

# Ricordiamoci del triangolo del fuoco



# Rottura del triangolo del fuoco

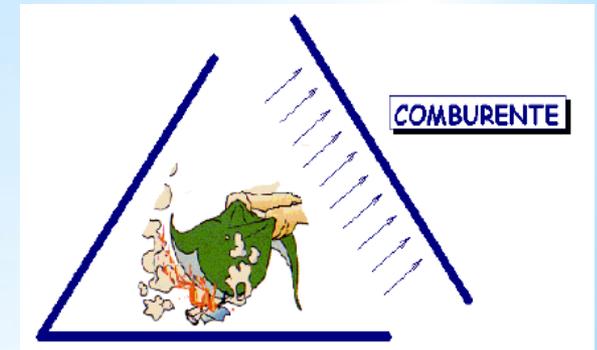


# Fermare il processo di combustione

Per ottenere lo spegnimento di un incendio si può agire su



sottrazione\esaurimento del combustibile



soffocamento



raffreddamento

# Azione delle sostanze estinguenti

Con riferimento alle **tipologie di azione** degli agenti estinguenti, possono essere individuate **quattro modalità**:

**Raffreddamento** (assorbimento di calore)



**Separazione** (eliminazione del contatto tra combustibile e comburente)



**Soffocamento** (abbassamento della percentuale di ossigeno presente nella miscela aria combustibile)



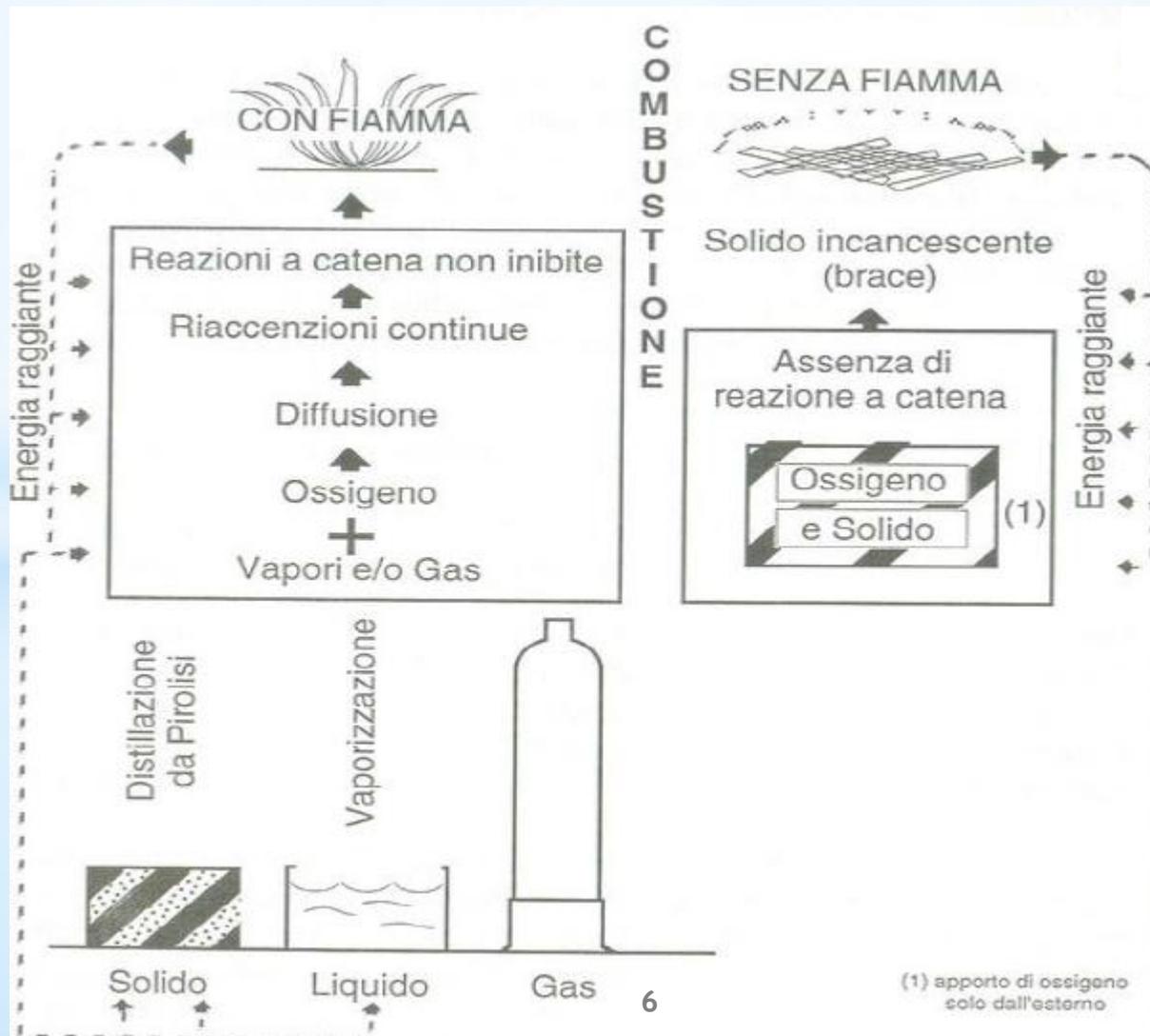
**Inibizione chimica** (aumentando l'energia di attivazione)



