



TEMARI EDICTE INCENDI 2026



Govern d'Andorra

Elaborat per:
Sotsoficial Isak Lax
Departament de Prevenció i Extinció d'Incendis i Salvaments
Setembre de 2024

Í ÍNDEX

1. La combustió
 - 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
 - 2.1 Causes dels incendis
 - 2.2 Els diferents tipus de propagació

3. Generalitats sobre el procés d'extinció
 - 3.2 Diferents agents extintors i la seva acció

4. Comportament dels materials i reacció davant el Foc
 - 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

6. Supervivència víctimes
 - 6.1 Classificació escenaris
 - 6.2 Zonificació escenaris
 - 6.3 Zonificació escenaris tèrmics
 - 6.4 Propostes de zonificació

7. Generalitats del material de lluita contra els incendis
 - 7.1 Els extintors
 - 7.2 Actuació
 - 7.3 Classificació
 - 7.4 Funcionament i ús dels extintors

Bibliografia

1. LA COMBUSTIÓ

1.1 La reacció de combustió

La combustió és una reacció exotèrmica d'oxidació ràpida i auto alimentada 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 uns residus 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, etc. 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 flama 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 despresada 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 autooxidants 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 despresada 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 descomposta produint gas i calor a gran velocitat).

1.4 Les classes de foc

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

Classes de foc	
	Clase A: són els focs de materials sòlids, generalment de naturalesa orgànica, la combustió de la qual es realitza normalment amb formació de brases. Exemple: fusta, carbó, tela, paper, cartó, palla, plàstic, cautxú, etc
	Clase B: són els focs de líquid o de sòlids *licuables. Exemple: gasolina, petroli, alcohol, gasoil, quitrà, greixos, ceres, parafines, etc.
	Clase C: són els focs de gasos. Exemple: acetilè, butà, metà, propà, gas natural, gas ciutat, hidrogen, propilè, etc.
	Clase D: són els focs de metalls. Exemple: alumini en pols, potassi, sodi, magnesi, etc.
	Clase F: són els focs derivats de la utilització d'ingredients per a cuinar (olis i greixos vegetals o animals) en els aparells de cuina.

S'extingeix l'antiga classe E (focs elèctrics), no reconeguda per la normativa vigent pel fet que l'electricitat no és un combustible. En aquest grup quedava inclòs qualsevol combustible que cremi en presència de cables o equips elèctrics sota tensió. Si aquesta no existís (o s'hagués tallat el corrent), el combustible definiria la classe de foc (generalment passa a ser de classe A).

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 suficientment elevada i el valor de la barreja ideal és alt.

Límits d'inflamabilitat

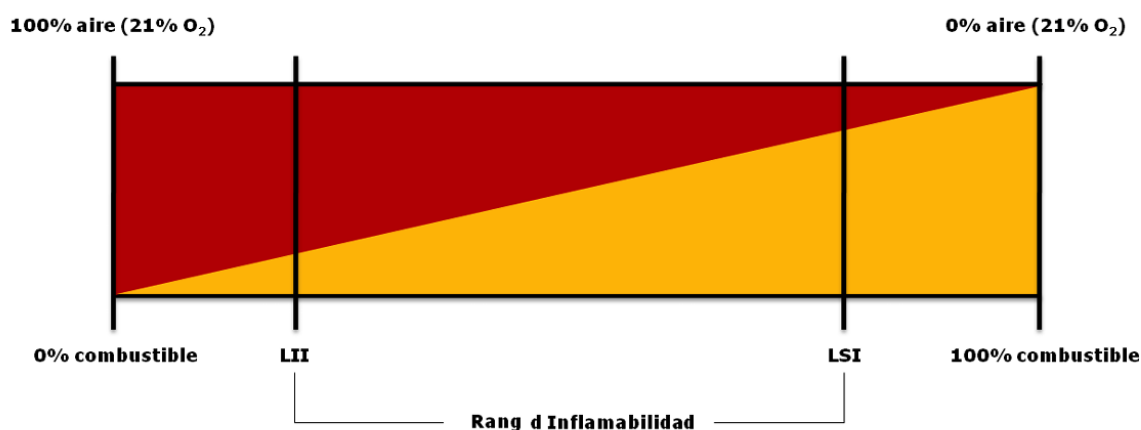
No totes les mescles combustible/comburent són susceptibles d'entrar en combustió. Existeixen uns límits d'inflamabilitat que es detallen a continuació:

Límit inferior d'inflamabilitat (LII)

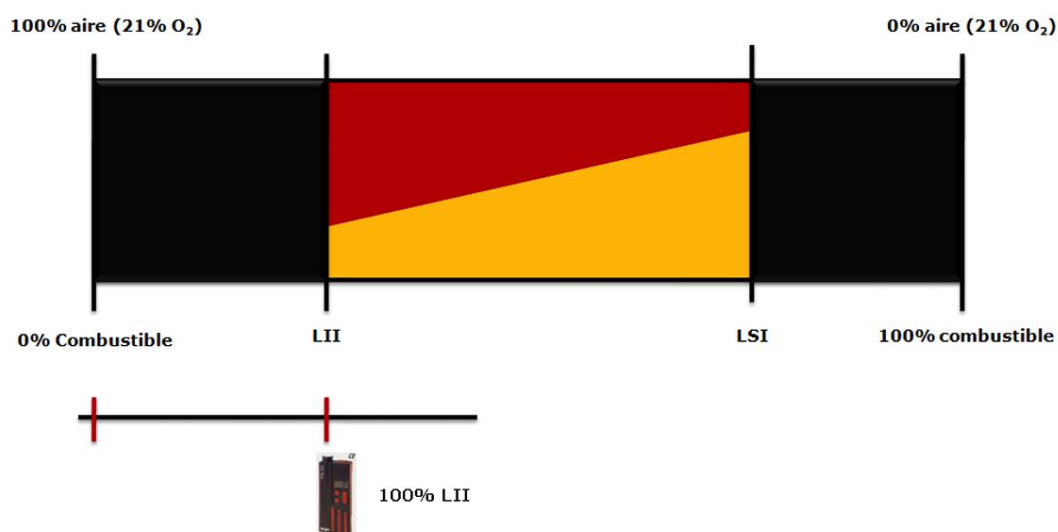
És la mínima concentració de vapors combustibles barrejats en l'aire capaç d'entrar en combustió. Per sota del LII no es produeix la combustió per falta de combustible.

Límit superior d'inflamabilitat (LSI)

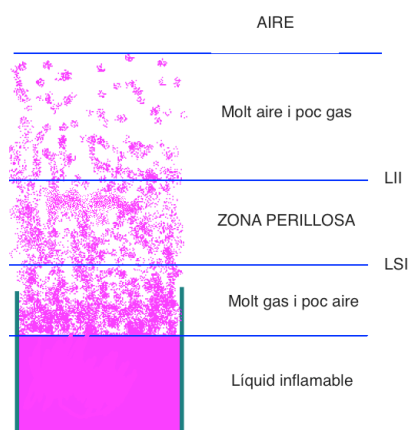
És la màxima concentració de vapors combustibles barrejats en l'aire capaç d'entrar en combustió. Per sobre del LSI no es produeix la combustió per falta de comburent.



