



**SOSTANZE ESTINGUENTI**

# ***COMBUSTIONE***



**REAZIONE CHIMICA DI UNA  
SOSTANZA COMBUSTIBILE CON UNA  
SOSTANZA COMBURENTE CON SVILUPPO  
DI:**



**CALORE**

**FIAMMA**

**FUMO**

**GAS DI COMBUSTIONE**



# ***TRIANGOLO DEL FUOCO***

CONDIZIONI NECESSARIE AFFINCHÉ SI VERIFICHINO LA  
COMBUSTIONE SONO:

1. **PRESENZA COMBUSTIBILE**
2. **PRESENZA COMBURENTE**
3. **PRESENZA INNESCO**



# ***AZIONI DELLE SOSTANZE ESTINGUENTI***

## **✓ DI TIPO FISICO**

- SOFFOCAMENTO
- RAFFREDDAMENTO

## **✓ DI TIPO CHIMICO**

- INIBIZIONE CHIMICA O  
ANTICATALISI



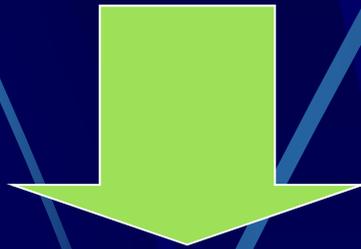
# ***EFFETTI DELL'IMPIEGO DELLE SOSTANZE ESTINGUENTI***



- EFFETTO DI DILUIZIONE
- EFFETTO DI RAFFREDDAMENTO
- EFFETTO DI SOFFOCAMENTO
- EFFETTO ANTICATALITICO.



# EFFETTO DI DILUIZIONE



- DIMINUIZIONE DI CONCENTRAZIONE DEL COMBUSTIBILE NEL CAMPO DELLA REAZIONE

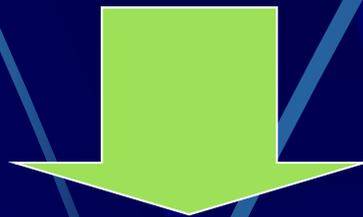


# EFFETTO DI RAFFREDDAMENTO

FONDAMENTALE E' IL RAPPORTO  
TRA LA QUANTITA' DI CALORE  
PRODOTTA DALL'INCENDIO E LA  
QUANTITA' DI CALORE CHE  
L'ESTINGUENTE RIESCE A  
SOTTRARRE



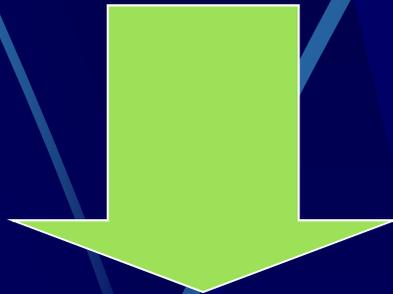
# EFFETTO DI SOFFOCAMENTO



- SOTTRAZIONE DI ARIA (COMBURENTE) ALLA COMBUSTIONE



# ***EFFETTO ANTICATALITICO***



- NEUTRALIZZAZIONE DEI PRODOTTI INTERMEDI ATTIVI DELLA REAZIONE DI COMBUSTIONE (RADICALI LIBERI)



***MA...***



- **NON TUTTE LE SOSTANZE ESTINGUENTI SONO IMPIEGABILI INDISTINTAMENTE SU TUTTI I TIPI DI INCENDIO**



# ***CLASSIFICAZIONE DEI FUOCHI***



***OBIETTIVO***

***LA CLASSIFICAZIONE CONSENTE L'IDENTIFICAZIONE DELLA CLASSE DEL RISCHIO D'INCENDIO A CUI CORRISPONDE UNA PRECISA AZIONE ANTINCENDIO ED UNA DETERMINATA SCELTA DEL TIPO DI ESTINGUENTE.***

# ***CLASSIFICAZIONE DEI FUOCHI***

LA CLASSIFICAZIONE DEI FUOCHI SECONDO LA NORMA EUROPEA RECEPITA UNI EN 2:

