

CORSO Aggiornamento 3- AGG - Per addetti alla prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze.



- Decreto 2 settembre 2021 -

Modulo 1

- ✓ controllo ed estinzione degli incendi
- ✓ le dinamiche di un incendio
- ✓ principi informatori dell'estinzione

Corso tipo 3 - AGG: - ANVVF - Varese

A cura di Aimini Emilio



**Le dinamiche del
processo di
combustione**

**Sostanze
Combustibili
!!!**

**Stati di aggregazione
della materia**

SOLIDI



LIQUIDI

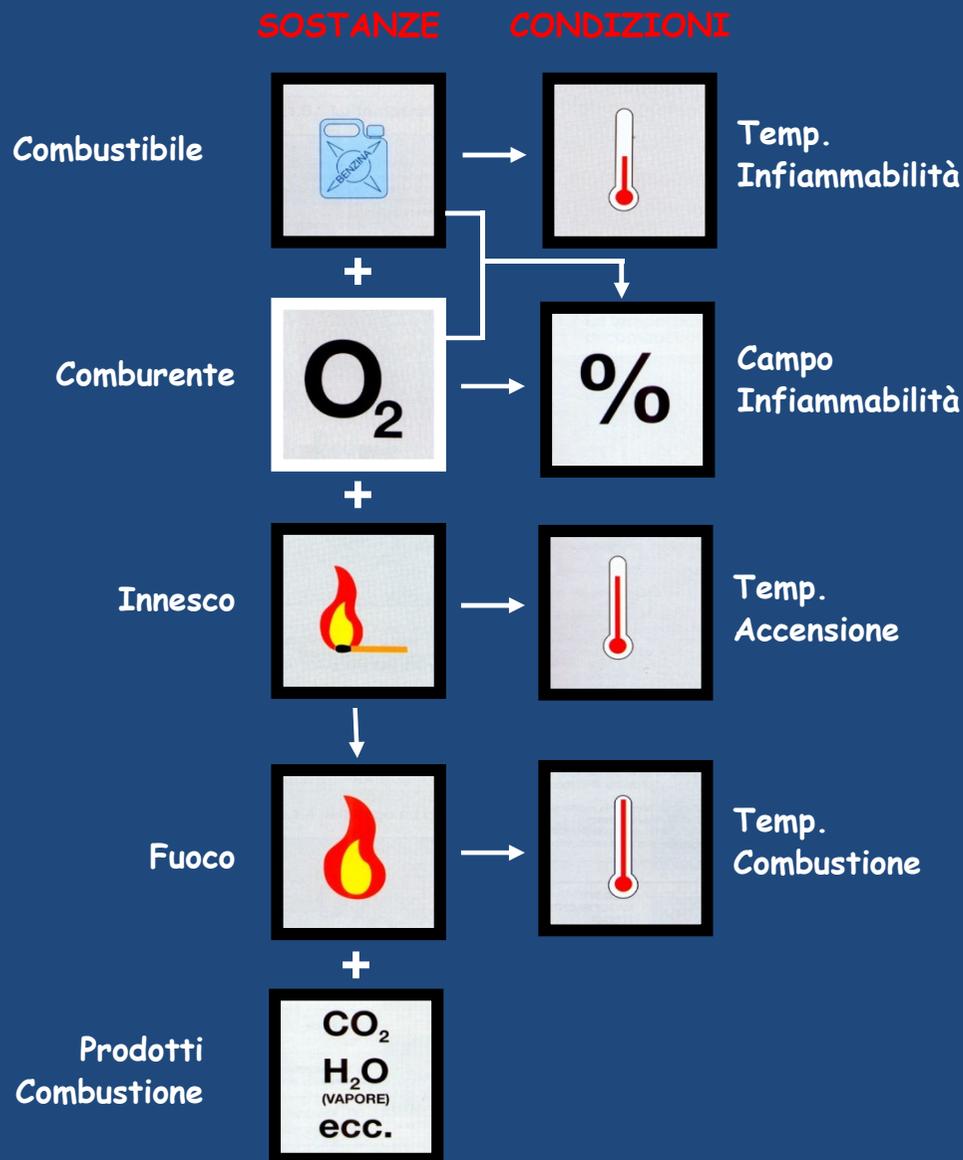


aimini - 2023 - Anvvf Varese -

GASSOSI



LA COMBUSTIONE



REAZIONE CHIMICA
sufficientemente rapida che avviene tra due sostanze diverse,

COMBUSTIBILE
e
COMBURENTE
dette

REAGENTI
a contatto tra loro in varia composizione percentuale e determinate condizioni fisiche (T, P) producendo come effetto

ENERGIA
(calore e luce)
e

PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

Reazioni di combustione

- Reazione semplice di combustione:



-



- L'Ossigeno fortemente elettronegativo riesce a strappare elettroni a tutti gli elementi (ad eccezione del fluoro che risulta l'elemento più elettronegativo della tavola periodica - Appartiene al gruppo degli alogeni)

ed anche ... processi di
combustione



- **Idrogeno** brucia in atmosfera di **Cloro**
- Ossidi di Sodio e di Bario in atmosfera di **CO₂**

PERTANTO

La combustione è una reazione chimica sufficientemente rapida di una sostanza combustibile con un comburente che da luogo allo sviluppo di calore, fiamma, gas, fumo e luce.



Solitamente il comburente è l'ossigeno contenuto nell'aria.

Esistono sostanze che contengono nella loro molecola un quantità di ossigeno sufficiente a determinare una combustione, quali ad esempio gli esplosivi e la celluloidi.

La combustione può avvenire con o senza sviluppo di fiamme superficiali.

La combustione senza fiamma superficiale si verifica generalmente quando la sostanza combustibile non è più in grado di sviluppare particelle volatili.

- Gli scenari -

- **Gli scenari di incendio** : *vanno individuati e considerati in fase di progetto valutando gli incendi realisticamente ipotizzabili nelle condizioni di esercizio previste scegliendo i più' gravosi per lo sviluppo e la propagazione*
- risultano determinanti, tra le variabili in gioco (*configurazione e posizione del combustibile; caratteristiche dell'edificio (geometria del locale, condizioni di ventilazione interna, ecc)*) : **ed anche i parametri che caratterizzano la combustione dei materiali.**

Gli elementi che caratterizzano la combustione

- La proprietà più importante di un combustibile è il **calore sviluppato nella combustione**.
- **Il potere calorifico** (Il potere calorifico rappresenta la quantità di energia liberata dalla combustione completa cioè la quantità di calore prodotta dalla combustione completa dell'unità di massa o di volume di una sostanza combustibile).
- Il potere calorifico è solitamente espresso in termini di energia per unità di massa o di volume del combustibile.
- Le due unità di misura comuni per il potere calorifico sono il joule per grammo (J/g) o il joule per metro cubo (J/m³).
- Esistono due tipi principali di potere calorifico: il potere calorifico superiore (PCS) e il potere calorifico inferiore (PCI). La differenza tra i due è che il PCS tiene conto anche del calore latente di condensazione dell'acqua prodotta durante la combustione, mentre il PCI non considera questo calore latente e quindi è leggermente inferiore al PCS.
- .
- **In generale, i combustibili liquidi vaporizzano completamente quando bruciano e l'unica forma di combustione è quella con fiamma.**

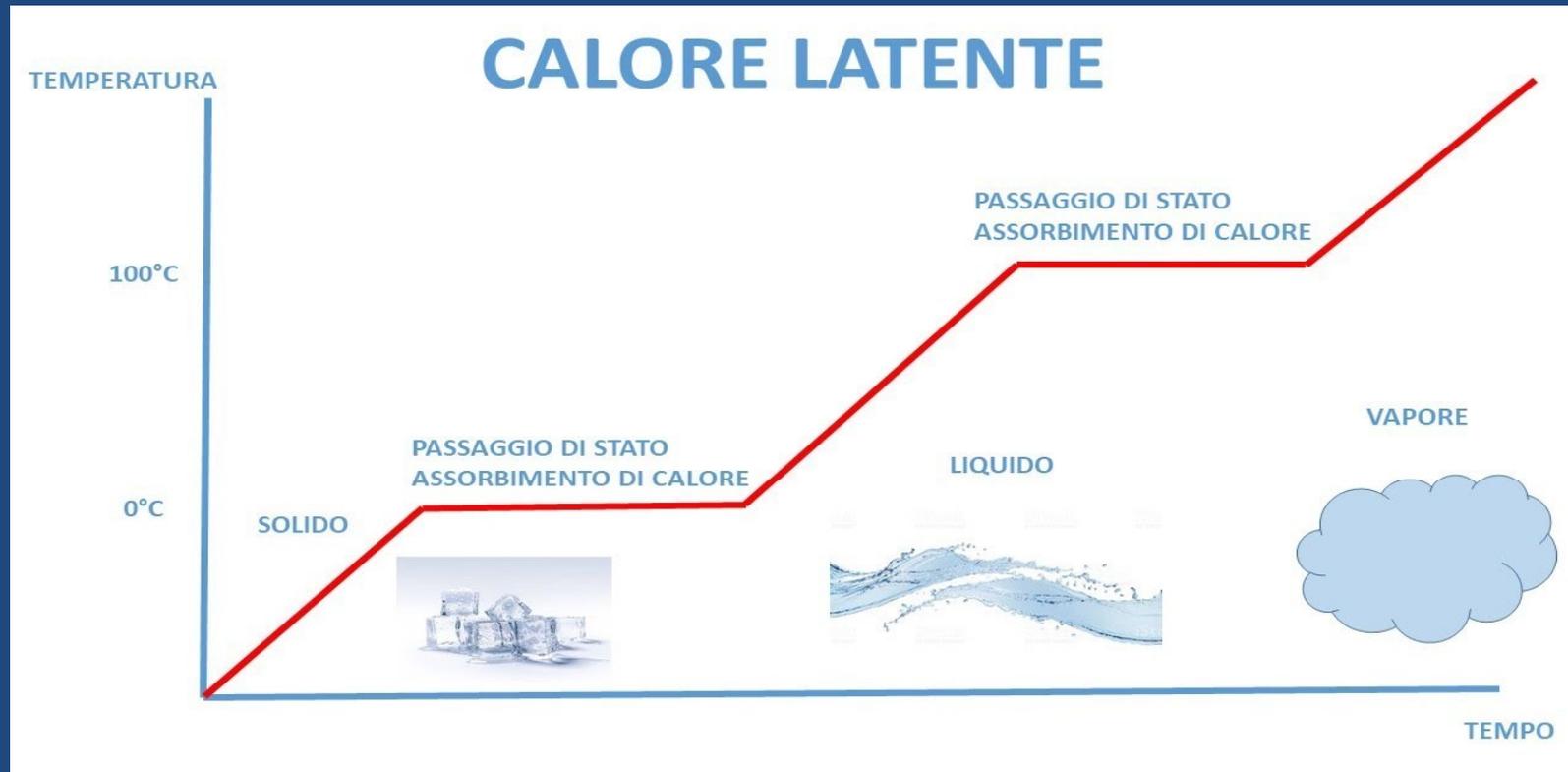
La combustione

La combustione è una reazione chimica nella quale un combustibile, sostanza ossidabile, reagisce con un comburente, sostanza ossidante, liberando energia, in genere sotto forma di calore.

Reazione	Energia liberata (MJ / Kg di combustibile)
$H_2 + 0,5 O_2 \rightarrow H_2O$ Idrogeno	142
$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ Metano	55
$C_8H_{18} + 12,5 O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9 H_2O$ Benzina	48
$Mg + 0,5 O_2 \rightarrow MgO$ Magnesio	24,5
$CH_4 + 4F_2 \rightarrow CF_4 + 4HF$ Fluoro	104,5
$CH_4 + 4Cl_2 \rightarrow 4HCl$ Cloro	27

1 MJ  238 Kcal

Il calore latente



Ogni volta che c'è un passaggio di stato, c'è assorbimento di calore ma non c'è aumento di temperatura, questo assorbimento di calore serve per rompere i legami chimici tra le molecole e si chiama calore latente .
La curva di riscaldamento e di raffreddamento è diversa per ogni sostanza

