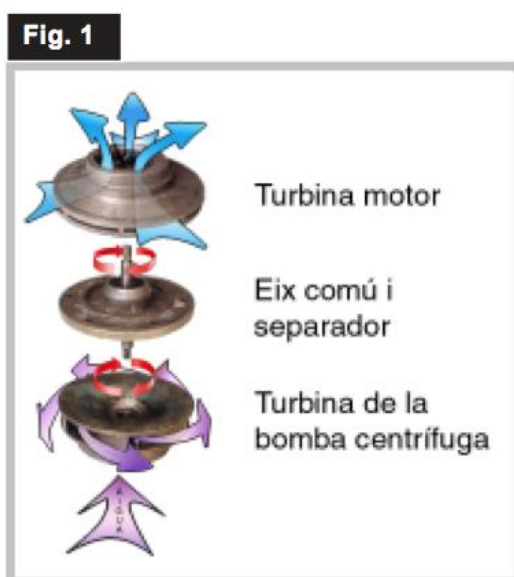
El motor

La turbina del motor hidràulic gira gràcies a la força motriu que li transfereix l'aigua de l'autobomba a la seva perifèria. Un cop aprofitada la força de l'aigua, ja amb menys pressió, és conduïda cap al centre de la turbina motora per a ser expulsada cap a la sortida axial del motor i conduïda de nou cap a la cisterna de l'autobomba.

La bomba

La turbina de la bomba centrífuga gira gràcies a la força que li transfereix el motor hidràulic amb el qual comparteixen el mateix eix.

L'aigua entra per immersió al centre de la turbina de la bomba. Aquesta li augmenta la velocitat i la llença a la perifèria per efecte de la força centrífuga on es produeix un augment de pressió que l'obliga a dirigir-se cap a la sortida d'impulsió.



4. Per quins casos és l'eina adient?

La turbobomba, gràcies a l'estanquitat entre els dos cossos, ens permet d'utilitzar-la per impulsar gran diversitat de líquids, sense que perjudiquin la bomba que acciona la turbobomba.

La turbobomba té un pes de 14'5 kg això la converteix en una de les bombes portàtils més lleugeres. La seva autonomia està limitada per les prestacions de l'autobomba o bomba que l'acciona.

Com que és una bomba submergible, és el tipus de bomba ideal per treballar en serveis on l'accés dels vehicles al lloc on es troba l'aigua (per exemple els pous) està fora dels marges de l'aspiració, la turbobomba permet impulsar l'aigua dels 0 m fins aproximadament 27 m de profunditat (vegeu corba de rendiment).

La turbobomba, està particularment indicada per a esgotaments en locals confinats, (per exemple els garatges, forats d'ascensors, etc.), ja que si hi col·loquem una motobomba, els gasos del tub d'escapament ens poden produir problemes.

La turbobomba està particularment indicada per a esgotaments on l'alçada d'aigua és relativament petita (per exemple, pàrquings) però el local té una gran superfície.

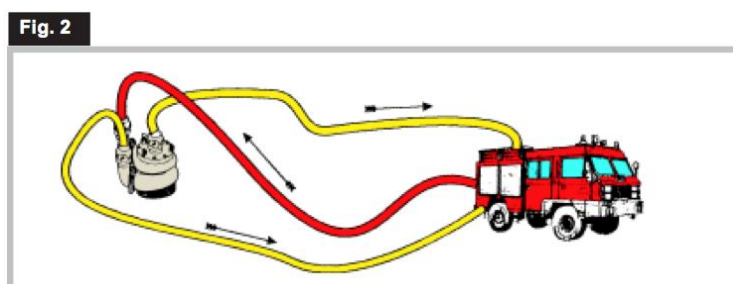
L'aigua que impulsa la turbobomba no la podem utilitzar per fer instal·lacions d'atac, ja que la pressió és mínima. Com a molt, podem utilitzar-la per omplir basses, cisternes, etc.

5. Metodologia d'ús

5.1 Maniobres amb la turbobomba

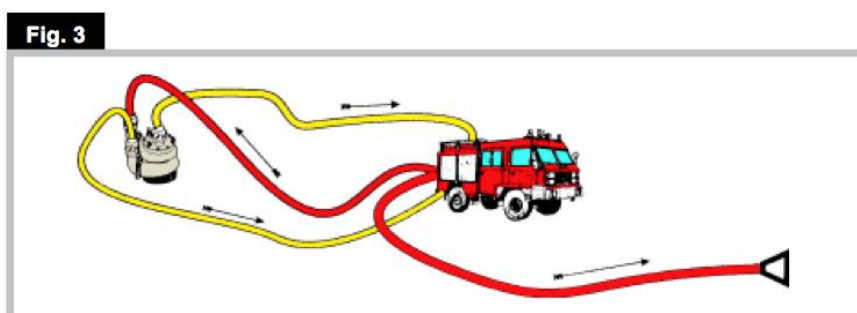
1) Maniobra d'autoalimentació de l'autobomba

- Instal·lació de 70 mm des d'una de les sortides d'impulsió de l'autobomba a l'entrada d'alimentació del motor de la turbobomba.
- Instal·lació de 70 mm des de la sortida del motor hidràulic de la turbobomba per retornar-la a la cisterna de l'autobomba.
- Instal·lació de 70 mm des de la sortida d'impulsió de la turbobomba a la cisterna de l'autobomba.



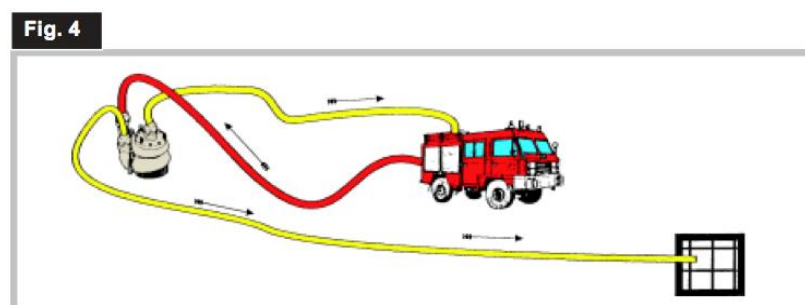
2) Maniobra d'autoalimentació i impulsió

- Instal·lació de 70 mm des d'una de les sortides d'impulsió de l'autobomba a l'entrada d'alimentació del motor hidràulic de la turbobomba.
- Instal·lació de 70 mm des de la sortida del motor hidràulic de la turbobomba per retornar-la a la cisterna de l'autobomba.
- Instal·lació de 70 mm des de la sortida d'impulsió de la turbobomba a la cisterna de l'autobomba.
- Instal·lació d'impulsió des d'una segona sortida d'impulsió de l'autobomba.



3) Maniobra d'esgotament d'aigua

- Instal·lació de 70 mm des d'una de les sortides d'impulsió de l'autobomba a l'entrada d'alimentació del motor de la turbobomba.
- Instal·lació de 70 mm des de la sortida del motor hidràulic de la turbobomba per retornar-la a la cisterna de l'autobomba.
- Instal·lació de 70 mm des de la sortida d'impulsió de la turbobomba a la cisterna de l'autobomba a l'embornal.



5.2 Altres maniobres

Les cisternes que tenen limitat el cabal a la seva entrada, caldrà instal·lar la bifurcació amb clapeta a l'entrada d'aspiració de l'autobomba i reenviar el retorn del motor hidràulic de la turbobomba directament a la bomba. D'aquesta manera, disminuïrem el cabal dins de la cisterna i millorarem el seu rendiment.

Quan accionem el motor de la turbobomba amb l'aigua que aspirem amb manegots, en maniobres d'esgotaments d'aigua, evocarem a l'embornal tant el retorn del motor com la sortida d'impulsió de la turbobomba.

5.3 Emplaçament

Cal recordar que l'alçada entre el nivell de l'aigua i la màxima alçada on circula l'aigua dins les mànegues, així com la llargada d'aquestes, ens limiten el cabal (vegeu gràfica de rendiment).

6. Lligat de la turbobomba

Abans de col·locar la turbobomba sempre l'hauem de lligar, si no ho fem, l'hauem de recuperar amb les mànegues, amb el perill que es desconnectin. Per lligar la turbobomba aconsellem fer-ho (fig 5): fent passar la corda per les dues anelles, i lligada amb un nus vuit resseguit.

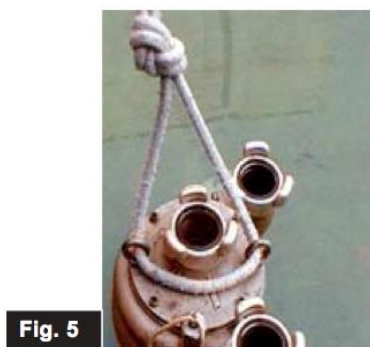


Fig. 5

També haurem de lligar una altra corda a la vàlvula de buidatge. Un cop acabat el servei, utilitzarem aquesta corda per accionar la vàlvula i buidar les mànegues que van des del vehicle al cos de turbina, això ens facilitarà la seva recuperació. Per lligar la corda a la vàlvula (vegeu fig. 6) recomanem substituir l'anella d'origen per una anella més gruixuda i tancada, o bé, per una vaga feta amb un tros de corda de 6 mm. Per accionar la vàlvula podem fer servir una corda de 6 mm amb un nus vuit resseguit. La feina del buidatge de les mànegues és lenta, per això aconsellem que un cop la vàlvula estigui accionada lligueu la corda, així evitarem haver de sostenir-la tota l'estona.



Fig. 6

Recordeu que la recuperació de la turbobomba segons el lloc d'emplaçament és una feina pesada, per això cal tenir molta cura quan lliguem les respectives cordes.

6.1 Quadre de rendiment

En aquest quadre podem veure la relació de pressions i cabals disponibles a la bomba segon la pressió donada per la bomba del camió a la turbina motora i una instal·lació d'una mànega de 70 mm per cada línia.

Pressió de l'aigua impulsada per la bomba del camió	Cabal d'entrada a la turbina l/m	Cabal de sortida segons l'altura d'aspiració l/m			
		2 m	4 m	6 m	8 m
4 bars	810	1.120	1.120	1.015	640
6 bars	1.000	1.390	1.390	1.330	1.090
8 bars	1.150	1.660	1.660	1.530	1.300
10 bars	1.300	1.875	1.875	1.700	1.500

7. Anomalies o petits problemes

- Aconsellem que abans d'utilitzar la turbobomba, es revisi la mobilitat de l'eix, ja que a vegades està travat, bé sigui per manca de manteniment o per la calc, que porta l'aigua.
- En els casos en què al començament funciona bé i al cap d'una estona la bomba treu menys aigua, cal revisar el filtre d'entrada, perquè a vegades està tapat per plàstics, fulles, etc.
- En els casos en què la turbobomba treballa molta estona i la cisterna del vehicle no està del tot plena, caldrà controlar la temperatura de l'aigua per renovar-la, si cal, amb un altre vehicle.
- En cas d'utilitzar mànegues amb un diàmetre inferior de 70 mm el rendiment de la turbobomba disminuirà considerablement.
- Cal tenir present que la vàlvula de buidatge, pel seu disseny, costa molt d'accionar. Procureu que les mànegues estiguin sempre sense pressió abans d'intentar buidar-les.
- Una altra confusió molt freqüent, és la d'equivocar-nos a l'hora de col·locar les mànegues. Per solucionar-ho, no cal treure la turbobomba del lloc on està emplaçada, sinó que ho podem solucionar canviant les mànegues que hi ha connectades a l'autobomba que l'acciona.
- Podem posar dues turbobombes en paral·lel en la mateixa autobomba sempre que es garanteixi una pressió de 8 bars a l'entrada dels motors hidràulics.

- Muntar dues turbobombes amb els motors en sèrie no és eficaç, ja que donen un rendiment inferior a una sola turbobomba.

8. Manteniment

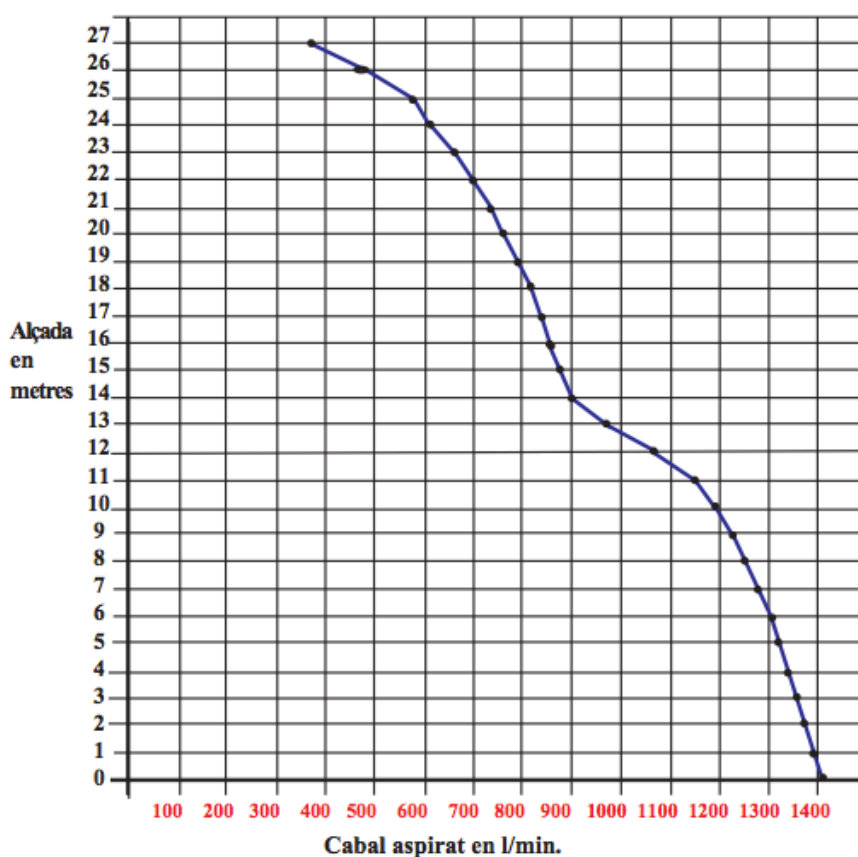
Cal que sovint fem voltar l'eix de la turbobomba.

També s'ha d'observar que el filtre de l'entrada axial de la bomba sigui net. Després d'un servei sempre haurem de fer passar aigua neta pel cos de la bomba.

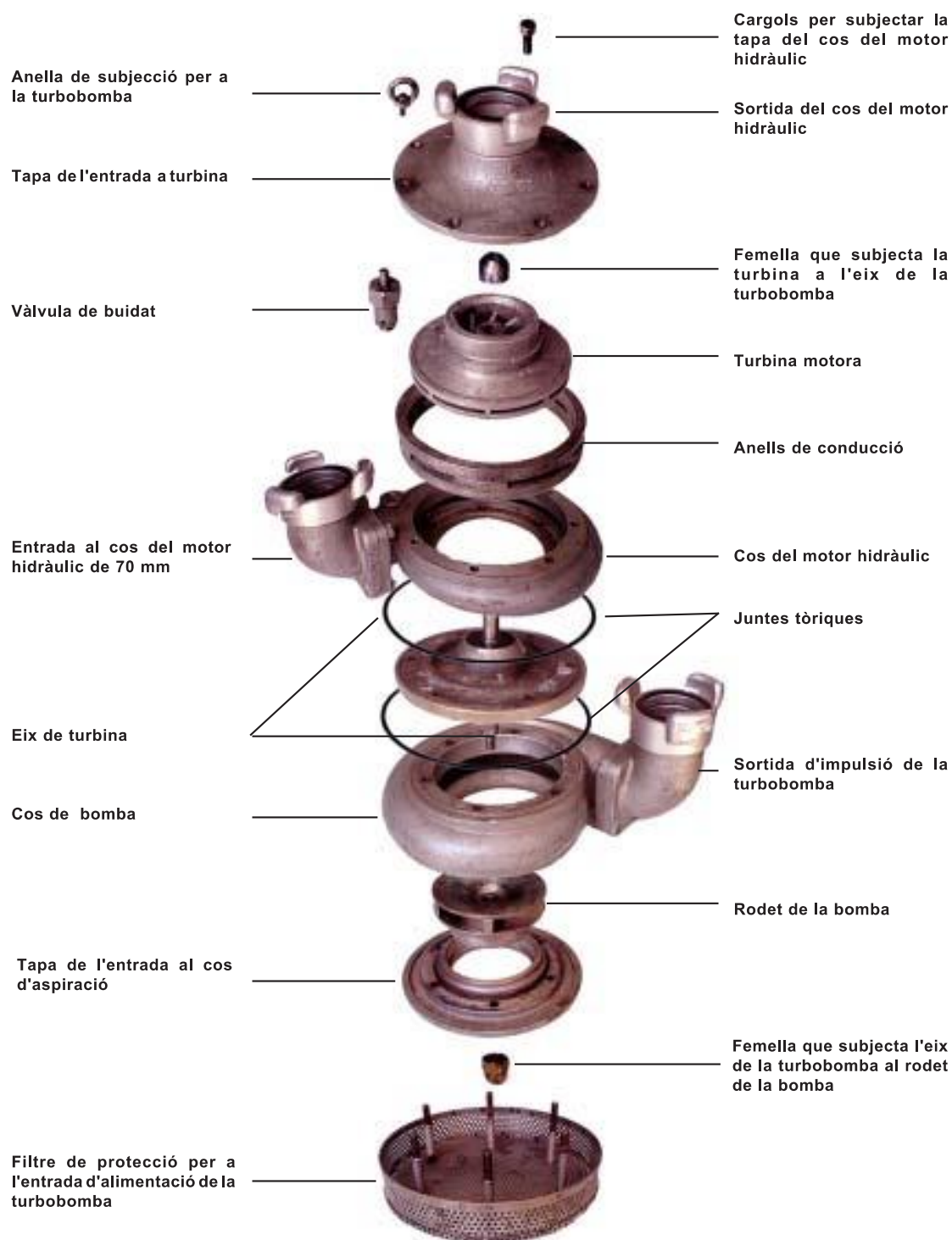
9. Corba característica de la turbobomba (obtinguda experimentalment)

Pressió en bomba 8 bars.

Totes les instal·lacions amb mànegues de 70 mm.



10. Especejament de la turbobomba



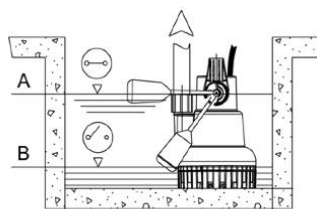
9.9 La bomba d'aspiració elèctrica

Les electrobombes, com el seu nom indica, són accionades per energia elèctrica. Són submergibles pel bombeig d'aigua de filtració. Serveixen per bombar aigües carregades químicament neutrals, lleugerament impurificades amb substàncies sòlides.

Sempre que es disposi d'electricitat resulten molt pràctiques per la senzillesa d'utilització i instal·lació, ja que es necessita molt poc material per fer-les funcionar (cable elèctric, mànega d'expulsió d'aigua, generador elèctric).



