



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

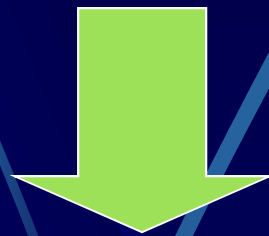
- SOFFOCAMENTO
- RAFFREDDAMENTO

✓ DI TIPO CHIMICO

- INIBIZIONE CHIMICA O
ANTICATALISI



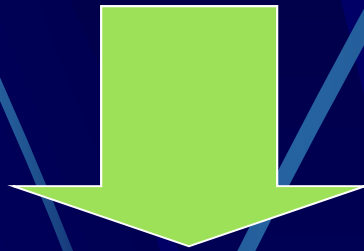
EFFETTI DELL'IMPIEGO DELLE SOSTANZE ESTINGUENTI



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



EFFETTO DI DILUIZIONE



- DIMINUIZIONE DI CONCENTRAZIONE DEL COMBUSTIBILE NEL CAMPO DELLA REAZIONE

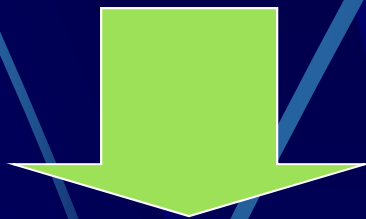


EFFETTO DI RAFFREDDAMENTO

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



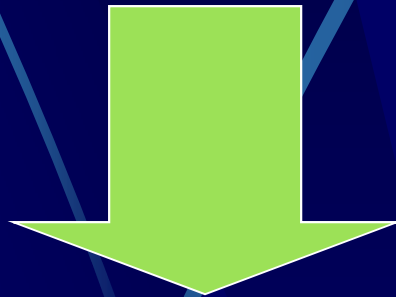
EFFETTO DI SOFFOCAMENTO



- 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 (CO₂)***
- ***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

Classi di incendio	Composizione chimica
B - C	BICARBONATO DI SODIO, O POTASSIO, SOLFATO DI AMMONIO
A- B- C	FOSFATO DI AMMONIO
D	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 ⁽¹⁾
FC-3-1-10	Perfluorobutano	C ₄ F ₁₀	CEA-410 ⁽²⁾ 3M
HBFC-22B1	Bromodifluorometano	CHF ₂ Br	<i>è l'Halon 1201</i>
HCFC Blend A	Diclorotrifluoroetano HCFC-123 (4,75%)	CHCl ₂ CF ₃	NAF S-III NORTH AMERICA FIRE GUARDIAN TECHNOLOGY (Safety Hi-tech)
	Clorodifluorometano HCFC.22 (82%)	CHClF ₂	
	Clorotetrafluoroetano HCFC-124 (9,5%)	CHClF ₂ CF ₃	
	Isopropenil-1-metilcicloesene (3,75%)	⁽³⁾	
HCFC-124	Clorotetrafluoroetano	CHClF ₂ CF ₃	FE-241 DUPONT
HFC-125	Pentafluoroetano	CHF ₂ CF ₃	FE-25 DUPONT
HFC-227ea	Eptafluoropropano	CF ₃ CHFCF ₃	FM-200 ⁽⁴⁾ FIKE (Silvani)
HFC-23	Trifluorometano	CHF ₃	PF-23 Vesta oppure FE-13 DUPONT
IG-541	Azoto (52%) Argon (40%) Anidride carbonica (8%)	N ₂ Ar CO ₂	INERGEN ANSUL (Wormald italiana)