Elementi che caratterizzano la combustione

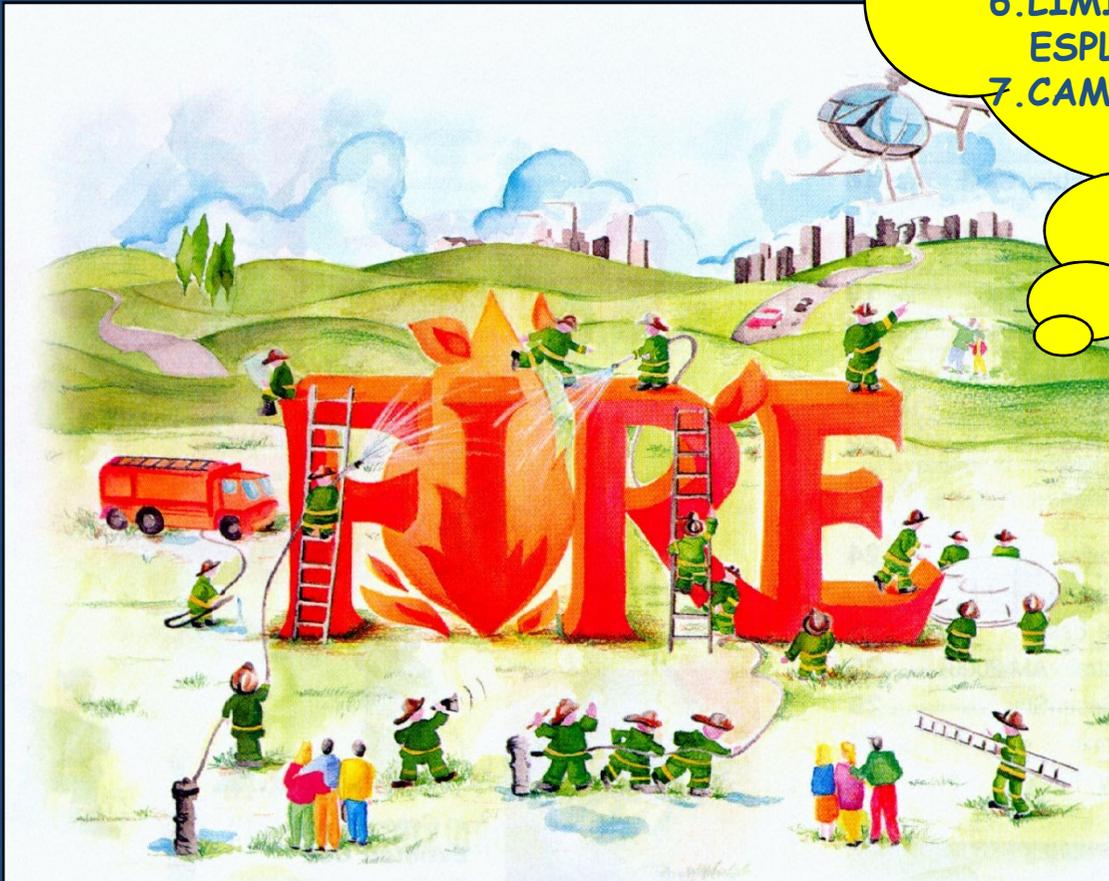
- I combustibili solidi vaporizzano parzialmente o si decompongono per produrre vapori infiammabili, chiamati anche **prodotti di pirolisi**.
- **Questi vapori si miscelano con l'aria**. La parte rimanente è cenere.
- Il rischio principale da cui ci si protegge in caso di incendio è legato alla combustione con fiamma, per cui un parametro importante da controllare ai fini della sicurezza è **il calore necessario a produrre vapori**.

Elementi che caratterizzano la combustione

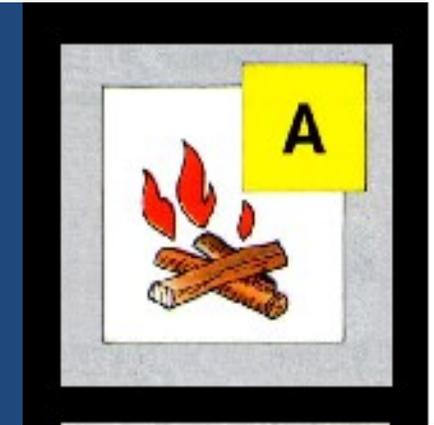
- Nei liquidi il calore necessario per produrre vapori è quello necessario per portare il liquido ad una data temperatura (alla quale va aggiunto il calore latente di vaporizzazione).
- Nei solidi il processo implica la decomposizione chimica e la vaporizzazione (pirolisi).

I PARAMETRI FISICI DELLA COMBUSTIONE

1. TEMPERATURA DI ACCENSIONE
2. TEMPERATURA TEORICA DI
COMBUSTIONE
3. ARIA TEORICA DI COMBUSTIONE
4. POTERE CALORIFICO
5. TEMPERATURA DI
INFIAMMABILITA'
6. LIMITI DI INFIAMMABILITA' E DI
ESPLODIBILITA'
7. CAMPO DI INFIAMMABILITA'



Combustione solidi



Parametri:

- **Temperatura di accensione**
- *Temperatura di autoaccensione*
- *Temperatura di ignizione*

E' la più bassa temperatura che deve raggiungere un corpo combustibile affinché, in presenza di aria, possa accendersi spontaneamente e bruciare senza che si somministri ulteriore calore

COMBUSTIONE DELLE SOSTANZE SOLIDE

PIROLISI:

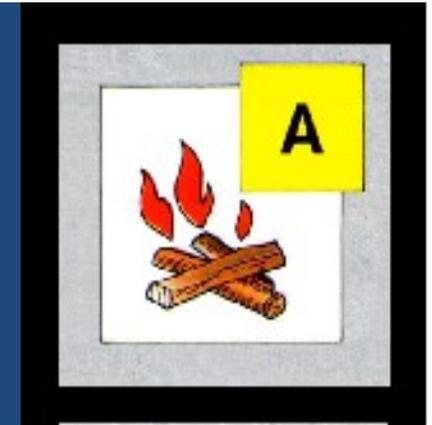
Fenomeno per il quale una sostanza solida portata ad una determinata temperatura emette vapori infiammabili.

Terminato questo fenomeno di distillazione dei solidi la combustione continua in assenza di fiamma sotto forma di brace.

Parte dell'energia rilasciata dalle fiamme sotto forma di irraggiamento termico, riscalda il solido stesso favorendo ulteriore pirolisi; così il processo si autoalimenta fino all'esaurimento di tutte le sostanze volatili, per proseguire senza fiamma sotto forma di braci.

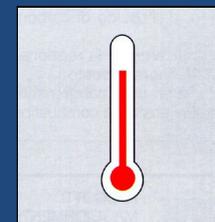
I principali fattori che influenzano la combustione dei solidi sono:

- ◆ natura;
- ◆ grado di porosità del materiale
- ◆ pezzatura e forma (rapporto tra il volume e la superficie esposta);
- ◆ contenuto di umidità;
- ◆ condizioni di ventilazione
- ◆ Durata dell'applicazione



1. TEMPERATURA DI AUTOACCENSIONE

E' LA MINIMA TEMPERATURA DI UNA SOSTANZA SOLIDA, LIQUIDA O GASSOSA ALLA QUALE LA SOSTANZA DEVE ESSERE RISCALDATA PER PRENDERE FUOCO E CONTINUARE A BRUCIARE IN ASSENZA DI SCINTILLA O FIAMMA.



In altre parole è la temperatura richiesta affinché:

- Una sostanza venendo a contatto con l'aria possa accendersi da sola;
- Una miscela combustibile-aria possa accendersi da sola per riscaldamento della massa.

Sostanza	Temperatura di accensione in °C
Acetilene	300
Acetone	540
Benzina	250
Fosforo giallo	280
Gasolio	220
Idrogeno	560
Pentano	420
Ossido di carbonio	610

LA TEMPERATURA DI ACCENSIONE PUO' VARIARE PER I MATERIALI SOLIDI IN FUNZIONE DELLA LORO SUPERFICIE ESPOSTA PER UNITA' DI PESO (GRANULATI FINI O POLVERI); IN ALTRI CASI DIMINUISCE IN PRESENZA DI SOSTANZE OSSIDANTI QUALI PEROSSIDI ECC.

Combustione liquidi

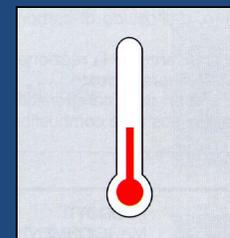


Parametri:

- **Temperatura di infiammabilità**
- **Punto di infiammabilità**
- **Campo di infiammabilità**
- **Peso specifico - densità**
- **Temperatura di autoaccensione**

5. TEMPERATURA DI INFIAMMABILITA'

E' LA MINIMA TEMPERATURA ALLA QUALE UNA SOSTANZA LIQUIDA EMETTE UNA QUANTITA' DI VAPORI SUFFICIENTE A FORMARE CON L'ARIA, UNA MISCELA IN GRADO INCENDIARSI SE VIENE A CONTATTO CON UNA FONTE D'INNESCO.



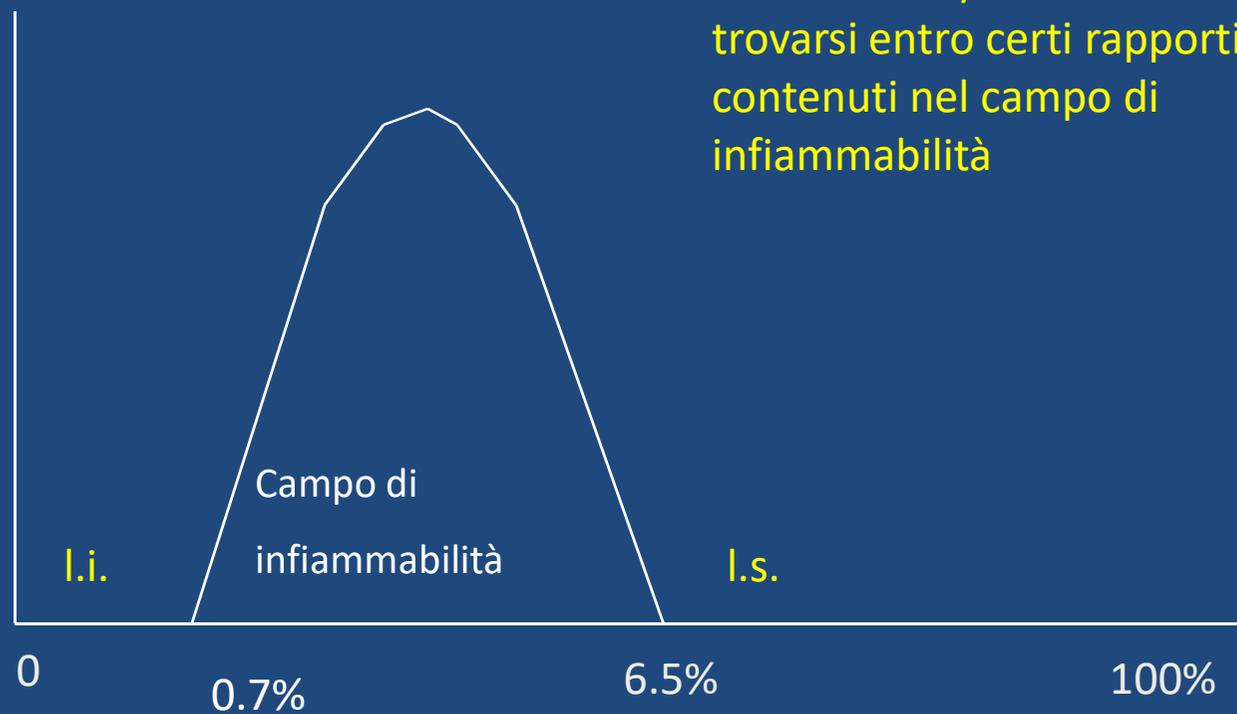
- I liquidi combustibili emettano vapori in quantità tale da incendiarsi in caso di innesco

QUINDI PER BRUCIARE IN PRESENZA DI INNESCO UN LIQUIDO INFIAMMABILE DEVE PASSARE DALLO STATO LIQUIDO ALLO STATO DI VAPORE

SOSTANZE	Temperatura di Infiammabilità (°C) <i>Valori indicativi</i>
gasolio	65
acetone	-18
benzina	-20
alcool metilico	11
alcool etilico	13
toluolo	4
olio lubrificante	149

Campo di infiammabilità

benzina



LA COMBUSTIONE DEI LIQUIDI INFIAMMABILI

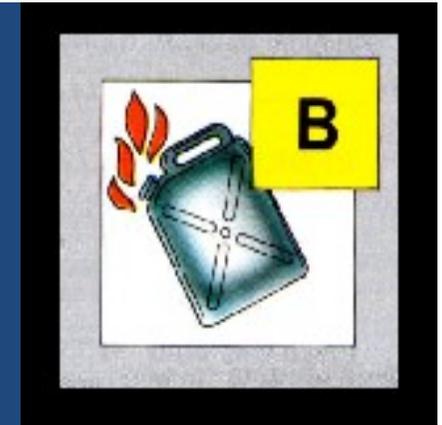
Tutti i liquidi sono in equilibrio con i propri vapori che si sviluppano in misura differente a seconda delle condizioni di pressione e temperatura sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e mezzo che lo sovrasta.

La combustione avviene quando, in corrispondenza della suddetta superficie i vapori dei liquidi, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria in concentrazioni comprese nel campo di infiammabilità, sono opportunamente innescati.

Affinché un liquido infiammabile bruci in presenza di innesco, è necessario che passi dallo stato liquido allo stato di vapore ad una determinata concentrazione.

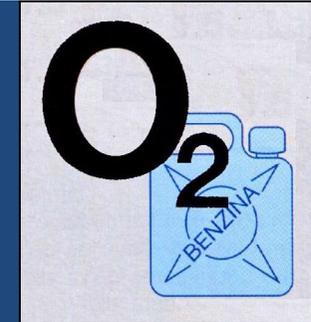
Caratteristiche di pericolosità:

- ◆ elevato potere calorico (1Kg \approx 10.000 Kcal)
- ◆ naturale tendenza all'evaporazione
- ◆ rapida propagazione dell'incendio
- ◆ minima energia d'innescio
- ◆ minor peso specifico rispetto all'acqua (tendono a galleggiare)
- ◆ maggiore densità dei vapori rispetto all'aria (tendono ad accumularsi in basso)



6. LIMITI DI INFIAMMABILITA'

SONO LE CONCENTRAZIONI MINIMA E MASSIMA DI UN COMBUSTIBILE IN MISCELA CON UN OSSIDANTE, ALLE QUALI LA COMBUSTIONE, UNA VOLTA INIZIATA IN QUALSIASI PUNTO DELLA MISCELA, SI PROPAGA A TUTTA LA MASSA.