Electrobomba amb boia



A: INICI

B: ATURADA

La boia, en arribar al nivell B d'aigua, permet aturar el funcionament de l'electrobomba de forma automàtica. En cas que l'aigua pugui fins arribar al nivell A, l'electrobomba s'acciona de forma automàtica.

9.10 Bomba elèctrica Mini Chiemsee

- Motor monofàsic de 230 V de 2,7 Kw;
- Capacitat de fins a 1.400 l/min;
- Aspira sòlids fins a 55 mm;
- Dimensions de 45 cm per 28 cm i 33,5 cm d'alçada;
- Pes de 29 kg;
- Pot treballar en sec.



Manegot rigid de 2 m amb ràcords Storz



Adaptador Storz-guillemin 70 mm



Vàlvula antiretorn

El motor

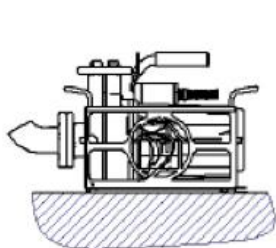
La turbina gira gràcies a la força motriu que li transfereix un motor elèctric de 2,7 Kw, de 230 V.

La bomba

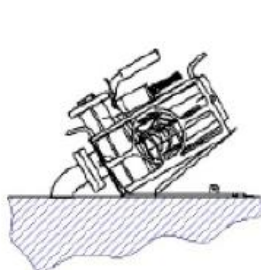
L'aigua entra per immersió al centre de la turbina de la bomba, que li augmenta la velocitat i la llença a la perifèria per efecte de la força centrífuga, cosa que produeix un augment de pressió que l'obliga a dirigir-se cap a la sortida d'impulsió.

Aquesta electrobomba està particularment indicada per a esgotaments en locals confinats (per exemple els garatges, forats d'ascensors, etc.), ja que si hi col·loquem una motobomba, els gasos del tub d'escapament ens poden ocasionar problemes.

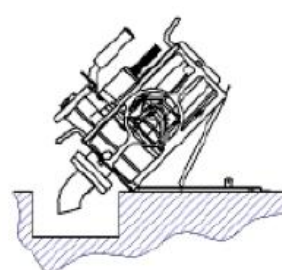
La podem fer treballar en diverses posicions:



Bombeig en immersió



Bombeig en superfície



Bombeig en rasa

9.11 Les motobombes

Són bombes portàtils accionades per un motor de combustió interna.

Utilitzem aquests aparells per evacuar aigües estancades, per inundacions en zones a l'exterior o locals ben ventilats. També ens serveixen per impulsar aigua des d'una bassa fins a una línia en un foc forestal.



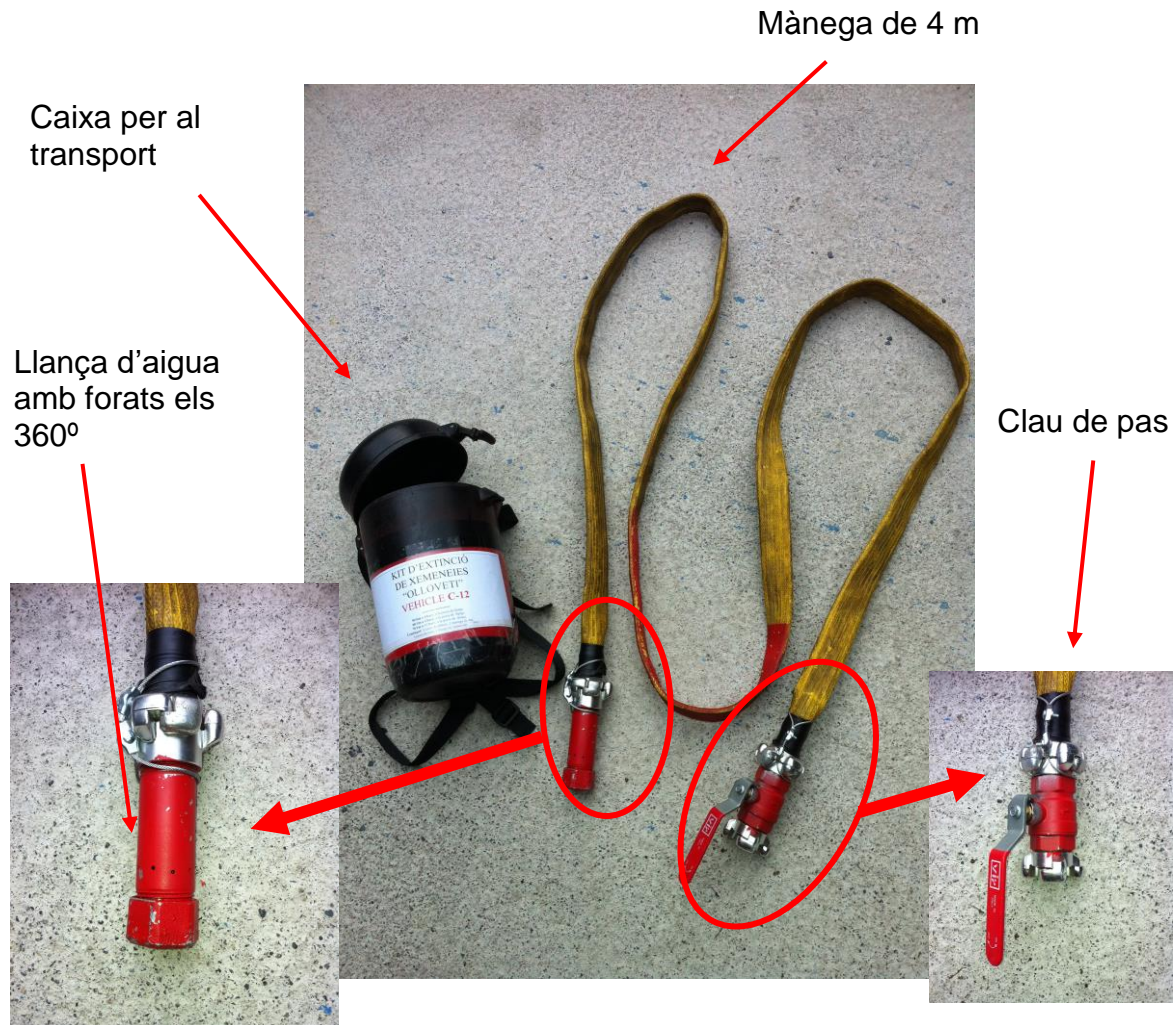
- 1- Xassís transportable
- 2- Dipòsit de benzina
- 3- Palanques de pas de benzina, estàrter i de velocitat
- 4- Corda d'arrencada
- 5- Botó ON/OFF

- 6- Tap d'encebar per gravetat
- 7- Sortida d'impulsió d'aigua
- 8- Entrada d'aspiració d'aigua
- 9- Cos de bomba i turbina d'alumini
- 10- Dipòsit i nivell d'oli

Les motobombes flotants són anàlogues de les motobombes convencionals, amb la diferència que estan dotades d'un flotador per poder surar sobre la superfície de l'aigua.

9.12 Equip d'extinció de focs de xemeneia Olloveti

L'equip es compon de:



10. Les mànegues

Les mànegues són elements que utilitzem per conduir l'aigua a pressió des de la bomba del camió o de qualsevol bomba fins les llances, les mànegues han d'estar en bon estat i enrotllades correctament a fi de no perdre temps durant les instal·lacions.



Podem distingir tres categories de mànegues:

10.1 Les mànegues d'impulsió

De diàmetre 25, 45 i 70 mm, aquestes serveixen per portar l'aigua des d'un punt d'aigua (moto bomba, bomba del camió o hidrant) fins a les llances.

Les del DEPEIS són de quatre capes (Blindex), tenen una gran resistència davant la temperatura, les flames, la tracció, el fregament, la pressió i els productes químics.

Estan dissenyades per resistir pressió interior positiva. No es poden utilitzar per aspirar (pressió interior negativa), ja que en ser flexibles es col·lapsen.

DADES TÈCNIQUES			
Diàmetre interior	25 mm	45 mm	70 mm
Pes aprox. (g/m)	200	375	650
Ruptura mínima a la tracció (kg)	1.050	2.000	3.200
Pressió mitjana de ruptura (kg/cm ²)	80	55	50
Pèrdues de càrrega cada 25 m (bars)	0,55	0,37	0,14

PROVES DE LABORATORI	
Resistència a la temperatura	80 segons a 600°C
Resistència a la flama directa	Es trenca al cap de 78 segons

10.2 Les mànegues d'alimentació

De diàmetre 70 o 110 mm, aquestes serveixen per portar l'aigua de l'hidrant a un punt d'aigua (moto bomba, bomba del camió, divisió, columna seca).

10.3 Els manegots d'aspiració

Els són confeccionats amb una funda de cautxú i reforçats per una espiral metàl·lica per evitar que es puguin aplanar durant la maniobra d'aspiració de la motobomba o la bomba del camió. Són anomenats semirígids i existeixen de diàmetres 45, 70 i 110 mm.

10.4 Precaucions de la seva utilització en les instal·lacions

Les mànegues estan concebudes per treballar en condicions extremes. Elles resisteixen l'abradió, els U.V. i la calor. Són les responsables que l'aigua arribi fins a les llances amb una pressió de treball correcte. És per això que tota anomalia o fuga sobre la mànega, ha de ser senyalada i reparada, el reemplaçament de la mànega i la seva reparació ha d'efectuar-se immediatament al retorn de la intervenció.

10.5 Maniobres bàsiques amb mànegues

10.5.1 Desplegament d'un rotlle per llançament (doble o senzill).

- Traiem la cinta que subjecta la mànega i la desem a prop nostre.
- Amb el rotlle perpendicular a terra, col·loquem els ràcords a la part inferior agafant-los amb la mà dreta i, amb l'esquerra, agafem tota l'amplada de la mànega per la part superior (foto 1).
- Separem les cames, flexionem el cos cap endavant, estirem el braç dret cap enrere i impulsem la mànega enèrgicament cap endavant sense deixar anar els ràcords.
- El llançament sempre ha de ser en línia recta i, si pot ser, mai amb pujada (foto 2).
- Per últim, separar els dos semi ràcords (foto 3).



foto 1



foto 2



foto 3

10.5.2 Plegament en rotlle senzill.

Aquesta manera de plegar l'hem d'utilitzar per a tots els tipus de mànegues: 70, 45 i 25 mm. Aquestes últimes les plegarem així, atenent el seu allotjament en el vehicle, més que no pas la seva utilització.



Per garantir un plegament correcte, s'aconsella fer-ho per parelles.

- Entre dos bombers, un a cada extrem, dobleguem la mànega en dues parts, col·locant-les una sobre l'altra (foto 4), de tal manera que el ràcord de la part superior quedi a uns 30 o 35 cm per darrere de la part inferior amb la mànega ben tibada.
- El bomber que es trobi a l'extrem dels ràcords els ha de deixar i ha d'anar a l'altre extrem. Ha d'agafar la mànega aixecant-la i d'esquena als ràcords, a 1 m del bomber que es trobi a l'extrem del doblec (foto 5).



foto 4



foto 5

- El bomber que es trobi a l'extrem del doblec, l'ha d'enrotllar a mesura que l'altre va retrocedint i col·locant la part superior just per sobre de la inferior fins a arribar als ràcords. El ràcord superior ha de sobresortir just la seva mida inferior.

10.5.3 Plegament en rotlle doble.

Aquest tipus de plegament només l'hem d'utilitzar per a mànegues de 25 mm i principalment per omplir les motxilles de transport de mànegues, o per allotjar-les a l'interior dels armaris dels vehicles.



Aquest tipus de plegament requereix dos bombers per plegar una mànega.

- Estenem la mànega a terra doblegada per la meitat, de manera que les dues meitats estiguin tocant-se, ben tacades i amb els ràcords a la mateixa alçada.
- Dobleguem l'extrem superior de la mànega en forma de triangle formant un angle de 45° (foto 6).



foto 6



foto 7

- Enrotllem conjuntament les dues parts de la mànega procurant mantenir-les ben tacades i paral·leles fins a arribar als ràcords (foto 7).
- Col·loquem el rotlle en posició plana, posem el genoll a sobre per acabar de tibar la mànega i, seguidament, hi posem la cinta per subjectar-la (fotos 8 i 9).



foto 8



foto 9

10.5.4 Plegament en madeixa.

Aquesta manera de recollir només l'hem de fer servir per a mànegues de 25 mm, durant la retirada d'instal·lacions o bé per omplir les motxilles de transport de mànegues. És el tipus de plegament idoni per replegar i transportar les mànegues d'un servei a un altre fins que en puguem fer el plegament definitiu al parc, després de netejar-les.

Aquesta acció la pot fer un sol bomber.

- Dobleguem la mànega en dues parts i igualem els ràcords.
- Introduïm un braç pel doblec i passem l'altre braç per sota de les dues parts de mànega.
- Recollim la mànega amb el primer braç tot creuant-la (foto 10) i ens la col·loquem al canell; fem el mateix amb el segon braç i així successivament, procurant que l'encreuament quedi centrat entre els dos braços i que cada vegada la nova llaçada desplaci les anteriors cap al colze formant una madeixa.



foto 10



foto 11

- Traiem un dels braços i deixem caure la madeixa a plom per igualar els ràcords de la part final de la mànega, de manera que la volta final sigui més llarga que la madeixa.
- Amb la mà lliure, agafem la part final a uns 50 cm dels ràcords. Fem mitja volta a la madeixa i formem una baga. Si el final de la mànega queda massa llarg, donem una volta o mitja més a la madeixa en lloc d'augmentar les voltes.
- Empalmem els ràcords (foto 11).

10.5.5 Desplegament d'una madeixa per llançament.

En aquest cas sempre ho hem de fer per llançament, mai per tracció.

- Desconnectem els ràcords.
- Desfem la baga.
- Amb una mà subjectem els extrems de la mànega on hi hagi els ràcords i, amb l'altra, la madeixa (foto 12).



foto 12



foto 13

- d) Impulsem la madeixa cap enrere a fi de llançar-la cap endavant, sense deixar anar els ràcords (foto13).
- e) El llançament sempre ha de ser en línia recta i procurant que quedi totalment estirada.

10.5.6 Desplegament d'un rotlle per tracció a peu.

Aquest tipus de desplegament només l'hem d'utilitzar amb les mànegues plegades en rotlle senzill i, especialment, per a les mànegues de 70 mm, directament des de la bomba del camió o des d'un hidrant.

- a) Col·loquem el rotlle horitzontalment a terra.
- b) Un bomber agafa el ràcord exterior i el connecta on calgui tot trepitjant la mànega.
- c) Un segon bomber agafa l'altre ràcord per tibar de la mànega fins a estirar-la del tot cap a la direcció desitjada (foto14).



foto 14

10.5.7 Plegament en Palmera o Cleveland.

Objectiu: recollida "en palmera" de les dues mànegues de la motxilla d'atac perquè no requereixi desplegat previ a la pressurització (només les de la motxilla d'atac, per a accés del replà a l'interior de l'habitatge).

Mètode:

Plegat: recollir en trams de 60- 80 cm tal com pot veure's en les fotos. Plegar en "palmera" cuidant de deixar el ràcord extern en el costat exterior de la "palmera".

Introduir en la motxilla tal com ho fem amb l'altre sistema de recollida.

Desplegat/Pressurització: una vegada tirada mànega des de l'autobomba fins al replà, extreure de la motxilla d'atac les dues mànegues (sense desplegar i sense extreure la goma), bifurcació i llança. Molt important respectar el sentit de les connexions (L'AIGUA SEMPRE ENTRA PEL RÀCORD EXTERIOR PER A SORTIR PER L'INTERIOR).

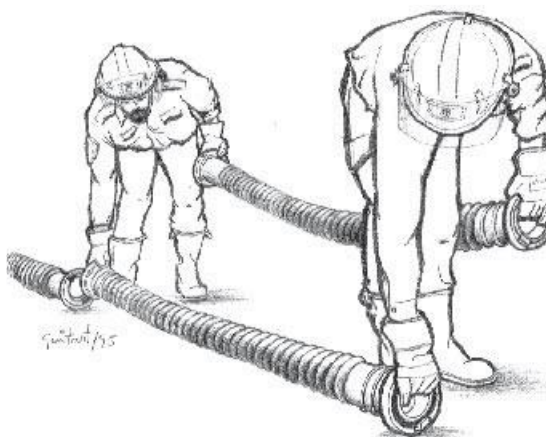


10.6 Muntatge dels manegots

Abans de realitzar el muntatge de la instal·lació de manegots, cal controlar la presència i el perfecte estat de les juntes, així com l'estat general dels manegots i dels ràcords.

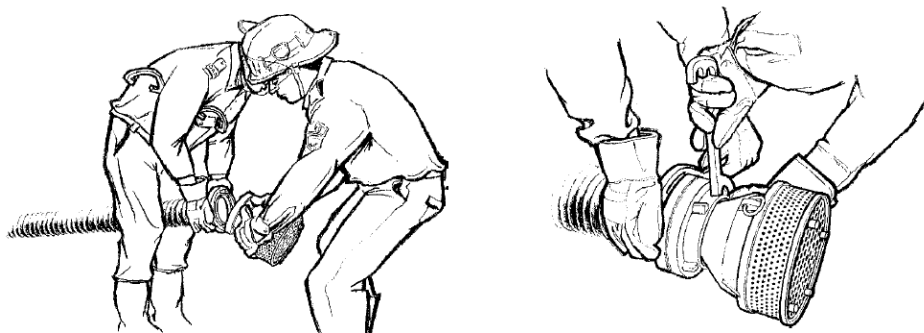
Cal fer una inspecció visual i ràpida cercant malformacions o trencaments de la malla dels manegots o altres possibles entrades d'aire.

Calculem la distància de manegots necessària per fer una aspiració òptima i, entre dues persones, situem una línia de manegots, intentant no arrossegar els ràcords a fi i efecte que no s'omplin de sorra.



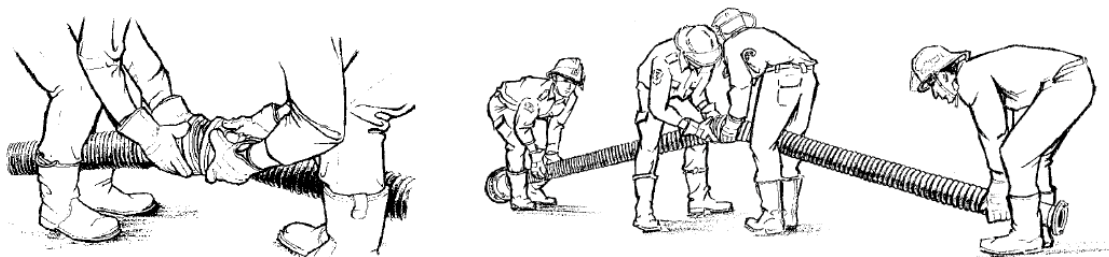
La maniobra d'aspiració s'iniciarà connectant els manegots a la crepina d'aspiració. Per treballar ràpidament i amb les mans desocupades ens posarem la clau de manegots sota l'aixella contrària a la mà amb què collem o aflixem els ràcords, mantenint els manegots bloquejats entre les dues cames.