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 en líquids:

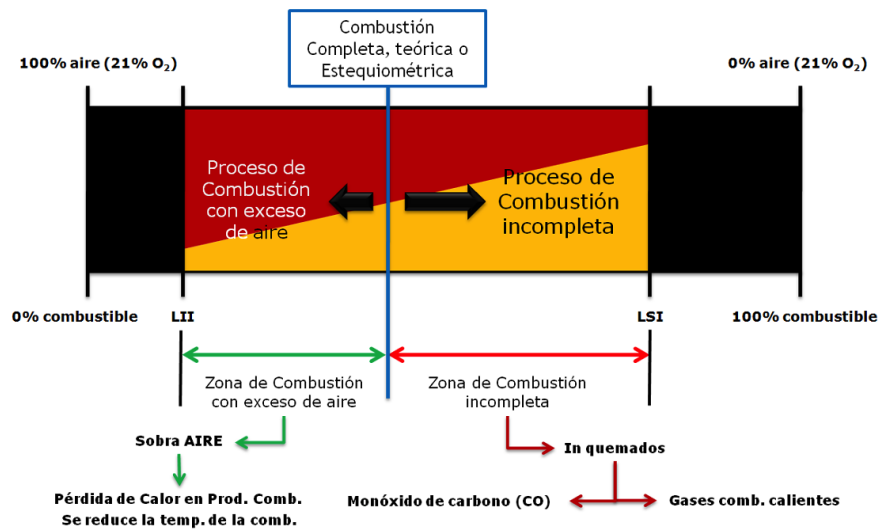


Rang d'Inflamabilitat

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 es 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 a les taules es poden veure alguns dels valors típics d'inflamabilitat d'alguns materials i les seves temperatures:

Rangs d'inflamabilidad			Temperatures d'inflamació i autoinflamació		
SUBSTANCIA	L.I.I.	L.S.I.	COMBUSTIBLE	TEMPERATURA INFLAMACIÓ	TEMPERATURA AUTOINFLAMACIÓ
AMONIAC	16	25			
MONÓXID DE CARBONI	15,5	74			
METÀ	5	15	Poliamida	420 °C	425 °C
ALCOHOL ETÍLIC	4,3	7,1	Polietilè	345 °C	490 °C
CLORUR DE VINIL	3,6	33	oli	232 °C	343 °C
ETÀ	3	14,4	fusta	225 °C	280 °C
ACETILÉ	2,5	81	Glicerina	160 °C	370 °C
ACETONA	2,5	19,3	Gasoil	60 °C	330 °C
PROPILE	2,4	11	Alcohol etílic	18 °C	425 °C
PROPÀ	2,2	9,5	Acetona	-18 °C	540 °C
BUTÀ	1,8	8,4	Gasolina	-39 °C	285 °C
PENTÀ	1,5	7,8	Butà	-60 °C	287 °C
GASOLINA	1,5	7,6	Propà	-104 °C	450 °C
BENCÉ	1,4	7,1	Gas natural	-180 °C	482 °C
AGUARRÀS	1,1	6	Metà	-188 °C	537 °C
GASOIL	0,6	6,5	Hidrògen	-259 °C	580 °C

PROPÀ



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 LII.

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.

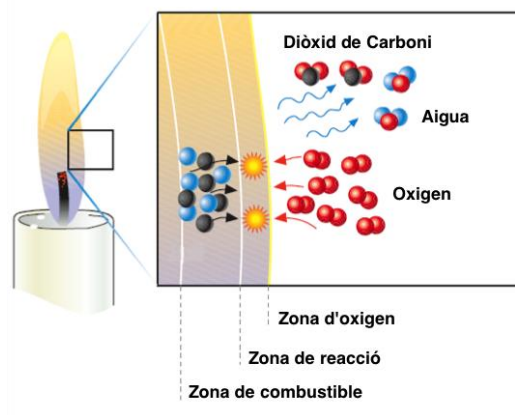
Fonts d'ignició **intermitents**. Són aquelles que s'activen de forma esporàdica, com poden ser la posada en marxa d'un refrigerador o el brunzit d'un timbre. Com en el cas anterior, el tipus d'efecte que es produeix serà en funció de la concentració de gasos en el moment en què aquesta s'activi.

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.



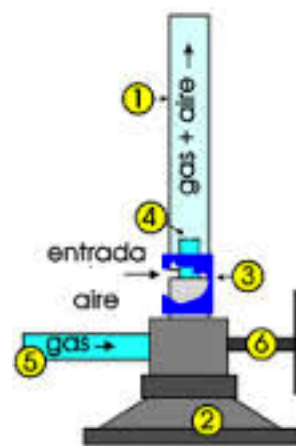
Flama de difusió laminar



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 de la mateixa, 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.



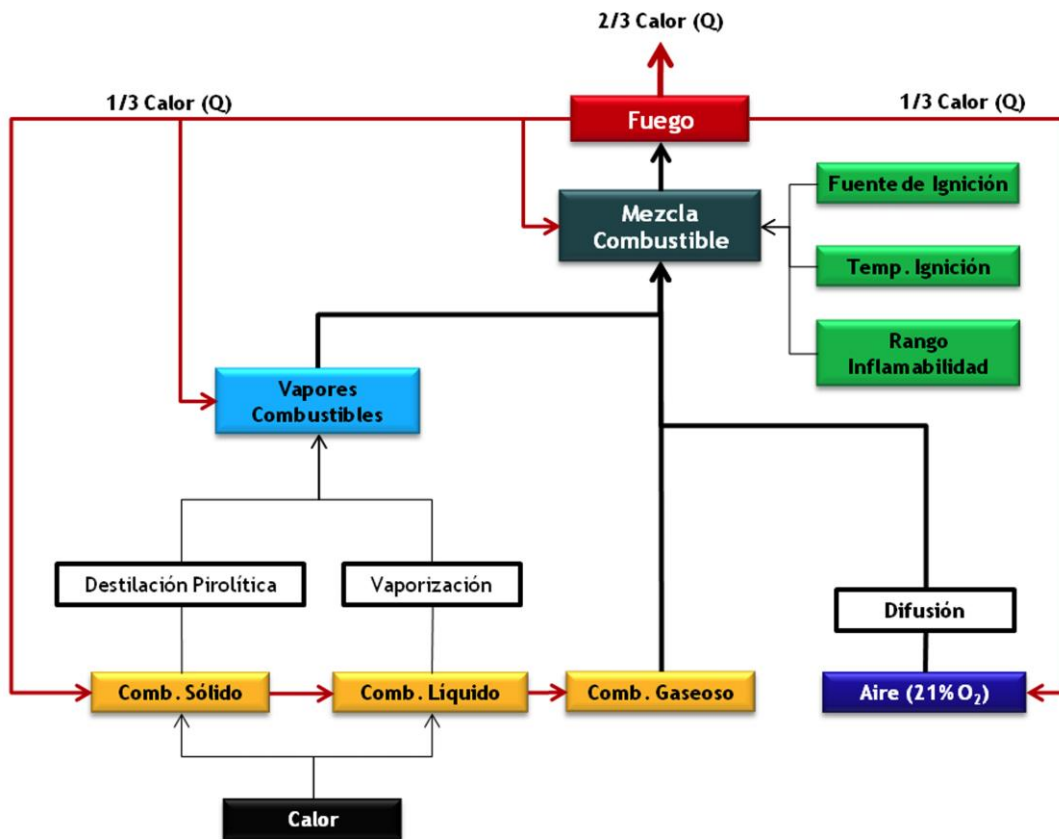
Flames de Premescla	Flames de Difusió
Gasos barrejats abans de la ignició	Gasos no barrejats abans de la ignició
Per tant cremen netament	Per tant no cremen netament
Flama més calenta la qual pot distingir-se per:	Flama més freda la qual pot distingir-se per:
El color de la Flama (blava)	El color de 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!!!**