LIMITE INFERIORE DI INFIAMMABILITÀ:

E' la più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha accensione in presenza di innesco per carenza di combustibile;

LIMITE SUPERIORE DI INFIAMMABILITÀ:

E' la più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha accensione in presenza di innesco per eccesso di combustibile.

SOSTANZE	Limite inferiore (% in volume)	Limite superiore (% in volume)
acetone	2,5	13
ammoniaca	15	18
benzina	1	6,5
gasolio	0,6	6,5
idrogeno	4	75,6
metano	5	15
Acetilene	2,2	85



CLASSIFICAZIONE DEI LIQUIDI INFIAMMABILI

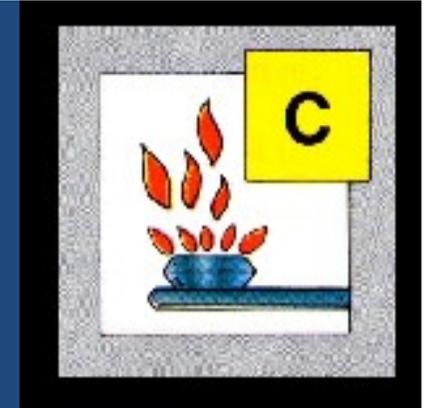
L'indice della maggiore o minore combustibilità di un liquido è fornito dalla temperatura di infiammabilità.

La normativa di prevenzione incendi classifica i liquidi infiammabili in base alla **temperatura di infiammabilità** del liquido classificandoli :

Categoria A	$\text{temperatura di infiammabilità} < 21\text{ }^{\circ}\text{C}$
Categoria B	$21\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{temperatura di infiammabilità} < 65\text{ }^{\circ}\text{C}$
Categoria C	$\text{temperatura di infiammabilità} \geq 65\text{ }^{\circ}\text{C}$

SOSTANZE	Temperatura di infiammabilità (°C)	Categoria
acetone	-18	A
benzina	-20	A
alcool metilico	11	A
alcool etilico	13	A
toluolo	4	A
gasolio	55	B
acquaragia		B
Vernici		C
olio lubrificante	149	C

Combustione gas



Parametri:

- Campo di infiammabilità
- Densità
- Temperatura di accensione

LA COMBUSTIONE DEI GAS INFIAMMABILI

La combustione avviene quando il gas miscelandosi con l'ossigeno dell'aria in concentrazioni comprese nel campo di infiammabilità, viene opportunamente innescato.



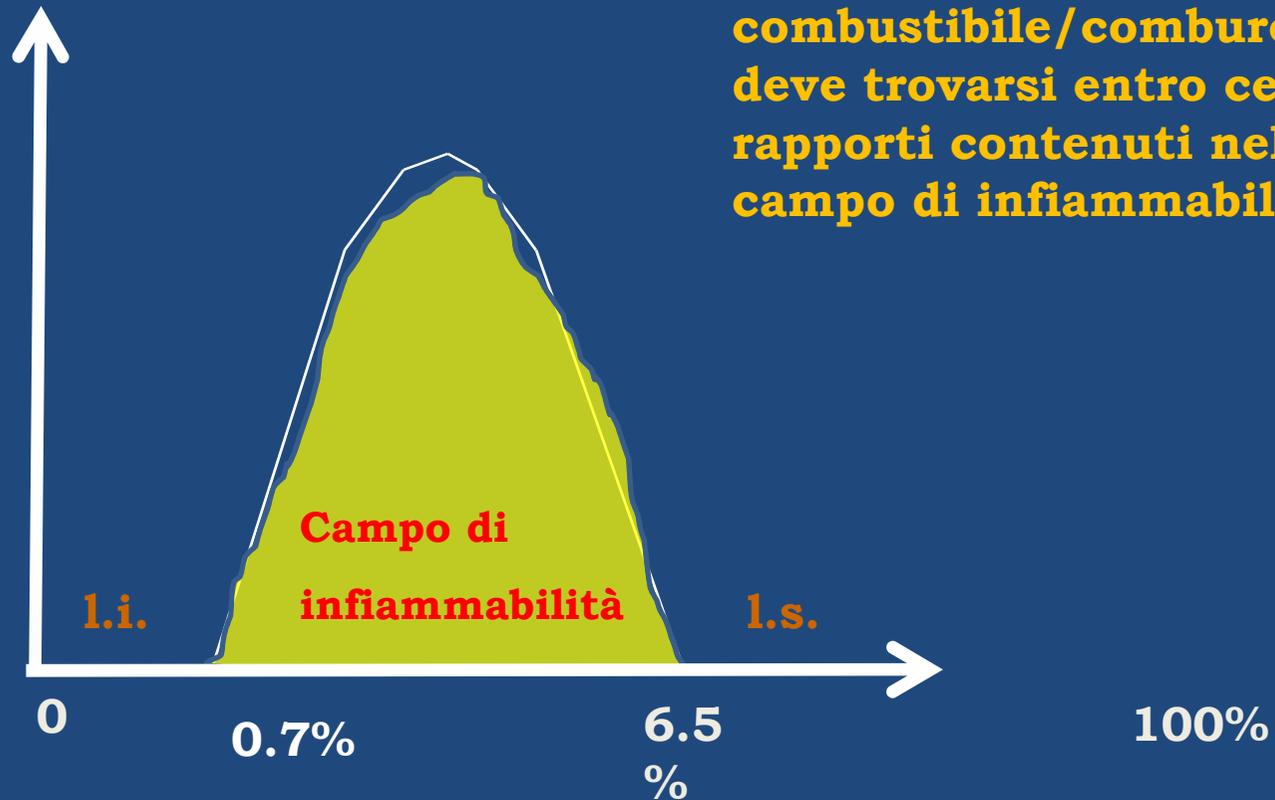
I gas infiammabili ai fini della combustione hanno un comportamento simile a quello dei vapori dei liquidi infiammabili, con la pericolosa differenza che si **miscelano naturalmente con l'aria**.

Caratteristica principale che contraddistingue le sostanze gassose da quelle solide e liquide, è la **capacità di diffondersi rapidamente nell'ambiente** dando luogo a miscele che innescate, con **apporti minimi di energia**, in pochi secondi sviluppano fiamme che raggiungono temperature dell'ordine di 1000 °C.

Campo di infiammabilità

benzina

La miscela
combustibile/comburente
deve trovarsi entro certi
rapporti contenuti nel
campo di infiammabilità



CLASSIFICAZIONE DEI GAS INFIAMMABILI

In funzione delle loro caratteristiche fisiche

GAS LEGGERO

Gas avente densità rispetto all'aria $\leq 0,8$

Un gas leggero quando liberato dal proprio contenitore tende a stratificare verso l'alto.

Gas leggeri sono: (idrogeno, metano, etc.)

GAS PESANTE

Gas avente densità rispetto all'aria $> 0,8$

GAS	Densità
Acetilene	0,90
Ammoniaca	0,59
Cloro	1,47
Gasolio	3,4
Idrogeno	0,07
Metano	0,55
Idrogeno solforato	1,19
GPL	1,9
Ossido di carbonio	0,97

Un gas pesante quando liberato dal proprio contenitore tende a stratificare ed a permanere nella parte bassa dell'ambiente ovvero a penetrare in cunicoli o aperture praticate a livello del piano di calpestio.

Gas pesanti sono: (GPL, acetilene, etc.)

CLASSIFICAZIONE DEI GAS INFIAMMABILI

In funzione delle loro modalità di conservazione

- ◆ Gas compressi
- ◆ Gas liquefatti
- ◆ Gas Disciolti
- ◆ Gas criogenici o refrigerati

GAS	Pressione di stoccaggio (bar) <i>valori indicativi</i>
metano	300
idrogeno	250
gas nobili	250
ossigeno	250
aria	250
CO ₂	55/60 estintori

GAS COMPRESSO

Sono i gas con temperatura critica^(*) < -10 ° C

Gas che vengono conservati allo stato gassoso ad una pressione superiore a quella atmosferica in appositi recipienti detti bombole o trasportati attraverso tubazioni.

Appartengono a questa categoria:

- ◆ Idrogeno (H₂) (gas con il maggior campo d'infiammabilità)
- ◆ Metano (CH₄)
- ◆ Ossido di carbonio (CO)

(*) Temperatura critica = temperatura al di sopra della quale i gas non possono essere liquefatti qualunque sia la pressione

GAS LIQUEFATTI (GPL)

Sono idrocarburi gassosi e loro miscele, che per le loro caratteristiche chimico-fisiche sono facilmente liquefattibili a temperatura ambiente con modeste pressioni.

Il vantaggio della conservazione di gas allo stato liquido consiste nella possibilità di detenere grossi quantitativi di prodotto in spazi contenuti, in quanto **un litro di gas** liquefatto può sviluppare nel passaggio di fase fino a **800 litri di gas**.

Appartengono a questa categoria:

- ◆ butano
- ◆ propano
- ◆ ammoniacca
- ◆ cloro
- ◆ etilene

I contenitori di gas liquefatto debbono garantire una parte del loro volume geometrico sempre libera dal liquido per consentire allo stesso l'equilibrio con la propria fase vapore; pertanto è prescritto un limite massimo di riempimento dei contenitori detto grado di riempimento.

GPL mescolato con aria, già alla concentrazione del 2% può dare luogo a pericolose esplosioni

GAS LIQUEFATTO	Grado di riempimento (kg/dm ³)
ammoniaca	0,53
cloro	1,25
butano	0,51
propano	0,42
GPL miscela	0,43-0,47
CO ₂	0,75

GAS DISCIOLTI

Gas che sono conservati in fase gassosa disciolti entro un liquido ad una determinata pressione

Appartengono a questa categoria:

- ◆ acetilene (C_2H_2)
- ◆ anidride carbonica

GAS REFRIGERATI

Gas che possono essere conservati in fase liquida mediante refrigerazione alla temperatura di equilibrio liquido-vapore con livelli di pressione estremamente modesti, assimilabili alla pressione atmosferica.

LA COMBUSTIONE DEI METALLI

Classe D: Fuochi da metalli

Fuochi da metalli (metalli alcalini)

alluminio, magnesio, sodio, potassio, litio

Nessuno degli estinguenti normalmente utilizzati per gli incendi di classe A e B è idoneo per incendi di metalli che bruciano (alluminio, magnesio, potassio, sodio, litio).

In tali incendi occorre utilizzare delle polveri speciali ed operare con personale particolarmente addestrato (estintori a grafite).

Sono particolarmente difficili da estinguere data la loro altissima temperatura.

Nei fuochi coinvolgenti alluminio e magnesio si utilizza la polvere al cloruro di sodio .

Gli altri agenti estinguenti (compresa l'acqua) sono da evitare in quanto possono causare reazioni con rilascio di gas tossici o esplosioni.



Classe F: Fuochi da grassi vegetali o animali

Classe F: Fuochi che interessano mezzi di cottura olio da cucina e grassi vegetali o animali

Recentemente introdotta dalla norma UNI EN 2:2005. È riferita ai fuochi di oli combustibili di natura vegetale e/o animale quali quelli usati nelle cucine, in apparecchi di cottura.

La formula chimica degli oli minerali (idrocarburi fuochi di classe B) si distingue da quella degli oli vegetali e/o animali.

Gli estinguenti per classe F spengono per azione chimica, effettuando una catalisi negativa per la reazione chimica di combustione.

L'utilizzo di estintori a polvere e di estintori a CO2 contro fuochi di classe F è considerato pericoloso.

Pertanto non devono essere sottoposti a prova secondo la norma europea UNI EN 3-7:2008 e non devono essere marcati con il pittogramma di classe "F".

Tutti gli estintori idonei per l'uso su fuochi di classe F devono essere conformi ai requisiti della prova dielettrica del punto 9 della norma UNI EN 3-7:2008.



Ex Classe E:

La norma UNI EN 2:2005 non comprende i fuochi di "Impianti ed attrezzature elettriche sotto tensione" (vecchia classe E) in quanto, gli incendi di impianti ed attrezzature elettriche sono riconducibili alle classi A o B.

Gli estinguenti specifici per questi incendi sono le polveri dielettriche e la CO₂, mentre non devono essere usati acqua e schiuma.

Per stabilire se l'estintore può essere utilizzato su apparecchiature sotto tensione deve essere effettuata la prova dielettrica prevista dalla norma UNI EN 31-7/2008.

Tale prova non è richiesta per gli estintori a CO₂ in quanto l'anidride carbonica non è conduttrice di elettricità, ne è richiesta per quegli estintori per i quali non viene chiesto l'impiego per parti elettriche sotto tensione.