Per connectar els manegots amb ràcords de tipus Storz, tant si la maniobra es realitza entre dos bombers com si es realitza entre quatre, cal seguir les següents indicacions:



Inicialment, s'ha de mantenir una lleugera inclinació entre els manegots. Girarem els ràcords fins a situar els encaixos al marge superior i inferior. Encaixarem, en el marge inferior, la femella d'un d'ells amb el mascle de l'altre i anivellarem els ràcords, encaixant així el joc femella-mascle situat al marge

superior. Per bloquejar l'encaix cal girar amb la mà els ràcords i collar-los després amb la clau de manegots.



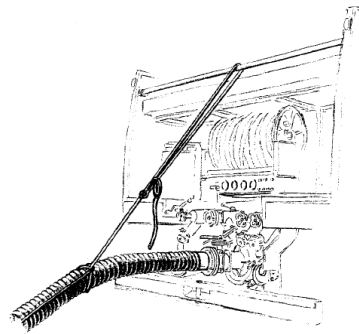
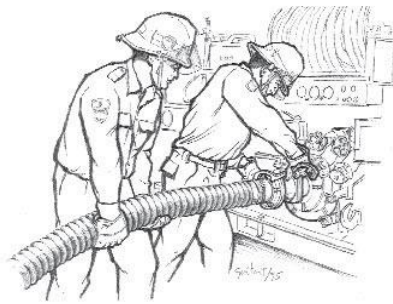
Per connectar els ràcords de tipus Guillemin, cal girar els tascons de fixació del ràcord fins que quedin per darrere de l'encaix. Encararem els manegots i connectarem els ràcords bloquejant les falques contra els encaixos. Assegurarem el bloqueig amb les claus de manegots.



Un cop hem obtingut la distància de manegots adequada per a l'aspiració, lligarem la crepina i els manegots per la banda dels ràcords. També lligarem una corda a la vàlvula de drenatge de la crepina d'aspiració (en el cas que estigui equipada amb la vàlvula de retenció).

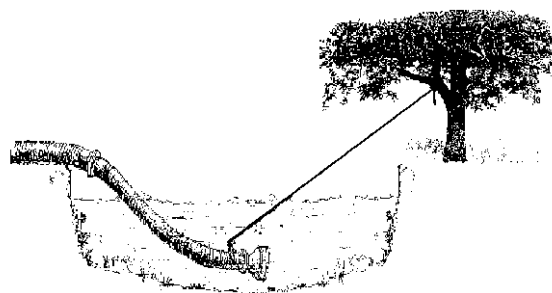
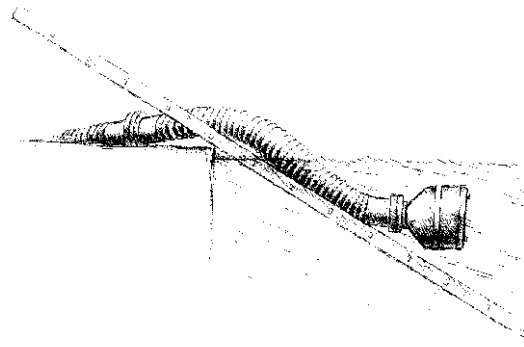
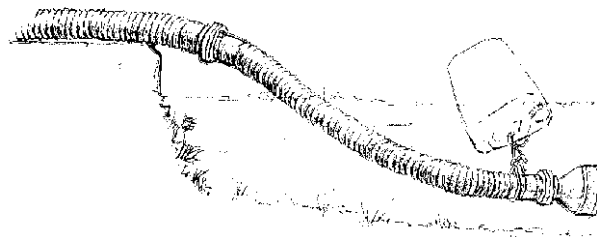
Cal vigilar no invertir els ancoratges a la crepina, assegurant-se de lligar una corda a la vàlvula de retenció i l'altra a l'ancoratge de subjecció de la crepina.

El cap de la corda amb la qual hem lligat els manegots el fixarem al camió. Si en el manegot connectat a la bomba es forma una corba molt pronunciada, que podria provocar una reducció de la secció en el manegot i, en el pitjor dels casos, una deformació permanent en la seva estructura, podem fer una última volta amb la corda al mig del manegot per adreçar-lo, tal com es veu al dibuix.



Aquesta corda també la podríem utilitzar per dirigir la instal·lació de manegots cap al lloc escollit per a realitzar l'aspiració. En el cas que l'autobomba estigui situada just a sobre del punt d'esgotament, podríem forçar una curvatura lateral de la instal·lació.

El filtre no ha de tocar mai el fons, ja que si té sorra o brutícies es poden produir tapaments. Diferents sistemes per evitar-ho (vegeu els dibuixos que hi ha a continuació).



11. Les llances

11.1 Una mica d'història

A principis de segle, l'extinció d'incendis no era un treball fàcil. Abans d'utilitzar les bombes d'impulsió, els focs s'apagaven a través de línies d'homes que subministraven cubs d'aigua. La introducció de les bombes va obrir un nou camp d'investigació sobre els diferents mètodes per aplicar aigua sobre un foc usant mànegues i llances.

La possibilitat d'impulsar aigua a una certa velocitat des d'un lloc lluny del foc, va donar pas a la introducció d'un element que va permetre aplicar amb avantatge l'aigua sobre el foc. A aquest element se li va anomenar llança.

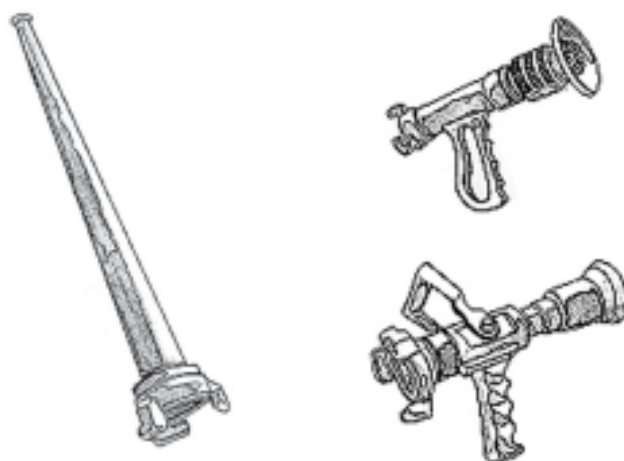
Les primeres llances que es van utilitzar van ser llances còniques de secció fixa, però eren eines amb grans carències i inconvenients, com per exemple, el poc aprofitament de l'aigua, la forta reacció que patien els bombers des de la llança, el dany secundari que produï l'aigua i la nul·la protecció que proporcionaven a l'operador.

Els bombers que feien servir aquests tipus de llances, es van adonar compte que col·locant un dit al braç trencaven el raig, i el foc s'apagava més de pressa i millor.

Lògicament, en llançar el raig d'aigua es nebulitzava, absorbint més la calor.

Llança de pitorra

Llança multi efecte



Durant la Segona Guerra Mundial, la Infanteria de Marina dels Estats Units, va desenvolupar una nova tècnica d'extinció per incendis a interiors. En comptes d'intentar apagar l'origen del foc, com es feia abans, l'atac es dirigia a la barreja de gasos de l'estança en qüestió. Els gasos de la combustió es barrejaven amb el vapor d'aigua, resultant de l'evaporació de l'aigua sobre les superfícies calentes immediates al foc.

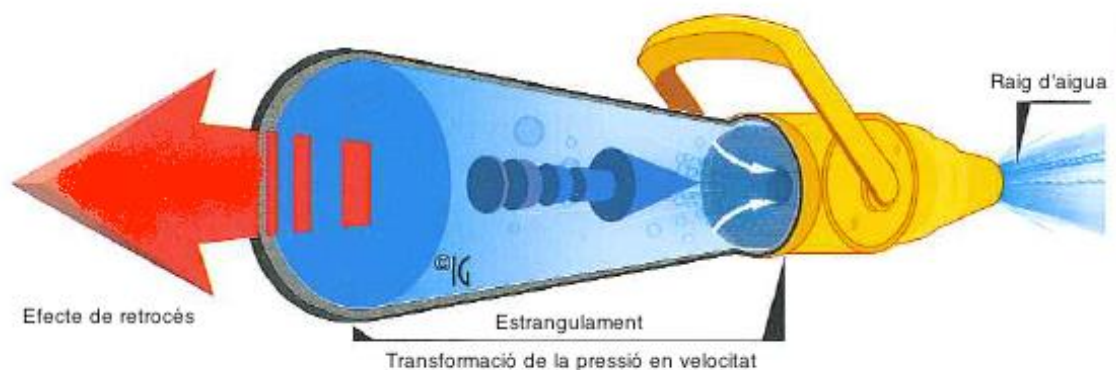
Per obtenir una bona producció de vapor d'aigua, s'utilitzaven tubs aplicadors que consistien en una mena de braç, amb molts orificis de mida petita, que proporcionaven una ruixada molt fina.

Les principals característiques que ha de tenir una llança són:

- Un disseny simple que permeti el seu ús en situacions complicades, durant la nit i quan es porten els guants molls.
- Un bon raig compacte per poder aconseguir la penetració necessària en aquells punts de difícil accés.
- La possibilitat de variar el cabal.
- La possibilitat de variar l'angle de dispersió farà possible cobrir una superfície determinada amb l'aigua d'extinció sense necessitat de desplaçar-se. L'angle de major amplada ha de ser prou perquè la ruixada en aquesta posició protegeixi al mateix bomber.
- La possibilitat d'autoneteja. Durant l'extinció d'un incendi dins les mànegues s'introdueix fang, brutícia i altres partícules; per això, és essencial poder obrir suficientment la llança i eliminar les partícules durant l'extinció.
- Una mida de gota adequada. La possibilitat de poder variar la mida de les gotes resulta molt beneficiós. Una llança moderna ha de produir gotes d'una mida no superior a 0'3 mm. Per aconseguir aquesta mida de gota, la llança ha de tenir un disseny especial, però a vegades és millor una mida de gota gran que tingui prou energia perquè renti de combustible la superfície que crema.

11.2 Les llances

La llança és un mecanisme que, connectat a l'extrem final d'una instal·lació de mànegues, accelera l'aigua a la sortida, tenint una major protecció a una distància determinada i adapta la forma més adequada d'aquesta sortida d'aigua, sigui a raig directe, polvoritzada o formant una pantalla de protecció.



El cabal en una llança depèn de la secció del forat i de la pressió que li arribi.

Quan el fabricant indica un cabal, si no fa referència a la pressió, s'entén que és de 7 bars en llança.

La màxima obertura del difusor per obtenir una cortina de protecció acostuma a oscil·lar entre 120° i 130°. Entre aquesta posició i el raig compacte es pot fixar en qualsevol punt, segons les necessitats, però bàsicament hi ha tres posicions: raig tens, con d'atac i cortina de protecció.



11.3 Diferents tipus raig:

11.3.1 Raig tens:

És el que es projecta en línia recta i no augmenta la secció durant una certa prolongació.



A partir d'un moment s'origina el punt de divisió, a partir del qual, la pèrdua de velocitat fa que l'aigua es comenci a polvoritzar. Llavors serà menys eficaç i potser fàcilment emportada pel vent.



El raig tens ha de permetre obtenir:

- Un gran abast que els altres raigs, ens permetrà un atac a distància per protegir al binomi, tant per a la radiació del mateix incendi com a l'exposició a altres riscos lligats a l'extinció d'incendis (enfonsament, propagació, fenòmens tèrmics, etc.).
- Un major poder penetrant que permet obtenir efectes mecànics particularment eficaços sobre els focs de massa.
- Una millor precisió d'atac al foc per la seva linearitat.



Presenta els inconvenients:

- Absorció de calor per l'aigua projectada és inferior a la realitzada pels raigs difusos.
- Per la seva força, pot ocasionar danys als objectes o estructures i propagar el foc per la projecció de matèries enceses.
- L'aigua a pressió amb aquest raig, crea un efecte de retrocés, més o menys important en funció del tipus de llança, podent desestabilitzar al portar llances i fer que la seva manipulació sigui més difícil.
- Aquest raig permet el pas fàcil de l'electricitat.

Característiques principals del raig tens	Utilitzacions principals
<ul style="list-style-type: none"> - Un gran abast - Bona penetració - Poca superfície de contacte - Mal refredament 	<ul style="list-style-type: none"> - Atac a l'aire lliure - Atac a distància (risc d'enfonsament de l'estructura, foc de vehicle, atac des de camió autoescala) - Si necessitem un efecte mecànic o penetrant dins d'una massa de combustible) - Extinció d'una gran superfície de foc - Vent fort -...

11.3.2 Raigs difosos

Un raig difós és un raig d'aigua compost de gotes d'aigua formades de manera que agafin el màxim de superfície a fi d'absorbir el màxim de calor.

Els raigs difosos ens permetran obtenir:

- Una acció eficaç per l'absorció de calor, alentir el fenomen de piròlisis i la producció de vapor permetrà ajudar per ofegament (reducció de la quantitat d'oxigen).
- El refredament i la protecció dels materials i/o estructures.
- La protecció dels intervinents per la radiació de l'incendi.
- Una major estabilitat, la manipulació d'una llança amb raig difós d'atac és més fàcil que amb el raig tens.

Presenta els inconvenients:

- Per la seva composició, són més sensibles a l'efecte de l'aire, vent i el tiratge del incendi.
- Tenen un abast inferior al raig tens.
- Poden, en cas de mala utilització de la llança, de propagar l'incendi en ajudar el desplaçament del foc, els fums, la calor; crear de vapors calents perillosos per al personal d'atac.

El porta llances, regula el con d'obertura dels raigs difosos a la seva conveniència per adaptar-lo a l'operació a realitzar (refredament de gasos d'incendi, atac del foc, atac de certs focs hidràulics, etc.).

De totes maneres, hi ha dos tipus de raig difós particulars que utilitzarem dins de les maniobres d'extinció:

Con d'atac

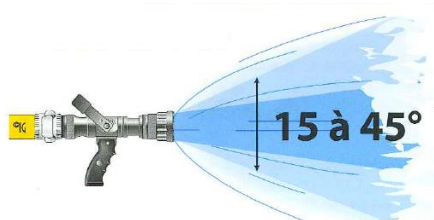


Cortina de protecció



11.3.3 Con d'atac:

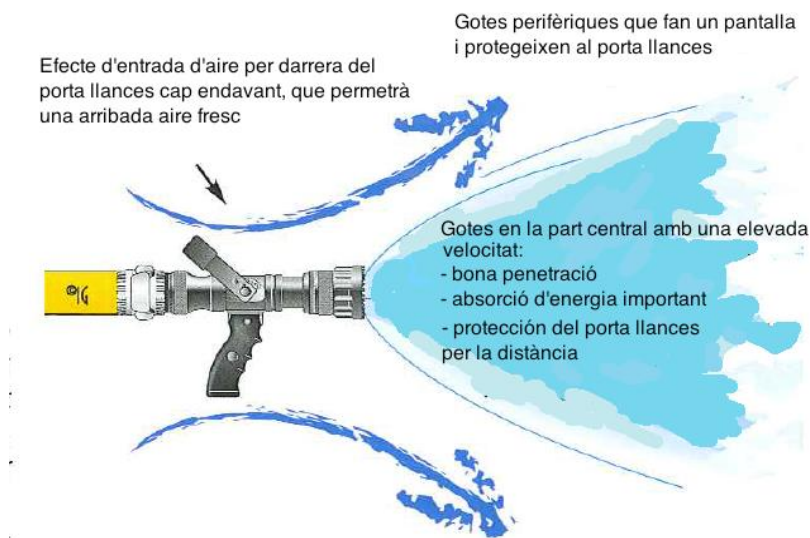
Aquest comença en el moment en què la prolongació del raig tendeix a eixamplar-se respecte a la sortida de llança fins a uns 45°.



Té una doble funció, la lluita contra l'incendi i la protecció del binomi contra la radiació tèrmica.

És un bon compromís entre la distància i l'eficàcia que permetrà obtenir l'abast suficient per polvoritzar l'aigua per absorbir el màxim de calor.

En presència de riscos elèctrics, si l'aigua a de ser utilitzada, el con d'atac ha de presentar com ha mínim un angle d'obertura de 30°.



Característiques principals del con d'atac	Utilitzacions principals
<ul style="list-style-type: none"> - Mig abast - Bona penetració - Gran superfície de contacte - Bon refredament 	<ul style="list-style-type: none"> - Atac en volums tancat o semi obert - Atac massiu - Focs virulents - Test del sostre - Refredament de gasos d'incendi - Sufocació per la creació de vapor d'aigua - ...

11.3.3 Cortina de protecció:

La cortina de protecció es produeix a partir dels 45° fins a la màxima obertura.

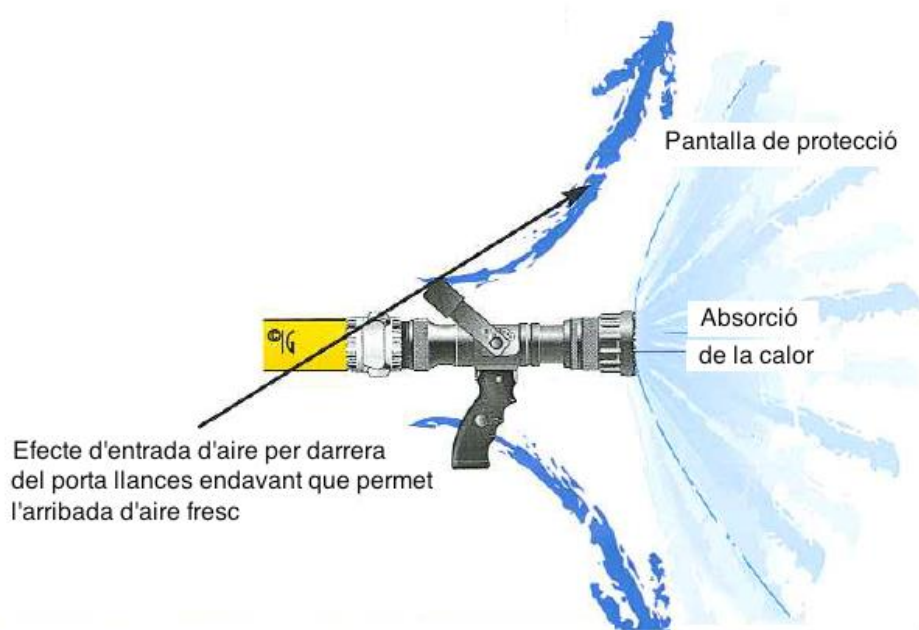


Aquesta cortina de protecció d'aigua que no representa gaire abast, si que permet una protecció important del binomi i té que ser utilitzada en cas d'una forta pujada de la calor, que potser continuu (ambient tèrmic fort dins d'un local) o instantani (retorn de les flames de l'incendi).

La cortina de protecció també s'utilitzarà per protegir el binomi per sobreviure a un incendi generalitzat (flashover) en un local tancat o semiobert.