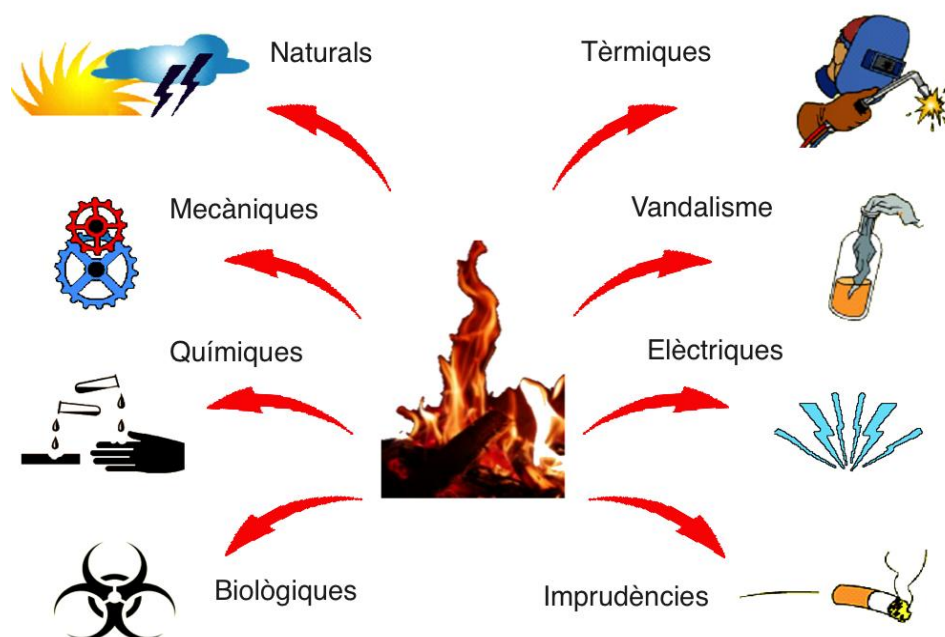
El color de la flama dona informació sobre el nivell energètic de la mateixa (blava: més energètic, vermella: menys energètic)

RESUM DE LA COMBUSTIÓ



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 contacte,...).
- 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.

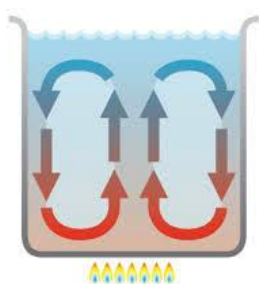
La conducció de calor varia molt en funció del tipus de material. Aquelles substàncies que tenen una elevada conductivitat tèrmica s'anomenen conductors, mentre que les que tenen una conductivitat tèrmica molt baixa

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 es degut al 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 és propaga per desplaçament de sòlids, líquids o gasos en combustió:

- **Sòlid** per la protecció 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.

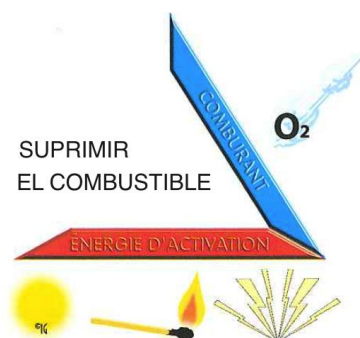
3. Generalitats sobre el procés d'extinció

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:

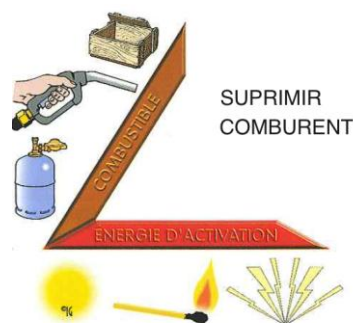
- Combustible
- Comburent
- Energia d'activació / focus d'ignició
- Reacció en cadena

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**, ja 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.



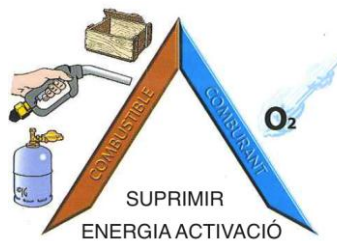
Per **Sufocació** (pols, escuma, CO₂):

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 inertes):

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.

1.-Disminueix el COMBUSTIBLE

La ràpida conversió de l'aigua a vapor i la seva expansió, dilueix els gasos inflamables. A més redueix la producció de gasos inflamables per efecte de la piròlisis, ja que es redueix la calor. L'expansió de l'aigua a vapor empeny a l'exterior alguns dels gasos existents.

2.-Redueix la CALOR

Absorbeix la calor quan l'aigua líquida es converteix en vapor.

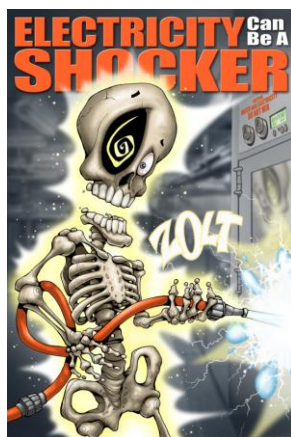
Expansió d'un 1L d'aigua	
TEMPERATURA [°C]	volumen de vapor [l]
100	1.600
200	2.060
300	2.520
400	2.980
500	3.440
600	3.900

3.-Disminueix l'OXIGEN

El vapor limita la quantitat d'oxigen que arriba a l'incendi sufocant-ho. Quan l'aigua es transforma en vapor, expandeix el seu volum a raó de 1:1600 vegades a 100 °C. Si la temperatura augmenta a 450 °C el vapor augmentarà la seva expansió, és a dir, 1:3210.

El 80 % de l'energia dels incendis serà absorbida per la transformació de l'aigua de l'estat líquid a estat vapor.

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.



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.

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 sícli).

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, al 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 mitja 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 (veure 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 en 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
- Estanqueïtat 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).

Para flames (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: Estanqueïtat al pas dels fums
P o HP: Continuitat de l'alimentació elèctrica o de la transmissió de la 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 para flames, 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.

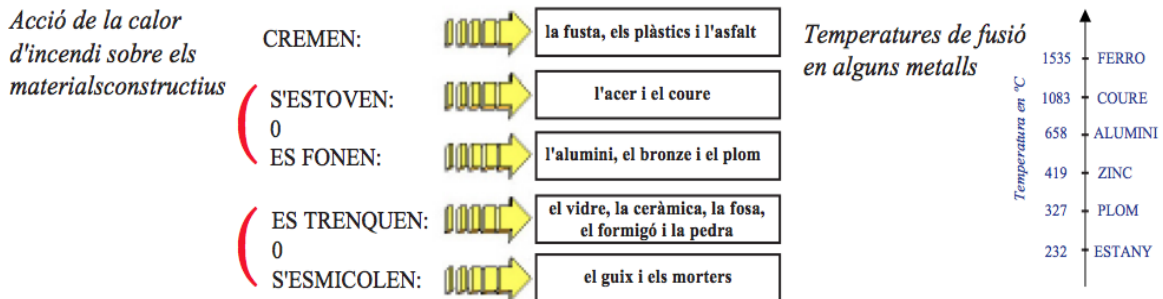
El fum no té gaire importància en el comportament constructiu dels materials, tot i que sí que té una cabdal importància en la propagació de l'incendi i en la seguretat de les persones. Altrament, la calor, a més de ser negativa per a la vida i de propagar l'incendi, altera greument els materials.



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 severs en alguns casos.

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; 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.

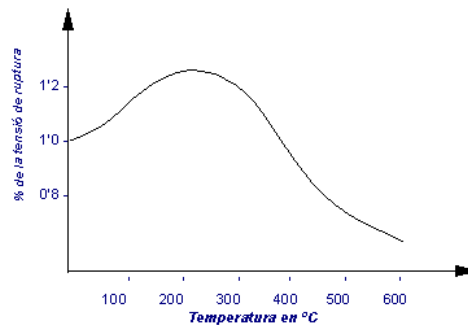


Fig. 2 Variació a les propietats mecàniques de l'acer de construcció

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.

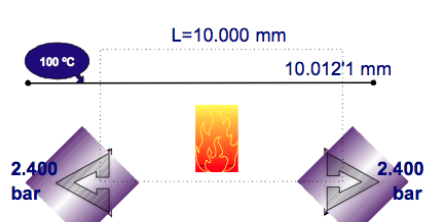


Fig. 3 Tensió requerida pera obtenir el mateix estirament que l'acció del foc

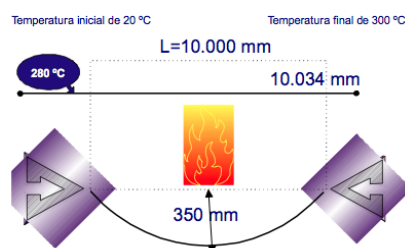


Fig. 4 Allargament d'una barra d'acer i el seu hipotètic vinclament

- 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.

