

Corso base per volontari di
protezione civile A1-01

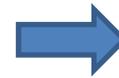
NOZIONI RELATIVI AI PRESIDI ANTINCENDIO

FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

Incendio cos'è?



**è una reazione chimica di
ossidazione di materiali**



COMBUSTIONE

FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

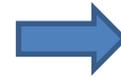
Incendio cos'è?

è una reazione chimica di
ossidazione di materiali



COMBUSTIONE

che avviene fra due
sostanze diverse



COMBUSTIBILE
COMBURENTE



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

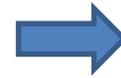
Incendio cos'è?

è una reazione chimica di ossidazione di materiali



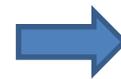
COMBUSTIONE

che avviene fra due sostanze diverse



COMBUSTIBILE
COMBURENTE

con emissione di energia



FIAMME
CALORE
LUCE



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

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.



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

TRIANGOLO DEL FUOCO



Solo la contemporanea presenza di questi 3 elementi da luogo all'incendio.

Se manca uno di essi l'incendio si estingue.

FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

CALORE (Sorgenti d'innesco)



Possono essere suddivise in 4 categorie:

- **Accensione diretta:** una fiamma, una scintilla o altro materiale incandescente entra in contatto con un materiale combustibile in presenza di ossigeno.
- **Accensione indiretta:** il calore d'innesco avviene nelle forme della convezione, conduzione e irraggiamento termico.
- **Attrito:** Il calore è prodotto dallo sfregamento di due materiali.
- **Autocombustione o riscaldamento spontaneo:** il calore è prodotto dallo stesso combustibile, ovvero lenti processi di ossidazione, reazioni chimiche, decomposizioni esotermiche, azione biologica, fermentazioni.

FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO



COMBURENTE

Un gas comburente alimenta la combustione mediante ossidazione del combustibile e la mantiene anche in assenza di aria.

Il più noto e diffuso comburente è l'**ossigeno (O₂) contenuto nell'aria.**

Altri comburenti a base d'ossigeno sono il **protossido di azoto (N₂O)**, il **biossido di azoto (NO₂)**, l'**ossido di azoto (NO)**.

Nella categoria dei comburenti rientrano anche gli **alogeni (fluoro e cloro) e quindi le sostanze capaci di liberarli.**

COMBUSTIBILE

è una sostanza in grado di bruciare
può essere allo stato:

- Solido
- Liquido
- Gassoso



Il combustibile per bruciare deve trovarsi allo stato gassoso.

COMBUSTIBILI SOLIDI

Di norma necessitano di **prolungata esposizione al calore** prima di avviare la combustione.



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI SOLIDI

Di norma necessitano di **prolungata esposizione al calore** prima di avviare la combustione.

Possono bruciare **con fiamma o senza fiamma.**



COMBUSTIBILI SOLIDI

Di norma necessitano di **prolungata esposizione al calore** prima di avviare la combustione.

Possono bruciare **con fiamma o senza fiamma.**

I più comuni sono legno, *carta, cartone, canapa, cotone, vegetali, nylon, pvc, polistirolo, ecc...*

Le materie plastiche danno origine a prodotti di combustione (fumi e gas) più pericolosi.



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI SOLIDI

Di norma necessitano di **prolungata esposizione al calore** prima di avviare la combustione.

Possono bruciare **con fiamma o senza fiamma.**

I più comuni sono legno, *carta, cartone, canapa, cotone, vegetali, nylon, pvc, polistirolo, ecc...*

Le materie plastiche danno origine a prodotti di combustione (fumi e gas) più pericolosi.

Sono caratterizzati da vari **parametri pezzatura, forma porosità umidità, ecc..**



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI SOLIDI



Ma il legno brucia?