La protecció està assegurada per:

- L'angle d'obertura màxima que protegeix al binomi de cap a peus.
- Una bona dispersió de l'aigua a l'interior del con.
- Un moviment d'aire del darrere cap endavant que permet una arribada d'aire fresc.



Característiques principals de la cortina de protecció	Utilitzacions principals
<ul style="list-style-type: none"> - Pobre abast - Ninguna penetració - Gran superfície de contacte - Molt bon refredament 	<ul style="list-style-type: none"> - Pantalla de protecció tèrmica - Protecció del binomi en cas de sobrevenir a un efecte tèrmic -...

11.3.5 Raig de neteja

El selector de cabal es posa en posició de neteja i s'utilitzarà en diferents moments durant les maniobres d'extinció.



Ja sigui en les maniobres d'obertura de porta, parer la piròlisi del materials mentre avancem dins l'interior d'un local tancat o semiobert o extinció de les brases d'incendi.

11.4 Les llances especials

Molts constructors han estudiat sobre llances de caràcter especial. Les llances canó remolc, llances pilotades des de la cabina dels vehicles, etc.

Aquí citarem entre d'altres les següents llances:

La llança canó, utilitzada en focs de gran envergadura o amb un gran poder calorífic. Aquesta no necessita un bomber, una vegada estigui instal·lada al seu lloc i té un abast molt més gran que una llança de mà.

També té una gran cortina de protecció quan la posem en posició de raig difós.



La llança monitor, és la que està instal·lada sobre algun mitjà aeri o camió, té les mateixes capacitats que una llança canó. Està alimentada per una columna fixa integrada al camió.



La pantalla d'aigua mòbil, concebuda per crear una cortina d'aigua i impedeix que els vapors tòxics d'un producte perillós, progressin pel vent.



12. Els mitjans de producció d'escuma

12.1 Les Escumes

L'escuma està formada per tres components: aigua, escumogen concentrat i aire.

Les escumes contra incendis consisteixen en una massa de bombolles plenes d'aire que es formen a partir de solucions aquoses d'agents escumants de diferents fórmules. Com que l'escuma és més lleugera que la solució aquosa de la qual es forma i més lleugera que els líquids inflamables o combustibles, sura sobre aquests líquids i produeix una capa contínua de material aquós que desplaça l'aire, refreda i impedeix les fuites de vapor amb la finalitat d'aturar o prevenir la combustió.

El DEPEIS treballa amb l'additiu BIO FOR N (escumant i humectant) per a focs forestals, focs urbans i focs industrials. S'utilitza a molt baixa concentració: escumant 0,2% a 1% i humectant 0,2% a 0,5%.

Escumogen

Producte líquid que, dissolt en aigua en la proporció adequada, és capaç de produir una escuma per incorporació d'aire; d'utilitat per a l'extinció d'incendis. És l'emulsor que portem dins les garrafes de 25 litres dins dels camions.

Escumant

És la dissolució de l'escumogen en aigua que s'obté mitjançant la barreja que preparam amb els pre mescladors.



Premesclador



Bidó d'escumogen concentrat

Humectant

Es tracta d'additius que modifiquen les característiques superficials de l'aigua, cosa que permet augmentar-ne sensiblement l'eficàcia. És el que anomenem habitualment aigua dopada, un agent extintor molt semblant a l'escuma. Aconsegueix una reducció de la mida de les gotes d'aigua generades i més penetració de l'aigua en el cas dels combustibles sòlids.

Escuma

Agent extintor format per un aglomerat estable de bombolles obtingudes a partir de l'escumant per incorporació d'aire. Cal que s'estengui sobre la superfície del combustible que s'ha d'extingir formant una capa que exclou el contacte amb l'oxigen de l'aire i impedeix l'emissió de vapors.

Coeficient d'expansió

Relació entre el volum final de l'escuma assolida i el volum original de l'escumant que la produeix. Depèn de l'escumogen i de l'equip utilitzat per produir-lo.

- Baixa expansió: coeficient inferior al 20%, abast de 10 metres aprox.
- Mitjana expansió: coeficient comprès entre el 20% i el 200%, abast de pocs metres.
- Alta expansió: coeficient superior al 200%, no té abast.

Dosificació

Proporció en què es dilueix un escumogen en aigua.

12.2 Premesclador

El premesclador és l'element d'una instal·lació d'escuma mitjançant el qual es realitza la mescla d'aigua i Escumogen i que finalment, en barrejar-se amb l'aire a la llança, forma l'escuma.

Els premescladors o proporcionadors s'intercalen en les línies que fan la succió del producte per efecte venturi. Un estretament al corrent d'aigua provoca un augment de la velocitat amb la consegüent reducció de la pressió, que és la responsable de l'aspiració de l'escumogen.

Els premescladors portàtils solen ser regulables entre l'1% i el 6%. Les pèrdues de càrrega que produeixen al corrent d'aigua és important, al voltant d'un 30% a un 40%.

Característiques

Els premescladors muntants en línies (proporcionadors d'efecte venturi), estan dissenyats per a treballar amb equips amb un cabal i una contrapressió determinats, i no pot utilitzar-se cap altre equip d'escuma diferent del previst. En tota instal·lació d'escuma cal fer correspondre el cabal de treball dels premescladors amb el de les llances. De no ser així, el rendiment no serà l'òptim.

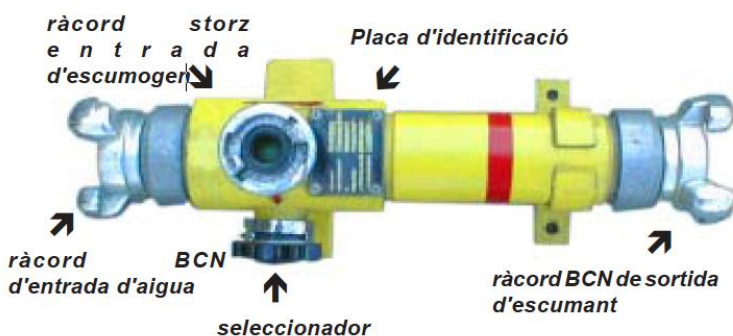
Tot premesclador és dissenyat per treballar exclusivament amb un determinat cabal.

El mateix succeeix amb les llances. Si no existeix correspondència entre els cabals de treball de la llança i del premesclador és impossible aconseguir fer funcionar correctament cap instal·lació d'escuma. Si no es munta la llança adequada o es col·loquem més llances en la línia, la proporció serà incorrecta; el diàmetre i longitud de les mànegues també pot tenir influència sobre la dosificació obtinguda en fer variar les pèrdues de càrrega i, en conseqüència, la contrapressió a l'inductor.

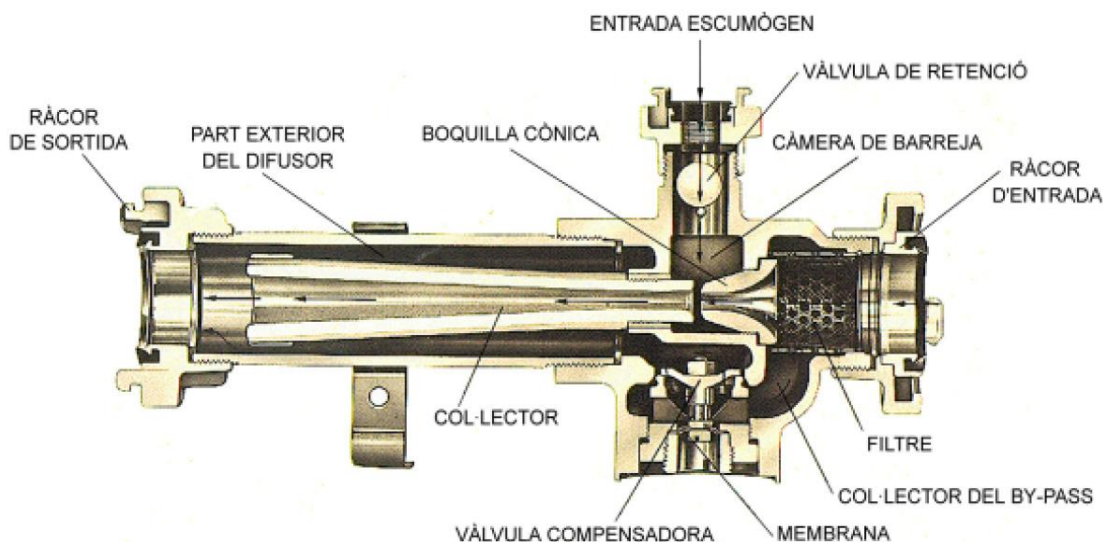


És important insistir en el fet que el bon funcionament d'aquests equips en depèn l'eficàcia de tota la instal·lació d'aplicació d'escuma. Conseqüentment, cal donar-li una importància primordial a la seva perfecta regulació, manteniment i utilització

Descripció externa d'un premesclador



Descripció interna d'un premesclador



Ràcord d'entrada

Ràcord Barcelona, ja sigui de 45 o 70 mm Ø segons el cabal del premesclador.

Filtre

Tota l'aigua que entra passa per un filtre d'entrada.

Càmbra de barreja

Zona del premesclador on es realitza la mescla d'aigua i escumogen donant per resultat l'escumant.

Boquilla cònica

Amb ella es redueix la secció del pas d'aigua a una secció d'uns 8 mil·límetres, aconseguint així un augment de la velocitat de l'aigua i una important disminució de la pressió.

Vàlvula de retenció

Serveix per obrir i tancar l'entrada d'escumogen a la càmbra de barreja. Actuarà en cas que a la càmbra de barreja és produeixi una sobrepressió i no una depressió.

Difusor o col·lector

Conducte que canalitza l'escumant resultant de la barreja aigua+escumogen.

Part exterior del difusor o col·lector

Zona del premesclador per on passa l'aigua que ha realitzat el circuit de by-pass per la vàlvula reguladora o de compensació.

Entrada escumogen

Ràcord storz per on es connecta el tub d'aspiració de l'escumogen.

Col·lector del By-pass

Zona del premesclador per on es deriva part de l'aigua en direcció a la vàlvula reguladora o de compensació.

Vàlvula compensadora o de regulació

Regula el cabal d'aigua a fi de mantenir constant la proporció d'escumogen escollit per mitjà del seleccionador.

Membrana

Part de la vàlvula de reguladora que actua a partir de certa pressió.

Seleccionador

Mitjançant una agulla que tanca o bé obre un forat, regula el pas d'aigua a la càmbra de barreja. El seleccionador porta inscrits el percentatges des del 0 al 6%.

Placa d'identificació

Lloc del premesclador on el fabricant i fa figurar les seves característiques tècniques, tals com el tipus, el cabal, la pressió de treball i les pèrdues de pressió. Aquesta informació pot variar segons el fabricant.

Ràcord de sortida

Ràcord de sortida del premesclador. Del mateix diàmetre que el d'entrada. En aquesta part final del premesclador és on es barregen els dos circuits d'aigua.

Fletxa indicativa de direcció d'ús

La major part dels fabricants indiquen la direcció d'ús del premescladors mitjançant una fletxa inscrita en la mateixa carcassa.

El cabal d'aigua que penetra pel ràcord d'entrada al premesclador es ramifica, un cop passat pel filtre d'entrada, en dos circuits:

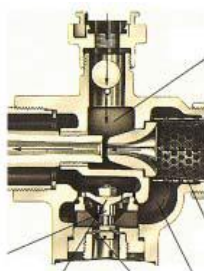
a) La major part de l'aigua passa, a través de la peça cònica que produeix el venturi, a la cambra de barreja. D'aquesta cambra passa al col·lector central en direcció a la sortida del premesclador. El ramal d'aigua que transcorre per la part central del premesclador és la que genera l'efecte venturi necessari per realitzar l'aspiració/ succió de l'escumogen que tenim al bidó. Aquesta succió es produeix per la depressió relativa resultant de l'efecte venturi a l'interior de la cambra de barreja.

L'escumogen procedent del bidó entra pel ràcord, passa per la vàlvula de retenció –que és aquella bola esfèrica que pot veure's des de l'exterior del ràcord- i arriba a la cambra de barreja. Un cop feta la barreja de l'aigua i l'escumogen, que donarà lloc a l'escumant, aquesta és canalitzada cap al difusor o col·lector cap a la sortida del premesclador.

b) La resta d'aigua que entra al premesclador realitza un circuit de by-pass per un col·lector que es comunica directament amb la sortida a través de la vàlvula reguladora o de compensació. Aquesta vàlvula reguladora serveix per graduar el cabal a fi de mantenir constant la proporció d'escumogen escollit mitjançant el seleccionador. Aquest seleccionador, mitjançant una agulla que tanca o bé obre un forat, regula un pas d'aigua a la cambra de barreja. Si el forat està tot obert, la disminució de pressió que es crea a la cambra.

Els dos ramals d'aigua tornen a ajuntar-se al final del col·lector o difusor central, just abans de sortir del premesclador.

Descripció del funcionament de la vàlvula de compensació



La vàlvula de compensació juga un paper fonamental en l'obtenció d'escumes de baixa i mitja expansió adequades ja que permet indirectament la regulació del mateix cabal d'aigua en ambdós casos, no alterant, d'aquesta forma, els percentatges de mescla.

El comportament de la vàlvula de compensació és com segueix.

La pressió de treball d'una llança de mitja expansió és d'aproximadament 3 Kg/cm² i de 6 Kg/cm² en les de baixa.

Aquesta diferència de pressió, salvant les pèrdues de càrrega pròpies del premesclador, per la qual cosa la pressió d'entrada és diferent quan es treballa amb una instal·lació de baixa o mitja expansió, sent aproximadament el doble en el cas de la baixa expansió.

En cas de no existir la vàlvula de compensació, s'alterarien de forma excessiva

els percentatges de mescla en funció del tipus d'instal·lació d'escuma que es vol dur a terme, donat que si a l'entrada del premesclador hi ha diferents pressions, els cabals que passen pel mecanisme del venturi seran diferents i, en conseqüència també ho serà tant la velocitat de circulació de l'aigua com la depressió creada en la cambra de barreja.

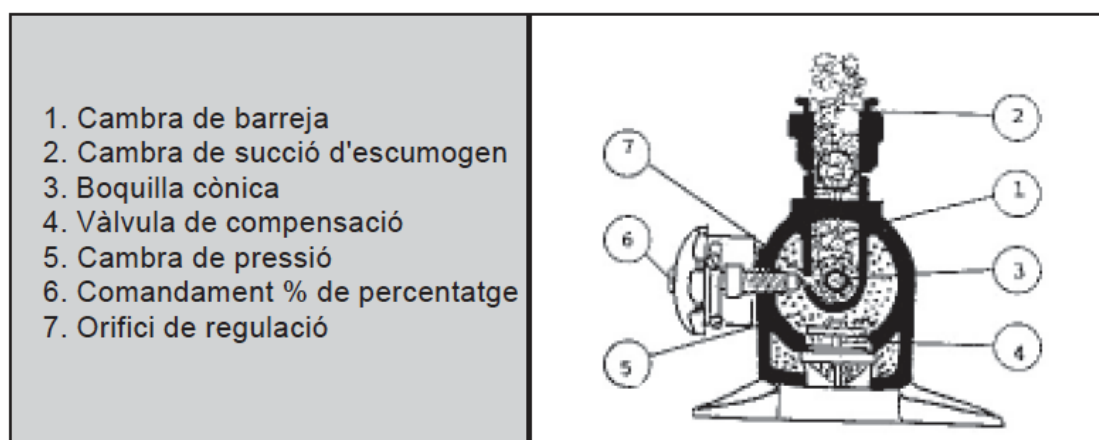
La vàlvula de compensació es comporta de forma que a l'incrementar-se la pressió a l'entrada del premesclador es produeix una major obertura de la mateixa i en

conseqüència una major secció del conducte en el qual es troba instal·lada, incrementant-se el cabal d'aigua que circula pel mateix en direcció a la sortida del premesclador. Amb això s'aconsegueix que el cabal que passa pel circuit que realitza el venturi sigui constant, i en conseqüència els percentatges de la mescla es mantingui adequats ja sigui per instal·lacions de baixa i mitja expansió.

Percentatge de mescla

Com ja hem indicat abans, la circulació d'un cabal determinat d'aigua a través d'una peça cònica amb molt poca secció a la seva part més estreta crea una depressió a la cambra de barreja.

Si observem la secció del premesclador podem apreciar com aquesta depressió s'aprofita totalment per realitzar la succió del líquid emulsor o escumogen si l'orifici de regulació es troba totalment obturat -moment en el qual s'aconsegueix el màxim percentatge de barreja.

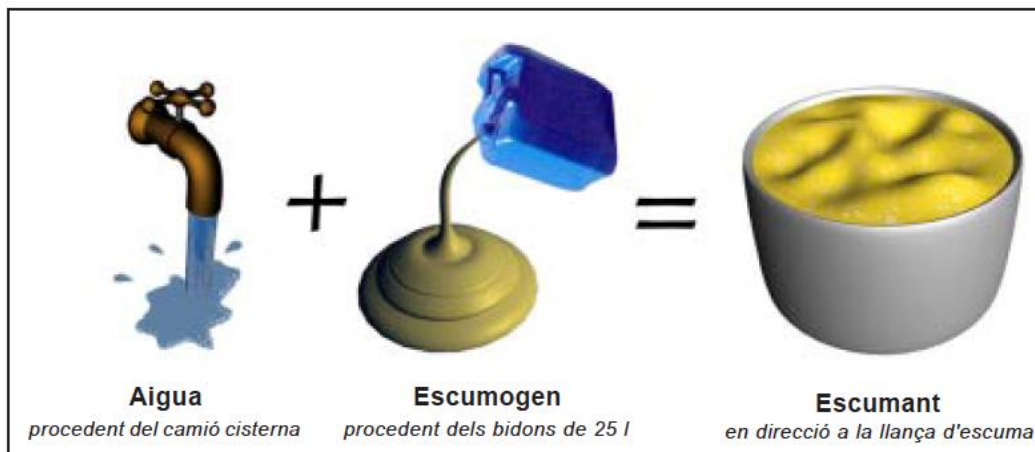


A mesura que separem el con del vàstag de la paret de la cambra de barreja s'aconseguirà proporcions de mescla (aigua-escumogen) inferiors, ja que part de la depressió creada es perd per l'orifici de regulació que succiona aigua de la cambra de pressió a través d'ell.