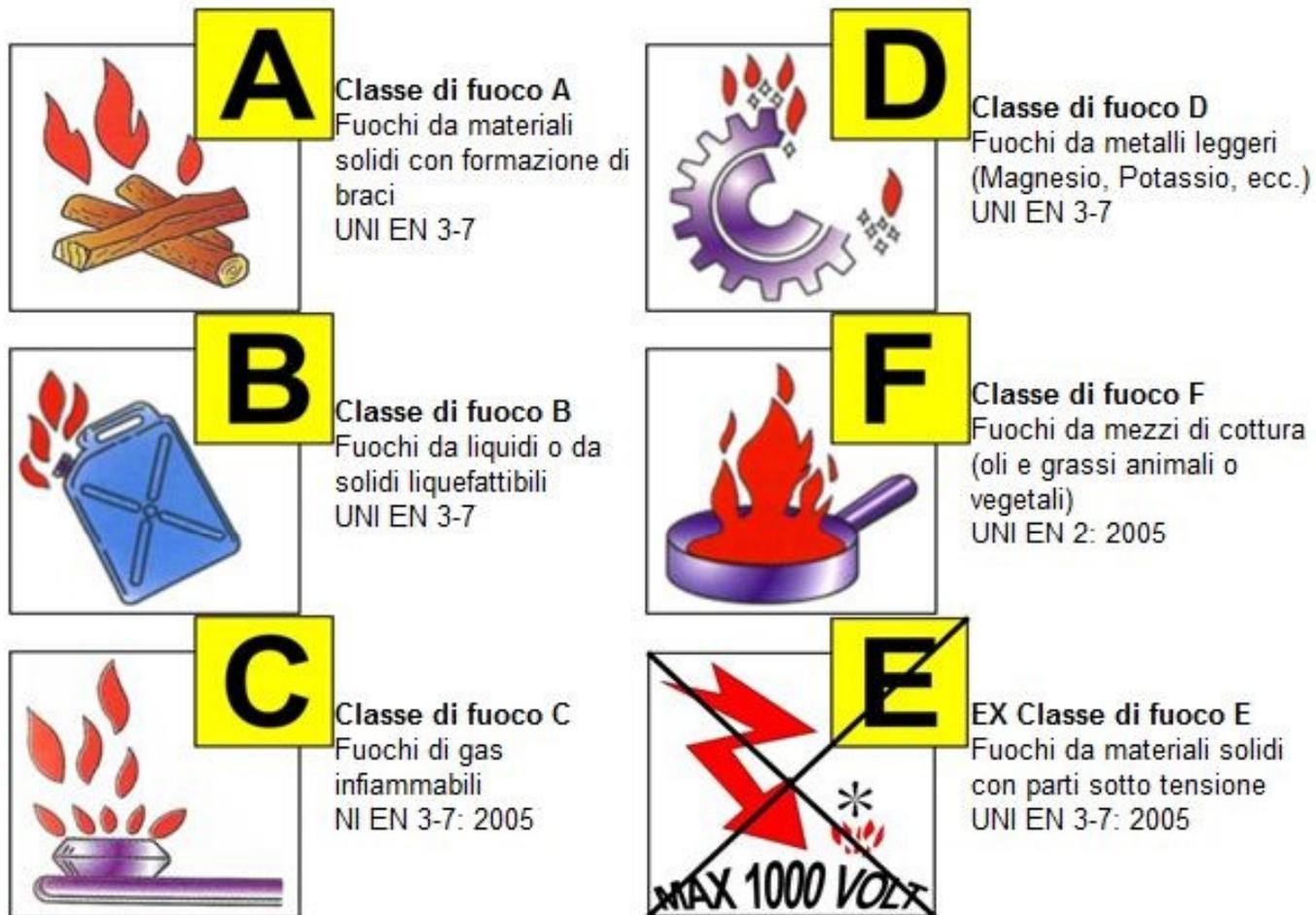
Tutti gli estintori idonei per l'uso su fuochi di classe F devono essere conformi ai requisiti della prova dielettrica.

Gli estintori portatili che non sono sottoposti a prova dielettrica, o non soddisfano tali requisiti, devono riportare la seguente avvertenza: "AVVERTENZA" non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione"

Gli estintori portatili che utilizzano altri agenti e gli estintori a base d'acqua conformi alla norma UNI EN 31-7/2008, devono riportare l'indicazione della loro idoneità all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione, per esempio: "adatto all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione fino a 1000 v ad una distanza di un metro".



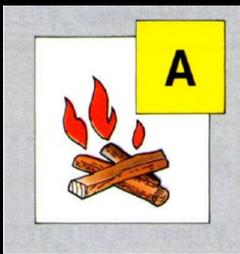
Classi di fuoco



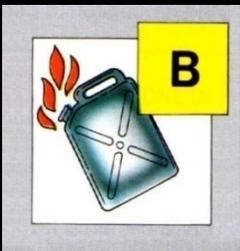
N.B. Il pittogramma della classe di fuoco E è stato sostituito dalle diciture:

"Non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione"

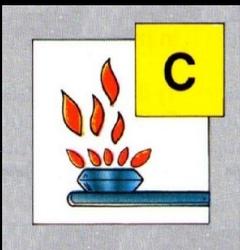
"Adatto all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione fino a 1000 V ad una distanza di un metro"



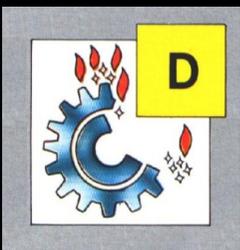
Carta - Legna - Segatura - Trucioli - Stoffa - Rifiuti - Cere - Cartoni - Libri - Pece - Carboni - Bitumi grassi - Paglia - Stracci unti - Fuliggine - Torba - Carbonella - Celluloide - Vernici alla nitro - Materie plastiche Pellicole cinematografiche - - Solidi combustibili



Nafta - Benzine - Petrolio - Alcool - Oli pesanti - Etere solforico - Glicerina - Vernici - Gomme - Resine - Fenoli - Zolfo - Trementina - Solidi che si possono liquefare - Liquidi infiammabili



Metano - Cloro - Gas illuminante - Acetilene - Propano - Idrogeno - Cloruro di metile - Gas infiammabili



Magnesio - Potassio - Fosforo - Sodio - Metalli infiammabili - Carburi - Electron (Al-Mg)



Oli - Grassi animali - Grassi Vegetali

CLASSIFICAZIONE DEI FUOCHI

Classificazione secondo il Comitato Europeo di Normalizzazione - C.E.N.

CLASSE					
MATERIALI COINVOLTI	Solidi combustibili comuni con formazioni di braci.	Liquidi infiammabili e solidi che fondono prima di bruciare.	Gas infiammabili.	Sostanze chimiche reattive spontaneamente combustibili con l'aria o reattive con acqua con possibilità di esplosione.	Apparecchiature elettriche sotto tensione, Non inclusa nella class. del C.E.N.
ESTINGUENTI AMMESSI	Acqua, polvere chimica polivalente, anidride carbonica, estinguenti alogenati, schiuma ad alta espansione per ambienti chiusi.	Schiuma, polvere chimica, anidride carbonica, estinguenti alogenati.	Polvere chimica, estinguenti alogenati.	Polveri speciali.	Anidride carbonica, polvere chimica estinguenti alogenati
ESINGUENTI ESCLUSI				Tutti gli altri	Acqua e schiuma

L'incendio

Dinamica dell'incendio

L'INCENDIO

L'incendio può definirsi come una combustione "non controllata", che avviene in un luogo non predisposto a contenerla.

Affinché si verifichi un incendio è necessario che siano presenti:



Per ottenere lo **spegnimento dell'incendio** si può ricorrere a tre sistemi

soffocamento:

(separazione del comburente dal combustibile o riduzione della concentrazione di comburente in aria)

raffreddamento:

(sottrazione di calore fino ad ottenere una temperatura inferiore a quella necessaria al mantenimento della combustione)

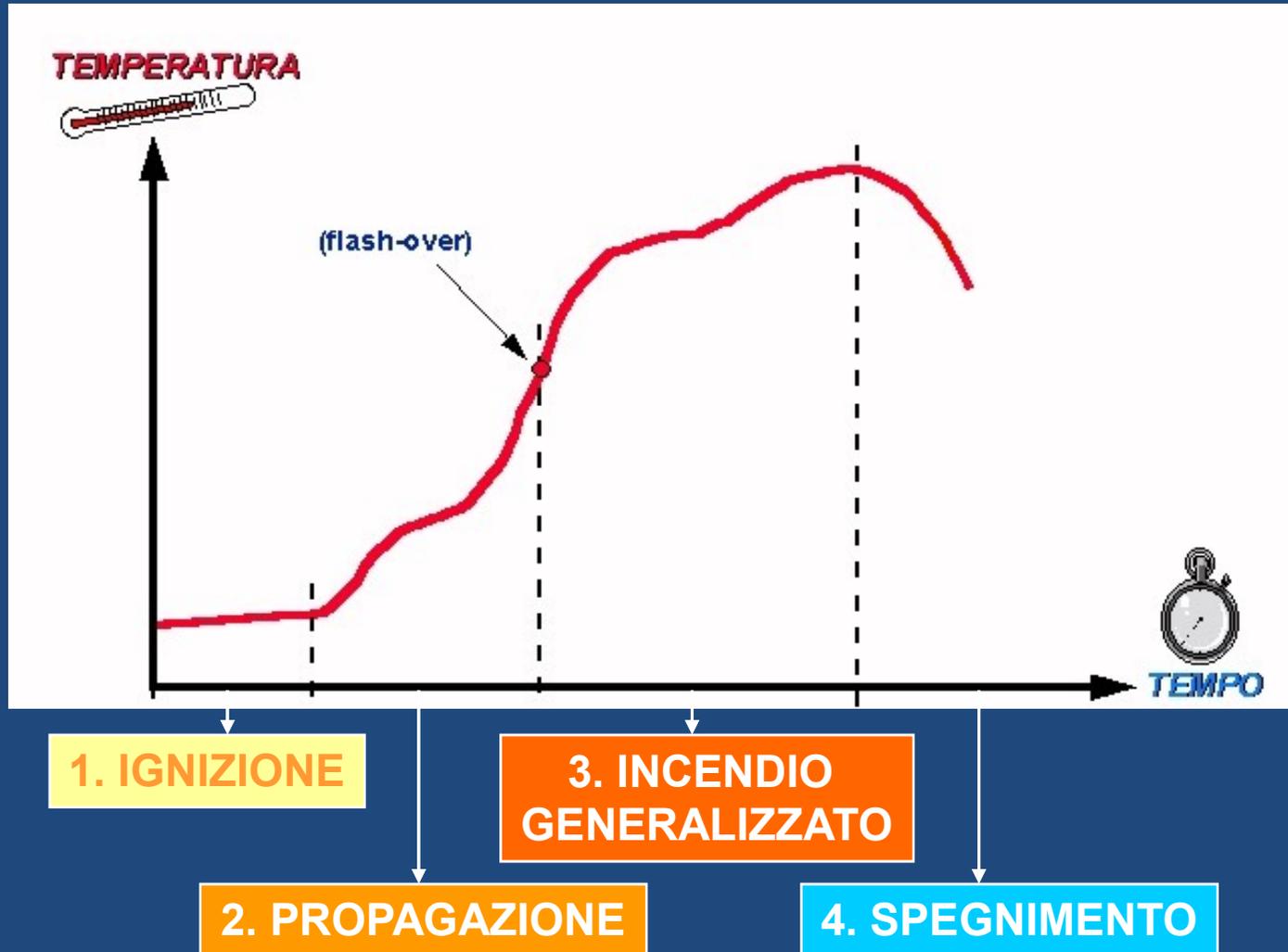
esaurimento del combustibile:

(allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio d'incendio)

Normalmente per lo spegnimento di un incendio si utilizza una **combinazione delle operazioni** di esaurimento del combustibile, di soffocamento e di raffreddamento.