COMBUSTIBILI SOLIDI



Il legno è un combustibile particolare

L'accensione di un combustibile solido rappresenta la fase di superamento di un processo di degradazione del materiale superficiale, della sua evaporazione (**pirolisi**) e in combinazione con il comburente e in presenza di innesco si instaura la combustione con presenza di fiamme capace di sostenersi, lasciando da ultimo solo il carbone che arde come brace senza fiamma trattandosi di combustione diretta di un solido.

FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI LIQUIDI

Posseggono un **alto potere calorifico**.



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI LIQUIDI

Posseggono un **alto potere calorifico**.

I più comuni sono gli **idrocarburi** (*benzina, gasolio, olio combustibile*).



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI LIQUIDI

Posseggono un **alto potere calorifico**, è la quantità di calore prodotta dalla combustione completa.

I più comuni sono gli **idrocarburi** (**benzina, gasolio, olio combustibile**).

Sono caratterizzati da vari parametri tra cui la **temperatura di infiammabilità che fornisce un'indicazione sulla maggiore o minore facilità di combustione di un liquido.**

Temperatura di infiammabilità = la minima temperatura alla quale un comburente liquido emette una quantità di vapori sufficiente a formare con il comburente una miscela in grado di incendiarsi se viene a contatto con una fonte di innesco.



PARAMETRI DELLA COMBUSTIONE

COMBUSTIBILI LIQUIDI

CLASSIFICAZIONE



Categoria A – Benzine

$T_{inf} < 21^{\circ}\text{C}$

petroli greggi per raffinazione, etere di petrolio, benzine; benzolo e etere solforico, nonché miscele.



Categoria B – Petroli

T_{inf} tra 21°C e 65°C

Petrolio raffinato, acqua ragia minerale (white spirit), alcoli (etilico e metilico).



Categoria C - Oli combustibili - T_{inf} tra 65°C e 125°C lubrificanti - $T_{inf} > 125^{\circ}\text{C}$

Oli minerali combustibili (residui della distillazione, per combustione), nonché oli minerali lubrificanti.

| SOSTANZE | Temperatura inf. ($^{\circ}\text{C}$) | Cat. |
|-------------------|---|------|
| gasolio | 65 | C |
| acetone | -18 | A |
| benzina | -20 | A |
| alcool metilico | 11 | A |
| alcool etilico | 13 | A |
| toluolo | 4 | A |
| olio lubrificante | 149 | C |
| kerosene | 37 | B |
| petrolio greggio | 20 | A |

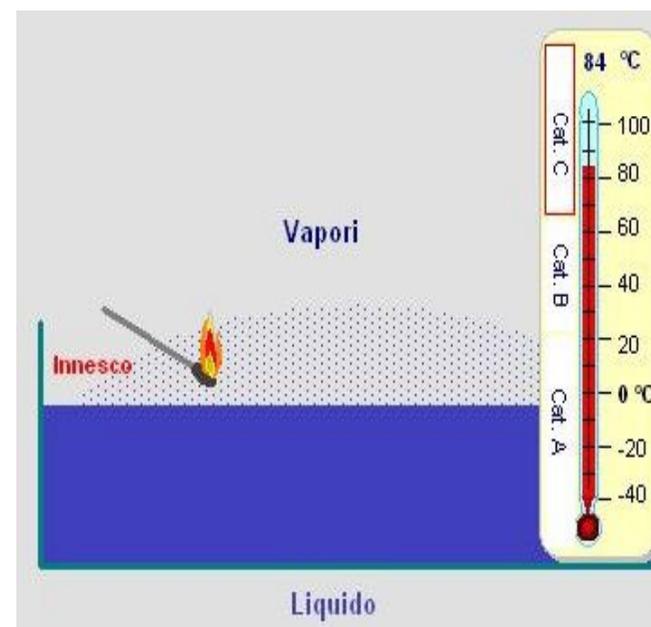
FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI LIQUIDI

I **liquidi** sono in **equilibrio con i vapori** che si sviluppano sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e l'aria.



La **combustione avviene** quando, in corrispondenza della superficie, i vapori, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria in concentrazioni **entro il campo di infiammabilità**, sono innescati.