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 d'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.

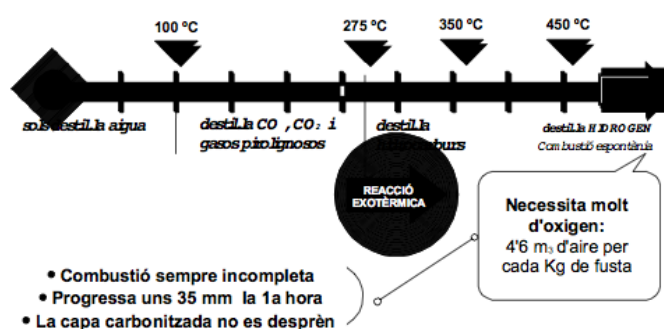


Fig. 6 Combustió de la fusta i altres materials cel·lulòsics

- 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 i 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 aconseguen el seu estat d'equilibri al finalitzar el curat, que en el cas dels compostos de calc, arriba a durar anys.

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, que suposen una sobrepressió expansiva interior considerable, no assumible en la majoria de compostos ceràmics, de morters i de formigons.

Aquest fenomen destructiu succeeix en condicions de foc sever 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.

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.

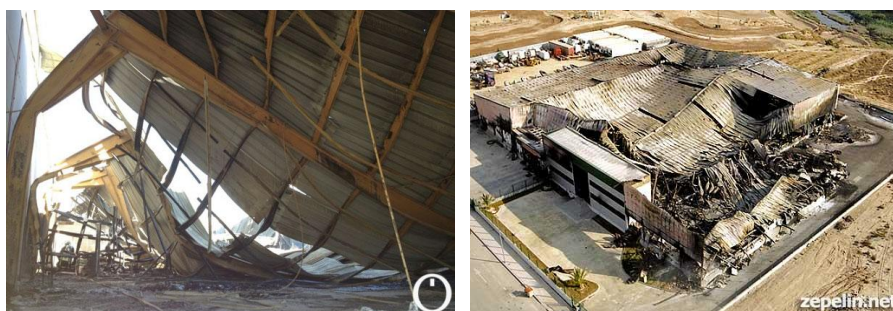
Els materials a base d'argila ofereixen una resistència a la calor també més gran ja que aquests han estat cuits a altes temperatures.

El ferro i l'acer

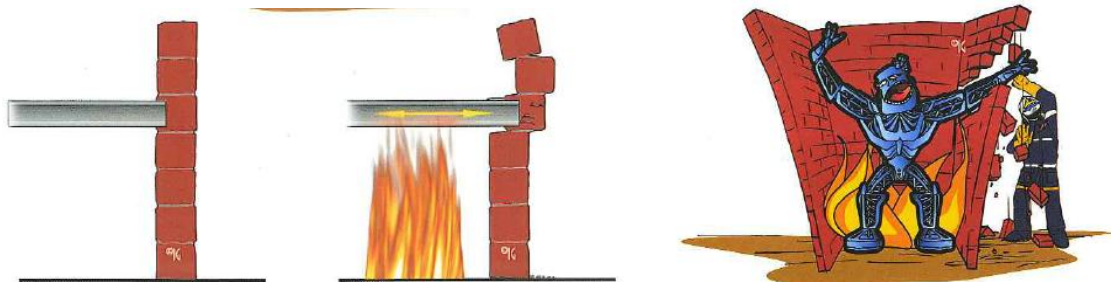


L'acer es dilata per l'acció de la calor i ofereix una mala resistència i estabilitat la foc. A partir de 200°C, la resistència al foc començar a disminuir. Aquesta esdevé nul·la a partir de 500°C a 800°C. Aquesta temperatura és molt ràpida d'assolir en cas d'incendi.

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 dislocar 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 de 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 i deixa entrar aire des de l'exterior, provocant un salt en la potència de l'incendi si aquest està en ILV.

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

El vidre armat es fissura, 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, ja que 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, aquest pot acumular la calor i els gasos de dilatació d'un incendi, podent desencadenar un incendi generalitzat després d'una aportació important 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.



Materials plàstics que podem trobar dins d'un habitatge familiar

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 despreniments 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:

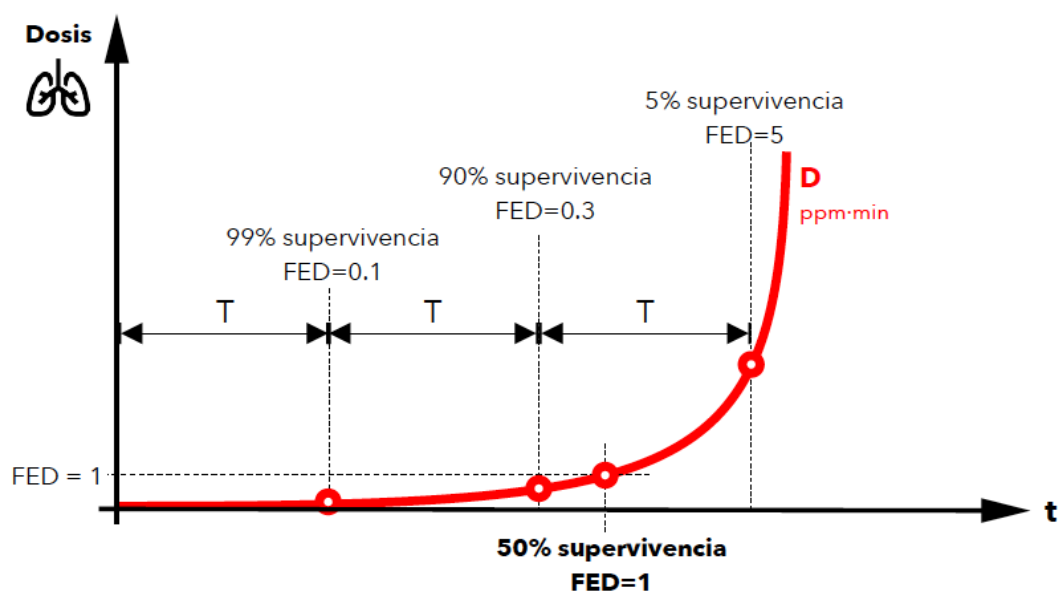
- Que la pèrdua de capacitat resistent per efecte de la calor és molt lenta i reversible;
- Que sols suporta tensions de compressió;
- Que la dilatació varia molt considerablement segons sigui la direcció analitzada, i provoca amb facilitat el trencament de les peces fines;
- Que la conductivitat o transmissió 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 revoltans;
- 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.

6.- Supervivència de víctimes, dosis i FED

Evolució en el temps de paràmetres respiratoris

La **dosis de gasos tòxics inhalats (D)** és el producte de la concentració de gasos tòxics pel temps d'inhalació.

$$\text{Dosis} = \text{concentració} \times \text{temps}$$



En un incendi confinat, la concentració de gasos tòxics creix exponencialment amb el temps. Per tant la **dosis de gasos tòxics inhalat (D)** segueix una corba exponencial resultat de la integració en el temps de la concentració de gasos tòxics.

$$\text{dosis} = \int \text{concentració} dt$$

La **supervivència de víctimes** indica la probabilitat de romandre amb vida en un entorn d'incendi per a qui no pugui aconseguir pels seus propis mitjans un lloc segur.