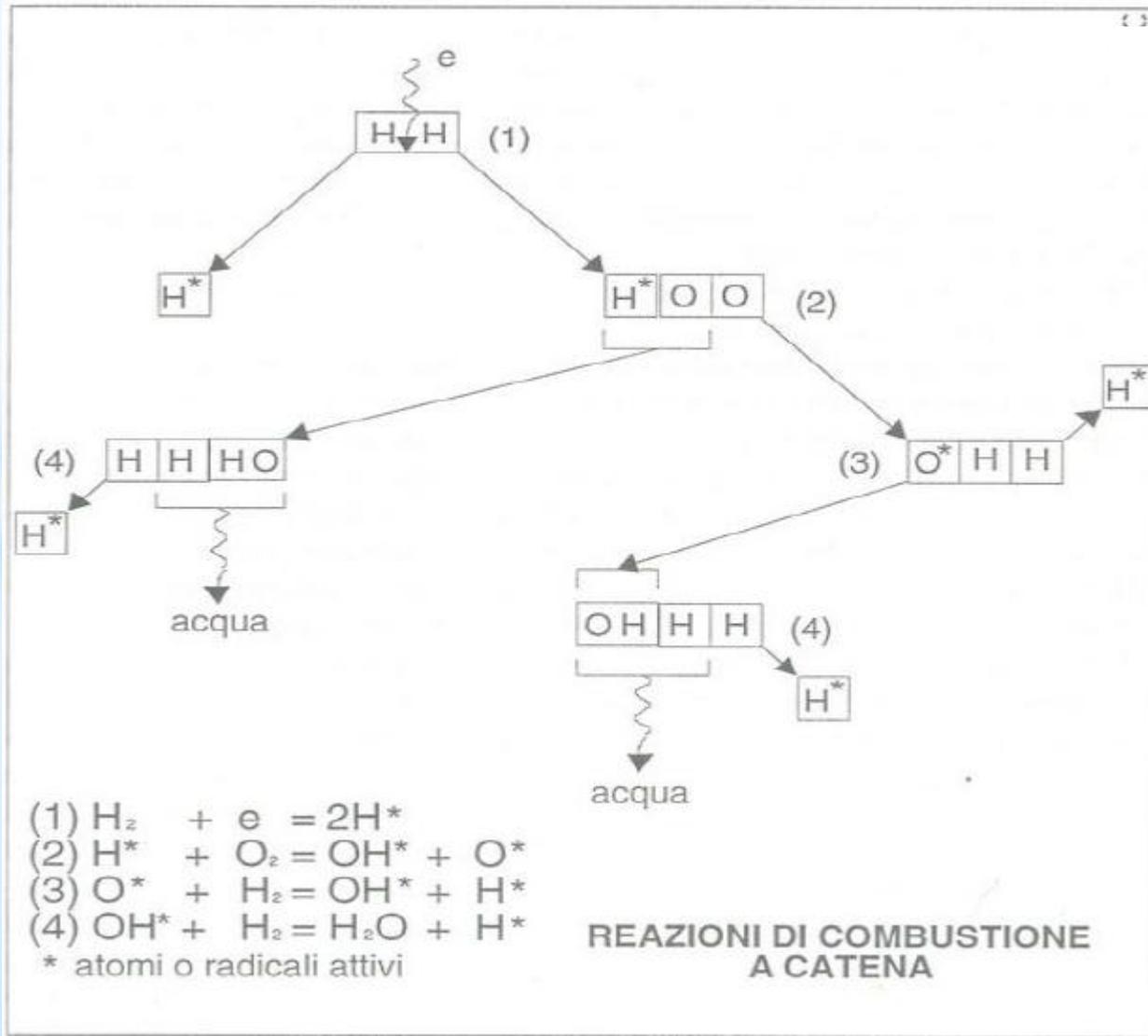
L'**AUTOCATALISI** o **CATALISI POSITIVA**, costituisce l'insieme delle "reazioni a catena" che si generano nello sviluppo del processo chimico della combustione e che la autosostengono. Un qualsiasi elemento che intervenga con una proprietà di natura chimica contraria e che blocca tali reazioni a catena, determina una **CATALISI NEGATIVA**



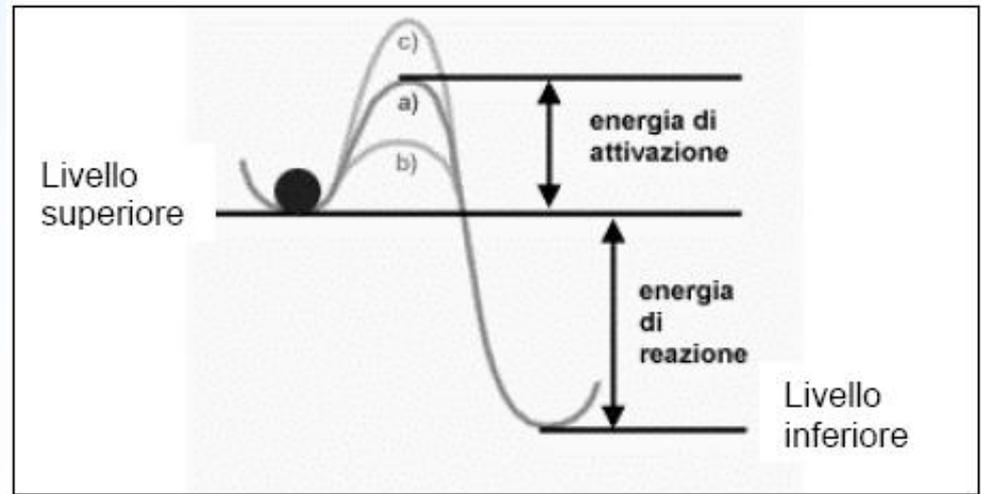
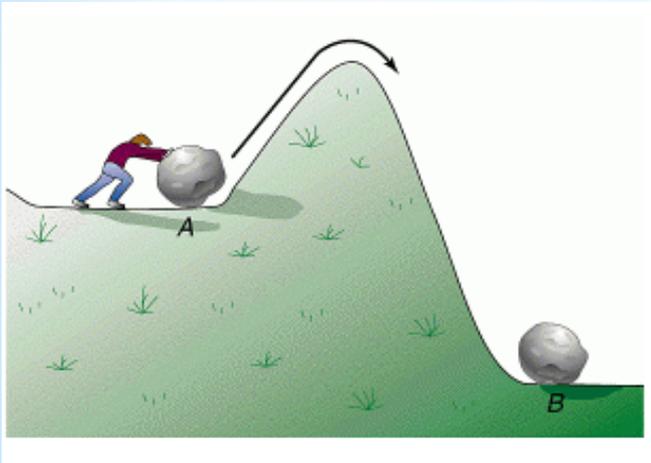
# Combustione CON e SENZA FIAMMA



# Combustione con fiamma



# Ricordiamoci che Velocità di combustione dipende da Energia Attivazione

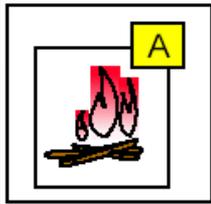


Un **catalizzatore** fa procedere la reazione più velocemente perché fornisce un percorso alternativo in cui la barriera di attivazione è più bassa (curva b).

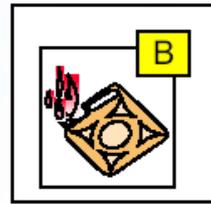
Al contrario l'**inibitore** rallenta la reazione perché innalza la barriera stessa (curva c).

# Classificazione degli Incendi

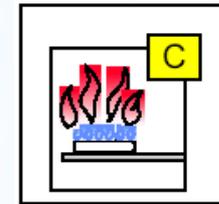
Gli incendi, o i **fuochi**, secondo la Norma UNI EN 2:2005, vengono distinti in cinque classi, secondo lo stato fisico dei materiali combustibili.