**CLASSE A : INCENDI DI MATERIALI SOLIDI ( LEGNAME, CARTA, GOMMA, DERIVATI LA CUI COMBUSTIONE GENERA BRACI)**

**CLASSE B : INCENDI DI LIQUIDI INFIAMMABILI ( BENZINE, ALCOLI, SOLVENTI, OLII MINERALI, GRASSI)**

**CLASSE C : INCENDI DI GAS INFIAMMABILI ( IDROGENO, GPL, METANO, ACETILENE)**

**CLASSE D : INCENDI DI METALLI E SOSTANZE CHIMICHE ( ALLUMINIO, MAGNESIO, SODIO, POTASSIO)**

# ***CLASSIFICAZIONE DEI LIQUIDI INFIAMMABILI***

**IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA  
D'INFIAMMABILITA'**

- **CATEGORIA A: T.I. < 21 °C**
- **CATEGORIA B: 21 °C < T.I. < 65 °C**
- **CATEGORIA C: T.I. > 65 °C**



# ***SOSTANZE ESTINGUENTI***

## ***PERCHE' CONOSCERLE ?***

***E' necessario conoscere appieno proprietà e limiti delle sostanze estinguenti in modo da ottimizzare la scelta e, in particolare, la quantità di estinguente necessario a seconda della dimensione dell'incendio.***

# ***SOSTANZE ESTINGUENTI***

***Quali sono?***

- ***acqua***
- ***schiuma***
- ***polveri***
- ***anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)***
- ***estinguenti chimici ( idrocarburi alogenati)***
- ***meno importanti e non molto in uso sono: sabbia, vapore acqueo, azoto.***



# ACQUA



E' DA SEMPRE L'AGENTE ESTINGUENTE PIU' UTILIZZATO PER I SEGUENTI MOTIVI:



- ***E' FACILMENTE REPERIBILE***
- ***E' ECONOMICO***
- ***E' SEMPLICE DA IMPIEGARE***
- ***E' NON TOSSICO***
- ***E' FACILMENTE TRASPORTABILE.***



# **PERCHE' L'ACQUA HA CAPACITA' ESTINGUENTE**

PER L'ELEVATO VALORE

- DEL **CALORE SPECIFICO**
- DEL **CALORE LATENTE DI VAPORIZZAZIONE**

IL CHE COMPORTA:

- UN'ELEVATA CAPACITA' DI **ASSORBIMENTO DEL CALORE**
- **L'INERTIZZAZIONE DELL'ATMOSFERA** SOPRA L'INCENDIO PER LA PRESENZA DEL VAPORE ACQUEO



# ACQUA

LA SUA AZIONE ESTINGUENTE AVVIENE PER:

- **RAFFREDDAMENTO**

- ASSORBIMENTO CALORE DELLA COMBUSTIONE

- **SOFFOCAMENTO**

- SEPARAZIONE TRA COMBUSTIBILE E COMBURENTE  
( ARIA SOSTITUITA DAL VAPORE ACQUEO)

- **DILUIZIONE**

- DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI SOLUBILI IN ACQUA

- **AZIONE MECCANICA**

- ROTTURA DEL CONTATTO TRA COMBUSTIBILE E COMBURENTE.



# ACQUA

## UTILIZZO:

- **INCENDI DI CLASSE A**
- **LIQUIDI E SOSTANZE INFIAMMABILI MISCIBILI CON LA STESSA**
- **OPERAZIONI DI RAFFREDDAMENTO DI CONTENITORI**



# **ACQUA**

## **NON UTILIZZABILE SU:**

- **APPARECCHIATURE ELETTRICHE IN TENSIONE**
- **LIQUIDI INFIAMMABILI NON MISCIBILI O PIU' LEGGERI**
- **CLORO, FLUORO PER SVILUPPO DI SOSTANZE CORROSIVE**
- **ACIDO SOLFORICO, ANIDRIDE ACETICA PER SVILUPPO DI CALORE E COMPOSTI CORROSIVI**
- **INCENDI DI SOSTANZE TOSSICHE QUALI CIANURI ALCALINI CHE POSSONO ESSERE DISPERSE NELL'ACQUA**
- **APPARECCHIATURE O DOCUMENTI CHE POSSONO ESSERE DANNEGGIATI DAL CONTATTO CON L'ACQUA**

**ED ANCORA...**



## SOSTANZE REAGENTI IN MODO PERICOLOSO CON L'ACQUA QUALI:

- **CARBURO DI CALCIO PER SVILUPPO DI ACETILENE**
- **SODIO E POTASSIO PER SVILUPPO DI IDROGENO**
- **CARBONIO, MAGNESIO , ZINCO, ALLUMINIO, PER SVILUPPO, AD ALTE TEMPERATURE, DI GAS INFIAMMABILI.**



# **SCHIUMA**

AGENTE ESTINGUENTE COSTITUITO DA UNA  
**SOLUZIONE DI ACQUA E LIQUIDO SCHIUMOGENO**  
ESPANSA CON **ARIA**

L'AZIONE ESTINGUENTE SI BASA SU :