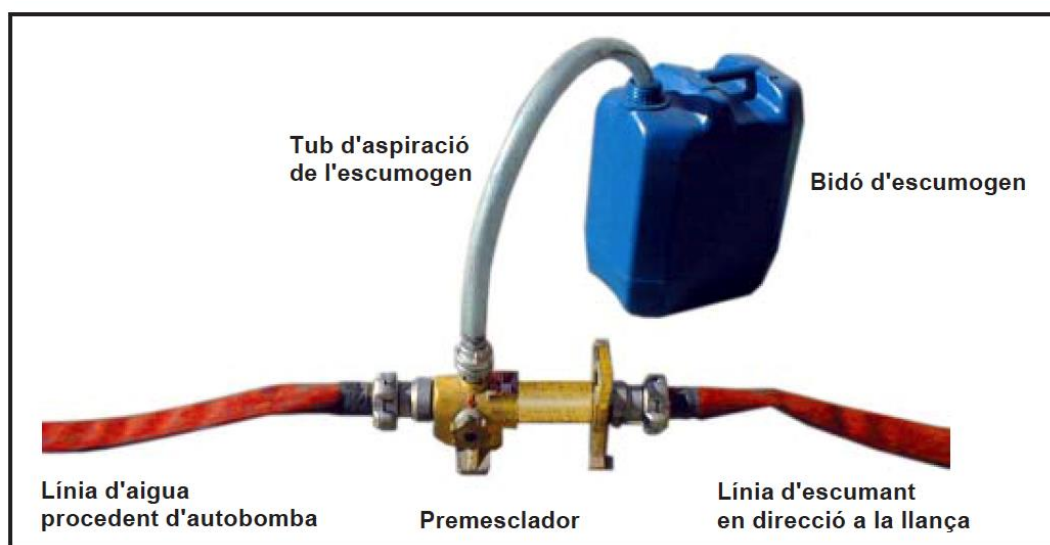
D'això es pot desprendre que quan es realitza una instal·lació d'escuma mitjançant premesclador en línia, a l'instant inicial de posada en pressió de la instal·lació el comandament en % de l'escumogen ha de trobar-se en la seva posició de màxim percentatge, ja que en aquesta posició la depressió creada en la cambra de barreja s'aprofita únicament per a la succió de l'escumogen, i, una vegada comprovat que per la mànega rígida d'aspiració de l'escumogen no existeixen bosses d'aire es podrà canviar el percentatge de barreja recomanat pel fabricant de l'emulsor.

Esquema bàsic d'instal·lació d'un premesclador intercalat a línia d'aigua

Ja hem dit que el premesclador és l'element que ens permet realitzar la mescla d'aigua i escumogen de forma regulada i permanent. El resultat serà l'escumant.



El mateix, traduït a la instal·lació d'escuma al voltant del premescladors seria:



Manteniment

Sempre cal realitzar una acurada neteja del premesclador i de la resta de materials utilitzats en les instal·lacions d'escuma. Cal evitar que l'escumogen solidifiqui a l'interior del premesclador provocant modificacions en el comportament d'elements com: la membrana i la vàlvula compensadora del circuit de by-pass; la vàlvula de retenció, l'orifici que genera el venturi, etc.

Consideracions

√ Treballar amb premescladors intercalats en línia suposa haver d'augmentar la

pressió de treball de la bomba un 35% o 40% més que si ho féssim directament des d'un premesclador situat a la bomba del vehicle.

√ El premesclador portàtil sempre s'intercalarà abans de la darrera mànega d'atac, així s'aconsegueix reduir les pèrdues de càrrega per fregament, que donada la viscositat de l'escumant, són molt més elevades.

√ La barreja entre aigua i escumogen ha de fer-se segons el percentatge indicat pel fabricant de l'escumogen.

12.3 Les llances

Tenen la missió d'emulsionar la barreja escumant enviada directament del vehicle o a través del premesclador afegint l'aire necessari per formar bombolles d'escuma i llançar-les a l'exterior.

El paper de les llances és fonamental dins l'esquema de funcionament i muntatge de les instal·lacions d'escuma, ja que és aquest element el que en determina el cabal del conjunt de la resta de la instal·lació.

Les llances es classifiquen segons:

- el seu cabal (200, 400 o 800 l/m)
- la seva relació d'expansió (baixa i mitjana).

Aigua dopada (de 0,2% a 0,5%)

No és un tipus d'escuma, sinó que és el resultat de la barreja d'escumogen amb aigua i s'utilitza amb una llança de les normals, les que utilitzem per a focs d'habitatge, industrials, etc.

Tipus de focs que podem extingir: focs forestals, de vehicles, contenidors, rodes, brossa i fustes. Amb mànegues de 45 mm i si la bomba del vehicle va equipada amb 25 mm.

Escumes de baixa expansió (0,5% a 1%)

Són les que tenen el coeficient d'expansió menor del 20%. Són bastant denses, amb un contingut elevat d'aigua. Apaguen per sufocació i per refredament; amb una fina capa d'escuma n'hi ha prou per impedir l'emissió de vapors.

Tipus de focs que podem extingir: contenidors, brossa, vehicles, rodes, fustes, hidrocarburs i petits focs vegetals.

Escumes de mitjana expansió (1%)

L'índex d'expansió és comprès entre el 20% i el 200%. Amb aquestes escumes es pot obtenir un volum important d'escuma amb poc líquid escumant i permeten cobrir molt ràpidament grans superfícies o inundar petits recintes. Són prou denses per utilitzar-les a la intempèrie.

Tipus de focs que podem extingir: vehicles, hidrocarburs (segellament) i sales de calderes (inundant per ràcord ZAG).

Escumes d'alta expansió (1%)

El seu coeficient d'expansió és superior a 200%. Es tracta d'escumes molt

lleugeres que permeten omplir ràpidament grans espais. Apaguen per sufocació, però tenen poc efecte refrigerant.

Tipus de focs que podem extingir: magatzems, sales de calderes.

12.4 Els sistemes d'escuma amb aire comprimit (CAF) per a extinció d'incendis

Historia

L'escuma amb aire comprimit (Compressed Air Foam CAF) s'aconsegueix en injectar aire a pressió en el flux d'una solució d'escuma. El sistema d'extinció CAF és un generador d'escuma d'alta energia que produeix bombolles uniformes de petit diàmetre, fortament impulsades en forma de doll. Els sistemes d'extinció CAF poden proporcionar escuma infinitament variable en el rang de consistències i amb creixent estabilitat. De fet, els sistemes contra-incendis CAF de canonada fixa proporcionen escuma de gran qualitat directament sobre el lloc de risc. Encara que els sistemes d'escuma contra-incendis es coneixen des de fa més de 100 anys, el primer esment del CAF com a agent extintor per a mànegas apareix en 1941 com a forma de combatre focs en ponts flotants. La tecnologia CAF s'ha vingut usant durant diverses dècades per afavorir la producció dels pous petrolers, en la indústria alimentària per aconseguir xocolatines esponjoses, per al rentat de cotxes, o en les cremes d'afaitar. En sistemes contra-incendis fixos, els sistemes CAF es van convertir en una realitat al final dels 1990 en aconseguir-se desenvolupar, en el National Research Council de Canadà, mètodes segurs de generar i transportar CAF a través de xarxes de canonades fixes usant filtres especials.

Des de llavors, la tecnologia per generar i distribuir CAF ha millorat, s'ha comercialitzat i s'han avaluat les seves característiques d'extinció en varietat d'aplicacions.

Fins a aconseguir-se aquest punt de desenvolupament, els sistemes d'extinció fixos per escuma utilitzaven filtres d'aspiració, i ruixadors. Cada sistema tenia els seus avantatges i desavantatges. En fer-se finalment possible enviar CAF per xarxes de canonada fixa i aplicar-ho al foc la tecnologia a dau un important pas avanci en l'evolució de l'extinció per mitjà d'escuma.

La tecnologia CAF va veure les seves primeres aplicacions en l'extinció de líquids inflamables vessats i en la de focs de magatzems en altura. Ja des del principi es va demostrar l'avantatge del sistema CAF enfront dels ruixadors normals o els nebulitzadors, utilitzant-se tant escumeges tipus A com a B. També es va demostrar l'economia derivada del menor ús d'aigua i la seva menor necessitat de concentració de escumogen, i també va millorar la visibilitat a la zona de foc protegida pel sistema CAF. Des de 1999 s'han produït grans avanços en el desenvolupament i avaluació d'aquesta tecnologia.

Beneficis del sistema CAF.

Els beneficis del sistema anti-incendis CAF que han impulsat el seu desenvolupament i fabricació, resulten evidents considerant de la seva capacitat d'extinció, la seva economia i la facilitat de la seva neteja.

La descàrrega CAF aconsegueix al foc:

La gran pressió amb que es distribueix el CAF, combinat amb l'energia de les bombolles d'escuma, permet la penetració efectiva del plomall de flames, aconseguint-se així una ràpida extinció.

Produeix escuma uniforme de petites bombolles, de gran energia:

CAF millora el temps de degradació de l'escuma i proporciona una millor barrera combustible vapor.

La seva excel·lent resistència a la reignició augmenta el temps de protecció després de la descàrrega.

Forma una manta d'escuma que aïlla la radiació:

La pel·lícula CAF es manté llarg temps sobre el combustible i s'adhereix a les superfícies verticals, proporcionant en tots dos casos una bona barrera de protecció tèrmica entre el foc i el material combustible.

Millora la visibilitat de l'àrea de foc:

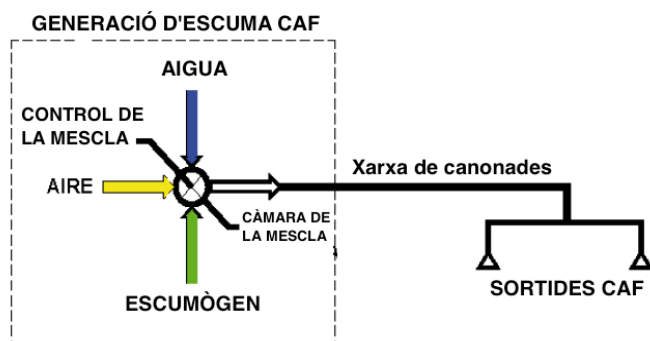
Al no formar amb prou feines vapor d'aigua durant l'extinció, s'assegura una bona visibilitat a la zona.

Es redueix significativament la quantitat necessària d'aigua i escumogen:

El flux de 0,04 gpm/sq ft. amb que pot treballar el CAF representa tan sols un 25% de l'aigua necessària per als sistemes estàndard de ruixadors aigua-escumeja que precisen una densitat de flux de 0,16 gpm/sq ft. Per al risc tipus B, la concentració d'escuma (AFFF) és solament del 2%, quedant reduïda per tant, a un terç, la concentració d'escuma. En combinació, ambdues reduccions resulten en l'ús de tan sols un sisè del escumogen requerit pels sistemes tradicionals. En llocs on el subministrament d'aigua és limitat o on es necessitin noves aportacions, la menor quantitat de solució d'escumogen necessària suposa un avantatge sobre els sistemes convencionals.

Major facilitat per a la neteja després del foc:

Els sistemes CAF, en utilitzar menors quantitats d'aigua i escuma, faciliten la neteja i el tractament dels desfets.



13. Coneixement de les necessitats i recursos d'aigua

Alimentació dels serveis d'incendi.

Els bombers, principalment utilitzen l'aigua per a l'extinció dels incendis. Per això necessiten llocs en els quals poder omplir les cisternes dels camions per complir la seva missió.

Atesa la naturalesa del lloc d'alimentació els classifiquem en:

13.1 Reserves naturals.

Les basses, rius, mars, pous, etc., són llocs en els quals poden alimentar-se els serveis d'incendi, encara que per això és necessari que es compleixin les següents condicions:

- a) En tot temps haurà de poder-se subministrar un mínim de 60 m³. hora, encara que en casos excepcionals aquesta quantitat pot ser inferior.
- b) Estar a menys de 500 - 600 m. de l'incendi.
- c) Trobar-se a menys de 6 m. d'altura sobre l'assentament del cotxe o motobomba.
- d) Ser accessible en tot temps. Per a la utilització d'aquestes reserves de vegades és necessari realitzar treballs de condicionament com, pavimentar una zona per situar el vehicle, murs de retenció en rius, etc.

13.2 Reserves artificials.

Les piscines, cisternes de recollida d'aigua, dipòsits, etc., constitueixen llocs adequats per a l'alimentació dels equips contra incendis, sempre que compleixin les condicions adequades de capacitat, accés i distàncies adequada.

Els treballs de condicionament d'aquestes reserves construïdes generalment amb altres finalitats sol reduir-se a col·locar tapes o boques per a la introducció dels manegots, i de vegades portes d'accés si es tracta de llocs tancats habitualment.

En raó d'un cas excepcional, qualsevol dipòsit, pot servir sempre que sigui accessible, tot i que la seva capacitat sigui inferior a 20 - 30 m³.

13.3 Xarxa de distribució d'aigua.

La xarxa de distribució té l'avantatge que cobreix tot l'espai previst, i permet situar les boques d'aigua en els llocs precisos, reduint per tant la longitud dels establiments de mànegues.

Normalment existeix un lloc de captació d'aigua en pou, riu o presa, i per un conducte que de vegades necessita instal·lacions d'impulsió per bomba, arriba

a un dipòsit a la ciutat, d'on per gravetat descendeix a les canalitzacions de distribució, el qual permet regular la despesa o cabal segons sigui la necessitat.

Com la distribució es fa en forma de malles, per mitjà d'una bona distribució de claus de pas, és possible alimentar un mateix punt de diversos llocs alhora, amb el que els riscos de tall d'aigua per avaria disminueixen. Aquestes mateixes vàlvules serveixen per posar fora de servei un tram en el qual s'han d'executar obres.

A aquesta xarxa de distribució van connectades totes les boques d'incendi, fonts públiques, immobles i qualsevol aparell situat en la via pública.

Amb dades de l'any 2011, al Principat d'Andorra, tenim 63 dipòsits d'aigua i 560 hidrants repartits de la següent manera:

- Canillo, 6 dipòsits i 132 hidrants (34 al Pas de la Casa)
- Encamp, 7 dipòsits i 82 hidrants
- Ordino, 11 dipòsits i 28 hidrants
- La Massana, 18 dipòsits i 84 hidrants
- Andorra la Vella, 4 dipòsits i 80 hidrants
- Sant Julià de Lòria, 11 dipòsits i 49 hidrants
- Escaldes-Engordany, 6 dipòsits i 105 hidrants

14. Posta en marxa dels dispositius d'alimentació.

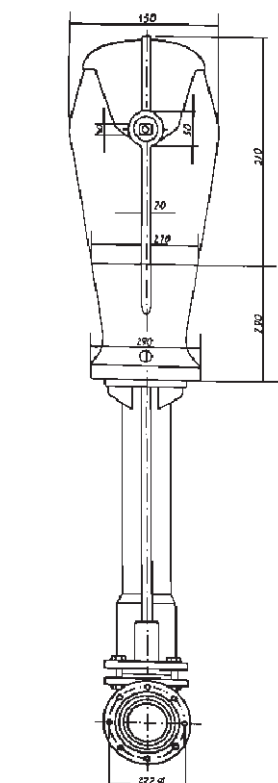
14.1 Els hidrants

Aparells hidràulics connectats a una xarxa d'abastament, destinats a subministrar aigua en cas d'incendi en totes les seves fases. Els hidrants han d'estar emplaçats a la via pública o en espais d'accessibilitat equivalent per a vehicles de bombers, i a una distància tal que qualsevol punt d'una façana a nivell de rasant estigui a menys de 100 metres d'un hidrant.

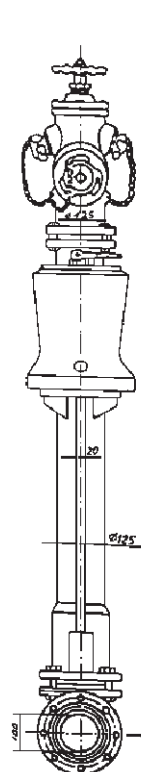
S'han d'ubicar en llocs accessibles per als vehicles d'extinció d'incendis, fora dels espais destinats a circulació i estacionament de vehicles.

FITXA TECNICA

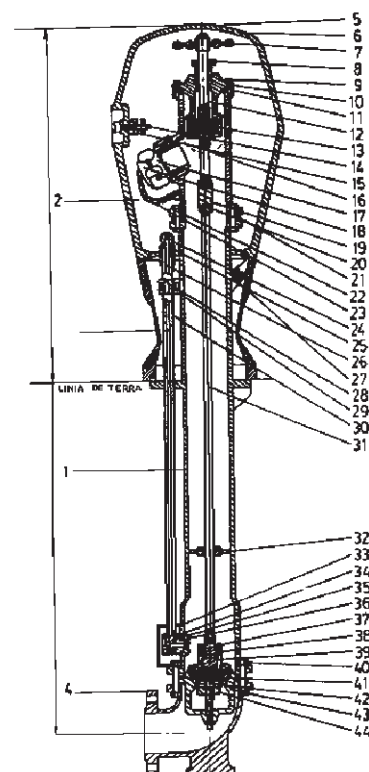
- 1 Columna
- 2 Cos de la presa
- 3 Envolvent "copa"
- 4 Colze d'entrada d'aigua
- 5 Tapa exterior amb clau
- 6 Contratapa exterior
- 7 Volant de maniobra
- 8 Tap premsa-estopada
- 9 Cargol de fixació
- 10 Cos d'estopada
- 11 Junta de goma
- 12 Cargol de maniobra
- 13 Femella cargol volant
- 14 Cargol de tancament de les tapes
- 15 Femella de tancament de les tapes
- 16 Racor de 45 o de 70
- 17 Racor de 70 o de 100
- 18 Tapa del racor
- 19 Extrem de l'eix quadrat
- 20 Passador elàstic
- 21 Junta de goma
- 22 Cargol de fixació
- 23 Cadenes de retenció
- 24 Manivela de desguas
- 25 Tap de l'extrem del tub
- 26 Eix de la vàlvula de desguas
- 27 Cargol de fixació "copa"
- 28 Semibrida vàlvula
- 29 Cargol de fixació
- 30 Tub de protecció
- 31 Eix de l'estrella
- 32 Estrella guiadora
- 33 Tapeta pràctic vàlvula



- 34 Junta platina vàlvula
- 35 Nucli aixeta desguas
- 36 Cos aixeta drenatge
- 37 Extrem eix quadrat