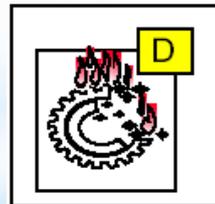
**Classe A**  
(solidi)



**Classe B**  
(liquidi)



**Classe C**  
(gas)



**Classe D**  
(metalli)

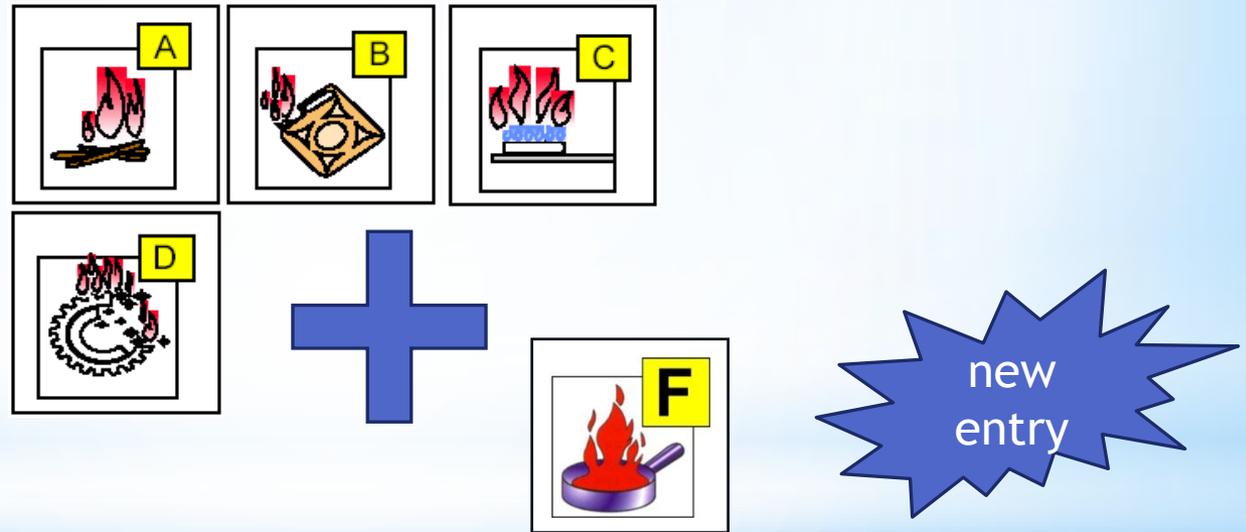


**Classe F**  
(olii – grassi alimentari)

# Classificazione degli Incendi

Quindi, ad oggi, con la **Norma europea UNI EN 2:2005** sulla "*Classificazione dei fuochi*"

Abbiamo i fuochi distinti in **5 classi**, secondo *le caratteristiche* dei materiali combustibili, in accordo con la norma **UNI EN 2:2005**



**Classe F**

(oli – grassi alimentari)

# Classificazione degli Incendi

Si potrebbe inserire un'altra categoria di incendi, non ricadente nei suddetti punti, che considera la particolarità degli **incendi di natura elettrica** nelle apparecchiature in tensione, un tempo definita «classe E» - **non riconosciuto dalla normativa**

*"AVVERTENZA non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione"*



*"adatto all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione fino a 1000 v ad una distanza di un metro"*

*prova dielettrica del punto 9 della norma UNI EN 3-7:2008*

# Sostanze estinguenti (premessa)

Ad ogni classe di fuoco corrisponde un tipo di estinguento

Occorre conoscere le **caratteristiche** delle sostanze estinguenti per ottenere risultati sempre e comunque positivi

In particolare, occorre conoscere:

- Caratteristiche chimico-fisiche;
- Avvertenze;
- Modalità d'uso.

# **Sostanze estinguenti**

La sostanza usata, il tipo di intervento e le modalità di impiego devono essere commisurate alla natura dei prodotti che hanno preso fuoco e all'entità dell'incendio

Le sostanze estinguenti normalmente utilizzate sono:

**ACQUA**

**SCHIUMA**

**POLVERI**

**ANIDRIDE CARBONICA**

**IDROCARBURI ALOGENATI**

**SOSTANZE ALTERNATIVE AGLI HALON**

**(SABBIA)**

# Sostanze estinguenti

## ACQUA

L'acqua è da sempre l'estinguento più largamente usato per la facile reperibilità, per il costo decisamente basso, la semplicità di impiego e la non tossicità

- Evapora a 100 °C a P=1 atm
- Ha un elevato calore di evaporazione
- Si dissocia a 2000°C in idrogeno (2%) ma a 3000 °C (13%)
- In presenza di alcune sostanze riducenti come i metalli alcalini e metalli alcalino terrosi (Na, K, Mg) il rendimento aumenta notevolmente

# Sostanze estinguenti

## ACQUA

Azione estinguente  
principale

raffreddamento: l'acqua lanciata sulle sostanze che bruciano si riscalda e successivamente vaporizza **sottraendo calore** e portando la temperatura delle sostanze coinvolte al di sotto delle rispettive **temperatura di accensione**

# Sostanze estinguenti

## ACQUA

Azione estinguente  
secondaria

**Soffocamento**: l'acqua, **evaporando**, esplica un'azione di soffocamento nell'atmosfera presente. A seguito della evaporazione l'acqua aumenta di circa 1700 volte il suo volume iniziale determinando lo **spostamento dell'aria e dei vapori infiammabili**

# Sostanze estinguenti

## ACQUA

### Azione estinguente residuale

Altri effetti che contribuiscono all'estinzione dell'incendio sono:

**diluizione** delle sostanze infiammabili solubili (miscibili) in acqua in modo da renderle non adatte alla combustione;

**rottura**, per azione meccanica, del contatto tra combustibile e comburente effettuata dal getto d'acqua;

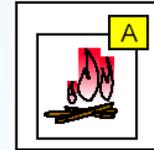
**imbevimento** dei combustibili solidi;

# Sostanze estinguenti

## ACQUA

### *Modalità di utilizzo e campi di impiego*

Efficace in incendi di classe A



l'acqua deve essere erogata sul combustibile in fiamme in modo da **raffreddarne la più ampia superficie possibile.**

Per incrementare la capacità estinguente dell'acqua, anziché getti pieni è meglio utilizzare **getti di acqua frazionata o nebulizzata**

- \* L'ACQUA HA UN ELEVATO VALORE DEL CALORE SPECIFICO (**1KCAL/KG** )
- \* MA ANCHE UN ELEVATO VALORE DEL CALORE LATENTE DI VAPORIZZAZIONE (**540 KCAL /KG** )



\* L'azione di raffreddamento  
dell'acqua

Ne deriva che in caso di completa evaporazione l'acqua assorbe ben (630 Kcal /Kg ) considerando un salto termico di 90 °C

Infatti:

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = G * C * (T_1 - T_2) = 1 * 1 * (100 - 10) = 90 \text{ Kcal/kg}$$

riscaldamento

$$Q_2 = 540 \text{ Kcal} \quad \text{calore latente di evap.}$$



\* L'azione di raffreddamento dell'acqua

## Teoricamente:

Con  $q = 150$  litri/min

Si potrebbero ottenere assorbimenti calore

$630 * 150 = 94.500$  Kcal/min



\* L'azione di raffreddamento  
dell'acqua

Ma non tutta l'acqua riesce ad evaporare

Efficienza dell'acqua applicata:

$$X = Q_{\text{vaporizzata}} / Q_{\text{erogata}}$$



\* Efficienza dell'acqua

L'assorbimento di calore dell'acqua è tanto più efficace quanto più rapidamente evapora e cioè... quanto più è elevata la superficie di scambio termico



Si ritiene che il diametro ottimale dell'acqua sia compreso tra 0,5 e 1 mm.