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI LIQUIDI

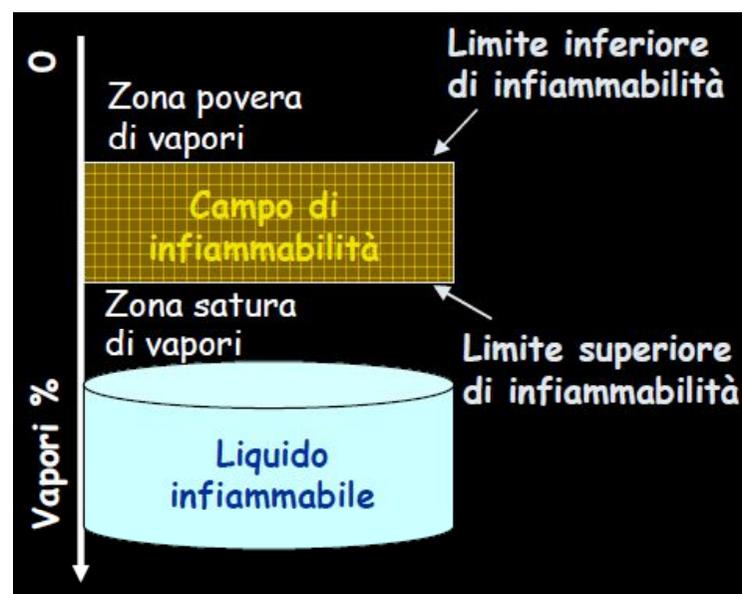


Campo di infiammabilità:

Limite inferiore: la più bassa concentrazione di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha accensione in presenza di innesco per carenza di combustibile

Limite superiore: la più alta concentrazione di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha accensione in presenza di innesco per eccesso di combustibile

| Sostanze | Campo di infiammabilità (% in volume) | |
|-----------|---------------------------------------|-------------|
| | limite inf. | limite sup. |
| acetone | 2,5 | 13 |
| ammoniaca | 15 | 18 |
| benzina | 1 | 6,5 |
| gasolio | 0,6 | 6,5 |
| idrogeno | 4 | 75,6 |
| metano | 5 | 15 |
| G.P.L. | 2 | 9 |



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI GASSOSI

Di norma sono **conservati in serbatoi o recipienti atti ad impedirne la dispersione nell'ambiente.**



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI GASSOSI

Di norma sono **conservati in serbatoi o recipienti atti ad impedirne la dispersione nell'ambiente.**

I più comuni sono gli **idrocarburi** (*metano, GPL, ecc...*).



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI GASSOSI

Di norma sono **conservati in serbatoi o recipienti atti ad impedirne la dispersione nell'ambiente.**

I più comuni sono gli **idrocarburi** (*metano, GPL, ecc...*).

Le principali modalità di stoccaggio danno luogo a

- **gas compressi:** stato gassoso a temperatura ambiente in genere con alte pressioni
- **gas liquefatti:** conservati a temperatura ambiente in parte allo stato liquido e in parte allo stato di vapore con pressioni in genere basse).



FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI GASSOSI

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE CARATTERISTICHE FISICHE

Densità di un gas o vapore

Rapporto tra il peso della sostanza allo stato di gas (o vapore) e quello di un ugual volume di aria a pressione e temperatura ambiente.

DENSITA' ARIA = 0,8

Densità comburente < 0,8 gas leggero

Densità comburente > 0,8 gas pesante

Fornisce informazioni sulla propagazione dei gas o vapori.

| 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 |

FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI GASSOSI

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE CARATTERISTICHE FISICHE

GAS LEGGERO

Gas con densità rispetto all'aria $<$ a 0,8
metano, idrogeno, ecc.

Un gas leggero tende a diffondersi verso l'alto.



| 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 |

FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

COMBUSTIBILI GASSOSI

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE CARATTERISTICHE FISICHE

GAS PESANTE

Gas con densità rispetto all'aria $>$ a 0,8
G.P.L., acetilene, ecc.