DINAMICA DI UN INCENDIO TIPO

Nell'evoluzione dell'incendio si possono individuare quattro fasi caratteristiche :

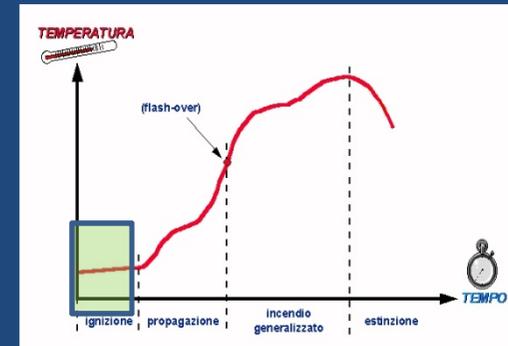


VIDEO

1. Fase di ignizione

dipende dai seguenti fattori:

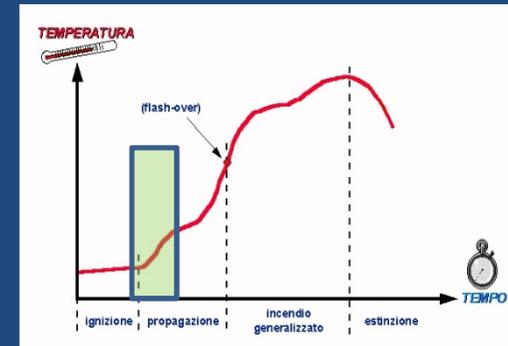
- ◆ *infiammabilità del combustibile;*
- ◆ *possibilità di propagazione della fiamma;*
- ◆ *grado di partecipazione al fuoco del combustibile;*
- ◆ *geometria e volume degli ambienti;*
- ◆ *possibilità di dissipazione del calore nel combustibile;*
- ◆ *ventilazione dell'ambiente;*
- ◆ *caratteristiche superficiali del combustibile;*
- ◆ *distribuzione nel volume del combustibile, punti di contatto*



2. Fase di propagazione

è caratterizzata da:

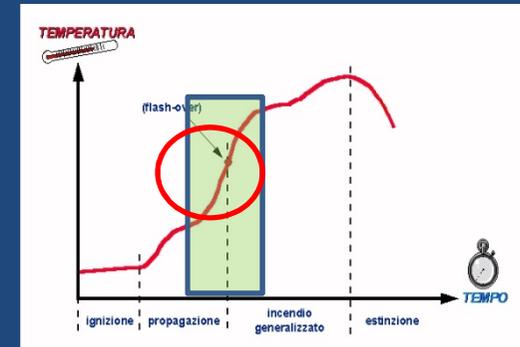
- ◆ *produzione dei gas tossici e corrosivi;*
- ◆ *riduzione di visibilità a causa dei fumi di combustione;*
- ◆ *aumento della partecipazione alla combustione dei combustibili solidi e liquidi;*
- ◆ *aumento rapido delle temperature;*
- ◆ *aumento dell'energia di irraggiamento.*



3. Fase di incendio generalizzato

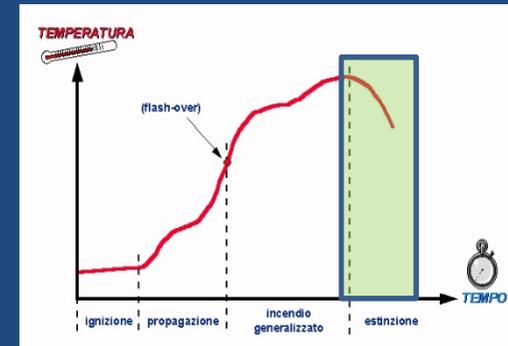
caratterizzato da:

- ◆ *brusco incremento della temperatura;*
- ◆ *crescita esponenziale della velocità di combustione;*
- ◆ *forte aumento di emissioni di gas e di particelle incandescenti, che si espandono e vengono trasportate in senso orizzontale, e soprattutto in senso ascensionale; si formano zone di turbolenze visibili;*
- ◆ *i combustibili vicini al focolaio si autoaccendono, quelli più lontani si riscaldano e raggiungono la loro temperatura di combustione con produzione di gas di distillazione infiammabili;*



Flashhover : rappresenta uno stadio irreversibile in cui le fiamme di uno stato di incendio localizzato si propagano velocemente a tutto il volume del compartimento, con brusco aumento della temperatura (oltre 500°) e crescita esponenziale della velocità di combustione.

4. Fase di spegnimento



Quando l'incendio ha terminato di interessare tutto il materiale combustibile ha inizio la fase di decremento delle temperature all'interno del locale a causa del progressivo diminuzione dell'apporto termico residuo e della dissipazione di calore attraverso i fumi e di fenomeni di conduzione termica

Diagramma ternario dei limiti di esplosibilità di miscele di O_2 - N_2 - Combustibile

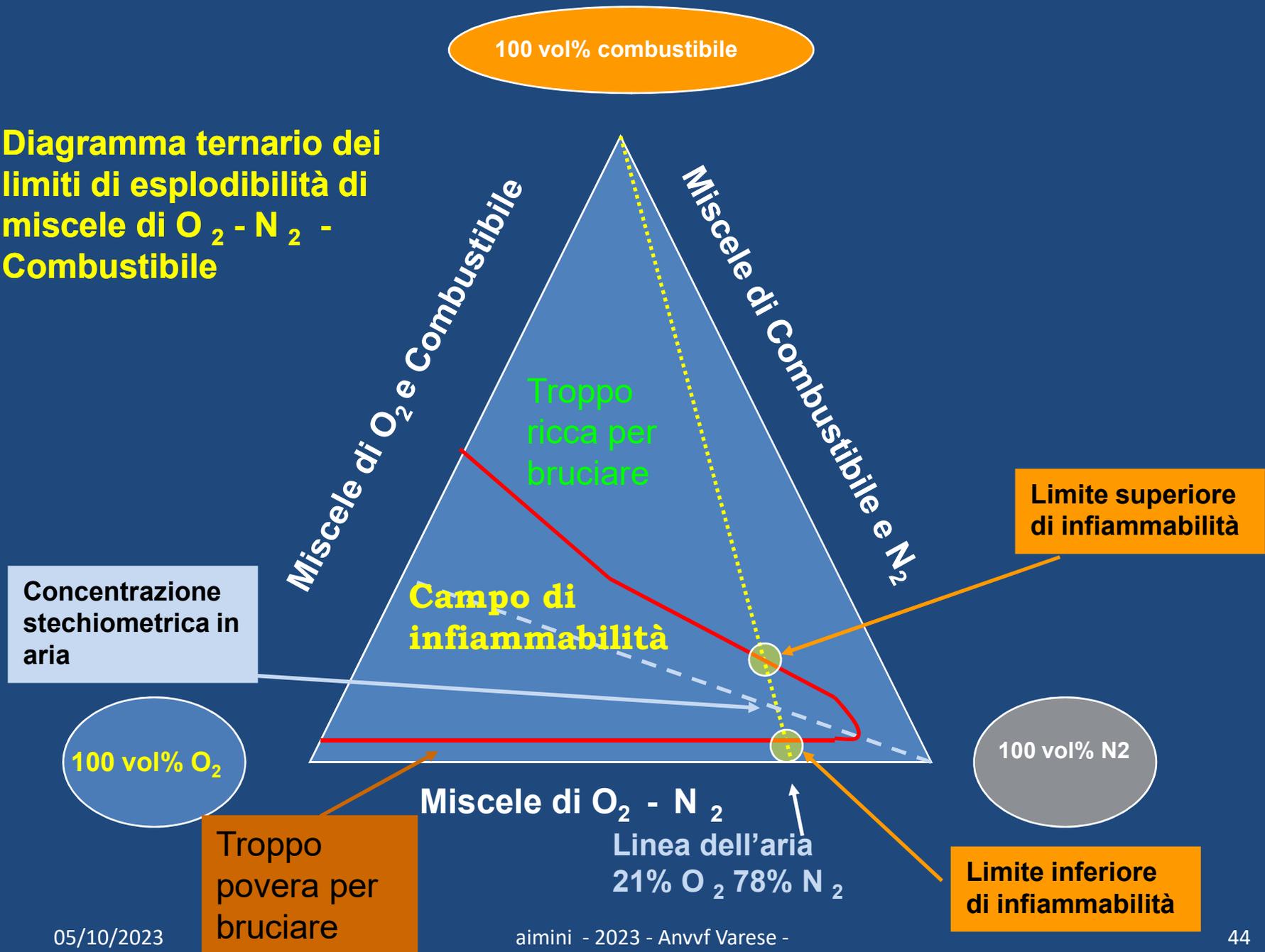


Diagramma ternario dei limiti di esplosibilità di miscele di O_2 - N_2 - Combustibile



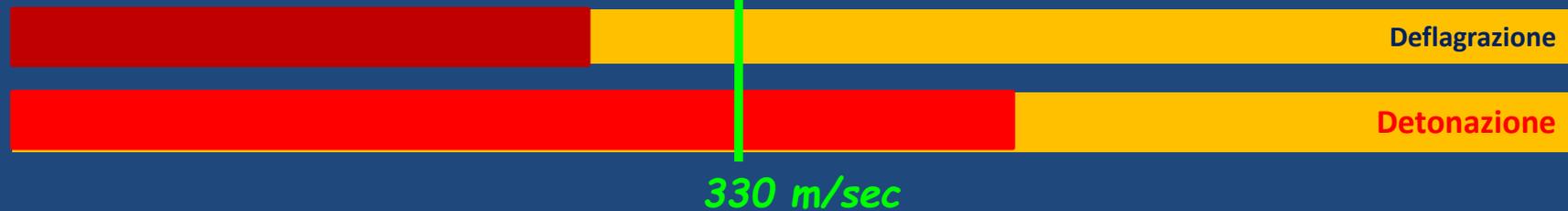
ESPLOSIONE

L'esplosione è il risultato di una rapida espansione di gas dovuta ad una reazione chimica di combustione con rilascio improvviso di energia chimica, termica e meccanica immagazzinata in un sistema fisico.

Gli effetti della esplosione sono: produzione di calore, una onda d'urto ed un picco di pressione.

In funzione alla velocità di propagazione della fiamma nella miscela infiammabile non ancora bruciata si definisce :

DEFLAGRAZIONE se velocità' di propagazione è minore di quella del suono
sovrappressione 7 - 8 volte il valore iniziale



DETONAZIONE se velocità' di propagazione superiore a quella del suono ~330m/sec
sovrappressione 15 - 16 volte il valore iniziale

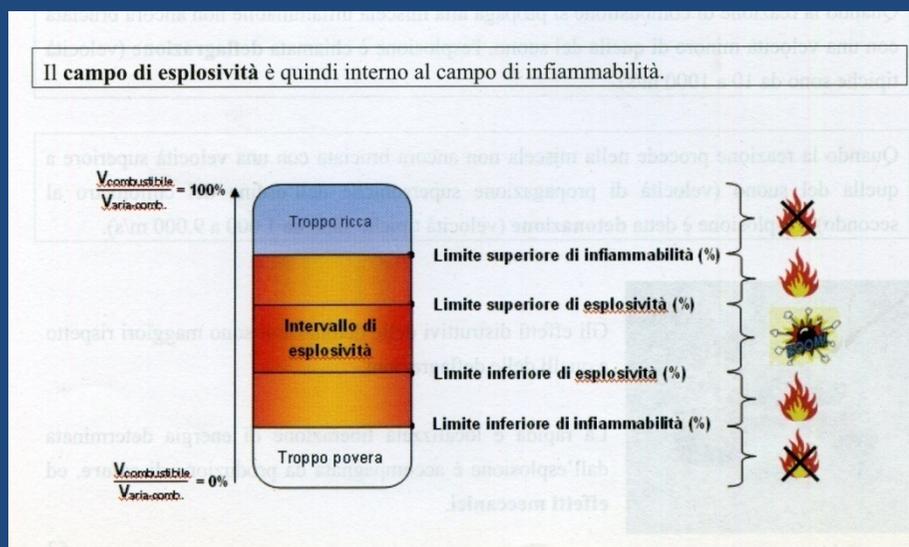
Una esplosione può aver luogo quando gas, vapori o polveri infiammabili, entro il loro campo di esplosività, vengono innescati da una fonte di innesco avente sufficiente energia.

Il modo migliore di proteggersi dalle esplosioni sta nel prevenire la formazione di miscele infiammabili nel luogo ove si lavora.

ESPLOSIONI

Le sostanze in grado di produrre esplosioni di grande rilevanza sono:

- ❑ **Miscele infiammabili di GAS o VAPORI**
- ❑ **Polveri combustibili sospese in aria**
- ❑ **Esplosivi (per decomposizione)**



Il verificarsi di una esplosione dipende dalle caratteristiche della miscela anche dalla pressione e dalla temperatura.

Campo esplosività es.

- ✓ acetilene 3/53% in volume di acetilene;
- ✓ Idrogeno 10/66%

- Carico di Incendio -

- Carico di Incendio (MJ o Kcal) si definisce :
- Potenziale termico netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, – cioè materiale presente per il proprio potere calorifico, corretto in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali .

Sostanze	Potere calorifico inferiore (MJ/Kg)	Potere calorifico inferiore (KCal/Kg)
legno (*)	17,5	4192
carbone	30	7170
carta, cartone	20	4780
benzina	45	10755
alcool etilico	30	7170
polietilene	40	9560
propano	46	10994
idrogeno	120	28680

^(*) 1 MJ = 0,057 Kg di legna equivalente

$(q = \sum g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i)$. *Convenzionalmente 1 MJ è assunto pari a 0,057 Kg di legna equivalente.*

(ossia 1 kgleq viene assunto pari a 17.5 MJ , o più recisamente $1/0,057= 17,54$ MJ).

$1 \text{ MJ} = 239 \text{ Kcal} \Rightarrow 1 \text{ kgleq} = 239 \times 17,54 = 4192 \text{ Kcal/Kg}$.

(cioè è come considerare un legno standard con un potere calorifico di circa 4192 Kcal/Kg invece che 4400 Kcal/Kg della vecchia Circolare n. 91/61).

PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

I prodotti della combustione sono suddivisibili in quattro categorie:

- ◆ *Gas di combustione*
- ◆ *Fiamme*
- ◆ *Fumo*
- ◆ *Calore*

Gas di combustione

I gas di combustione sono quei prodotti della combustione che rimangono allo stato gassoso anche quando raggiungono raffreddandosi la temperatura ambiente di riferimento 15 °C.

I principali gas di combustione sono:

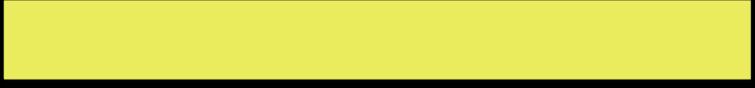
<i>a) ossido di carbonio</i>	<i>b) aldeide acrilica</i>
<i>c) anidride carbonica</i>	<i>d) fosgene</i>
<i>e) idrogeno solforato</i>	<i>f) ammoniaca</i>
<i>g) anidride solforosa</i>	<i>h) ossido e perossido di azoto</i>
<i>i) acido cianidrico</i>	<i>j) acido cloridrico</i>

Fiamme

Le fiamme sono costituite dall'emissione di luce e calore conseguente alla combustione di una sostanza solida, liquida o gassosa.