## \* Efficacia dell'acqua

# Sostanze estinguenti

## ACQUA

### *Dove non utilizzarla*

L'acqua non deve essere impiegata in presenza di:

- **apparecchiature elettriche sotto tensione;**
- sostanze reagenti in modo pericoloso con l'acqua quali: carburo di calcio che produce acetilene;
- sostanze riducenti come Na, K, Mg, Al, che facilitano la liberazione di idrogeno;
- sostanze quali: cloro, fluoro, ecc. che con l'acqua reagiscono dando luogo a sostanze corrosive;

# Sostanze estinguenti

## ACQUA

### *Continua... Dove non utilizzare*

L'acqua non deve essere impiegata in presenza di:

- sostanze come l'acido solforico, l'anidride acetica ecc., a contatto con l'acqua sviluppano calore emettendo composti corrosivi;
- incendi di sostanze tossiche quali: cianuri alcalini che possono essere dispersi nell'acqua;
- carbone rovente (infatti, il vapore d'acqua reagisce con esso sviluppando idrogeno ed ossido di carbonio con la creazione di situazioni molto pericolose);

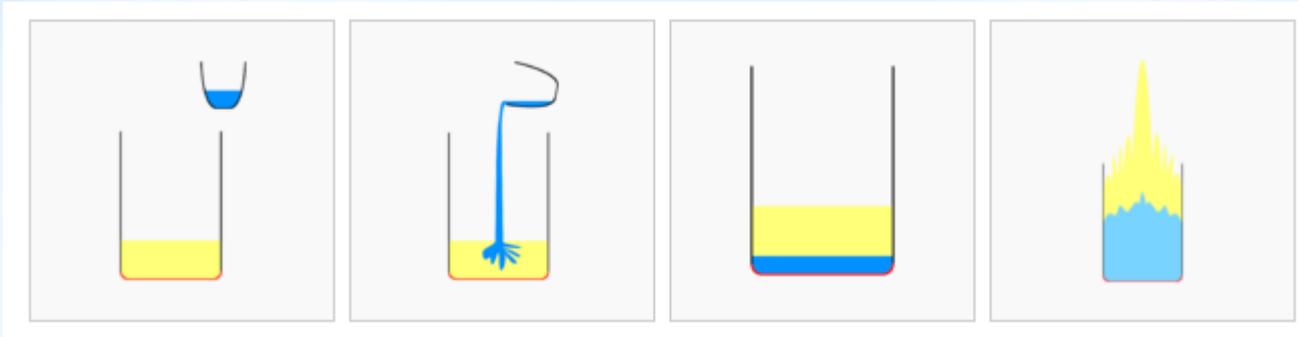
# Sostanze estinguenti

## ACQUA

### *Continua...Dove non utilizzare*

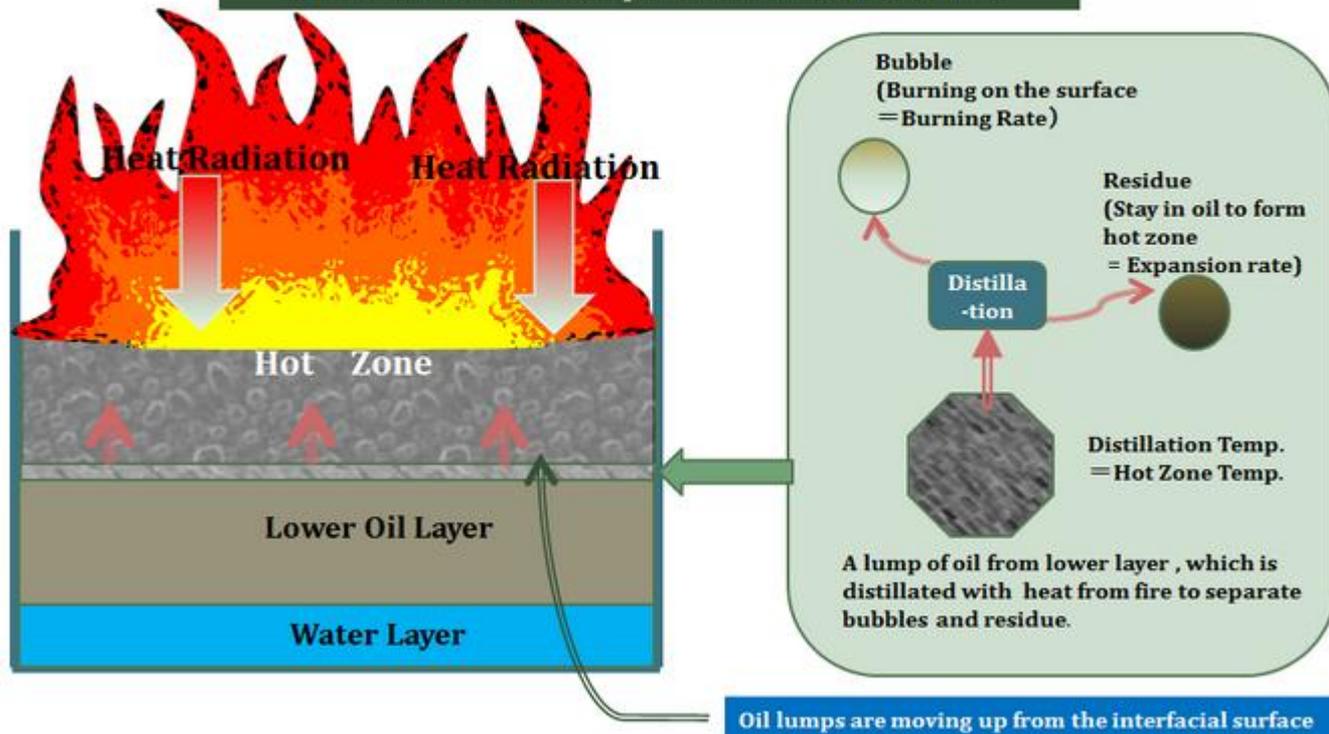
L'acqua non deve essere impiegata in presenza di:

- apparecchiature o documenti che possono essere danneggiati dal contatto con l'acqua;
- l'acqua è molto pericolosa se viene usata negli incendi di oli minerali che possono formare delle zone calde con temperature superiori a 100 °C (fenomeno del Boilover);
- rischi di congelamento;