Un gas pesante tende a permanere in basso
e a penetrare in cunicoli o aperture.



| 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 |

PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE



PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

•**Gas di combustione:** sono quei prodotti della combustione che rimangono allo stato gassoso anche quando raggiungono raffreddandosi la temperatura ambiente di riferimento 15 °C. **Nella stragrande maggioranza dei casi, la mortalità per incendio è da attribuire all'inalazione di questi gas che producono danni biologici per anossia o per tossicità.**

Principali **GAS DI COMBUSTIONE**

ossido di carbonio

anidride carbonica

idrogeno solforato

anidride solforosa

acido cianidrico

aldeide acrilica

fosgene

ammoniaca

ossido e perossido di azoto

acido cloridrico

•**Anidride carbonica:** è un gas prodotto dalla combustione che a concentrazioni massima del 10% è asfissiante risultando letale se respirata più di qualche minuto.

•**Ossido di carbonio:** è un gas tossico che si sviluppa in ambienti chiusi. Il gas si combina col sangue formando la carbossemoglobina che altera il meccanismo di trasporto dell'ossigeno ai tessuti da parte del sangue, causando conseguentemente perdita di coscienza e/o collasso è sufficiente una concentrazione dell'1%.

PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

• **Fiamme:** le fiamme sono costituite dall'emissione di luce conseguente alla combustione di gas sviluppatasi in un incendio.

• **Fumi:** è l'elemento più caratteristico dell'incendio, perché ne identifica la presenza anche da grandi distanze.

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

Le **particelle solide** sono **sostanze incombuste e ceneri** che si formano quando la combustione avviene in carenza di ossigeno e vengono trascinate dai gas caldi prodotti dalla combustione stessa. I fumi impediscono la visibilità ostacolando l'attività dei soccorritori e l'esodo delle persone.

Le **particelle solide** dei fumi rendono il **fumo di colore scuro**.

• **Calore:** è la **causa principale della propagazione degli incendi**.

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

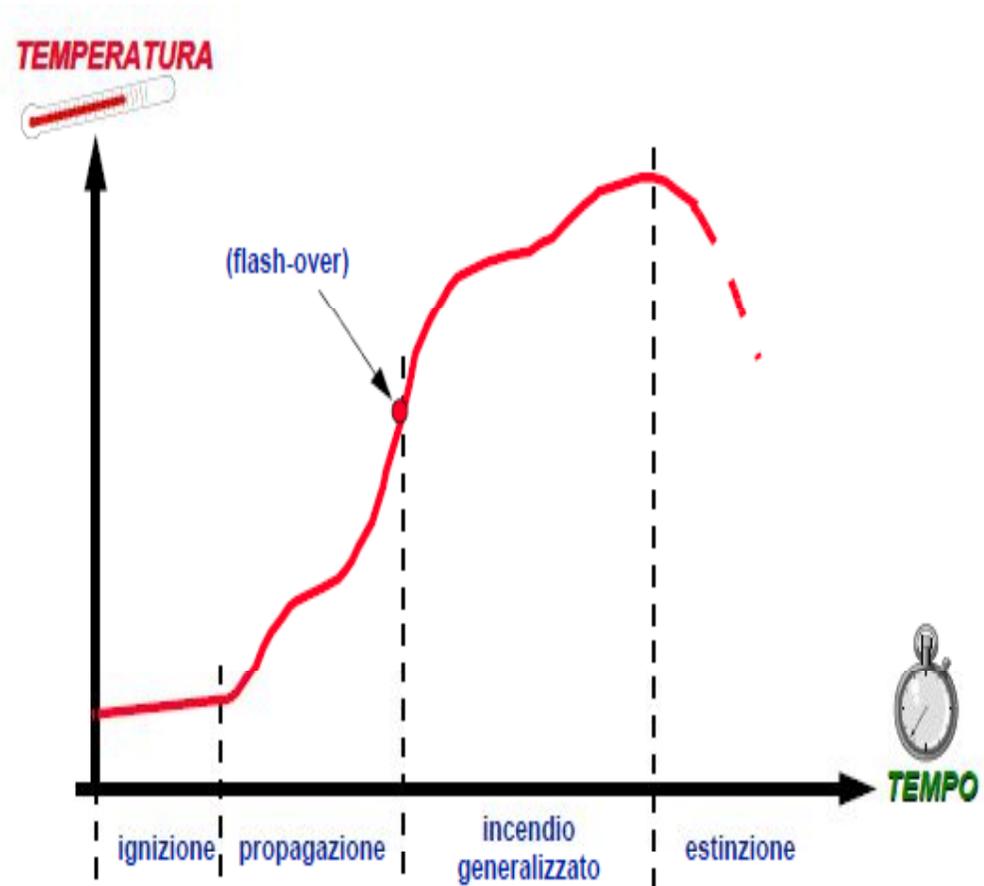
Il calore è dannoso per l'uomo potendo causare:

- disidratazione dei tessuti,
- difficoltà o blocco della respirazione,
- scottature.

DINAMICA DELL'INCENDIO

Nell'evoluzione dell'incendio si possono individuare **4 fasi**:

1. Ignizione
2. Propagazione
3. Incendio generalizzato (flash-over)
4. Estinzione e raffreddamento

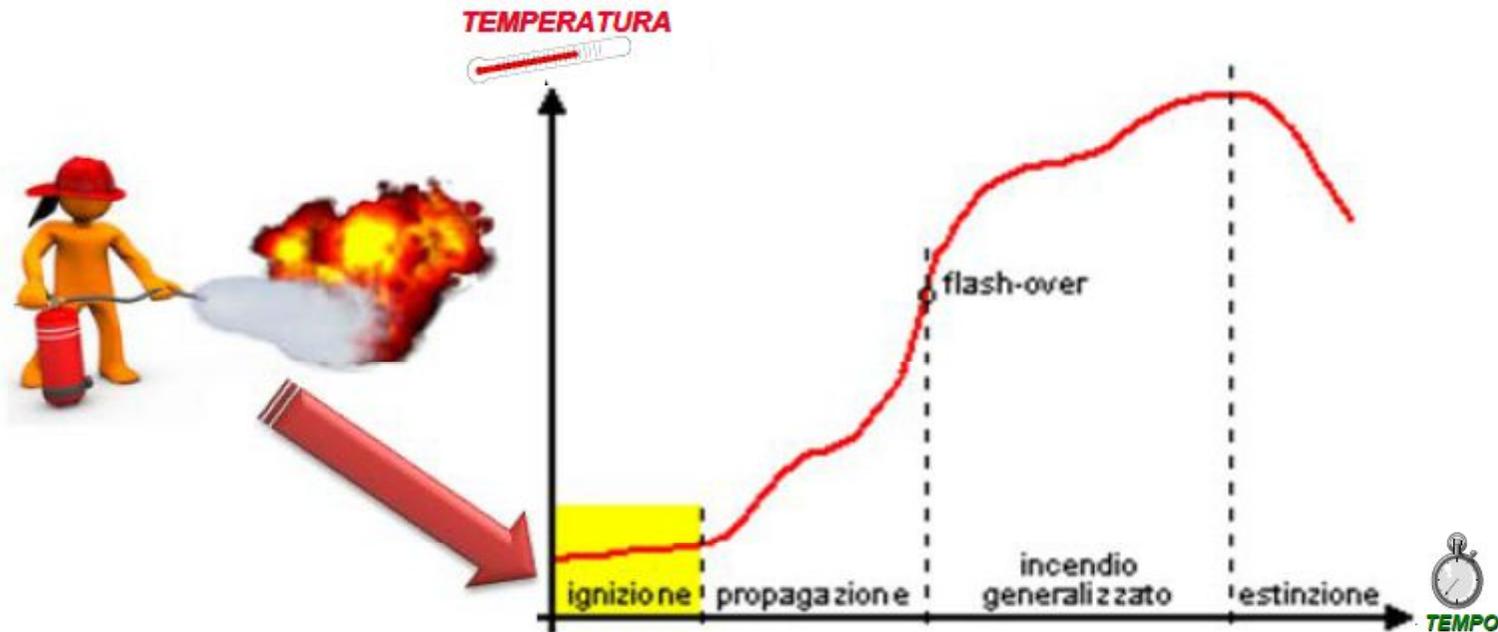


DINAMICA DELL'INCENDIO

IMPORTANZA DELL'INTERVENTO IMMEDIATO

La probabilità di estinguere un incendio è molto alta nella fase di ignizione, nella quale le temperature sono ancora basse.

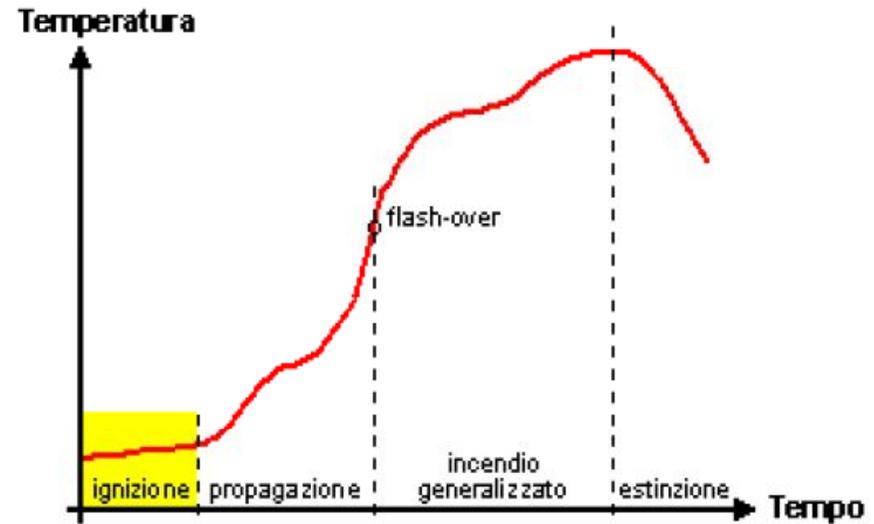