Nell'incendio di combustibili gassosi è possibile valutare approssimativamente il valore raggiunto dalla temperatura di combustione dal colore della fiamma.

Scala cromatica delle temperature nella combustione dei gas

<i>Colore della fiamma</i>		<i>Temperatura (°C)</i>
Rosso nascente		525
Rosso scuro		700
Rosso ciliegia		900
Giallo scuro		1100
Giallo chiaro		1200
Bianco		1300
Bianco abbagliante		1500

Fumi

I fumi sono formati da piccolissime **particelle solide** (aerosol), liquide (nebbie o vapori condensati).

Le particelle solide sono sostanze incombuste che si formano quando la combustione avviene in carenza di ossigeno e vengono trascinate dai gas caldi prodotti dalla combustione stessa.

Normalmente sono prodotti in quantità tali da impedire la visibilità ostacolando l'attività dei soccorritori e l'esodo delle persone.

Le particelle solide dei fumi che sono incombusti e ceneri rendono il fumo di colore scuro.

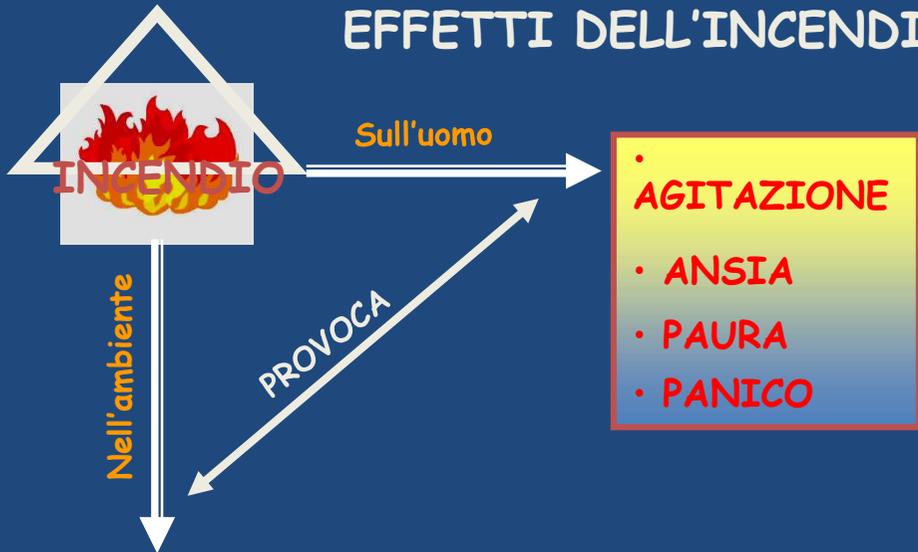
Le particelle liquide, invece, sono costituite essenzialmente da vapore d'acqua che al di sotto dei 100°C condensa dando luogo a fumo di colore bianco.

Calore

Il calore è la causa principale della propagazione degli incendi.

Realizza l'aumento della temperatura di tutti i materiali ed i corpi esposti, provocandone il danneggiamento fino alla distruzione.

EFFETTI DELL'INCENDIO SULL'UOMO



REAZIONI FISILOGICHE E PSICOLOGICHE CARATTERIZZATE DA:

- aumento del battito cardiaco;
- deflusso del sangue dagli organi digestivi;
- aumento delle pulsazioni al cervello;
- aumento della formazione di adrenalina;
- aumento della capacità organica di assorbire tossine.

CALORE + PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

- IRRAGGIAMENTO
- CONDUZIONE
- CONVEZIONE TERMICA

INNALZAMENTO TEMPERATURA La Resistenza umana alle Temperature è:

a 120 C°	→	15'
a 143 C°	→	5'
a 177 C°	→	1'

05/10/2023

CO2 + CO + altri

- aumenta il ritmo respiratorio;
- in concentrazione del 2% fa aumentare del 50% la velocità e profondità di respirazione;
- in concentrazione del 3% fa aumentare del 100% la velocità e profondità di respirazione;

PPM	TEMPO DI ESPOSIZIONE IN MINUTI		EFFETTI
	Riposo	Sotto sforzo	
500	100	20	Trascurabile
1000	50	10	Sensibile
5000	10	2	Collasso

L'aumento della concentrazione di CO₂ rende sempre più irrespirabile l'aria; l'ambiente diviene invivibile con concentrazioni di CO₂ inferiore al 15%

se -

VALUTAZIONI ANALITICHE DEGLI EFFETTI DELL'INCENDIO SULL'UOMO



1 KG DI LEGNA che brucia produce FUMI/KG

6 m³ di

In una stanza ammobiliata 5 x 4 x 3 di altezza che contiene mediamente da 100 a 150 Kg di legna standard, ammesso che ogni 1' bruciano 10 Kg. di legna standard si ha:

10 Kg./min x 6 m³/Kg = 60 m³/min.
(vol. di fumi prodotti in 1' dalla combustione di 10Kg. Di legna standard)
5 x 4 x 3 = 60 m³ (volume della stanza)

BASTA 1' PER SATURARE COMPLETAMENTE LA STANZA DI FUMI

Si consideri la tromba di una scala di un edificio a 5 piani fuori terra (H=15 m.) avente S=20 mq.

Vol. scala = 300 m³
300 mc/60 mc/1' = 5 min.
(Tempo entro il quale la scala viene completamente saturata di fumi)

IN 5 MINUTI LA TROMBA DELLE SCALE VIENE COMPLETAMENTE INVASA DAL FUMO

Poiché bastano 120 g. di legna standard in un locale di 60 mc. per avere una concentrazione di **CO = 0.016%**, dopo la combustione di 10 Kg. di legna nello stesso locale si avrà una concentrazione di **CO = 1.38 %** pari a **13.800 PPM**

RESPIRARE 1.38% DI CO PER 1 MIN. PORTA ALLA MORTE

EFFETTI DELL'INCENDIO SULL'UOMO

I principali effetti dell'incendio sull'uomo sono:

- ◆ ANOSSIA * (a causa della riduzione del tasso di ossigeno nell'aria)
- ◆ AZIONE TOSSICA DEI FUMI
- ◆ RIDUZIONE DELLA VISIBILITÀ
- ◆ AZIONE TERMICA

Essi sono determinati dai prodotti della combustione:

- ◆ GAS DI COMBUSTIONE
- ◆ FIAMMA
- ◆ CALORE
- ◆ FUMO



GAS DI COMBUSTIONE

- ◆ ossido di carbonio (CO)
- ◆ anidride carbonica (CO₂)
- ◆ idrogeno solforato (H₂S)
- ◆ anidride solforosa (SO₂)
- ◆ ammoniaca (NH₃)
- ◆ acido cianidrico (HCN)
- ◆ acido cloridrico (HCl)
- ◆ perossido d'azoto (NO₂)
- ◆ Aldeide acrilica (CH₂CHCHO)
- ◆ fosgene (COCl₂)

(*) insufficiente ossigenazione dei tessuti, per scarso apporto o per deficienza di utilizzazione dell'ossigeno

OSSIDO DI CARBONIO (CO)

E' sempre presente ed in notevoli quantità in incendi covanti in ambienti chiusi con scarsa ventilazione ed in tutti i casi ove scarseggia l'ossigeno necessario alla combustione.

Caratteristiche:

- ◆ incolore
- ◆ inodore
- ◆ non irritante

E' il più pericoloso dei gas tossici del sangue che si sviluppano durante un incendio, sia per l'elevato livello di tossicità, sia per i notevoli quantitativi generalmente sviluppati.

Meccanismo d'azione:

Il monossido di carbonio viene assorbito per via polmonare ed altera la composizione del sangue, formando con l'emoglobina dei globuli rossi la carbossiemoglobina ed impedendo la formazione dell'ossiemoglobina, elemento vitale per l'ossigenazione dei tessuti.

OSSIDO DI CARBONIO (CO)

Sintomatologia:

- ◆ Vertigini
- ◆ astenia
- ◆ impotenza muscolare
- ◆ cefalea
- ◆ nausea
- ◆ palpitazioni

Se si sommano gli effetti dell'ossido di carbonio sull'organismo umano con quelli conseguenti ad una situazione di stress, di panico e di condizioni termiche avverse, i massimi tempi di esposizione sopportabili dall'uomo in un incendio reale sono quelli indicati nella seguente tabella:

<i>Concentrazione di CO (% in volume)</i>	<i>Tempo max di esposizione (sec)</i>
0.05	240
0.1	120
0.25	48
0.5	24
1	12

ANIDRIDE CARBONICA (CO₂)

Caratteristiche:

Si forma sempre in grandi quantità negli incendi

Meccanismo d'azione:

L'anidride carbonica è un **gas asfissiante** in quanto, pur non producendo effetti tossici sull'organismo umano, si sostituisce all'ossigeno dell'aria.

Quando ne determina una diminuzione a valori inferiori al 17% in volume, produce asfissia.

Sintomatologia:

Accelera e stimola il ritmo respiratorio.

Con una percentuale del 2% di CO₂ in aria la velocità e la profondità del respiro aumentano del 50% rispetto alle normali condizioni.

Con una percentuale di CO₂ al 3% l'aumento è del 100%.

ACIDO CIANIDRICO HCN

Caratteristiche:

Gas altamente tossico si sviluppa in modesta quantità in incendi ordinari attraverso combustioni incomplete (carenza di ossigeno) di lana, seta, materie plastiche poliuretatiche e acriliche.

Possiede un odore caratteristico di mandorle amare.

Meccanismo d'azione:

L'acido cianidrico è un aggressivo chimico asfissiante, impedisce l'ossigenazione cellulare impedendo il trasferimento dell'ossigeno al sangue.

Vie di penetrazione:

- ◆ inalatoria
- ◆ cutanea
- ◆ digerente

Sintomatologia:

- ◆ iperpnea (aumento della ventilazione polmonare per maggiore frequenza degli atti respiratori)
- ◆ colore della cute rosso
- ◆ cefalea
- ◆ ipersalivazione
- ◆ bradicardia (diminuzione della frequenza delle pulsazioni del cuore).

FOSGENE

Il fosgene è un **gas tossico** che si sviluppa durante le **combustioni di materiali che contengono il cloro**, come per esempio alcune materie plastiche. Esso diventa particolarmente pericoloso in ambienti chiusi.

Meccanismo d'azione:

Il fosgene a contatto con l'acqua o con l'umidità si scinde in anidride carbonica e acido cloridrico che è estremamente pericoloso in quanto intensamente caustico e capace di raggiungere le vie respiratorie.

Sintomatologia:

- ◆ **irritazione (occhi, naso, e gola)**
- ◆ **lacrimazione**
- ◆ **secchezza della bocca**
- ◆ **costrizione toracica**
- ◆ **vomito**
- ◆ **mal di testa**

EFFETTI DEL CALORE

Il calore è dannoso per l'uomo potendo causare la disidratazione dei tessuti, difficoltà o blocco della respirazione e scottature.

Una temperatura dell'aria di circa 150 °C è da ritenere la massima sopportabile sulla pelle per brevissimo tempo, a condizione che l'aria sia sufficientemente secca.

Tale valore si abbassa se l'aria è umida.

Purtroppo negli incendi sono presenti notevoli quantità di vapore acqueo.

Una temperatura di circa 60°C è da ritenere la massima respirabile per breve tempo.

L'irraggiamento genera ustioni sull'organismo umano che possono essere classificate a seconda della loro profondità in:

ustioni di I grado superficiali ⇒ *facilmente guaribili*

ustioni di II grado formazione di bolle e vescicole ⇒ *consultazione struttura sanitaria*

ustioni di III grado profonde ⇒ *urgente ospedalizzazione*

CORSO Aggiornamento 3- AGG - Per addetti alla prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze.



- Decreto 2 settembre 2021 -

Modulo 2

✓ Principi informatori dell'estinzione

Corso tipo 3 - AGG: - ANVVF - Varese

A cura di Aimini Emilio

PRINCIPI DELL'ESTINZIONE



SOSTANZE ESTINGUENTI IN RELAZIONE AL TIPO DI INCENDIO

L'estinzione un incendio si ottiene per **raffreddamento, sottrazione del combustibile e soffocamento**.

Tali azioni possono essere ottenute singolarmente o contemporaneamente mediante l'uso delle sostanze estinguenti, che vanno scelte in funzione della natura del combustibile e delle dimensioni del fuoco.

È di fondamentale importanza conoscere le proprietà e le modalità d'uso delle principali sostanze estinguenti:

- ◆ acqua
- ◆ schiuma
- ◆ polveri
- ◆ ~~idrocarburi alogenati (HALON)~~
- ◆ agenti estinguenti alternativi all'HALON
- ◆ gas inerti

ACQUA

L'acqua è la sostanza estinguente per antonomasia conseguentemente alla facilità con cui può essere reperita a basso costo.

Azione antincendio

La sua azione estinguente si esplica con le seguenti modalità:

- ◆ raffreddamento del combustibile per assorbimento del calore (640Kcal/kg);
- ◆ azione di soffocamento per sostituzione dell'ossigeno con il vapore acqueo;
- ◆ diluizione di sostanze infiammabili solubili in acqua fino a renderle non più tali;
- ◆ umidificazione dei combustibili solidi.