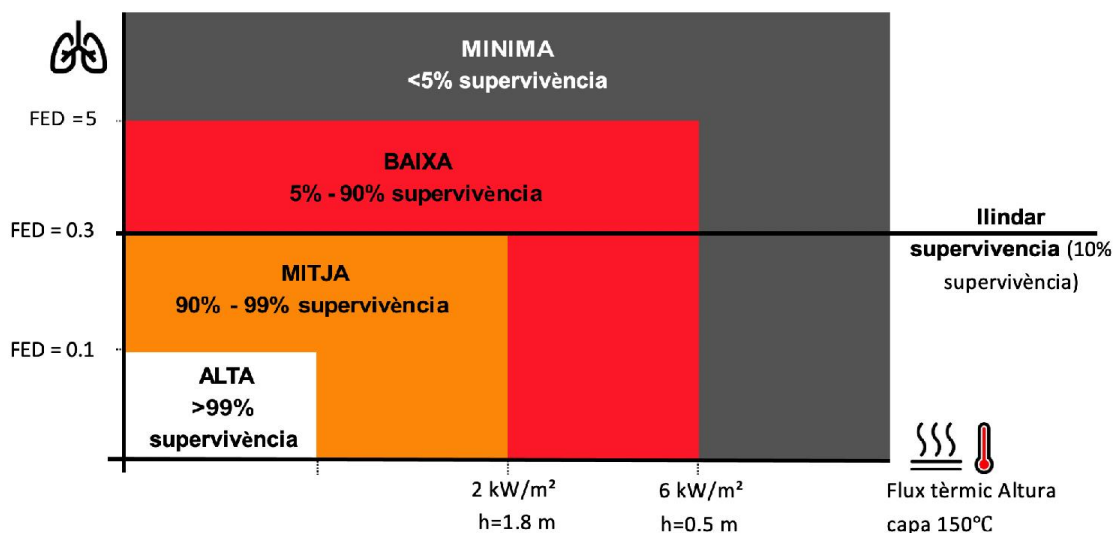
Existeix una relació estadística entre la supervivència d'una víctima en un recinte d'incendi i la dosis de gasos tòxics inhalats (D).

Es defineix **Fracció de Dosis Efectiva (FED=1)** com la dosis (D) necessària per a que mori el 50% d'una població.

Relació entre FED, supervivència i temps transcorregut a l'inici de l'incendi.

FED=0,1	99% supervivència	T
FED=0,3	90% supervivència	2T
FED=5	5% supervivència	3T

6.1 Classificació d'escenaris en base a paràmetres respiratoris i tèrmics



Les condicions de supervivència per a les víctimes en un incendi d'interior són especialment complexes. Influeixen dos tipus de paràmetres l'efecte dels quals determinarà el rang de supervivència:

- **Paràmetres respiratoris:** vinculats a la presència d'agents tòxics i a la seva acció sinèrgica quan es troben en combinació, així com a l'absència d'oxigen. Tots aquests es poden integrar en al fracció de dosis efectiva (**FED**).
- **Paràmetres tèrmics:** efectes de la calor sobre l'organisme que inclouen cremades i bloqueig de la funció respiratòria en ambients a alta temperatura.

La classificació d'escenaris en funció de la supervivència de víctimes pot realitzar-se en base al factor més limitant (FED, altura de la capa a 150° o flux tèrmic).

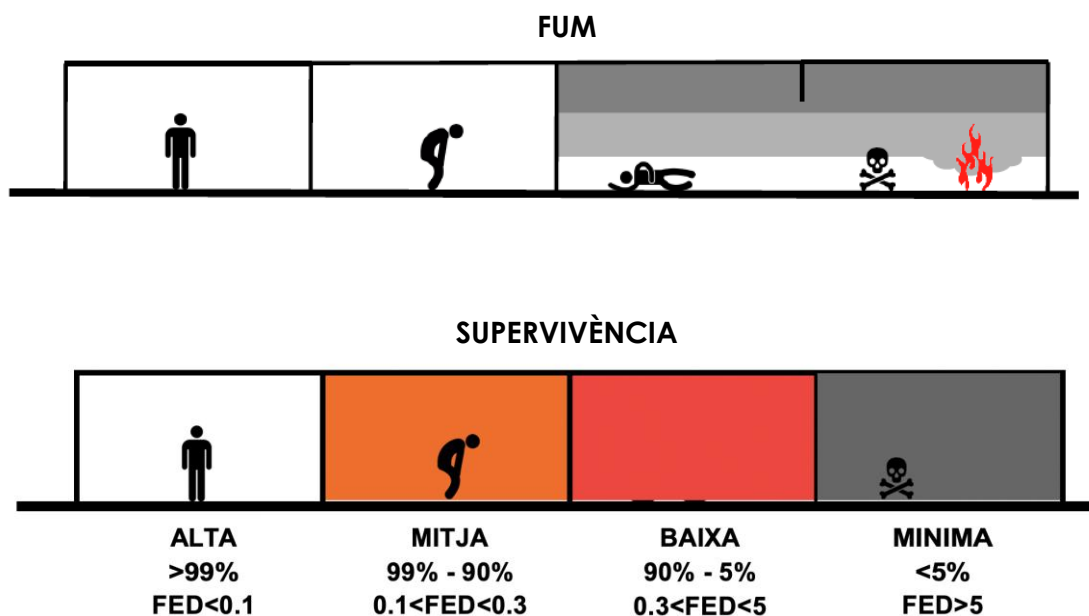
S'estableixen 4 classes identificades mitjançant colors.

ALTA	>99% supervivència
BAIXA	5%-90% supervivència
MITJA	90%-99% supervivència
MÍNIMA	<5% supervivència

De cara a maximitzar el nombre de víctimes amb vida, els **esforços de recerca i rescat** deuen orientar-se en el següent **ordre**:

- 1.- BAIXA
- 2.- MITJA
- 3.- MÍNIMA
- 4.- ALTA

6.2 Zonificació d'escenaris en base a paràmetres respiratoris.

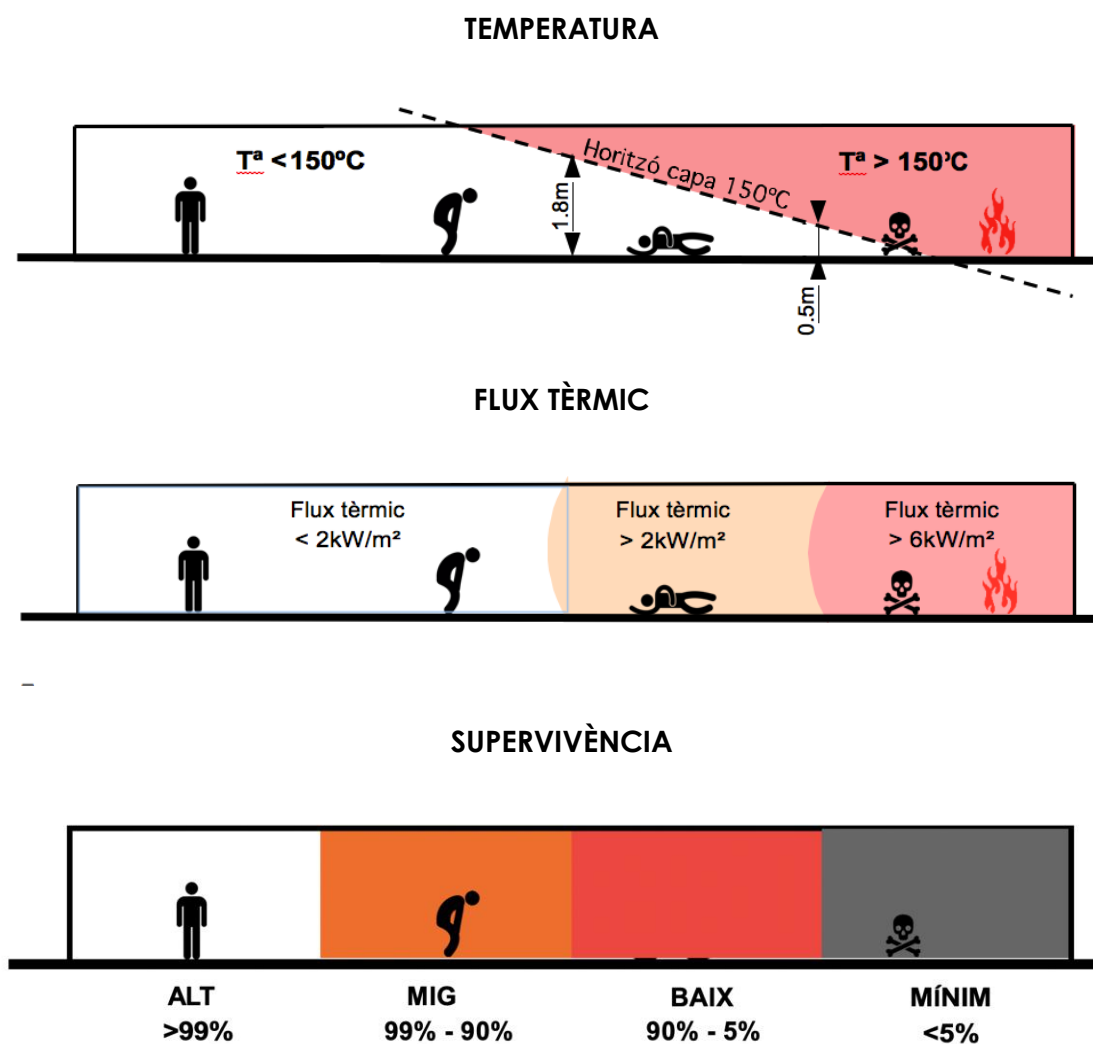


Atenent exclusivament a paràmetres respiratoris, es pot establir una zonificació d'escenaris en base a la propagació de fum i la sectorització amb respecte al motor de l'incendi.

Zonificació.

- ALTA** >99% supervivència FED<0.1
 - Zones lliures de fum.
 - Habitualment zones separades de l'incendi per dos portes tancades.
- MITJA** 90%-99% supervivència 0,1<FED<0.3
 - Zones amb fum diluït o pla neutre alt.
 - Habitualment zones separades de l'incendi per una portes tancades.
- BAIXA** 5%-90% supervivència 0.3<FED<5
 - Zones amb forta densitat de fum, pla neutre molt baix.
 - Habitualment zona amb portes obertes al motor de l'incendi.
- MÍNIMA** <5% supervivència FED>5
 - Pla neutre a ras de sol, fum molt dens.
 - Habitualment recinte d'origen de l'incendi.

6.3 Zonificació d'escenaris sobre la base de paràmetres tèrmics

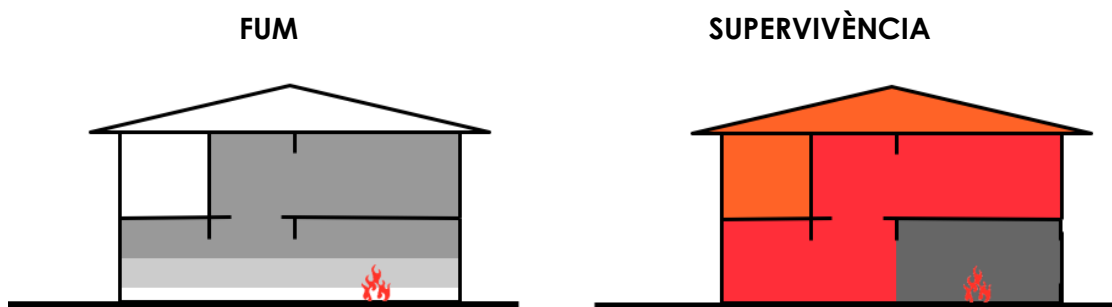


Atenent exclusivament paràmetres tèrmics, es pot establir una zonificació d'escenaris sobre la base de l'altura de l'estrat a 150 °C i el flux tèrmic incident. Zonificació:

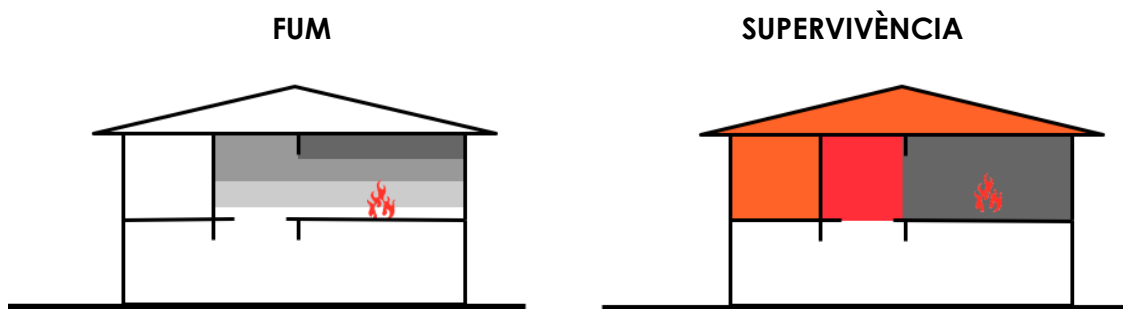
BAIXA 5%-90% supervivència
L'horitzó a 150 ° C es troba a una altura entre 0.5m i 0.8m
I/o el flux tèrmic incident és superior a 2kW/m² i inferior a 6kW/m²

MÍNIMA <5% supervivència
L'horitzó a 150 ° C es troba a una altura inferior a 0.5m
I/o el flux tèrmic incident és superior a 6kW/m²

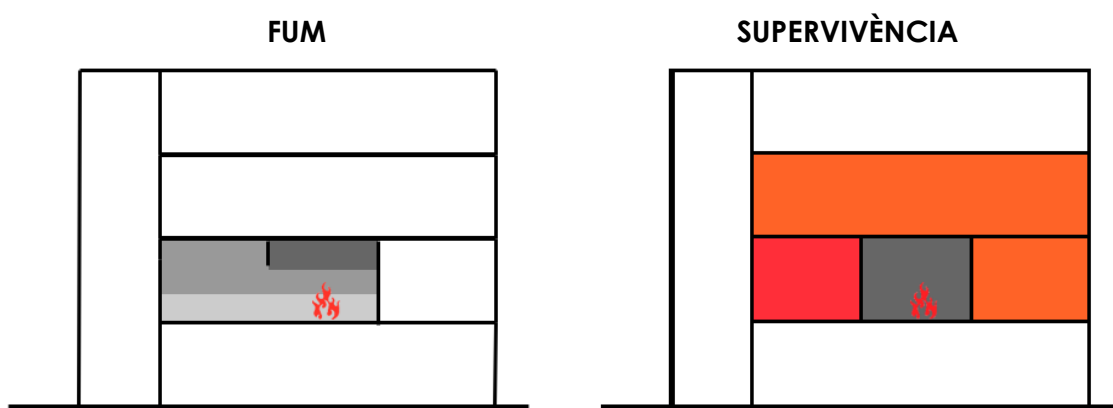
6.4 Propostes de zonificació d'escenaris



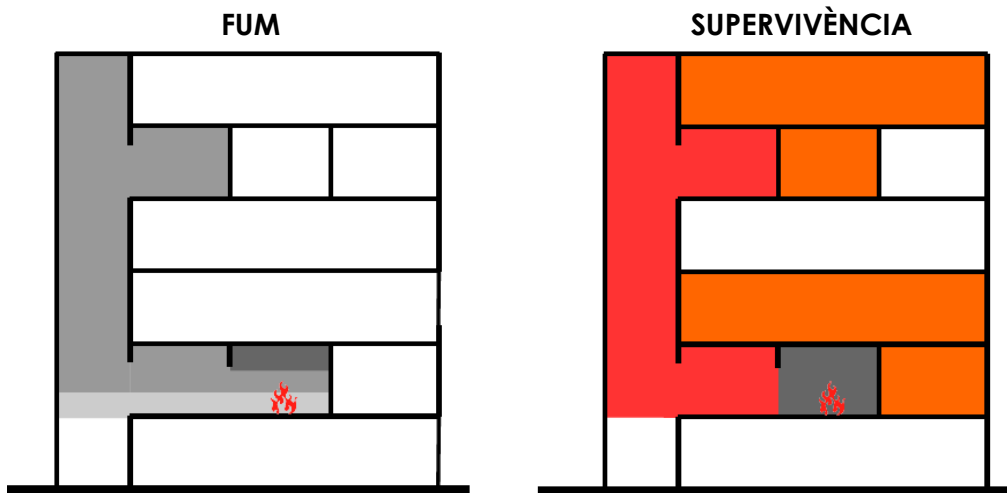
Proposta de zonificació de la supervivència de víctimes en habitatges unifamiliars de formigó i obra de fàbrica amb motor d'incendi en **la planta R.**