Per questo è importante che gli addetti antincendio siano ben addestrati all'intervento tempestivo, secondo il piano di emergenza.



DINAMICA DELL'INCENDIO

FASE DI IGNIZIONE

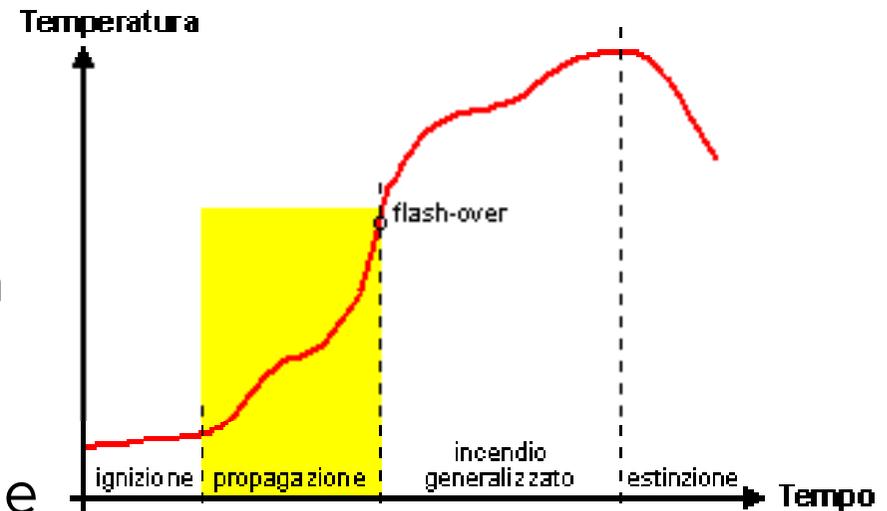
- Infiammabilità combustibile;
- Propagazione della fiamma;
- Grado di partecipazione al del combustibile;
- Geometria, volume e ventilazione ambienti;
- Possibilità di dissipazione del calore nel combustibile;
- Caratteristiche superficiali del combustibile;
- Distribuzione nel volume del combustibile, punti di contatto.