L'acqua quale agente estinguente è consigliato per incendi di combustibili solidi

Attenzione

L'acqua non può essere usato:

- ◆ su apparecchiature elettriche sotto tensione
- ◆ su idrocarburi e liquidi infiammabili più leggeri dell'acqua
- ◆ su sostanze che reagiscono con l'acqua dando origine ad esplosioni o altre pericolose reazioni (es. sodio e potassio a contatto con l'acqua liberano idrogeno, il carburo di calcio a contatto con l'acqua libera acetilene, sodio, etc.)

SCHIUMA

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

Sono disponibili diversi tipi di liquidi schiumogeni che vanno impiegati in relazione al tipo di combustibile

Esse sono impiegate normalmente per incendi di liquidi infiammabili.

In base al rapporto tra il volume della schiuma prodotta e la soluzione acqua-schiumogeno d'origine, le schiume si distinguono in:

- ◆ alta espansione 1:500 - 1:1000
- ◆ media espansione 1:30 - 1:200
- ◆ bassa espansione 1:6 - 1:12

Azione antincendio

L'azione estinguente delle schiume avviene per:

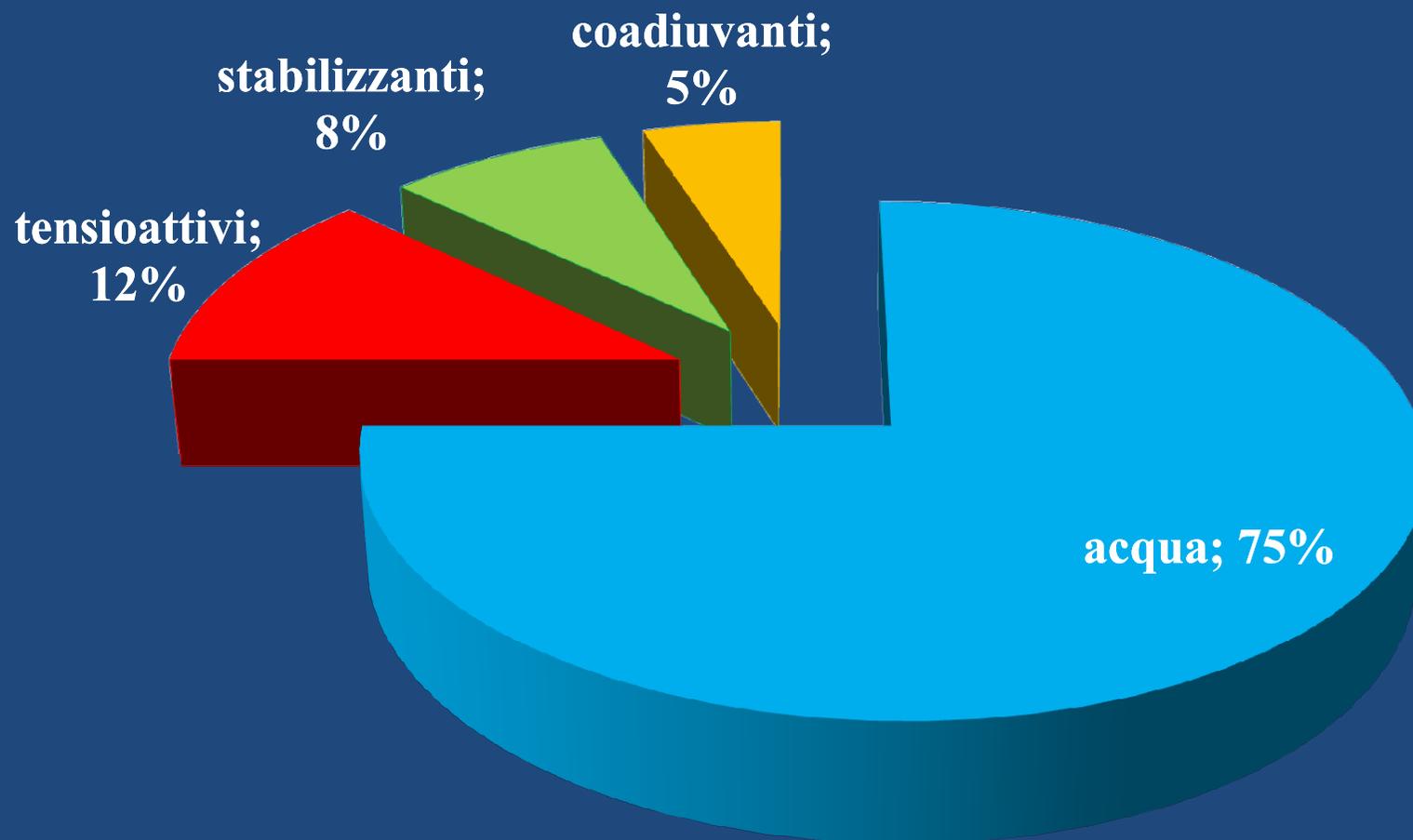
- ◆ separazione del combustibile dal comburente
- ◆ raffreddamento

Attenzione

La schiuma non può essere usato:

- ◆ su apparecchiature elettriche sotto tensione

Composizione liquidi schiumogeni



Liquidi Schiumogeni

- **PROTEINICO** composto di sostanze proteiche idrolizzate combinate con sali metallici stabilizzanti della schiuma;
- **SINTETICO** composto di sostanze tensioattive sintetiche con forte azione schiumogena con colloidi stabilizzanti della schiuma;
- **FLUOROPROTEINICO** composto di sostanze proteiche idrolizzate combinate con tensioattivi fluorurati ed additivi stabilizzanti della schiuma;
- **FLUOROSINTETICO** composta da sostanze tensioattive fluorurate e con additivi tensioattivi sintetici a catena fluorurati e con additivi stabilizzanti della schiuma;
- **PER ALCOOLI** composto in parte da liquido proteinico ed in parte da sostanze atte a conferire resistenza all'effetto distruttivo dei solventi polari (alcoli chetoni, esteri ecc)

liquidi schiumogeni fluoro-proteinici

Sono formati da una base proteinica addizionata con composti fluorurati. Essi sono adatti alla formazione di schiume a bassa espansione, hanno un effetto rapido ed molto efficace su incendi di prodotti petroliferi.

liquidi schiumogeni sintetici

Sono formati da miscele di tensioattivi. Essi sono adatti alla formazione di tutti i tipi di schiume e garantiscono una lunga conservabilità nel tempo, sono molto efficaci per azione di soffocamento su grandi superfici e volumi.

liquidi schiumogeni fluoro-sintetici (AFFF - Aqueous Film Forming Foam)

Sono formati da composti fluorurati. Essi sono adatti alla formazione di schiume a bassa e media espansione che hanno la caratteristica di scorrere rapidamente sulla superficie del liquido incendiato. L'impiego degli schiumogeni AFFF realizza una più efficace azione estinguente in quanto consente lo spegnimento in tempi più rapidi con una minore portata di soluzione schiumogena per metro quadrato di superficie incendiata.

liquidi schiumogeni per alcoli

Sono formati da una base proteinica additivata con metalli organici. Essi sono adatti alla formazione di schiume a bassa espansione e sono molto efficaci su incendi di alcoli, esteri, chetoni, eteri, aldeidi, acidi, fenoli, etc.

Caratteristiche della schiuma

Le caratteristiche della schiuma dipendono da :

- **Concentrazione** : rapporto tra il volume del liquido schiumogeno e il volume totale della miscela. Valori tipici: da 3% a 6%.
- **Rapporto di espansione** rapporto tra il volume finale, dopo l'erogazione della schiuma, e il volume iniziale della soluzione, prima dell'erogazione.
- Valori tipici:
 - **BASSO RAPPORTO DI ESPANSIONE** da 7 a 10
 - **MEDIO RAPPORTO DI ESPANSIONE** da 50 a 300
 - **ALTO RAPPORTO DI ESPANSIONE** da 800 a 1000.
- **Rendimento** rapporto tra il volume della schiuma prodotta e il volume del liquido schiumogeno usato.
- **Tempo di dimezzamento**

Caratteristiche della schiuma

- **TEMPO DI DIMEZZAMENTO** (detto anche resistenza al drenaggio):

tempo occorrente per separare dalla schiuma prodotta la metà del volume della soluzione impiegata per produrla.

Tanto maggiore è la resistenza al drenaggio, quanto più la schiuma è stabile e plastica.

Valori tipici:

SCHIUMOGENO PROTEINICO	20 minuti
SCHIUMOGENO FLUOROPROTEINICO	6 – 10 minuti
SCHIUMOGENO FLUOROSINTETICO	6 - 12 minuti
SCHIUMOGENO SOLV. POL. (Alcohol Foam)	oltre 30 minuti

Efficacia della schiuma

Dipende da fattori esterni quali :

- 1- *Tipo di combustibile da estinguere*
- 2- *Sistema di erogazione*
- 3- *Portata specifica*
- 4- *Tempo di combustione libera*

POLVERI

Le polveri sono costituite da particelle solide finissime a base di bicarbonato di sodio, potassio, fosfati e sali organici.

Azione antincendio

L'azione estinguente delle polveri, in seguito alla decomposizione delle stesse per effetto delle alte temperature raggiunte nell'incendio, determina:

- ◆ soffocamento (separazione del combustibile dal comburente)
- ◆ raffreddamento del combustibile incendiato
- ◆ effetto chimico sulla fiamma e inibizione del processo di combustione con azione anticatalitica

Attenzione

Le polveri sono adatte per fuochi di classe A, B e C, mentre per incendi di classe D e classe F devono essere utilizzate polveri speciali.

Da usare in luoghi aperti

Danni alle apparecchiature

TIPO DI POLVERE

CLASSE D'INCENDIO

A base di NaHCO_3 , KHCO_3

“Bicarbonato di sodio e bicarbonato di potassio”

B+C

A base di $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_3 \text{PO}_4$

“Solfato e fosfato”

(Dette universali o polivalenti sono le più usate in aeroporto)

A+B+C

A base di NaCl , MgCO_3 , MgO , grafite

“Sali”

(agiscono quasi esclusivamente per soffocamento)

D

Azione estinguente polveri

- **Separazione**
- **Diluizione e Raffreddamento**
- **Soffocamento**
- **Catalisi negativa**

Azione estinguente polveri

- con l'azione di separazione tra il combustibile e l'aria si determina una coltre che soffoca la combustione;
- con l'azione di diluizione si determina, a causa della diffusione dei grani di polvere e dell'anidride carbonica, che si sviluppa a contatto con le fiamme, la diminuzione percentuale dell'ossigeno contenuto nell'aria;
- con l'azione di raffreddamento si ha un modesto abbassamento di temperatura del combustibile per il calore di reazione assorbito dalla polvere allorquando genera anidride carbonica.
- con l'azione di catalisi negativa agisce sul sistema di reazioni chimiche, favorisce una stabile combinazione dei cosiddetti radicali, che si formano come prodotti intermedi della combustione e, conseguentemente, arresta la reazione di combustione.

GAS INERTI

I gas inerti utilizzati per la difesa dagli incendi di ambienti chiusi sono generalmente l'anidride carbonica e in minor misura l'azoto.

L'anidride carbonica non risulta tossica per l'uomo, è un gas più pesante dell'aria perfettamente dielettrico, normalmente conservato come gas liquefatto sotto pressione.

Azione antincendio

L'azione estinguente dell'anidride carbonica si esplica:

- ◆ **soffocamento**, riducendo la concentrazione del comburente fino ad impedire la combustione
- ◆ **raffreddamento del combustibile**, dovuto all'assorbimento di calore generato dal passaggio dalla fase liquida alla fase gassosa.

1 Kg di anidride carbonica (0 ° C e 1 Atm) = 509 litri di gas

Nella seguente tabella sono riportate le percentuali in volume di anidride carbonica e di azoto necessarie per inertizzare l'atmosfera in modo tale da renderla incapace di alimentare la combustione di alcune sostanze infiammabili:

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



La sicurezza antincendio è orientata alla salvaguardia dell'incolumità delle persone ed alla tutela dei beni e dell'ambiente mediante il conseguimento dei seguenti obiettivi primari:

1. Ridurre al minimo le occasioni di incendio.
2. Garantire la stabilità delle strutture portanti per un tempo utile ad assicurare il soccorso agli occupanti.
3. Limitare la produzione di fuoco e fumi all'interno delle opere e limitare la propagazione del fuoco alle opere vicine.
4. Avere la possibilità che gli occupanti lascino l'opera indenni o che gli stessi siano soccorsi in altro modo.
5. Avere la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

CORSO Aggiornamento 3- AGG - Per addetti alla prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze.