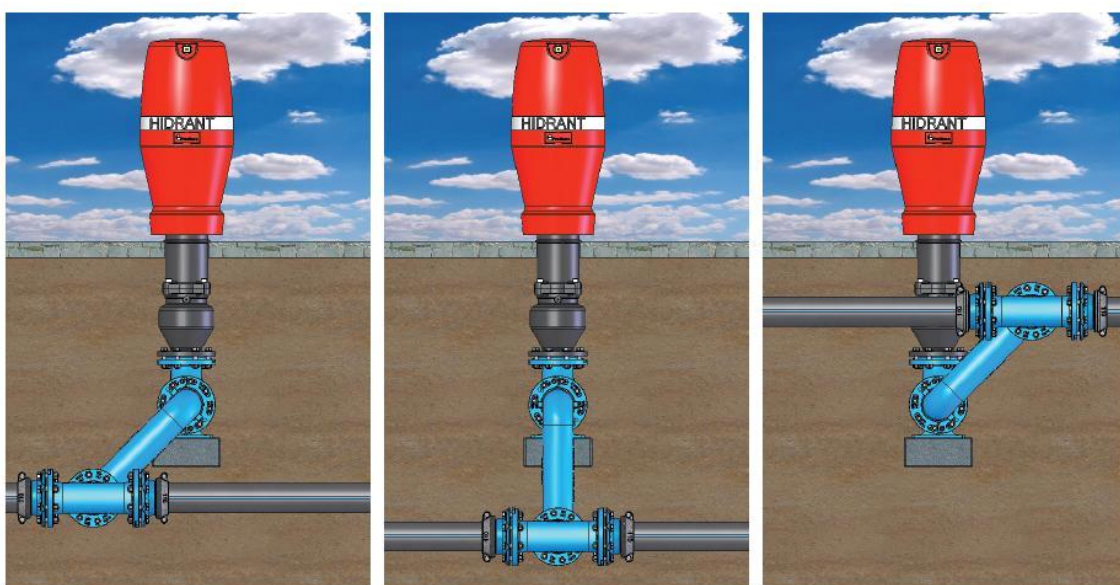
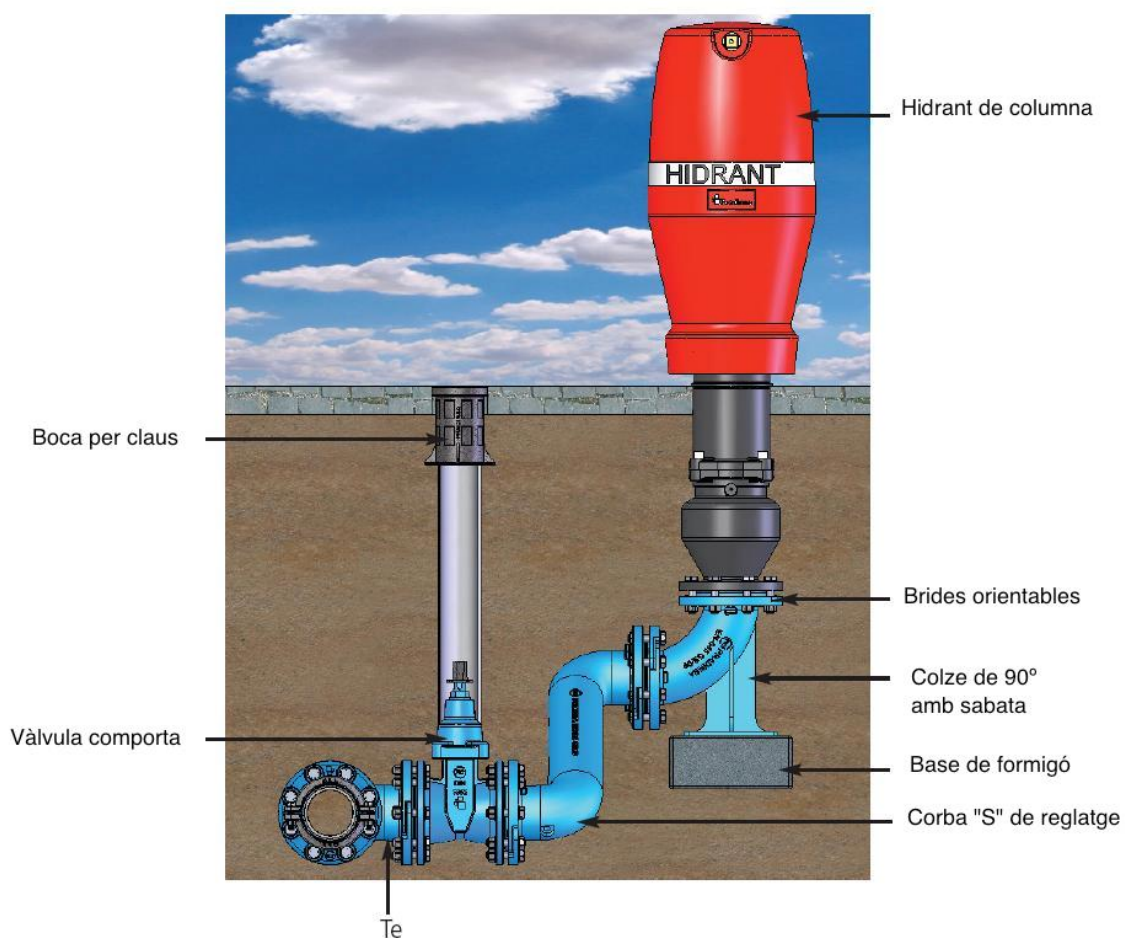
- 38 Femella d'unió
- 39 Platina de pressió
- 40 Cargol d'unió
- 41 Junta de goma cònica



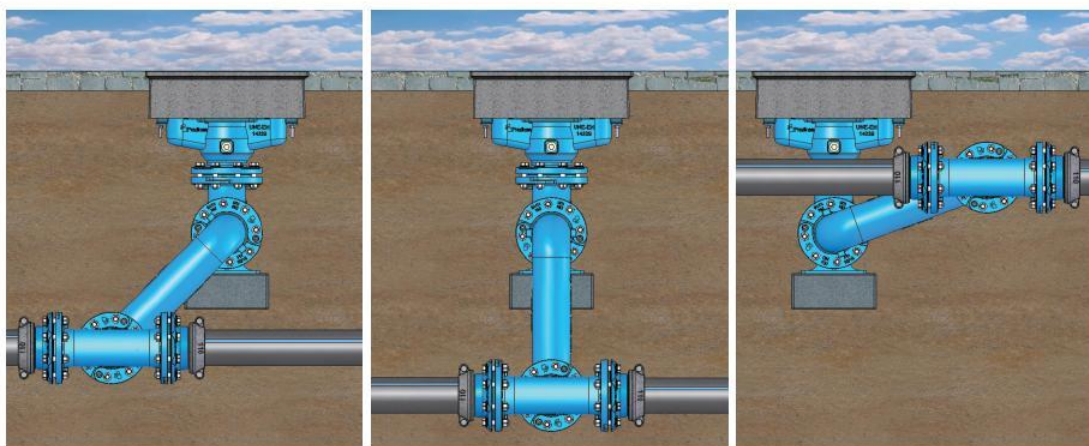
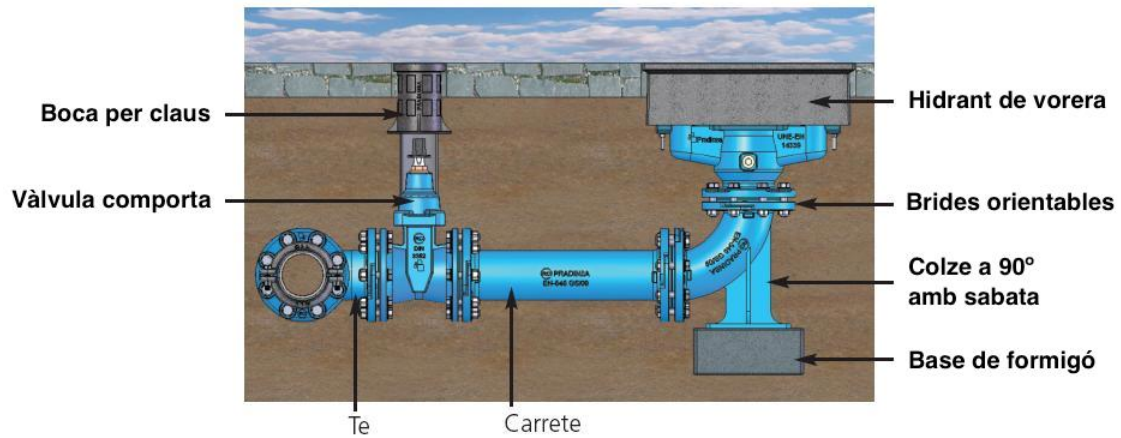
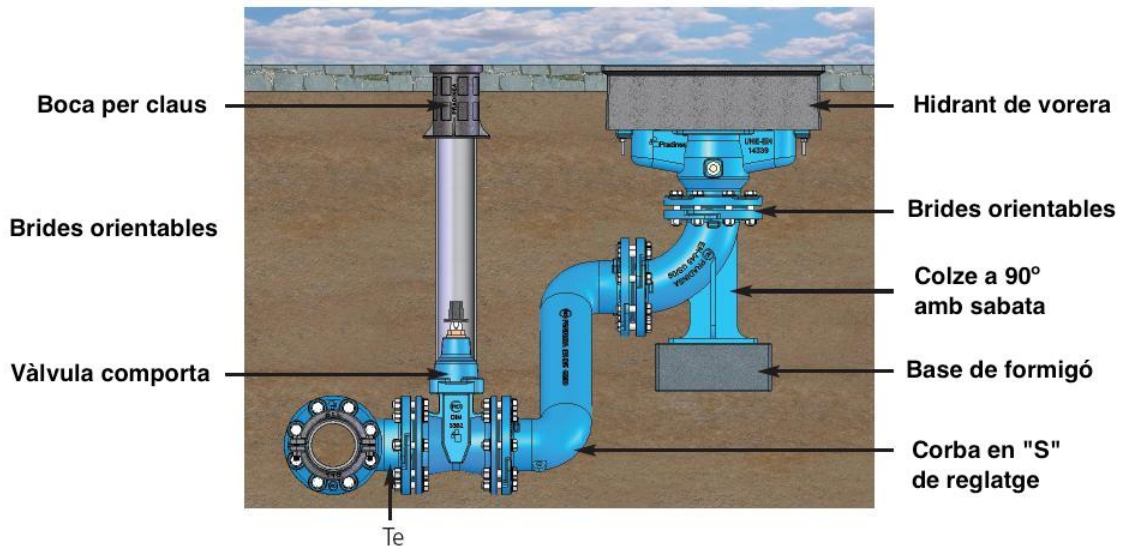
- 42 Tapa platina reten
- 43 Platina aro de tancament
- 44 Femella de retenció

14.2 Diferents tipus d'hidrants

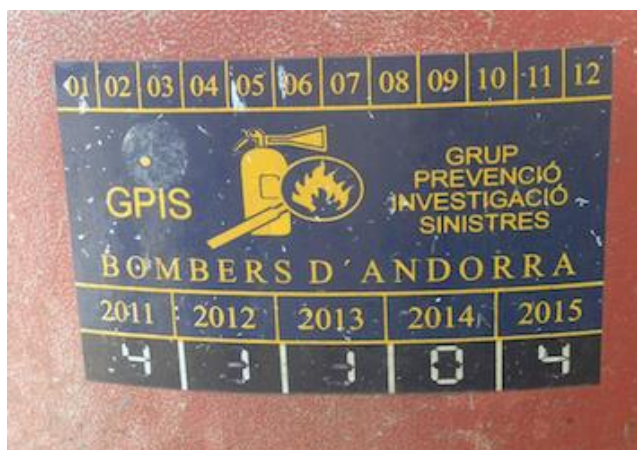
Hidrant de columna



Hidrant de vorera



14.3 LES ETIQUETES DEL PRINCIPAT D'ANDORRA



La primera línia que va del 1 al 12, indica el mes de revisió.

La segona línia l'any.

La tercera línia és el número d'identificació del hidrant.

Primer dígit ens indica la parròquia::

- Canillo 1
- Encamp 2
- Ordino 3
- La Massana 4
- Andorra la Vella 5
- Sant Júlia de Lòria 6
- Escaldes-Engordany 7

Segon dígit ens indica quin tipus de mitjà d'alimentació és:

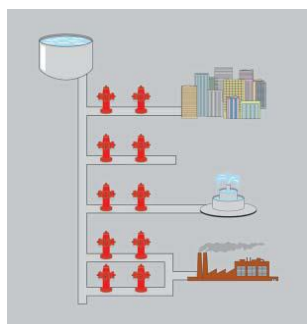
- Hidrant 1
- Dipòsit d'aigua 2
- Columna humida 3
- Columna seca 4

Els tres últims díigits ens indiquen el número personal del mitjà d'alimentació.

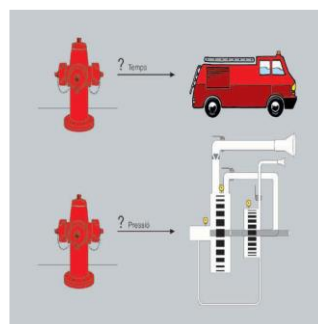
En el cas de la fotografia ens diu que és l'hidrant número 104 de la parròquia de La Massana.

14.4 La pressió

Quan l'hidrant té molta pressió i decidim d'alimentar directament la bomba, la pressió de l'hidrant s'afegeix a la que ens dona la bomba (dibuix 2, exemple 2). Amb pressions de més de 8 bars a la xarxa d'hidrants, el perill de perjudicar la bomba és molt gran.



Dibuix 1



Dibuix 2

1

2

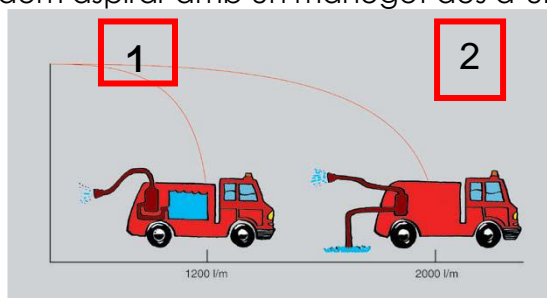
Rendiment d'un hidrant (cabal i pressió)

14.5 El cabal

Un hidrant que té molt cabal, encara que no disposi de gaire pressió, és idoni per alimentar la cisterna del vehicle amb un mínim de temps (dibuix 2, exemple 1).

Per aconseguir el màxim cabal amb l'aigua conduïda, s'ha de fer amb mànegues de màxima secció, mínima longitud i el mínim d'impediments al llarg de tota la instal·lació.

Si ens fixem en les corbes característiques de la majoria d'autobombes, observarem que el cabal màxim que podem impulsar aspirant des de la cisterna és inferior al que podem aspirar amb un manegot des d'una font exterior.



Dibuix 3 – Comparació entre alimentar la bomba de la cisterna o des de l'aspiració

- Dibuix 3, exemple 1: menys cabal alimentant des de la cisterna. Aquest sistema d'alimentació el podem fer en tots els casos que el consum de les instal·lacions sigui inferior o igual al cabal que ens pot arribar des de la cisterna a la bomba.
- Dibuix 3, exemple 2: més cabal alimentant des de l'aspiració.

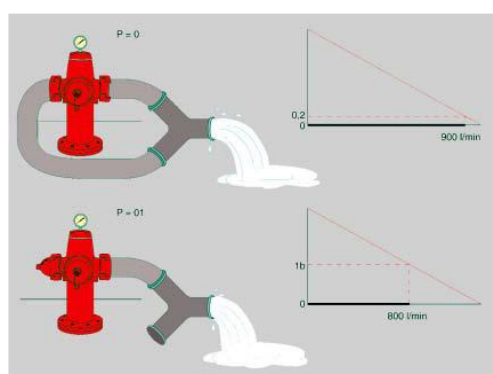
L'hauem de fer servir en els casos en què el consum de les instal·lacions sigui superior al que pot arribar de la cisterna. Per fer aquest tipus d'alimentació ens caldrà una bifurcació de clapeta.

Alimentació de la bomba mitjançant un hidrant i una bifurcació de clapeta.

Sempre que necessitem grans cabals d'aigua hem d'utilitzar la bifurcació de clapeta amb l'hidrant.

Per fer aquest tipus d'instal·lació d'alimentació, cal connectar dues mànegues de 70 mm des de l'hidrant de l'entrada axial de la bomba, per mitjà d'una bifurcació de clapeta.

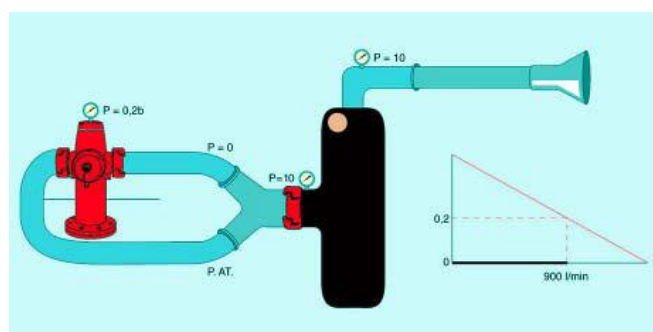
També ho podríem fer amb una sola mànega, ja que la clapeta ens tancarà una de les sortides, però la reducció de cabal serà considerable (dibuix 4). A la primera s'hi observa menys pressió però més cabal que a l'altra.



Dibuix 4 – Comparació entre alimentar amb una o dos mànegues de 70 mm amb una bifurcació de clapeta

Quan impulsem grans cabals, alimentant la bomba des de la cisterna, i observem que el mano vacuòmetre disminueix per sota de -3, -4, estem en un punt en què el cabal que ens proporciona la cisterna és inferior al que pot impulsar la bomba. Si connectem un hidrant que ens proporcioni prou cabal directament a l'entrada axial de la bomba, augmentem el cabal a les instal·lacions.

Podem utilitzar el mano vacuòmetre com un indicador que la bomba pot donar sortida a més quantitat d'aigua de la que hi està arribant en aquests moments.



Dibuix 5 – Gràfic d'alimentació d'una bomba amb hidrant i bifurcació de clapeta

14.5.1 Aspectes que s'han de tenir en compte

- La primera consideració que cal prendre en aquest tipus d'alimentació de la bomba és que s'ha de fer amb pressions elevades. El fet de tancar una llança provoca un augment de pressió en tota la bomba per sobre del que és admissible i la pot perjudicar greument.
- Sempre que s'hagin d'utilitzar grans cabals d'aigua, hem de procurar alimentar la bomba directament des de l'hidrant.
- Les cisternes solen estar limitades tant per omplir-les com per fer arribar l'aigua a la bomba.
- Cal observar el mano vacuòmetre, ja que dona l'avís de per on cal fer l'alimentació.
- Quan treballem únicament amb alta pressió, no és aconsellable alimentar la bomba directament del hidrant, ja que no suposa cap benefici i dificulta la recirculació.

15. Regles i precaucions en la instal·lacions de mànegues

15.1 Introducció

La Marxa General de les Operacions d'extinció (M.G.O.) comprèn múltiples fases que es desenvolupen per un ordre cronològic i simultani. D'aquestes operacions depèn el bon funcionament i èxit de la intervenció. Per una millor comprensió i un estudi més aprofundit, en aquesta part només parlarem de les instal·lacions i l'atac.

Per recordar, la Marxa General de les Operacions d'extinció (M.G.O.) comprèn:

- El reconeixement
- Els rescats
- Les instal·lacions
- L'atac
- La protecció
- La retirada de runes
- La vigilància

15.2 La seguretat

En qualsevol intervenció, el personal té que treballar en total seguretat. Per això té:

- S'ha de protegir, portant una uniformitat correcta, és la protecció individual (EPI).
- Assegurar la protecció de les persones que intervenen amb ell, és la protecció col·lectiva.