DINAMICA DELL'INCENDIO

FASE DI PROPAGAZIONE

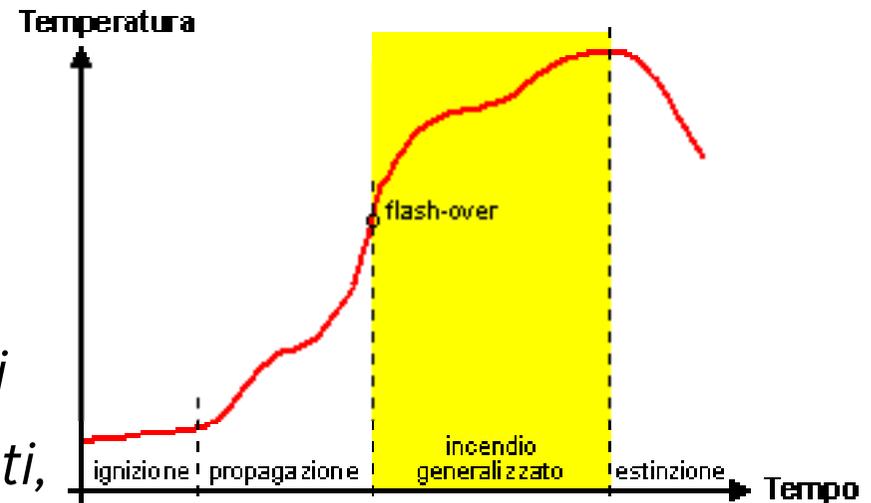
- Produzione dei gas tossici e corrosivi;
- Riduzione di visibilità a causa dei fumi di combustione;
- Aumento della partecipazione alla combustione dei combustibili solidi e liquidi;
- Aumento rapido delle temperature;
- Aumento dell'energia di irraggiamento.



DINAMICA DELL'INCENDIO

FASE DI INCENDIO GENERALIZZATO (flash-over)

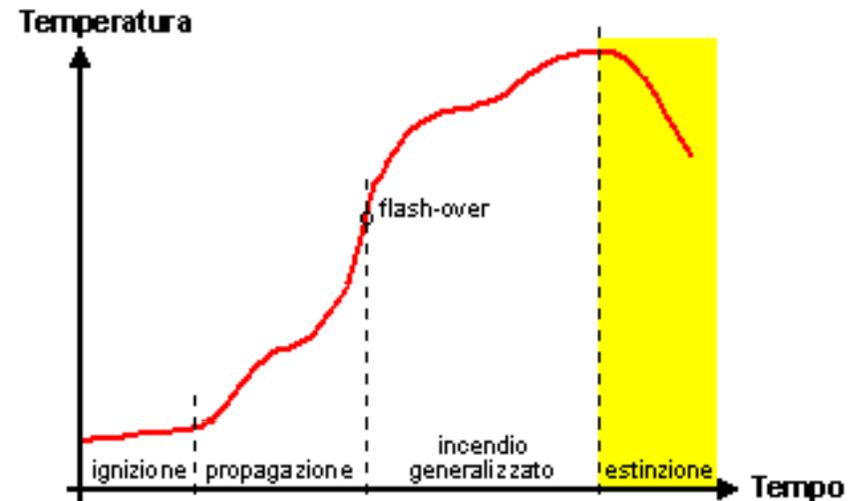
- Brusco incremento della temperatura;
- Crescita esponenziale della velocità di combustione;
- Forte aumento di emissioni di gas e particelle incandescenti, che sono trasportate in senso orizzontale e ascensionale con forti zone di turbolenze;
- I combustibili vicini al focolaio si autoaccendono, quelli più lontani raggiungono la loro temperatura di combustione con produzione di gas di distillazione infiammabili.