# \*Boilover

## Mechanism of Boilover (In case of multi-components, like a crude oil)



\* Boilover

# Quali attrezzature ?

## Gli Idranti

UNI 45

UNI70

A colonna

A Muro



## Manichette e lance



\* **Naspi -EN 671-1**



# \*Monitori

# Sostanze estinguenti

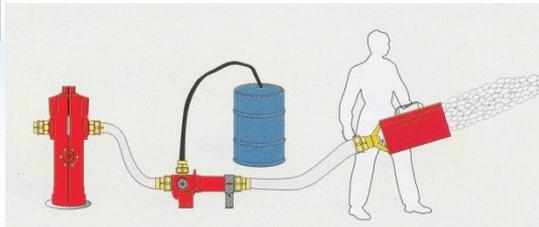
## SCHIUMA

Quando la **sostanza combustibile è liquida** ed ha un **peso specifico minore di quello dell'acqua** occorre impiegare la schiuma come sostanza estinguente

La schiuma produce una **coltre continua, leggera, impermeabile ai vapori, che separa il combustibile dal comburente**

Le schiume, in funzione della tipologia di gas e del modo con cui questo viene combinato con l'acqua e la sostanza schiumogena, si dividono in due categorie principali:

**Schiuma chimica**



**Schiuma meccanica**

## Sostanze estinguenti

### Ma come è fatta la SCHIUMA

La schiuma è un agente estinguente costituito da una soluzione in acqua di un liquido schiumogeno + aria



## Sostanze estinguenti

### Ma come è fatta la SCHIUMA

Ricapitolando... la schiuma è formata dall'insieme di:

- Acqua
- Liquido schiumogeno
- Aria

Opportunamente miscelate



# Sostanze estinguenti

## SCHIUMA

Le principali proprietà che deve avere una schiuma sono:

peso specifico inferiore a quello dei liquidi in cui viene versata (tra 0.12 e 0.17 kg/dm<sup>3</sup> );

insolubilità nei liquidi combustibili o infiammabili ;

peso sufficiente a non essere portata verso l'alto dallo sviluppo dei gas di combustione;

assenza di tossicità e corrosività;

buona omogeneità;

capacità di mantenere incorporata l'acqua in emulsione;

# **Sostanze estinguenti**

## **SCHIUMA**

Proprietà che deve avere una schiuma sono anche:

**buona stabilità alle alte temperature;**

**capacità di dilagare rapidamente e nello stesso tempo di aderire alle pareti verticali;**

**pH compreso 6 e 7.5 a 21 °C.**

# Sostanze estinguenti

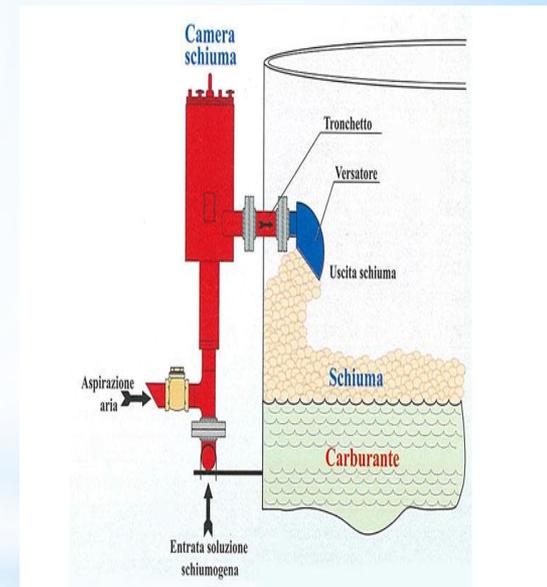
## SCHIUMA

### Azione estinguente

**Soffocamento:** stendendosi sul pelo libero del liquido o sulle superfici dei solidi, impedisce all'aria di raggiungere i vapori infiammabili

**Raffreddamento e diluizione:** per effetto dell'evaporazione dell'acqua contenuta nelle bolle;

**Separazione:** rimuove e blocca i vapori combustibili, prodotti dal liquido, dalla zona di combustione.

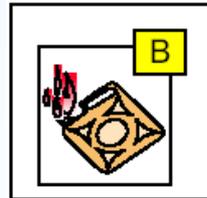
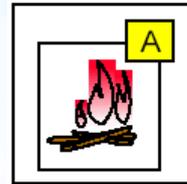


# Sostanze estinguenti

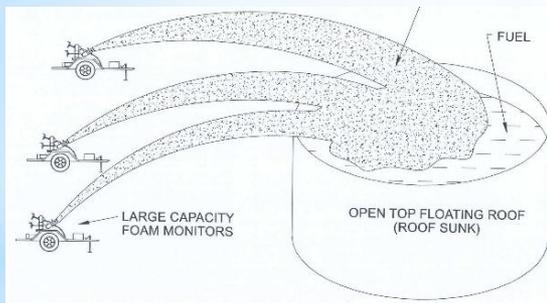
## SCHIUMA

### *Modalità di utilizzo e campi di impiego*

Efficace in incendi di classe A



Ottimale in incendi di classe B



Uno spegnimento rapido e definitivo necessita di un'erogazione della schiuma di **portata** tre o quattro volte superiore alla **portata critica**

**portata critica:** *quantità minima di soluzione schiumogena espressa in litri per metro quadrato di fuoco e per minuto, per l'estinzione di un incendio di date caratteristiche*

# Sostanze estinguenti

## SCHIUMA

### *Dove non utilizzare*

Le schiume **non** sono indicate per lo spegnimento dei seguenti tipi di incendi :

- **Incendi di classe C;**
- **Incendi di classe D;**
- **in presenza di apparecchiature elettriche sotto tensione;**
- **di liquidi combustibili riscaldati al di sopra della temperatura di ebollizione dell'acqua.**

# Sostanze estinguenti

## SCHIUMA

### *Proprietà fondamentali*

Le proprietà fondamentali delle schiume sono:

**Concentrazione** : rapporto tra il volume  $V_s$  di liquido schiumogeno adoperato e il volume totale  $V_t$  della miscela (acqua + liquido schiumogeno). Generalmente tra l'1% e il 6%.

**Tempo di drenaggio o dimezzamento** : tempo necessario affinché da un volume iniziale di schiuma, si raccolga una certa percentuale del volume della soluzione necessaria per produrla  
Di solito: Tempo di drenaggio del 25% ed il Tempo di drenaggio del 50% (dimezzamento).