- **SOFFOCAMENTO**
- **RAFFREDDAMENTO E DILUIZIONE.**

VIENE IMPIEGATA PREVALENTEMENTE PER  
INCENDI DI LIQUIDI INFIAMMABILI



# ***SCHIUMA***

**NON UTILIZZABILE SU:**

- ***CONDUTTORI ELETTRICI IN TENSIONE***
- ***MAGNESIO , ZINCO , ALLUMINIO, PER SVILUPPO DI OSSIGENO;***
- ***CARBURO DI CALCIO PER SVILUPPO DI ACETILENE;***
- ***SODIO E POTASSIO PER SVILUPPO DI IDROGENO.***





# ***SCHIUMA***

LE SCHIUME SI DIVIDONO IN DUE  
CATEGORIE PRINCIPALI:

1) ***SCHIUME CHIMICHE***

IL GAS (ANIDRIDE CARBONICA) E' PRODOTTO DA  
UNA REAZIONE CHIMICA

2) ***SCHIUME MECCANICHE*** (LE PIU' USATE)

IL GAS (ARIA) VIENE EMULSIONATO  
MECCANICAMENTE CON LA SOLUZIONE  
SCHIUMOGENA

# RAPPORTO D'ESPANSIONE

***E' IL RAPPORTO IN VOLUME TRA LA MISCELA  
CONCENTRATA E LA SCHIUMA PRODOTTA***

(litri di schiuma che si ottengono da ogni litro di soluzione schiumogena)



# ***CLASSIFICAZIONE DELLE SCHIUME IN FUNZIONE DEL LORO RAPPORTO D'ESPANSIONE***

## ***BASSA ESPANSIONE***

RAPPORTO DA 1:6 A 1:12

## ***MEDIA ESPANSIONE***

RAPPORTO DA 1:30 A 1:200

## ***ALTA ESPANSIONE***

RAPPORTO DA 1:500 A 1:1000



# ***SCHIUMA***

- ***LE SCHIUME A BASSA E A MEDIA ESPANSIONE AGISCONO CON AZIONE SUPERFICIALE***
- ***LE SCHIUME AD ALTA ESPANSIONE ESERCITANO UN'AZIONE VOLUMETRICA (RIEMPIONO TOTALMENTE LO SPAZIO DA PROTEGGERE)***



# **LIQUIDI SCHIUMOGENI PER SCHIUME MECCANICHE**

- a) **PROTEINICI:** BASSA ESPANSIONE, PER INCENDI MASSIVI DI PRODOTTI PETROLIFERI E IDROCARBURI IN GENERE



# **LIQUIDI SCHIUMOGENI PER SCHIUME MECCANICHE**

**b) SINTETICI:** BASSA, MEDIA ESPANSIONE (3,4 E 6%) PER INCENDI PETROLIFERI E DI SOSTANZE POLARI POCO VOLATILI

**IDONEI PER COLTRI DI SCHIUMA PROTETTIVI:**

- PISTE DI ATTERRAGGIO PER AEREI INEMERGENZA
- BLOCCO DELL'EVAPORAZIONE DI LIQUIDI NOCIVI (ES. AMMONIACA LIQUIDA).



# **LIQUIDI SCHIUMOGENI PER SCHIUME MECCANICHE**

**c) FLUOROPROTEINICI** : ALTA CAPACITA'  
ESTINGUENTE SU IDROCARBURI ( ANCHE QUELLI CON  
ALTO POTERE CALORIFICO COME AD ES. L'ESANO)



# ***LIQUIDI SCHIUMOGENI PER SCHIUME MECCANICHE***

## ***d) SCHIUMOGENI PER ALCOLI***

***BASSA ESPANSIONE PER INCENDI DI SOSTANZE***

***POLARI (SOLV. OSSIGENATI ECC..)***

***LA SCHIUMA PRESENTA UNA CERTA RIGIDITA' CHE NE  
RIDUCE LO SCORRIMENTO***



# **LIQUIDI SCHIUMOGENI PER SCHIUME MECCANICHE**

## **e) FILMANTI**



- **AD AZIONE RAPIDA SU INCENDI DI IDROCARBURI,  
QUINDI ADATTI AGLI AEROPORTI**
- **SONO IMPIEGATI IN IMPIANTI SPRINKLER AD ACQUA O  
IN ALTRI NEBULIZZATORI SENZA ASPIRAZIONE DI ARIA**
- **NON ADATTI AD INCENDI DI SOSTANZE POLARI**