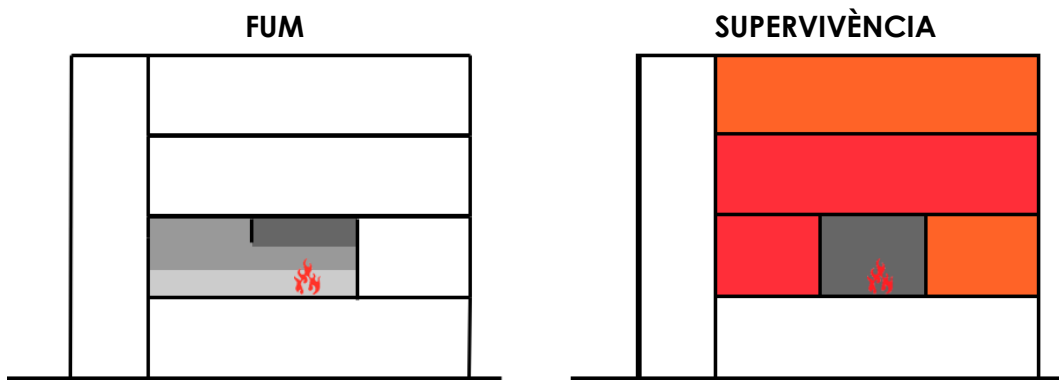
Proposta de zonificació de la supervivència de víctimes en habitatges unifamiliars de formigó i obra de fàbrica amb motor d'incendi en la **planta R+1.**



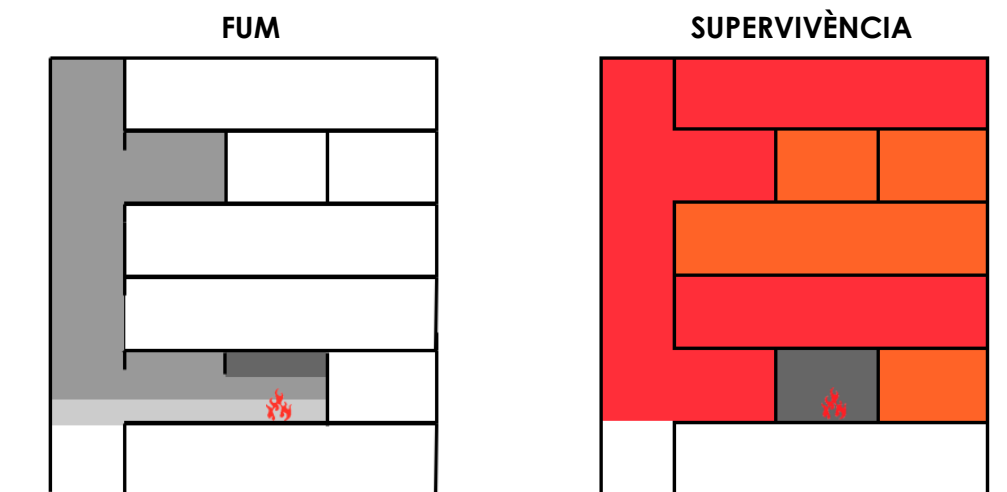
Proposta de zonificació de la supervivència de víctimes en blocs d'habitatge de formigó i obra de fàbrica amb motor **d'incendi tancat a la caixa d'escalles.**



Proposta de zonificació de la supervivència de víctimes en blocs d'habitatge de formigó i obra de fàbrica amb motor d'incendi obert a la caixa d'escapes.



Proposta de zonificació de la supervivència de víctimes en blocs d'habitatge amb estructura de fusta o baixa estanquitat amb motor d'incendi tancat a la caixa d'escapes.



Proposta de zonificació de la supervivència de víctimes en blocs d'habitatge amb estructura de fusta o baixa estanquitat amb motor d'incendi obert a la caixa d'escapes.

Ordre proposat de cerca i rescat:

- ① **BAIXA** 5%-90% supervivència
Zones amb portes obertes al motor de l'incendi.
- ② **MITJANA** 90%-99% supervivència
Zones separades de l'incendi per una sola porta tancada.
Plantes per sobre de l'incendi.
- ③ **MÍNIMA** <5% supervivència
Recinte de l'incendi.
- ④ **ALTA** >99% supervivència
Zones per sota d'incendi.
Zones separades de l'incendi per dues portes tancades o una porta RF.



7.- Generalitats del material de lluita contra els incendis

7.1 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 tant importants.

Assajos d'eficàcia

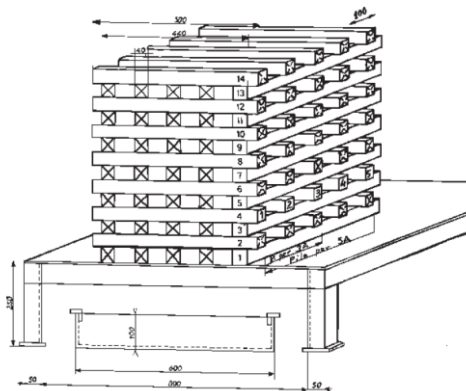
L'eficàcia d'un extintor és l'aptitud per l'extinció d'una o de diferents classes de focs.

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

Tots aquests assajos, consisteixen en 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.

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 en 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 del mateix.

• 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.

7.2 Actuació

a) **Sufocació.** Se 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 utilitzar 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.

7.3 Classificació

7.3.1 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 pot ser 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 · Poca penetració. · Danys addicionals a documents.	Foc d'equips amb la presència de tensió elèctrica (amb aigua pulveritzada el perill es menor).
AIGUA	pulveritzada	· Focs amb brasa	· Gran penetració a focs amb brases	· Poc abast	· Focs de metalls
	pulveritzada amb aditius AFFF	· Focs amb brasa · Focs de líquids inflamables.	· Millora de l'eficàcia de l'aigua.	· No extingueix focs dinàmics (vessaments)	
ESCUMA		· Focs amb brasa · Focs de líquids inflamables.	· Efecte acumulable partint de la densitat crítica de l'aplicació.	· Hidrolització de d'espumògen. · No extingueix focs focs dinàmics (vessaments)	· Focs de metalls · Focs d'equips a 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 gasosos o líquids a baix pressió.	· Alta eficàcia.		-
	polivalent (ABC)	· 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	· No deixa residus	· Baixa eficàcia	· Axfisiant · Poden originar cremades per baixa temperatura a la descàrrega.
DIÒXID DE CARBONI		· Foc amb presència de tensió elèctrica.			
		· Foc de líquids inflamables. · Foc de combustibles gasosos o líquids a baix pressió.	· No deixa residus	· No és molt eficaç amb foc de brases	· Corrossions. · Productes tòxics a la descomposició de l'agent.
HALÒ		· Foc amb presència de tensió elèctrica.			