# Sostanze estinguenti

## SCHIUMA

### *Proprietà fondamentali*

Le proprietà fondamentali delle schiume sono:

***Rapporto di espansione (r.e.)*** : rapporto tra il volume di schiuma ottenuto ed il volume iniziale di soluzione.

***bassa espansione***: rapporto non maggiore di 20

***media espansione***: rapporto maggiore di 20 e minore di 200

***alta espansione***: rapporto maggiore di 200



# Sostanze estinguenti

## SCHIUMA

### *Proprietà fondamentali*

Le schiume a bassa e a media espansione agiscono con azione superficiale ricoprendo e isolando il combustibile in fiamme con strati di spessore di alcuni centimetri per le prime e di 30 ÷ 50 cm per le seconde



Le schiume ad alta espansione esercitano invece un'azione volumetrica riempiendo totalmente lo spazio da proteggere

# Sostanze estinguenti

## SCHIUMA

### *Le Proprietà*

**Fluidità** : capacità di una schiuma a dilagare e a richiudersi. La scorrevolezza aumenta col diminuire del rapporto di espansione e cresce all'aumentare delle dimensioni delle bolle.

**Stabilità**: Si possono distinguere:

stabilità al drenaggio

stabilità al calore

stabilità agli inquinanti

stabilità a rotture meccaniche del manto

## **Sostanze estinguenti**

### **SCHIUMA**

In alcuni casi si fa riferimento anche alla **compatibilità** con altri estinguenti per esprimere la capacità della schiuma a conservare le sue caratteristiche anche in presenza di altri agenti estinguenti.

# Sostanze estinguenti

## SCHIUMA

### *Tipi di schiume meccaniche*

**proteïnici:** **consigliati** su incendi di idrocarburi, erogati per scorrimento. **Sconsigliati** per applicazione su sostanze polari (acetone, alcoli, aldeidi, chetoni, eteri, ecc.);

**sintetici:** **molto versatili**, usati per preparazione di coltri di schiuma protettive o per bloccare l'evaporazione di liquidi nocivi (es. ammoniaca liquida); Efficaci anche su grandi superfici e volumi - Lunga conservabilità

# Sostanze estinguenti

## SCHIUMA

### *Tipi di schiume meccaniche*

**fluoroproteinici:** alta capacità estinguente su idrocarburi, anche per quelli termicamente più impegnativi (es. incendi di esano). **Discreta capacità estinguente su sostanze polari**

**schiumogeni per alcoli o "alcolfoam" o "alcol-resistenti":** notevole capacità estinguente su sostanze polari se applicati per versamento dolce; discreto comportamento su idrocarburi. La schiuma presenta un ridotto scorrimento;

# Sostanze estinguenti

## SCHIUMA

### *Tipi di schiume meccaniche*

**filmanti (o Fluorosintetici o AFFF):** estinguente ad azione rapida sugli incendi di idrocarburi. **Impiego tipico su incendi aeroportuali.**

Consente lo spegnimento in tempi più rapidi con una minore portata di soluzione schiumogena per metro quadrato di superficie incendiata

Non stabili per impiego su sostanze polari.

**universali:** impiegati su idrocarburi. Versatili ed efficaci in estinzione di idrocarburi leggerissimi.

## Sostanze estinguenti

### POLVERE

Le polveri possono essere polivalenti o specifiche. Le più diffuse sono quelle a base di *bicarbonato di sodio*, o *bicarbonato di potassio*, o *solfato di ammonio*, o *fosfato di ammonio* con l'aggiunta di altri elementi (additivi) che ne migliorano l'attitudine all'immagazzinamento, la fluidità, l'idrorepellenza ed in alcuni casi la compatibilità con le schiume.



I componenti utilizzati nelle polveri sono **non tossici**

## Sostanze estinguenti

### POLVERE

#### Azione estinguente

**soffocamento:** legata all'azione di copertura o stratificazione che effettua la polvere. Alcune polveri sviluppano anidride carbonica che esplica una azione di soffocamento sostituendosi all'ossigeno presente nell'aria;

**raffreddamento:** per effetto dell'abbassamento della temperatura del combustibile al di sotto della temperatura di accensione

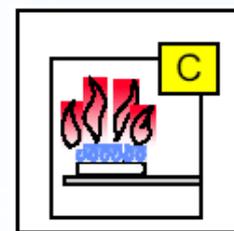
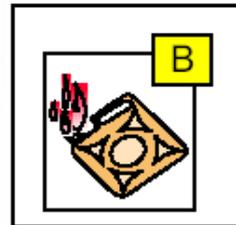
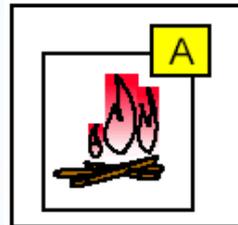
**catalisi negativa:** le sostanze contenute nelle polveri interagiscono con i radicali liberi  $H^+$  e  $OH^-$  dando origine a strutture molecolari stabili, con conseguente blocco definitivo della combustione

# Sostanze estinguenti

## POLVERE

### *Modalità di utilizzo e campi di impiego*

Le polveri, se “polivalenti” (a base di fosfato monoammonico) sono adatte per fuochi di classe **A**, **B** e **C**, mentre per i fuochi di **classe D**, devono essere utilizzate polveri speciali (a base di cloruro di sodio).



CLASSI DI FUOCO	Contenuto della polvere
B - C	BICARBONATO DI SODIO O DI POTASSIO
A - B - C	FOSFATO MONOAMMONICO
D	CLORURO DI SODIO

# Sostanze estinguenti

## POLVERE

### *Modalità di utilizzo e campi di impiego*

Efficaci su impianti elettrici in tensione, anche ad elevati valori. Alcuni tipi polivalenti per Classi A B-C sono impiegabili sino a valori di tensione di 1000 V (Bassa Tensione).

**Tale limitazione deve essere riportata sull'etichetta**



# Sostanze estinguenti

## POLVERE

### *Dove non utilizzare*

Sono controindicate nei casi in cui siano coinvolte sostanze che reagiscono pericolosamente con la polvere come i **cianuri alcalini**; sono **sconsigliate negli ambienti aperti** o quando sono coinvolte **apparecchiature molto delicate**, poiché la polvere potrebbe danneggiarle.



È necessario prestare attenzione ad eventuali inalazioni perché pur non essendo tossico, può causare fenomeni di **irritazione** alle vie respiratorie o, in casi estremi, persino **asfissia**.

## Sostanze estinguenti

### GAS INERTI

Per la protezione antincendio degli spazi chiusi, i gas inerti più diffusamente utilizzati sono l'anidride carbonica e in minor misura l'azoto.

## **Sostanze estinguenti**

### **ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)**

L'anidride carbonica è un **gas inerte** capace di ridurre con la sua presenza la concentrazione dell'ossigeno dell'aria al di sotto del limite oltre il quale non avviene più la combustione

E' un gas incolore, inodore, **non comburente, non combustibile, non tossico, non corrosivo** ed inerte, per cui, normalmente non reagisce chimicamente con altre sostanze.