- Decreto 2 settembre 2021 -

Modulo 3



Filosofia del rischio

Corso tipo 3 - AGG: - ANVVF - Varese

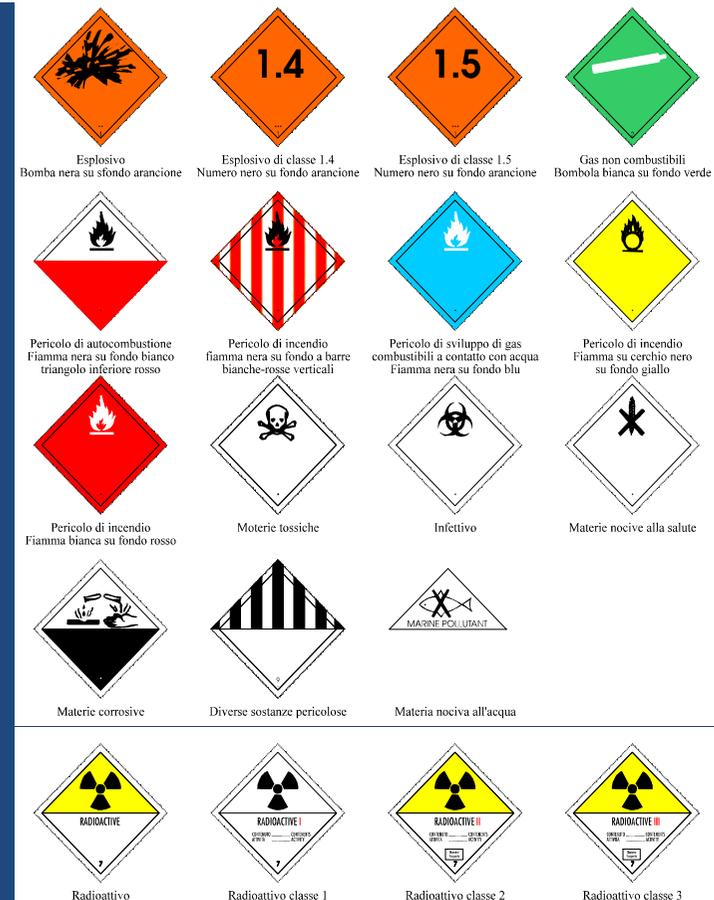
A cura di Aimini Emilio

Parliamo ora di rischio



Pericolo e rischio

Il **pericolo** è rappresentato dalla proprietà intrinseca di una situazione, di un'attività, di un impianto, di una sostanza ecc. che ha la potenzialità di arrecare un danno alle persone, alle cose, all'ambiente.





Pericolo e rischio

Il **rischio** potrebbe essere sintetizzato nella probabilità che il pericolo possa portare ad un effetto dannoso ovvero la probabilità che l'evento indesiderato accada

Possiamo quindi ritenere che il rischio **R** sia una funzione della **probabilità** di accadimento di un evento indesiderato e **dall'entità degli effetti** che provoca alle persone, alle cose ed all'ambiente

Rischio:

pertanto la probabilità che sia raggiunto il livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego e/o di esposizione, nonché le dimensioni possibili del danno stesso

.... rappresenta la misura della possibilità che si verifichi in funzione della probabilità di accadimento e del danno prodotto e viene espresso:

$$R = f (P, M) \approx P \times M$$

R Rischio, **P** probabilità, **M** Magnitudo

An aerial photograph of a city, likely Bogotá, Colombia, showing a dense urban landscape with a large runway and taxiway in the center. The runway is a long, straight strip of asphalt with white markings, surrounded by grassy areas. The city buildings are packed closely together, and the terrain appears to be hilly. In the background, there are mountains under a clear sky.
$$R = f(P, M) \approx P \times M$$

R Rischio, P probabilità, M Magnitudo



Pericolo e rischio

Il segnale stradale avverte chi sopraggiunge di una situazione di potenziale pericolo –

curva pericolosa ad U.

Il **pericolo** è dato dalle caratteristiche della curva: perché particolarmente accentuata, con scarsa visibilità, o per altre condizioni oggettive.

Il **rischio** è rappresentato dalle condizioni con cui affrontiamo tale situazione (velocità – tipo di veicolo – nostro comportamento - ecc).

Analizzando

- ✓ Per affrontare la nostra curva in sicurezza, non solo occorre moderare la velocità, ma è necessario avere anche pneumatici in buono stato (**idonee attrezzature di lavoro e pertinenti DPI**),
- ✓ importante è anche l'abilità di chi guida, il suo stato di sobrietà (**informazione, formazione addestramento del personale**),
- ✓ un particolare riguardo ed attenzione alla presenza di ghiaccio, pioggia, nebbia (**l'ambiente di lavoro**).
- ✓ **La velocità** può essere metafora dei ritmi e delle condizioni dell'attività lavorativa (ore di lavorate, lavoro usurante, fatica fisica o mentale, ecc.).

Occorre quindi definire i vari tipi di rischio (R) e le dimensioni che possono assumere associando:

- *la probabilità (P) che accada l'evento*
- *le conseguenze (M) che l'evento stesso può provocare in termini di danni*
- *gli interventi per mitigare - evitare o ridurre.*

PERICOLO DI INCENDIO - proprietà o qualità intrinseca di determinati materiali o attrezzature o di metodologie e pratiche di lavoro o ambienti di lavoro, che presentano il potenziale pericolo di causare un incendio.

ESPOSIZIONE - probabilità che una o più persone possano rimanere coinvolte in un incendio e possano quindi riportare danni derivanti direttamente dall'esposizione a fiamme, fumo, calore o indirettamente dall'evento calamitoso.

RISCHIO = Probabilità x danno conseguenze

RISCHIO DI INCENDIO - probabilità che sia raggiunto il livello potenziale di accadimento di un incendio e che si verifichino conseguenze dell'incendio sulle persone presenti.

PROBABILITA'

Elevata				
Medio Alta				
Medio Bassa				
Bassissima				
<u>Probabilità</u>				
<u>Magnitudine</u>	Trascurabile	Modesta	Notevole	Ingente

MAGNITUDO

Protezioni

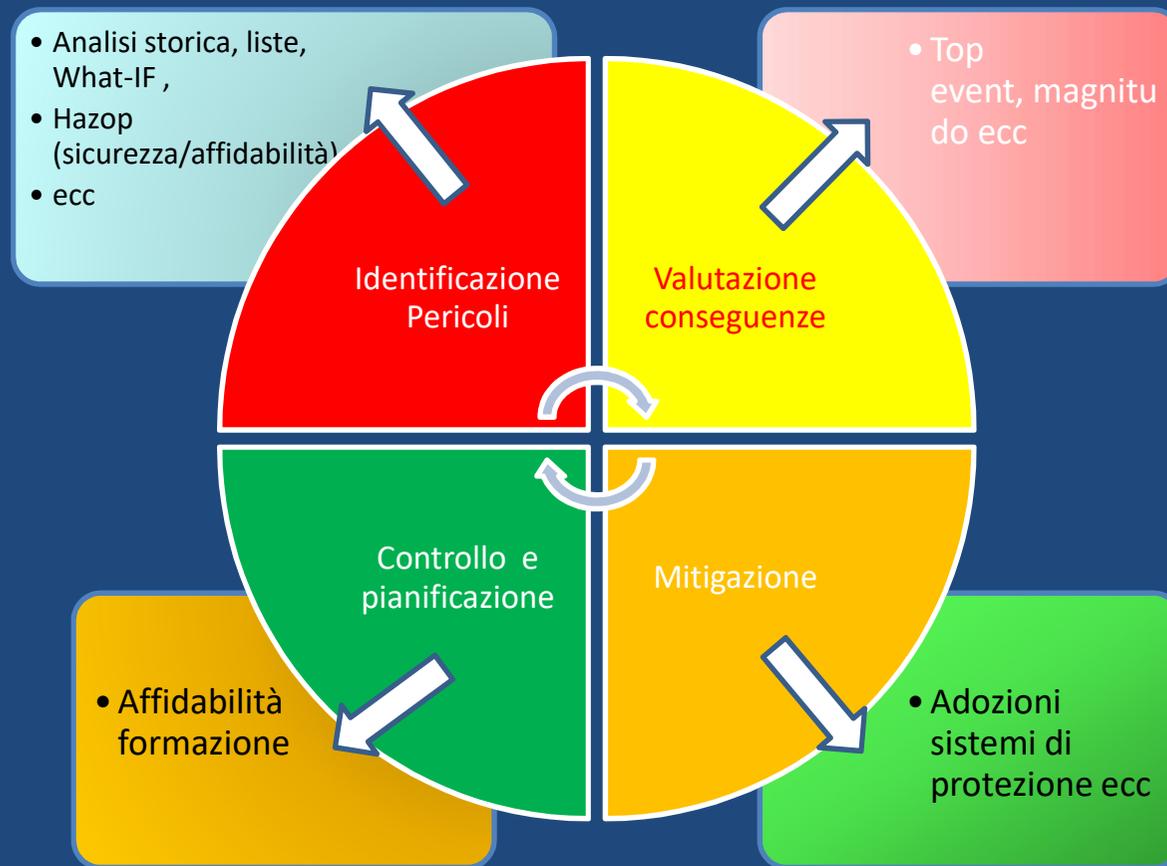
Area di rischio
inaccettabile

Prevenzione

Nel diagramma è stata graficamente rappresentata la possibilità di controllare e gestire un rischio inaccettabile attraverso l'adozione di misure di tipo preventivo e protettivo

Mitigazione del rischio

Analisi e mitigazione del rischio





Quindi, le tre questioni fondamentali in ogni analisi di rischio sono:

- Quale sequenza di eventi non desiderati trasformano un pericolo in un danno ?
- Qual è la probabilità di accadimento di ciascuna di queste sequenze?
- Quali sono le conseguenze?

Il rischio è presente in ogni fenomeno naturale e attività umana;

le sue conseguenze sono in generale prevedibili e si possono quindi prevenire e/o ridurre.

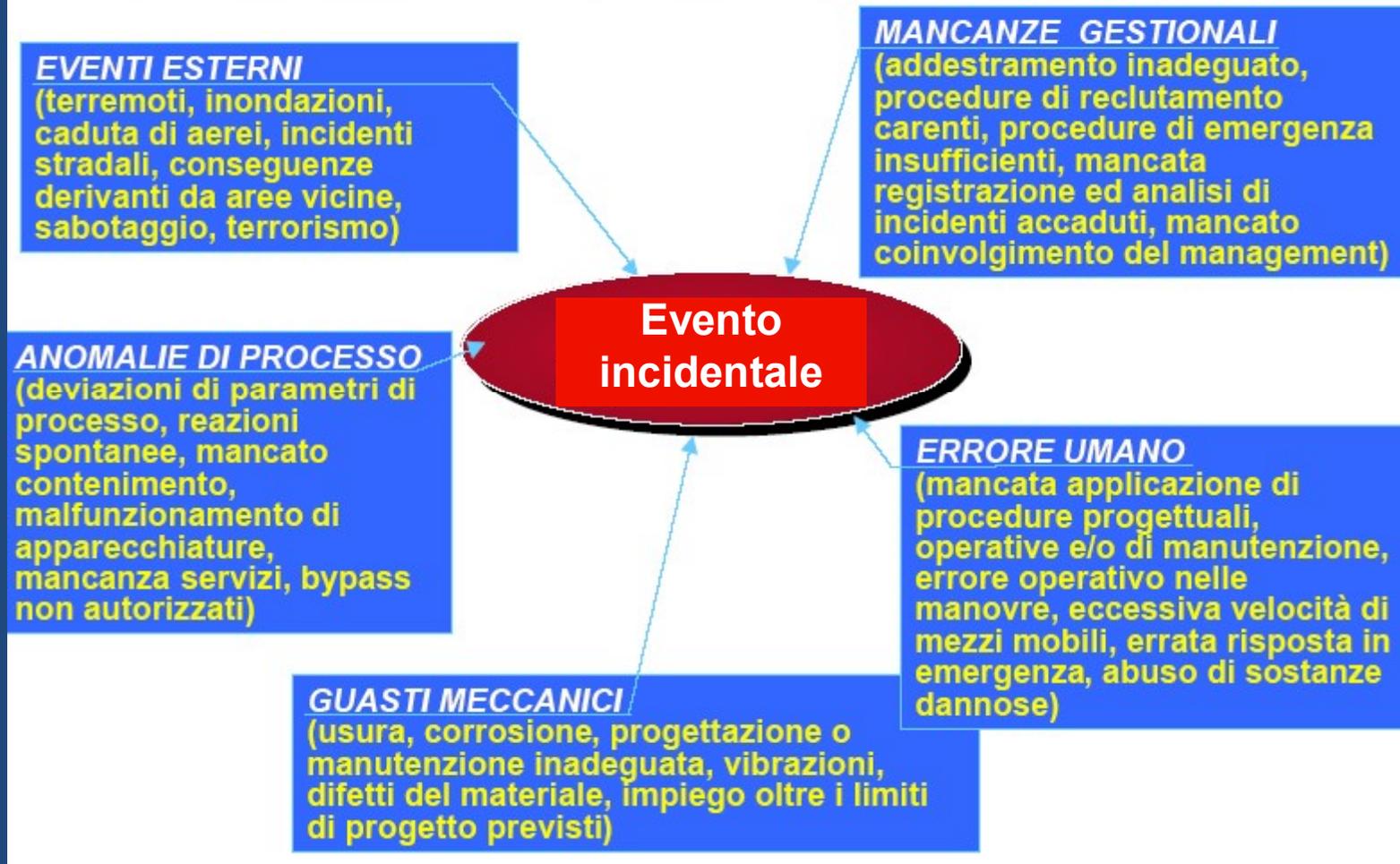
Non esiste attività con rischio nullo



Evento credibile

Fonti di Eventi Incidentali

9





SAFETY - SICUREZZA ANTINCENDI

- Grazie per l'attenzione -

*Aimini Emilio
- Varese -*

**Corso tipo 3-AGG: Corso di aggiornamento antincendio
per ADDETTI ANTINCENDIO in attività di livello 3 -**