15.2.1 La protecció individual (EPI):

Cap
Casc tipus F1 o F2

Cara
Ulleres de protecció
Pantalla paraflames
Cagula

Coll
Cagula
Protector de nuca

Pit
Vestit de protecció

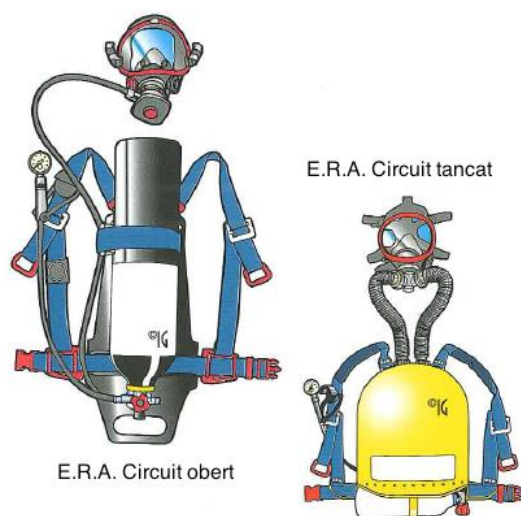
Mans
Guants de protecció
en cuir o textil

Cames
Vestit de protecció
Pantaló de parc

Peus
Botes amb protecció



15.2.2 Vies respiratòries



15.2.3 La protecció col·lectiva

- Guardar sempre el contacte visual o per radio
- Estar concentrats
- Respectar les consignes donades pel comandament
- Reflexionar abans d'actuar
- Vigilar l'ambient i els possibles canvis
- Prevenir els perills
- Passar els missatges immediatament
- Realitzar la missió i dir-ho

15.3 El binomi - composició

La maniobra de base recau sobre una unitat composta de dos bombers que constitueixen el Binomi



Un binomi = una acció

El binomi - Funcions

El binomi d'atac (BAT)

És el binomi que rep la missió d'atac. Ell procedeix a l'atac del sinistre amb l'ajuda d'una llança.



El binomi d'alimentació (BAL)

És el binomi que rep la missió d'alimentació. Ell procedeix a l'alimentació de la instal·lació.



Important: El binomi no té una funció única.

Ex: El binomi d'alimentació, després d'haver realitzat la seva instal·lació pot ser binomi d'atac i realitzar una altra missió.



15.4 Instal·lacions: Regles Base

Abans de les operacions

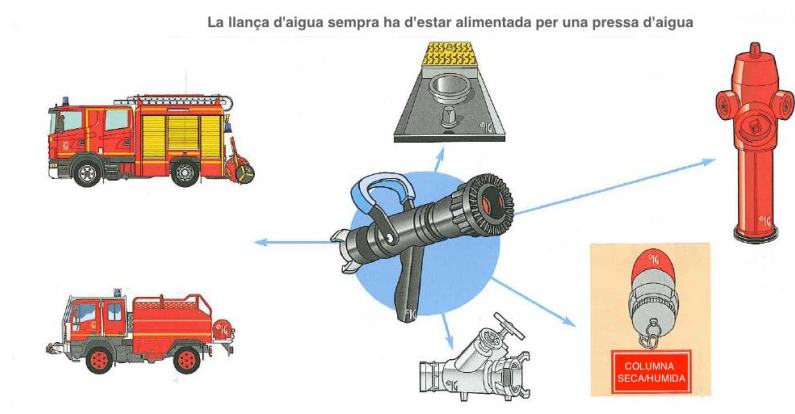
Identificar la posició i verificar l'estat dels materials dins dels vehicles

La pressa d'aigua

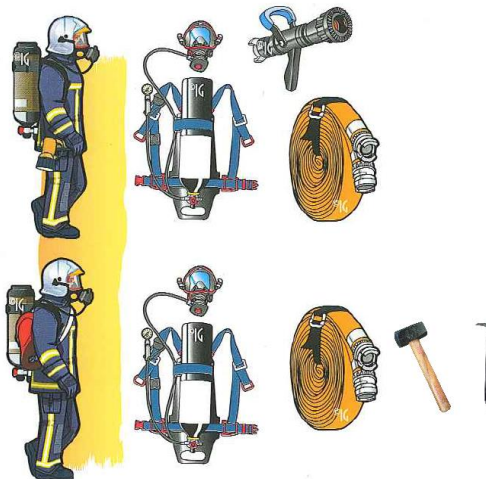
La missió d'atac per una llança d'aigua sempre ha d'indicar el punt d'atac i la seva pressa d'aigua.

Aquests elements són precisats pel sots oficial en funció del sinistre i de les capacitats hidràuliques del sector.

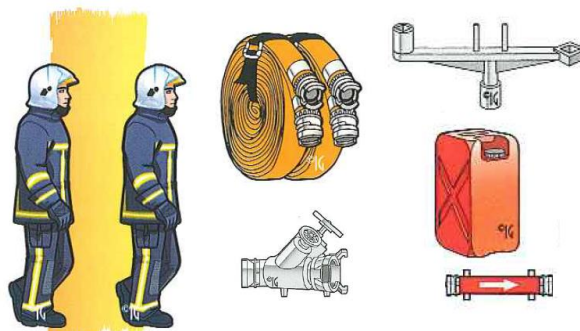
Així, una instal·lació pot tenir diferents presses d'aigua:



El material base del binomi d'atac, sempre hi quan, el sots oficial no requereixi un altre material específic després de realitzar el corresponent reconeixement.



El material base del binomi d'alimentació



Tot el material suplementari que es pugui necessitar (altres mànegues, escales, etc.).

Durant les operacions

1.- Les instal·lacions

Les mànegues esteses, unides, connectades entre si, a bifurcacions, peces d'unió, etc., una vegada muntades prenen el nom d'instal·lacions, que seran instal·lacions d'atac quan les mànegues surtin des de la bomba fins al punt d'atac, i seran instal·lacions d'alimentació, quan estiguin subministrant aigua a la bomba o a la cisterna del vehicle.

L'alimentació per aspiració a través de manegots, també es considerarà com a instal·lació d'alimentació.

Instal·lació eficient

Una instal·lació és eficient quan està ben executada en un temps raonable, minimitza les pèrdues de càrrega i permet trasllada al lloc de l'incendi el màxim de cabal d'aigua disponible amb una pressió adequada per a la seva aplicació.

Instal·lació eficaç

Una instal·lació és eficaç si aconseguix projecta el cabal d'aigua o escuma necessari sobre el lloc adequat per extingir l'incendi.



2. Classificació

Les instal·lacions de mànegues es poden classificar seguint diferents criteris.

2.1.- Segons les mànegues

En atenció a les mànegues emprades, pot fer-se una instal·lació a força de canonades de gran diàmetre, 70 mm., amb mànegues de 45 o 25 mm., o ben combinant els dos tipus per aconseguir diversos punts d'atac.

L'elecció del sistema dependrà en gran part de la distància de la font d'aigua al sinistre i del cabal que es pugui aportar al mateix, com també per les ordres donades pel sots oficial, després de fer el reconeixement.

2.2 Segons per a què es facin servir

En funció de la finalitat d'una instal·lació de manegues podem distingir:

- Instal·lacions d'atac
- Instal·lacions d'emergència
- Instal·lacions de protecció
- Instal·lacions d'alimentació

Instal·lacions d'atac

Les seves característiques varien en funció que l'incendi sigui forestal, industrial o habitatge.

Mentre que en la instal·lació forestal serà generalment de mànega de 25 mm i pot arribar a centenars de metres depenent de l'accessibilitat dels vehicles, la instal·lació industrial és de longituds mitjanes, però necessita grans cabals, cosa que el tram d'aproximació ha de ser de 70 mm i el tram final d'atac sol ser de 45 mm. La instal·lació d'habitatge serà de 45 o de 25 mm en funció del desenvolupament de l'incendi.

Instal·lacions d'emergència i/o prevenció

Són instal·lacions de posició d'espera, realitzades per defensar algun punt en cas que sorgeixi alguna eventualitat, accident de trànsit, mal funcionament de la instal·lació d'atac, o qualsevol altre risc que hagi estat valorat pel sots oficial Cap de Sortida.

Aquestes instal·lacions han de fer-se si pot ser des d'una altra bomba diferent de la qual està fent la cobertura, preveient possibles fallades en el vehicle, la bomba, o la instal·lació d'atac.

Instal·lacions de protecció

Són instal·lacions actives que protegeixen línies d'atac i elements constructius com a estructures, di pòsits, i zones o àrees on no volem que arribi la radiació de la calor. Normalment, seran per proveir monitors freds o formadors de cortina i tindran molt poca mobilitat.

Instal·lacions d'alimentació i proveïment

L'alimentació de les bombes es pot realitzar des de:

- Hidrants.
- Altres bombes o cisternes.
- Basses, rius o altres llocs de proveïment.

La instal·lació d'alimentació s'ha de realitzar amb mànega del màxim diàmetre possible per minimitzar les pèrdues de càrrega, normalment de 70 mm, encara que a vegades ens podem trobar amb sortides de 45 mm en algunes preses d'aigua.

Es realitza amb aspiració quan es tracta d'una bassa, pou o cisterna; per gravetat si existeix un dipòsit elevat o a pressió quan el vehicle s'alimenta de la xarxa.

L'aspiració, és el conjunt de materials que tenen com a objectiu portar l'aigua al vehicle capaç d'impulsar-la cap al punt d'atac.

Aquesta maniobra pot fer-se per mitjà d'una motobomba que aspi i alimenti al vehicle, o pel mateix vehicle que també pot aspirar.

El conductor del vehicle és el responsable de l'alimentació del vehicle.

2.3.- Segons el camí a recórrer

En funció de l'altura o del pendent que hagin de salvar, les esteses poden ser:

- Horitzontals: quan les mànegues reposen en un sòl sensiblement horitzontal. La pressió estàtica en aquesta instal·lació és la mateixa en totes les seves puntes quan està tancat.

- Verticals: quan la mànega s'eleva verticalment per un buit d'escala, un mur, una façana o una escala. A l'hora de realitzar aquesta estesa cal lligar la mànega per subjectar el seu pes, afegint al seu pes propi el de l'aigua en el seu interior. Això pot suposar entre el pes de l'aigua i de la mànega aprox. 2 kg per planta en mànega de 25 mm, 6 kg en mànega de 45 mm i 14 kg en mànega de 70 mm.

Si es tracta d'establiments verticals, serà necessari lligar les mànegues cada dues o tres plantes sense produir estrangulaments.

- Inclinat o en rampa: quan es desenvolupen pels esglaons d'una escala, vehicle acte-escala o un terreny inclinat.

- Mixts: que és el més habitual.

En les esteses verticals i en rampa cal tenir en compte que l'estesa en la punta de llança tindrà una variació de pressió d'un bar cada 10 m d'altura.

Quan es tracta de treballs sobre teulades s'ha de fer a força de petits diàmetres pel seu fàcil maneig.

2.4.- Instal·lació plena o buida

Segons la intervenció o maniobra que decideixi el sots oficial, la instal·lació podrà fer-se amb les mànegues plenes d'aigua o buides.

15.5 Normes

La preparació d'instal·lacions de mànega ha de ser practicada suficientment per evitar riscos.

No és senzill generalitzar en l'estesa d'instal·lacions, ja que cada servei té els seus propis procediments, encara que en general no difereixen molt uns d'uns altres.

No obstant això, hi ha alguns aspectes que si són susceptibles de generalització, com els següents:

A la zona més pròxima a l'atac s'ha preparat sempre una reserva generosa en forma de bucle que permeti la progressió.

L'estesa d'instal·lacions des de punts pròxims es farà en paral·lel, evitant creus i amb això problemes d'identificació i de moviment posterior de línies.

Per reduir les pèrdues de càrrega, les instal·lacions de gran longitud es realitzaran sempre amb els diàmetres majors que permeti l'operativitat, amb reduccions o bifurcacions prop de la zona d'atac.

Deixar al costat de cada bifurcació una mànega enrotllada en previsió de la necessitat de prolongació, de substitució d'algun tram o d'estesa d'una segona línia ens pot estalviar temps i treball posteriorment.

Al carrer la línia es posarà pegada a la paret o al cantó de les voreres. Si s'hagués de que travessar el carrer ho faran perpendicularment al sentit de la circulació i tan aviat com sigui possible es protegiran amb salva mànegues.

Cap ràcord ha de ser susceptible de ser trepitjat per un vehicle, incloent-hi els dels bombers. Es tindrà especial atenció a la possible caiguda de materials (cristalls, paraments inestables . . .) sobre les línies de mànega.

Els girs seran sempre amplis, prestant especial atenció a la creació de colzes o "coques" en les cantonades, rodes de cotxes, i baranes d'escala. En les escales la instal·lació es farà pegada a la paret exterior per evitar aquest problema, que redundarà en una disminució substancial del cabal en punta.

No ha de permetre's que la línia passada per zones de calius o brases o prop d'objectes tallants o punxants. S'evités arrossegar o copejar els ràcords.

Les claus i les vàlvules d'obertura i tancament es maniobraran sempre amb suavitat per evitar cops d'ariet.

Abans d'atacar l'incendi i des de zona segura es purgarà la instal·lació expulsant l'aire, es comprovarà si el cabal seleccionat en la llança, la pressió disponible i el vano desitjat.

Si es perdés el control d'una llança es trepitjarà o se subjectarà contra el sòl per evitar que el bomber punta de llança sigui colpejat.

El binomi d'atac que està en punta de llança ha de demanar aigua quan estigui preparat.

Es considera preferible fer la instal·lació des del lloc escollit per començar l'atac fins a la bomba, la qual cosa obliga a un reconeixement previ i a escollir l'emplaçament de les llances al començament de l'operació. No es deu donar aigua mai fins que l'equip punta de llança la demani i estiguem segurs que s'ha completat la instal·lació.

Fer corbes que no produeixin angles vius.

Preservar del foc les esteses de mànegues.

Emplaçar el menor nombre de mànegues.

15.6 Precaucions per evitar la deterioració de les mànegues

Aquestes cures han de començar des de l'estesa del primer rotllo, fins a l'assecatment i plegat per emmagatzemar-les, passant per totes les operacions a realitzar durant el servei.

Durant la instal·lació

No trepitjar les mànegues amb les botes, sobretot si aquestes són arrossegades, per evitar frecs que puguin tallar la seva superfície.

Evitar que els ràcords siguin copejats o aixafats a fi de poder-los desmuntar i muntar amb facilitat.

Allunyar les esteses dels cants vius i desenrotllar les mànegues en el lloc precís per evitar arrossegaments.

Si les canonades estan plenes d'aigua evitar el pas de vehicles tret que es col·loquin proteccions adequades.

En l'atac

No deixar les mànegues sobre calius, materials que tallin, etc.

Protegir-les de caigudes de materials.

Manejar amb suavitat les vàlvules per evitar els cops d'airet.

En períodes de molt fred, tenir la llança parcialment oberta.

En acabar el servei

Enrotllar-les i col·locar-les en el vehicle.

No plegar-les si es creu que estan gelades.

Una vegada al parc, rentar-les i tornar-les a situar en el seu lloc habitual per a un nou servei.

Si detectem alguna irregularitat o anomalia, sigui en una mànega o peça d'unió, canviar-ho immediatament.

15.7 Instal·lacions d'atac

Segons la norma UNEIX-23,410-94 les llances d'aigua han de dissenyar-se per oferir un rendiment acceptable entre 3,5 i 7 bars, donar un cabal nominal a aquesta última pressió i poder suportar 30 bar sense trencaments.

Quan treballen en baixa pressió les bombes dels vehicles d'extinció d'incendis ofereixen bones relacions cabal-pressió sobre 10-12 bars, de manera que una

instal·lació d'atac eficient no hauria perdre més de 5-7 bars entre pèrdues de càrrega per fricció i pèrdua de pressió per altura (1 bar-10 m) quan la llança està per sobre de la bomba.

Per aconseguir aquest objectiu ha d'haver-hi una perfecta coordinació entre el bomber de punta de llança i l'operador de la bomba, de manera que després d'avaluar (normalment parell el comandament) el cabal i la pressió que necessitem, el punta de llança posi el cabal adequat al selector de la seva llança (si es disposa d'ell) i l'operador de la bomba de la pressió necessària. Una dolenta selecció del cabal pot fer que no puguem amb el foc o que forcem la instal·lació i ens quedem sense aigua. Una dolenta selecció de la pressió farà que les llances no funcionin al cabal nominal, podent perdre l'abast i protecció de l'operador.

Les instal·lacions de diàmetres grans tenen menes perdudes de càrrega, però són més difícils de manejar, per la qual cosa el sots oficial avaluarà la situació i decidirà el tipus d'instal·lació que ha de fer-se en funció del cabal d'aigua que desitgi projectar sobre l'incendi, indicant el nombre de punts d'atac i els diàmetres d'instal·lacions.

15.8 Mànega del carret d'intervenció dels vehicles

Aquest és un rodet d'alta pressió, no col·lapsable amb mànega semirígida de 40 metres de longitud i 25 mm de diàmetre, amb capacitat de rebobinatge tan elèctric com a manual i anirà equipat amb llança.

15.9 Instal·lacions d'aigua amb mànega flexible plana

La mànega flexible plana està concebuda i dissenyada per treballar en baixa pressió, ja que la pressió de treball dels elements de les instal·lacions d'extinció és normalment de 15 bars, independentment que les seccions més petites aguantin pressions superiors, sempre que la mànega estigui degudament acotada i no deteriorada per l'ús.

Instal·lació de 25 mm

És una instal·lació que s'ha popularitzat en Espanya a partir del seu ús generalitzat en els incendis forestals i és pràcticament desconegut en la resta d'Europa, on només s'usa aquest diàmetre amb mànega semirígida.

Per això l'operativa amb aquesta mànega s'ha desenvolupat localment i existeixen grans diferències en la seva utilització entre els diferents serveis de bombers.

Les seves principals característiques són:

- Admet pressions més elevades que les de 45 o 70 mm, per la qual cosa és susceptible de ser connectada a sortides d'alta pressió de la bomba.

- Lleuger i còmode de manejar, pot ser arrossegat amb relativa facilitat, per la qual cosa en rastrejos que exigeixen portar una mànega en càrrega (garatges) és l'opció més raonable.
- Apta solament per a cabals il·limitats per l'elevada perduda de càrrega que té.
- Protecció del bomber limitada per l'escassa densitat de la cortina de protecció (pantalla) que forma.
- Menor reacció de la llança.
- Necessitat d'instal·lacions molt netes quan la pressió és baixa, ja que és molt sensible a la formació de "coques" o colzes en els angles aguts. Si la connectem a la sortida d'alta pressió de la bomba tindrem els següents efectes:
- Major cabal en punta de llança, poden aconseguir els 200 l/min i fins i tot més en instal·lacions curtes.
- Major neteja de l'estesa, ja que en augmentar la pressió les corbes se suavitzen i la probabilitat de formació de "coques" disminueix.
- Menor perduda de càrrega, ja que les mànegues s'inflen, augmentant la secció i disminuint la rugositat.
- Major risc de trencaments.
- Major capacitat de treball en les grans instal·lacions que es precisen en els focs forestals.

Aquesta opció ha d'utilitzar-se amb prudència no usant tota la capacitat de les bombes, ja que encara que la pressió de trencament del tèxtil d'una mànega de 25 mm per a servei dur ha de ser superior a 72 bars i la pressió de prova per a mànega racorada és de 45 bars, aquestes pressions se superen amb facilitat en la manipulació de les instal·lacions per obertura i tancament sobtat de vàlvules, comprometent la seguretat de la instal·lació.