E' un **gas più pesante dell'aria** (circa 1,5 volte), **perfettamente dielettrico** e non lascia residui

è definito un "Estinguente PULITO"

## **Sostanze estinguenti**

### **ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)**

Normalmente **viene conservata sotto pressione e liquefatta**

Al momento dell'utilizzazione si espande e vaporizza con conseguente brusco raffreddamento

A causa del brusco raffreddamento, è necessario fare molta attenzione su dove indirizzare il getto al fine di evitare **ustioni da congelamento della pelle e shock termici** ai danni di attrezzature e recipienti metallici in pressione.

## Sostanze estinguenti

### ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)

#### Azione estinguente

**Raffreddamento:** nel passaggio dallo stato liquido allo stato vapore assorbe calore dall'esterno abbassando la temperatura del combustibile al disotto della temperatura di accensione;

**Soffocamento:** sostituendosi al comburente riduce la percentuale di ossigeno nell'aria al di sotto dei limiti necessari alla combustione (normalmente circa il 18%)

La saturazione dipende dalla sostanza - di solito basta il 33% di concentrazione sapendo che:

1 Kg di anidride carbonica (20 ° C e 1 Atm) = 547 litri di gas

## **Sostanze estinguenti**

### **ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)**

#### **Azione estinguente**

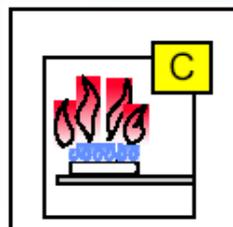
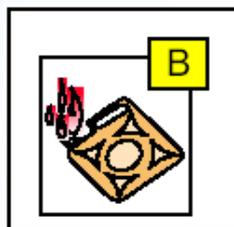
Come riferimento si pensi che 5kg di anidride carbonica scaricata in uno stanzino da 10 mc riducono la percentuale di ossigeno al 15% al di sotto dei limiti necessari per la combustione ma anche per la sopravvivenza (17%)

## Sostanze estinguenti

### ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)

#### *Modalità di utilizzo e campi di impiego*

L'anidride carbonica è utilizzata principalmente per focolai di **classe B e C** e per l'estinzione di incendi su **apparecchiature elettriche sotto tensione**.



## **Sostanze estinguenti**

### **ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)**

#### ***Dove non utilizzarla***

- su **metalli reattivi** (sodio, potassio, magnesio, titanio, zirconio)
- su **cianuri alcalini** in quanto reagisce chimicamente producendo **vapori nocivi** (acido cianidrico)
- su **oggetti surriscaldati** dal fuoco o che non sopportano rapidi sbalzi di temperatura (Shock Termico).

**prestare molta attenzione** ad eventuali contatti di parti del corpo con recipienti appena scaricati. Rischio **Ustioni da Congelamento**.

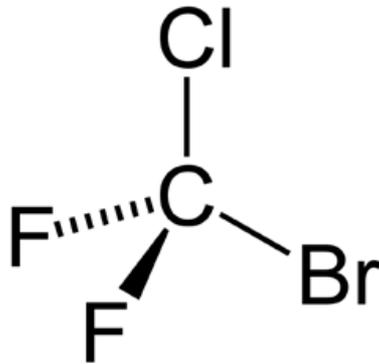
Si riporta una tabella in cui sono riportate le percentuali in volume di anidride carbonica e di azoto necessarie per inertizzare l'atmosfera rendendola incapace di alimentare la combustione di alcune sostanze infiammabili:

<i>SOSTANZA</i>	<i>AZOTO (% in volume)</i>	<i>CO<sub>2</sub> (% in volume)</i>
<i>acetone</i>	45,2	32,4
<i>alcool etilico</i>	49,6	38,5
<i>benzolo</i>	47,1	34,3
<i>idrogeno</i>	76,4	72,1
<i>metano</i>	42,8	31
<i>propano</i>	45,6	32,4
<i>benzina</i>	45,2	31,9

## Sostanze estinguenti

### IDROCARBURI ALOGENATI

Gli idrocarburi alogenati, noti comunemente con il termine *Halon*, sono formati da idrocarburi saturi in cui gli atomi di idrogeno sono stati parzialmente o totalmente sostituiti con atomi di cloro, bromo o fluoro.



## **Sostanze estinguenti**

### **IDROCARBURI ALOGENATI**

Sono sostanze estinguenti ormai in disuso e vietati ai sensi delle norme vigenti (D.M. Ambiente 3/10/2001 - Recupero, riciclo, rigenerazione e distribuzione degli halon)

**la loro produzione dal 1° gennaio 1994 è cessata in quanto giudicati lesivi dell'ozono stratosferico e dannosi per l'ambiente**

La nomenclatura Halon ed il relativo sistema di numerazione identifica la composizione di un idrocarburo alogenato mediante un numero di **4 cifre** che rappresenta, nell'ordine, il **numero di atomi di carbonio, fluoro, cloro, bromo** contenuti nella molecola. Una **quinta cifra** è per lo **iodio**

## Sostanze estinguenti

### IDROCARBURI ALOGENATI

I primi agenti estinguenti furono il bromuro di metile ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ), il tetracloruro di carbonio ( $\text{CCl}_4$ ) ed il clorobromometano ( $\text{CH}_2\text{ClBr}$ )  
Questi agenti estinguenti sono stati **soppiantati** per motivi di **efficacia** e **minor tossicità** da:

bromotrifluorometano	( $\text{CF}_3\text{Br}$ )	( <i>Halon 1301</i> )
bromoclorodifluorometano	( $\text{C F}_2\text{Cl Br}$ )	( <i>Halon 1211</i> )
dibromotetrafluoroetano	( $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ )	( <i>Halon 2402</i> )

In sostituzione degli halons, venivano impiegati gli idroclorofluorocarburi (HCFC) anche se molto meno efficaci. Attualmente è consentito l'uso degli idrofluorocarburi (HFC), dei perfluorocarburi (PFC) e in alcuni settori particolari degli Halon 1301 e 1211

## **Sostanze estinguenti**

### **IDROCARBURI ALOGENATI**

Riguardo al grado di tossicità degli idrocarburi alogenati è bene distinguere la **tossicità propria** del prodotto tal quale da quella dei **prodotti di decomposizione**

“**tossicità a freddo**” dovuta ad eventuali perdite dai serbatoi o durante il travaso con pericolo di intossicazione in particolare nei locali confinati

“**tossicità a caldo**” a seguito di decomposizione dell'estinguente  
La decomposizione in radicali attivi dipende dal tempo e dalla temperatura raggiunta

## **Sostanze estinguenti**

### **IDROCARBURI ALOGENATI**

*In Italia produzione e l'uso delle sostanze che riducono lo strato di ozono è vietata*

*Unica eccezione è per l'**Halon 1301** e dall'**Halon 1211** a cui non si applica il divieto negli **usi critici consentiti***