# ***LIQUIDI SCHIUMOGENI PER SCHIUME MECCANICHE***

## ***f) UNIVERSALI:***

***IMPIEGATI SU – SOSTANZE POLARI  
- IDROCARBURI***

***MOLTO VERSATILI E PERCIO' UTILIZZATI PER  
L'ESTINZIONE DI IDROCARBURI LEGGERISSIMI O IN  
IMPIANTI SPRINKLER .***



# **APPLICAZIONE DIRETTA O INDIRETTA?**

**L'APPLICAZIONE DIRETTA O PER CADUTA  
COMPORTA IL RIMESCOLAMENTO CON  
IL LIQUIDO COMBUSTIBILE E UNA  
CONSEQUENTE PIU' LENTA AZIONE DI  
SOFFOCAMENTO**

**QUINDI.....**

**APPLICAZIONE INDIRETTA O DOLCE  
( GETTO SULLA PARETE VERTICALE  
SOVRASTANTE LA SUPERFICIE  
INCENDIATA)**



# ***APPLICAZIONE INDIRETTA!***



# ***SCHIUMA***

## ***CARATTERISTICHE***



- ✓ peso specifico < a quello dei liquidi in cui viene versata
- ✓ insolubilità in questi liquidi
- ✓ fluidità
- ✓ buona stabilità anche ad alte temperature
- ✓ resistenza all'emulsione degli idrocarburi
- ✓ resistenza ai vapori di idrocarburi
- ✓ compatibilità con le polveri estinguenti
- ✓ assenza di tossicità e corrosività
- ✓ pH compreso tra 6 e 7,5 a 21 °C.

# ***LE POLVERI***

**AGENTI  
ESTINGUENTI  
COSTITUITI DA  
PARTICELLE  
SOLIDE  
FINEMENTE  
SUDDIVISE**



# **LE POLVERI**

**LE PROPRIETA' DELLE POLVERI CHIMICHE PER FUOCHI DI CLASSE  
A, B, C SONO DESCRITTE DA UNA NORMA EUROPEA RECEPITA:  
LA UNI EN 615**

**ESSE SONO: - STABILI SIA ALLE ALTE CHE ALLE BASSE  
TEMPERATURE  
- NON TOSSICHE; TUTTAVIA POSSONO  
CAUSARE DIFFICOLTA' RESPIRATORIE E  
PARTICOLARE FASTIDIO AGLI OCCHI.**



# ***POLVERE CHIMICA***

***L'AZIONE ESTINGUENTE SI ESPLICA TRAMITE:***

- ***SOFFOCAMENTO DOVUTO ALLA GRANULOMETRIA***
- ***RAFFREDDAMENTO: ABBASSAMENTO DELLA TEMP. DEL COMBUSTIBILE AL DI SOTTO DELLA TEMP. DI ACCENSIONE***
- ***CATALISI NEGATIVA PER REAZIONE DELLE SOST. CONTENUTE NELLE POLVERI CON I RADICALI LIBERI  $H^+$  E  $OH^-$***
- ***AZIONE MECCANICA DI ABBATTIMENTO DELLA FIAMMA***
- ***DECOMPOSIZIONE DELLE POLVERI PER EFFETTO DELLE TEMPERATURE CON PRODUZIONE DI  $CO_2$  E VAPORE ACQUEO.***

# ***POLVERE CHIMICA***

<b>Classi di incendio</b>	<b>Composizione chimica</b>
<b>B - C</b>	BICARBONATO DI SODIO, O POTASSIO, SOLFATO DI AMMONIO
<b>A- B- C</b>	FOSFATO DI AMMONIO
<b>D</b>	POLVERI SPECIALI

# ***ANIDRIDE CARBONICA***

- ✓ ***L'ANIDRIDE CARBONICA E' UN GAS INERTE E TROVA LA SUA APPLICAZIONE NELLA DIFESA DI AMBIENTI CHIUSI***
- ✓ ***NON E' TOSSICO MA E' ASFISSIANTE***
- ✓ ***VIENE IMMAGAZZINATO IN BOMBOLE ALLA PRESSIONE DI **60 bar** E FUORIESCE AD UNA TEMP. DI **-50°C** (ATTENZIONE ALLE USTIONI DA CONGELAMENTO)***



# ***ANIDRIDE CARBONICA***

L'AZIONE ESTINGUENTE SI ESPLICA TRAMITE:

- **RAFFREDDAMENTO:** IL PASSAGGIO DALLO STATO LIQUIDO ALLO STATO VAPORE IN FASE DI SCARICA PROVOCA UN BRUSCO ABBASSAMENTO DELLA TEMPERATURA DEL FOCOLAIO;
- **SOFFOCAMENTO:** RIDUCE LA CONCENTRAZIONE DI OSSIGENO NELL'ARIA AL DI SOTTO DEL LIMITE DI PERSISTENZA DELLA COMBUSTIONE (~18%);

# ***ANIDRIDE CARBONICA***

E' UTILIZZABILE PRINCIPALMENTE SU FUOCHI DI CLASSE **B - C**

DATO IL SUO ELEVATO POTERE DIELETTRICO E' PARTICOLARMENTE INDICATA NEL CASO DI INSTALLAZIONI ED APPARECCHIATURE ELETTRICHE SOTTO TENSIONE;

## NON E' UTILIZZABILE

- SU APPARECCHIATURE SENSIBILI ALLE BRUSCHE VARIAZIONI DI TEMPERATURA;
- SU MATERIALI CONTENENTI OSSIGENO (NITRATI, PEROSSIDI, CELLULOSA);
- SU FUOCHI DI CLASSE D (SODIO, POTASSIO, MAGNESIO, TITANIO, ZIRCONIO).

# ***IDROCARBURI ALOGENATI***

SONO FORMATI DA IDROCARBURI SATURI IN CUI GLI ATOMI DI IDROGENO SONO STATI PARZIALMENTE O TOTALMENTE SOSTITUITI CON ATOMI DI CLORO BROMO FLUORO O IODIO.

# ***IDROCARBURI ALOGENATI***

- ✓ VENGONO CONSERVATI ALLO STATO LIQUIDO
- ✓ SONO FACILMENTE VAPORIZZABILI
- ✓ NON LASCIANO RESIDUI
- ✓ SONO DIELETTRICI
- ✓ SONO NON CORROSIVI
- ✓ HANNO PUNTI DI CONGELAMENTO MOLTO BASSI
- ✓ ALLO STATO DI VAPORE SONO PIU' PESANTI DELL'ARIA



# **IDROCARBURI ALOGENATI**

L'AZIONE ESTINGUENTE SI ESPLICA PER:

- **CATALISI NEGATIVA:** BLOCCO DELLE REAZIONI A CATENA CHE SI VERIFICANO DURANTE LA COMBUSTIONE
- **SOFFOCAMENTO:** I VAPORI DI IDROCARBURI ALOGENATI SI SOSTITUISCONO AL COMBURENTE
- **RAFFREDDAMENTO:** NEL PASSAGGIO DALLO STATO LIQUIDO A QUELLO DI VAPORE RIDUCONO LA TEMPERATURA DEL COMBUSTIBILE AL DI SOTTO DELLA TEMPERATURA DI ACCENSIONE



# ***IDROCARBURI ALOGENATI***

SONO INDICATI NEI FUOCHI DI  
CLASSE **B-C**

SONO CONTROINDICATI NEGLI  
INCENDI DEI METALLI



# ***IDROCARBURI ALOGENATI***

TOSSICITA':

**1) TOSSICITA' A FREDDO:** PROPRIA DEL  
PRODOTTO TAL QUALE

**2) TOSSICITA' A CALDO:** DOVUTA AI PRODOTTI  
DI DECOMPOSIZIONE ( AD ES. ACIDO  
FLUORIDRICO O ACIDO BROMIDRICO GASSOSI)  
CHE SI FORMANO NELLA FASE DI ESTINZ. A  
TEMPERATURE DI 400÷500°C



# ***IDROCARBURI ALOGENATI***

DAL 31/12/2000 IN ITALIA L'USO  
DEGLI HALON E' VIETATO A CAUSA  
DELLA LORO AZIONE DISTRUTTIVA  
NEI CONFRONTI DELL'OZONO  
STRATOSFERICO (FATTE ALCUNE  
ECCEZIONI)



# ***IDROCARBURI ALOGENATI***

Oggi possono essere impiegati estinguenti alogenati denominati **CLEAN AGENTS**”

I prodotti che hanno sostituito gli halons negli estintori e negli impianti antincendio sono gli idroclorofluorocarburi (HCFC) e gli idrofluorocarburi (HFC) aventi un indice di impoverimento dello strato di ozono prossimo allo "0".



# ESTINGUENTI SOSTITUTIVI HALON: GAS CHIMICI

+ SALVAGUARDIA AMBIENTE ??  
- CAPACITA' ESTINGUENTE



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