Procurarem no fer instal·lacions d'alta i baixa pressió partint de la mateixa bomba, ja que encara que és possible tècnicament, els rodaments de les bombes són solidaris, per la qual cosa les seves pressions estan vinculades i si precisem pujar la pressió en una instal·lació en l'altra ho farà simultàniament, comprometent un dels dos tipus d'instal·lació.

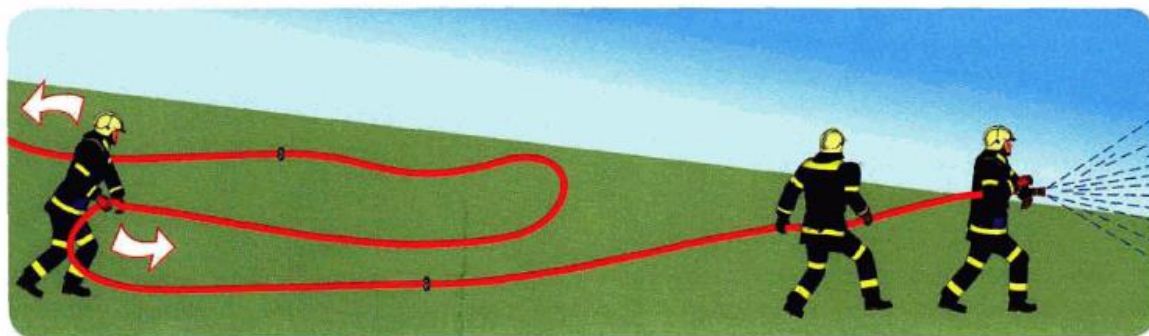
Instal·lació de 45 mm

La instal·lació de 45 mm és per a transport d'aigua fins a la bifurcació 45/25 o per a atac amb llança de 45 mm en focs de certa rellevància.

La seva efectivitat és bona per a un cabal de transport entorn dels 400 l/min.

Com a instal·lació d'atac mòbil amb cabals alts, ha de ser manejat per, almenys, tres persones: una en punta per dirigir la llança, una altra per aguantar la reacció de la llança i una altra per manejar el bucle i permetre la reculada ràpida de l'equip.

En aquest esquema el bomber en punta de llança deu: liderar l'avanç o reculada, dirigir el raig, seleccionar l'efecte i seleccionar el cabal si la llança és de cabal variable.



El segon bomber ha d'aguantar la reacció de la mànega, subjectant aquesta i no al company, ja que d'una altra forma aquest encara necessitarà la seva força per contrarestar la reacció. Aquesta reacció és funció del cabal i de l'efecte seleccionat; màxima en raig i mínima en cortina. Si es corba la mànega per dirigir-la al sòl s'aconsegueix que aquest absorbeixi gran part de la reacció de la mànega.

És convenient que en tota línia d'atac hi hagi una bifurcació a la zona d'intervenció per a:

1. Poder tendir una segona línia d'atac.
2. Poder tallar el subministrament sense dependre del company en la bomba.
3. Poder fer prolongacions de línia amb rapidesa i en una zona segura.
4. Permetre una aproximació amb una secció major, reduint així la perduda de càrrega.

Per ampliar o perllongar una instal·lació:

1. S'estén la mànega amb els dos ràcords a peu de bifurcació (l'extensió de la mànega la realitzarem subjectant tots dos ràcords amb la mà amb la qual despleguem la mànega).
2. Es comunica amb punta de llança per acordar el moment en el qual es pugui tallar el subministrament d'aigua (molt important).
3. Una vegada confirmat el moment del tall, es tanca la clau de la bifurcació i es connecta la mànega d'ampliació.

4. Abans de tornar a obrir la clau de la bifurcació, demanarem autorització a l'equip en punta de llança.

5. Obtinguda la confirmació, s'obre la vàlvula de la bifurcació lentament i es porta una altra mànega de reserva,

Instal·lació de 70 mm

La instal·lació de 70 mm s'empra per assortir monitors, cortines d'aigua, vehicles d'altura, portar aigua fins a la bifurcació 70/45, etc. El seu gran avantatge, a més de la capacitat de cabal, és la seva baixa perduda de càrrega, per la qual cosa és imprescindible en aquests casos.

16. Instal·lacions de llances a peu pla

Aquestes instal·lacions seran les més fàcils de fer, ja que no requereixen salvar cap mena d'obstacle per arribar fins al punt d'atac.

En aquestes maniobres podrem treballar amb totes les mides de les mànegues i amb el carret d'intervenció dels vehicles.

Aquí les desglossarem amb tres grups ben diferenciats, les maniobres que treballarem amb alta pressió i les de baixa pressió i les instal·lacions d'escuma.

16.1 Maniobres amb alta pressió

Seran totes aquelles en les quals treballarem amb mànega de 25 mm i/o el carret d'intervenció dels vehicles.

La instal·lació de mànegues de 25 mm sortirà directament de les sortides d'alta pressió de 25 mm del cos de bomba dels vehicles.



1.- Focs amb poca càrrega calorífica, com poden ser un contenidor de brossa, una paperera, el marge d'una carretera, etc. Aquestes maniobres, les podrem realitzar amb el carret d'intervenció dels vehicles, o amb les mànegues del vehicle, sempre segons les ordres del sots oficial Cap de Sortida.

2.- Focs de vehicles lleugers (no GPL). Aquestes maniobres també les podrem fer com les anteriors però amb la particularitat, que sempre que sigui possible, utilitzarem l'aigua dopada. En aquestes maniobres, per seguretat, sempre tractarem els vehicles com si fossin GPL.

16.2 Maniobres amb baixa pressió

Seran totes aquelles en què necessitem grans cabals d'aigua i treballarem amb les mànegues de 70 i 45 mm.

La metodologia sempre serà la mateixa, sortida amb mànega 70 mm del cos de bomba del vehicle, les mànegues de 70 mm que siguin necessàries fins al punt d'atac, bifurcació 70 - 2 de 45 mm, i les mànegues de 45 mm necessàries per a l'extinció amb llança de 45 mm.

Aquí també tindrem totes les maniobres d'alimentació dels vehicles, sigui per hidrants o per aspiració d'alguna reserva d'aigua.

1.- Alimentació per hidrant directament a la cisterna del vehicle.

En general hem de tenir especial atenció amb les pèrdues de càrrega, ja que la pressió estàtica de la instal·lació és molt baixa quan estan treballant i per la qual cosa és molt sensible als plecs i colzes. El cabal que ens pugui donar l'hidrant serà inversament proporcional a les pèrdues de càrrega de la instal·lació que haguem fet, per el que si tenim necessitat d'aprofitar el màxim de l'aigua subministrada podem fer les següents opcions:

- Sí l'hidrant no està lluny, fer la instal·lació amb mànegues de 70 mm. Aquesta instal·lació és bàsica, però la velocitat per emplenar la cisterna depèn molt de la pressió de l'hidrant.

- Sí l'hidrant està lluny es pot posar un altre vehicle a prop de l'hidrant i que aquest ens reenvii l'aigua, fent si es possible les instal·lacions amb dues mànegues de 70 mm.

L'alimentació la podem fer de dues formes:

- A través de les tomes d'emplenar de la cisterna de l'autobomba

- Per l'aspiració de la bomba

a) A través de les tomes d'emplenar de la cisterna

Aquesta forma d'alimentació ens permet utilitzar la cisterna com a regulador de cabal, de forma que la instal·lació respongui bé a les variacions de requeriment, encara que el problema que ens puguem quedar sense aigua si el consum és superior a l'entrada.



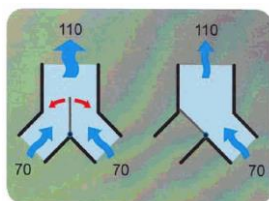
Utilitzant aquest sistema, el destí és 0 bars (p. atmosfèrica), després tota la pressió de l'hidrant s'utilitzarà en vèncer les pèrdues de càrrega que seran exactament les corresponents a tot el cabal que sigui capaç d'acceptar la instal·lació a la pressió residual de l'hidrant.

És menys eficient hidràulicament.

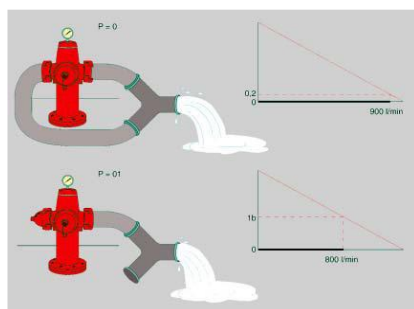
A vegades és necessari anar més enllà en l'aprofitament del cabal que dona l'hidrant i de la pressió que dona la bomba i haurem d'utilitzar altres procediments.

b) Alimentació de la bomba mitjançant un hidrant i una bifurcació de clapeta
Sempre que necessitem grans cabals d'aigua hem d'utilitzar la bifurcació de clapeta amb l'hidrant.

Per fer aquest tipus d'instal·lació d'alimentació, cal connectar dues mànegues de 70 mm des de l'hidrant a l'entrada axial de la bomba, per mitjà d'una bifurcació de clapeta.



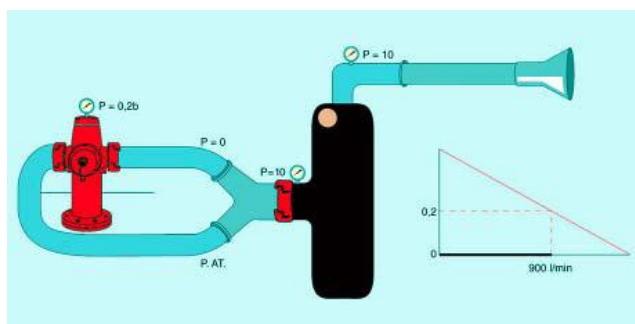
També ho podríem fer amb una sola mànega, ja que la clapeta ens tancarà una de les sortides, però la reducció de cabal serà considerable (dibuix 1). A la primera s'hi observa menys pressió però més cabal que a l'altra.



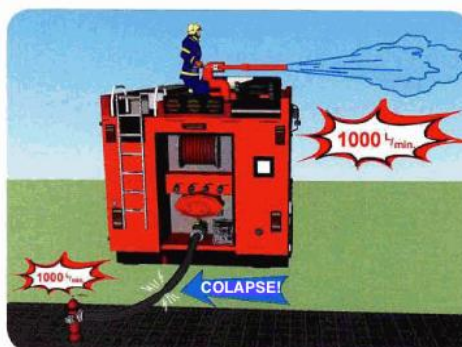
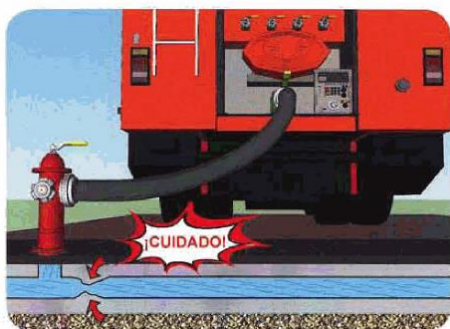
Dibuix 1 – Comparació entre alimentar amb una o dos mànegues de 70 mm amb una bifurcació de clapeta

Quan impulem grans cabals, alimentant la bomba des de la cisterna, i observem que el mano vacuòmetre disminueix per sota de -3, -4, estem en un punt en què el cabal que ens proporciona la cisterna és inferior al que pot impulsar la bomba. Si connectem un hidrant que ens proporcionï prou cabal directament a l'entrada axial de la bomba, augmentem el cabal a les instal·lacions.

Podem utilitzar el mano vacuòmetre com un indicador que la bomba pot donar sortida a més quantitat d'aigua de la que hi està arribant en aquests moments.



Dibuix 2 – Gràfic d'alimentació d'una bomba amb hidrant i bifurcació de clapeta



2.- Alimentació per aspiració d'alguna reserva d'aigua.

Aquesta instal·lació estarà realitzada tota amb manegots des de la reserva d'aigua fins a l'entrada axial al cos de bomba.

Haurem de tenir en compte que la reserva d'aigua sigui prou important com per a alimentar les diferents instal·lacions d'atac el temps necessari.

16.3 Instal·lacions amb escuma

Les instal·lacions d'escuma ha evolucionat considerablement en els últims anys, especialment amb l'aparició dels sistemes CAF, el premesclador electrònic i concentrats d'escumogen que treballen a baixa proporció.

Actualment, els cossos de bombers utilitzen escumes tant per a focs de classe A com per a focs de classe B.

En les instal·lacions d'escuma hem de tenir en compte el subministre d'escumogen a més del d'aigua, sent especialment important la proporció a la qual treballa el concentrat, ja que un concentrat que treballi amb una proporció alta, junt amb la necessitat d'aplicar un cabal alt, ens porta a una intervenció molt limitada si només disposem de premesclador tipus venturi i bidons d'escumogen.

% de treball	Cabal d'aigua (l/min)	Cabal escumogen (l/min)
3	200 - 400 - 800	6 - 12 - 24
0,5	200 - 400 - 800	1 - 2 - 4
0,1	200 - 400 - 800	0,2 - 0,4 - 0,8

En aquest quadre veiem que una instal·lació molt normal, com és una de 400 l/min consumirà un bidó de 25 litres cada 2 minuts, el que en una intervenció prolongada ens porta a la necessitat logística molt elevada.

Instal·lació amb premesclador

Aquesta instal·lació típica per a cabals de 200 i 400 l/min, en aquestes s'utilitza un premesclador que per efecte venturi aspira l'escumogen des del bidó. Per a cabals majors no es aconsella pel moviment de bidons que exigeix.

En aquestes instal·lacions s'intercala un premesclador generalment en l'últim tram de mànega.

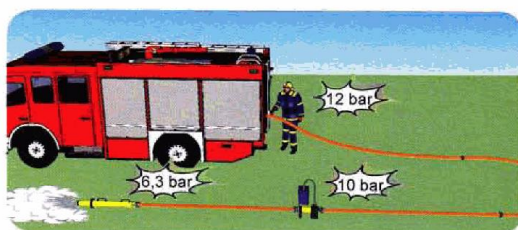
Les instal·lacions d'escuma amb premesclador tenen les següents característiques que les diferencien de les d'escumant des de bomba:

- Són molt sensibles a les variacions de pressió. Les llances de baixa expansió solen funcionar sobre 7 bars i les de mitja sobre 2-3 bars. Donat que a sobre de llança escuma, aspiren aire, tenen menor flexibilitat en les condicions de funcionament que les llances d'aigua. És a dir, així com una llança d'aigua que té una pressió recomanada de 7 pot funcionar acceptablement a 4 bars, una d'escuma no ho farà, perquè a una pressió diferent no agafarà suficient aire o agafarà massa per a fer l'escuma adequada.

- Per funcionar correctament necessiten que passi cabal nominal, ja que en cas contrari no es produeix l'efecte venturi en el premesclador i la proporció real d'escumogen no serà la assenyalada per l'aparell.

- Les instal·lacions tenen una elevada pèrdua de càrrega en el premesclador, al voltant del 30% o inclús superior.

Tot això fa que les instal·lacions d'escuma amb premesclador, especialment els de baixa expansió, siguin molt sensibles a les pèrdues de càrrega.



Si la nostra instal·lació d'aigua per ser eficient no hauria de perdre més de 5-7 bars, la d'escuma de baixa no deu perdre més de 2-3, quantitat de la qual hauríem de descomptar la pèrdua de pressió per alçada, si hi ha diferència de cotes entre la bomba i la llança.

El diàmetre de les instal·lacions de 200 l/m poden ser de 45 mm, però si hem de fer una instal·lació llarga de 400 l/m per a baixa expansió, haurem d'utilitzar el màxim possible de mànegues de 70 mm.

Per tot això, per a instal·lacions d'escuma, haurem de considerar seriosament la possibilitat d'alimentar la bomba per aspiració des d'un hidrant, per a com hem vist anteriorment, aconseguir pressions superiors amb un cabal acceptable.

Bibliografia

- Flashover: Desarrollo y control, José Miguel Basset Blesa Oficial jefe de Guardia Ingeniero Técnico Químico Instructor para Flashover por el Räddningsverket.
- Taller de desarrollo de incendios en recintos con ventilación limitada, José Miguel Basset Blesa.
- GNR, Techniques professionnelles, Équipes en Binômes: Utilisations des lances à eau à main.
- Bombas, Servicio de Formación, Comunidad de Madrid
- INC1, Formation sapeur-pompier, Établissement des lances, éditions Icone Graphic.
- INC1, Formation sapeur-pompier, Lutte contre les incendies, éditions Icone Graphic
- Prevenció□ - I, 4.Instal·lacions d'extinció□. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Prevenció□ - I, 2. Compartimentació□ i sectors d'incendi. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Materials, equips i sistemes. Els extintors portàtils. Magí Fisa i Badia. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Materials, equips i sistemes. Llances d'escumes. Joan Rovira i Morató, Magí Fisa i Badia, Manel catà i Zaragoza. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Materials, equips i sistemes. Les llances d'aigua. Quim Nonó. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Materials, equips i sistemes. Premesclador portàtils. Joan Rovira i Morató, Magí Fisa i Badia, Manel Catà i Zaragoza. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Materials, equips i sistemes. Plegament i desplegament de mànegues. Jordi Alcaraz Febrero. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Ciències aplicades. Conceptes i propietats fonamentals. Mercè□ Andrés. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Instal·lacions i metodologies. Muntatge de manegots, Joaquim Nonó i Cadenas. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Principis teòrics. Els agents extintors i el camp d'aplicació□. Victor Febrero. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.

- Principis teòrics. Comportament dels materials i les estructures davant el foc, Miquel Rejat. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Principis teòrics. Incendi confinat: comportament i propagació. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Instal·lacions i metodologies. Aspiració amb motobombes i autobombes. Joaquim Nonó i Cadenas. Escola de Bombers i Seguretat Civil de Catalunya.
- Seguretat contra incendis. Full monogràfic 8 Seguretat. Jordi Boné Castellet, Enginyer tècnic industrial. Centre de Seguretat i Salut Laboral de Barcelona.
- Bomberos de Navarra Nafarroako Suhiltzaileak. Incendios Industriales. José Javier Boulandier
- Quaderns de Foc núm.2, Juliol/agost 1996.
- Diploma de Especialización Profesional Universitario en Servicios de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamento. MÓDULO IV: FUNDAMENTOS TEORICOS Y TECNICOS Jose Miguel Basset, Ingeniero Técnico en Química Industrial. Oficial del Consorcio Provincial de Bomberos de Valencia; Adela Mauri y Jorge Verdú, Profesores Titulares Química Analítica. Universitat de Valencia y Juan Miguel Suay Belenguer, Ingeniero Industrial. Jefe de Sección de Innovación Tecnológicas del Consorcio, Provincial de Alicante.
- Blog d'Edlobla, incendiossobrealimentados.blogspot.com
- Bomberos de Navarra, Plegado de mangueras tipo "Palmera".
- Manual de incendios, Formación para bomberos. CEIS Guadalajara
- Paul Combs