*Uso dell'halon 1301:*

*negli aerei, in veicoli militari terrestri e in navi da guerra, nel settore petrolifero, del gas e petrolchimico ecc.*

*Uso dell'halon 1211:*

*in veicoli militari terrestri e in navi da guerra, negli aerei, negli estintori indispensabili per la sicurezza delle persone utilizzati dai vigili del fuoco, negli estintori utilizzati da militari e polizia sulle persone, ecc.*

## Sostanze estinguenti

### IDROCARBURI ALOGENATI

Vengono conservati allo stato liquido, sono facilmente vaporizzabili, non lasciano residui, sono dielettrici, non corrosivi, inalterabili e presentano punti di congelamento molto bassi

#### Azione estinguente

**Azione anticatalitica:** interagiscono con i radicali liberi sottraendoli al processo di reazione di combustione con conseguente blocco della catena di reazione

**Soffocamento:** i gas, in virtù della loro notevole densità, spostano l'atmosfera comburente prossima al focolaio d'incendio.

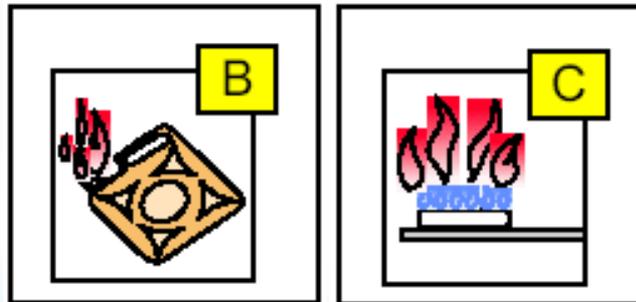
**Raffreddamento:** assorbono calore nel passaggio di stato riducendo la temperatura del combustibile al di sotto della temperatura di accensione.

## Sostanze estinguenti

### IDROCARBURI ALOGENATI

#### *Modalità di utilizzo e campi di impiego*

Gli idrocarburi alogenati sono utilizzati principalmente per focolai di **classe B e C** e per l'estinzione di incendi su **apparecchiature elettriche sotto tensione**.



## **Sostanze estinguenti**

### **Alternative agli IDROCARBURI ALOGENATI**

Sono dette "ecocompatibili" (clean agent), e combinano al vantaggio della salvaguardia ambientale lo svantaggio di una minore efficacia capacità estinguente rispetto agli Halon.

Esistono sul mercato prodotti inertizzanti e prodotti che agiscono per azione anticatalitica.

## **Sostanze estinguenti**

### **Alternative agli IDROCARBURI ALOGENATI**

I clean agent sono sostanze impoverite dei componenti alogeni più pericolosi per l'ozono stratosferico.

## **Sostanze estinguenti**

### **Alternative agli IDROCARBURI ALOGENATI**

Nella scelta fra clean-agent devono essere considerati i parametri ambientali:

- l'ODP (potenziale di distruzione dell'ozono),
- l'ALT (tempo di permanenza nell'atmosfera terrestre)
- il GWP (contributo all'incremento dell'effetto serra).

L'utilizzo di idroclorofluorocarburi (HCFC) è stato consentito sino al 31/12/2008 solo nel caso di valori massimi di GWP, ALT e ODP rispettivamente 4000, 42 anni e 0,065.

## Sostanze estinguenti

### Alternative agli IDROCARBURI ALOGENATI

Sigla	Nome della molecola	Formula bruta	Nome commerciale
FC-3-1-10	Perfluorobutano	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	CEA-410
HBFC-22B1	Bromodifluorometano	CHF <sub>2</sub> Br	è l'Halon 1201
HCFC Blend A	Diclorotrifluoroetano HCFC-123 (4,75%) Clorodifluorometano HCFC.22 (82%) Clorotetrafluoroetano HCFC-124 (9,5%) Isopropenil-1-metilcicloesene (3,75%)	CHCl <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> CHClF <sub>2</sub> CHClFCF <sub>3</sub>	NAF S-III
HCFC-124	Clorotetrafluoroetano	CHClFCF <sub>3</sub>	FE-241
HFC-125	Pentafluoroetano	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	FE-25
HFC-227ea	Eptafluoropropano	CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>	FM-200 (4)
HFC-23	Trifluorometano	CHF <sub>3</sub>	PF-23 oppure FE-13
IG-541	Azoto (52%) Argon (40%) Anidride carbonica (8%)	N <sub>2</sub> Ar CO <sub>2</sub>	INERGEN

## Sostanze estinguenti

### ULTERIORI ESTINGUENTI

Per far fronte alle limitazioni degli Halon le ricerche si sono indirizzate anche verso sistemi di ottimizzazione dell'applicazione di sostanze estinguenti note quali:

**Aerosol:** totalmente compatibili con l'ambiente non interferendo in alcun modo nei processi di distruzione dell'ozono. L'azione estinguente deriva dalla tendenza dei sali alcalini, in forma di **AEROSOL**, di stratificare nell'ambiente. Essendo i sali alcalini, sostanze inerti, intralciano efficacemente le interazioni classiche dell'incendio tra combustibile e comburente. Inoltre creano legami chimici notevolmente stabili, tra i radicali di potassio ed i radicali prodotti dalla combustione.

# Sostanze estinguenti

DESCRIZIONE	CLASSE DI FUOCO	1° Estringente	2° Estringente	3° Estringente	4° Estringente
legno, cartone, carta, plastica, pvc, tessuti, moquette, etc.	A Solidi	Acqua	Polvere	Idrocarburi alogenati	Schiuma
benzina, petrolio, gasolio, lubrificanti, oli, alcool, solventi, etc.	B Liquidi	Schiuma	Polvere	Idrocarburi alogenati	Anidride carbonica
metano, gpl, gas naturale, etc.	C Gas	Polvere	Idrocarburi alogenati	Anidride carbonica	Acqua nebulizzata

*Estringenti in ordine di efficacia per ciascuna classe di fuoco*

# Sostanze estinguenti

Estinguento	Effetti sull'uomo	Azione estinguente			
		Separazione	Soffocamento	Raffreddamento	Inibizione chimica
Acqua		BUONA	MEDIocre	BUONA	NULLA
Schiuma		NULLA	BUONA	BUONA	NULLA
Polvere	irritazione occhi e vie respiratorie	MEDIocre	BUONA	MEDIocre	BUONA
Anidride carbonica	Congelamento	NULLA	BUONA	BUONA	NULLA
Idrocarburi alogenati	possibile formazione di sostanze tossiche per decomposizione	NULLA	NULLA	NULLA	BUONA

**AZIONE ESTINGUENTE : BUONA MEDIocre NULLA**

*effettivo contributo all'estinzione usualmente riscontrato per ciascun estinguento*