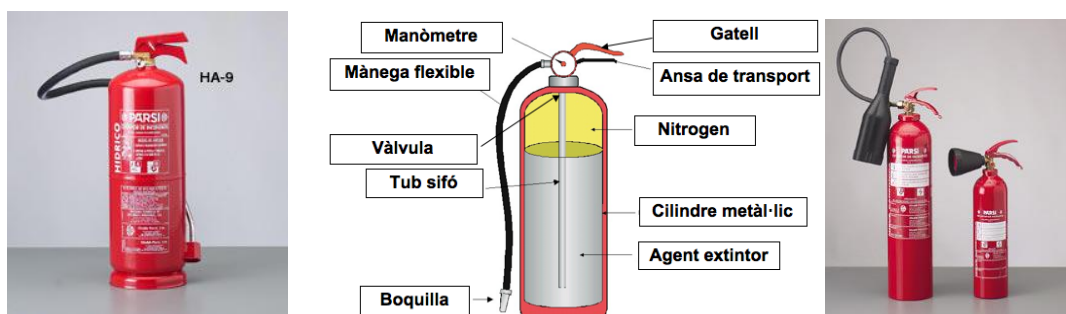
7.3.2 Segons el tipus de funcionament

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 extintor ni de la majoria de les parts operatives	
	• Extintors d'halò habitualment.	• Aplicable per ús per personal poc adiestrat.	sense descarregar l'agent impulsor, i	-
	• Extintors d'aigua i escuma.		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.



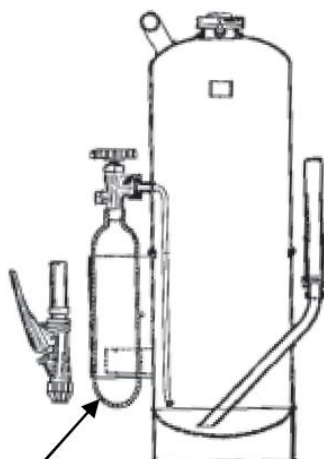
Extintors de pressió no permanent (o de pressió adossada).

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.

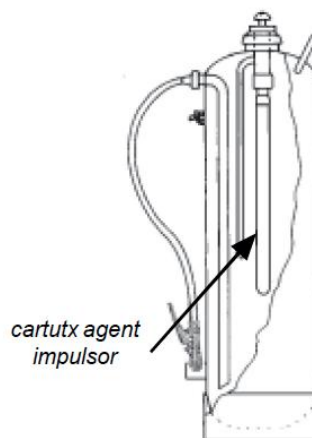
Extintor de pressió adossada exterior



cartutx agent impulsor



Extintor de pressió adossada interior



7.3.3 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'obra al 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 ampolleta exterior proveïda de volant). Quant 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.

7.3.4 Segons la seva forma de transport

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

Extintors portàtils. Són d'us 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 el 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.



7.4 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.

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



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



Habituarse 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

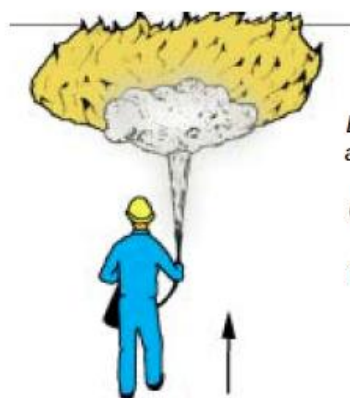


Els focs en l'exterior, a l'aire lliure, no presenten tant perill per les persones ni per les instal·lacions com els focs interiors. De tota manera caldrà prendre les precaucions necessàries per garantir l'extinció del foc i la integritat física de les persones. El primer que s'haurà de tenir en compte 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 tant 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 inflamat.

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.

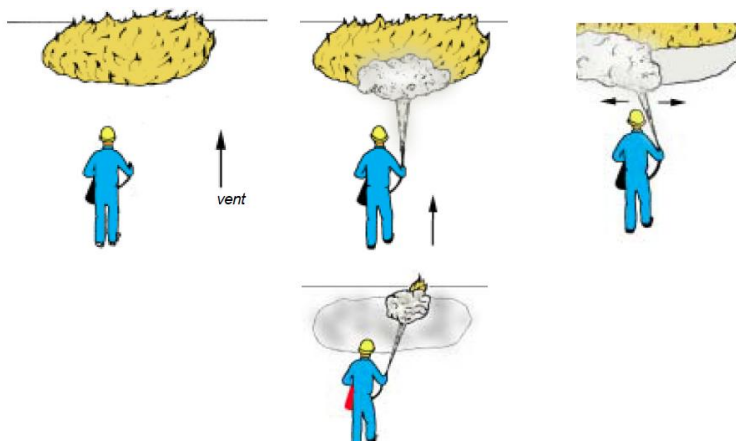
Quan es perdi de vista les flames a conseqüència del núvol de pols format per l'agent extintor, la projecció es detindrà i es tornarà a posar en marxa en el moment que les flames tornin a estar a la vista, s'actuarà d'aquesta manera fins l'extinció completa de les flames.

L'extintor i el seu enemic l'incendi

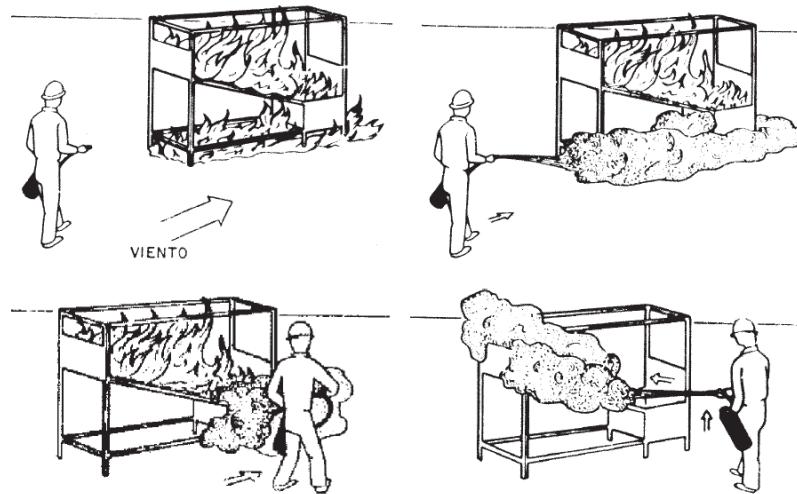
No podem oblidar que els extintors portàtils si no han estat usats en els primers moments de l'incendi, queden també a l'abast de l'incendi i no funcionaran, a no ser que siguin automàtics, si no es per l'acció de les persones. Determinats extintors en presència i si són atacats directament per un incendi, poden comportar-se com "petites bombes", que afecten fonamentalment a les tasques d'extinció dels propis bombers.



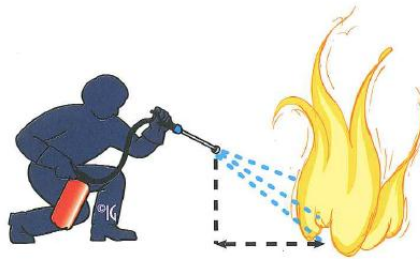
Vessament sense obstacles



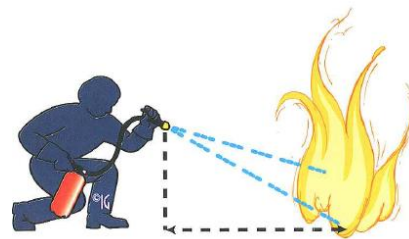
Foc amb volum



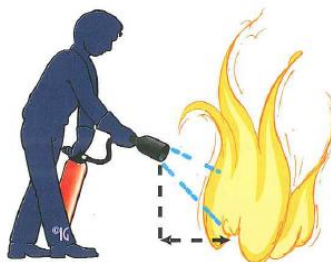
Distàncies d'atac



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



Entre 3 i 4 metres amb extintors de pols.



Entre 0,5 i 1 metre amb extintor de CO2

Bibliografia

- Flashover: Desarrollo y control, José Miguel Basset Blesa Oficial jefe de Guardia Ingeniero Técnico Químico Instructor para Flashover por el Råddningsverket.
- 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.
- Blog d'Edlobla, incendiosobrealimentados.blogspot.com
- Bomberos de Navarra, Plegado de mangueras tipo "Palmera".
- Manual de incendios, Formación para bomberos. CEIS Guadalajara. Arturo Arnalich.
- Documentació de Referencia para intervenciones en incendios estructurales 2022. Grupo de incendios estructurales (GIE).
- Paul Combs, Ilustrador.