DINAMICA DELL'INCENDIO

FASE DI ESTINTORE E RAFFREDDAMENTO

- *L'incendio ha terminato di interessare tutto il materiale combustibile.*
- *Inizia la fase di decremento delle temperature all'interno*



del locale a causa della progressiva diminuzione dell'apporto termico residuo e della dissipazione di calore attraverso i fumi e di fenomeni di conduzione termica.



METODI DI SPEGNIMENTO DELL'INCENDIO

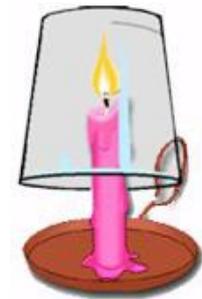
Esaurimento del combustibile / separazione:

Allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio d'incendio;



Soffocamento:

Separazione del comburente dal combustibile o riduzione della concentrazione di comburente;



Raffreddamento:

Sottrazione di calore fino a una temperatura inferiore a quella di mantenimento della combustione.



METODI DI SPEGNIMENTO DELL'INCENDIO

Azione Chimica:



Oltre i 3 sistemi visti, esiste anche l'**azione chimica** di estinzione (*azione anticatalitica o catalisi negativa*).

Vengono usate sostanze (*es. halon, polveri*) che **inibiscono il processo della combustione** combinandosi con i prodotti volatili della combustione **bloccando la reazione chimica della combustione**.

CLASSIFICAZIONE DEI FUOCHI

I fuochi sono distinti in **5 classi**. NB



Classe A Fuochi da solidi

(legnami, carta, tessuti, gomma e derivati)



Classe B Fuochi da liquidi

(alcol, solventi, gasolio, benzina)



Classe C Fuochi da gas

(metano, acetilene, propano)



Classe D Fuochi da metalli

(magnesio, potassio, sodio)



Classe F Fuochi da mezzi di cottura

(oli e grassi vegetali o animali)

NB: *Le originarie 4 classi sono diventate 5 con l'aggiornamento della norma UNI EN 2:2005 "Classificazione dei fuochi", che ha introdotto la classe F.*

PRESIDIO ANTINCENDIO

Cos'è?

PRESIDIO ANTINCENDIO

Cos'è?

PRESIDIO ANTINCENDIO = insieme delle strutture, attrezzature e componenti di impianti adibiti alla sicurezza per la prevenzione e la lotta agli incendi.

PRESIDIO ANTINCENDIO

Misure finalizzate alla riduzione dei danni. Suddivise in protezione **attiva** e **passiva** in base alla necessità o meno d'intervento di un operatore o dell'azionamento di un impianto.

Protezione **PASSIVA**

NON c'è il bisogno di un INTERVENTO

Protezione **ATTIVA**

c'è il bisogno di un INTERVENTO

La protezione attiva presuppone l'intervento che può avvenire con o senza l'azione umana.



PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE PASSIVA

Non richiede:

- l'azione di un uomo
- l'azionamento di un impianto.



PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE PASSIVA

Reazione al fuoco

limita l'innescò e la propagazione dell'incendio, riguarda i materiali di rivestimento, arredo, tendaggi, ecc.

In base a prove i materiali sono classificati in **classi**:

Materiali: Classe 0 (incombustibili), 1, 2, 3, 4, 5

Mobili imbottiti: Classe 1 IM, 2 IM, 3 IM

D.M. 26 giugno 1984 modificato dal D.M. 3 settembre 2001: è relativo alla classificazione di reazione al fuoco e omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi.

PRESIDIO ANTINCENDIO

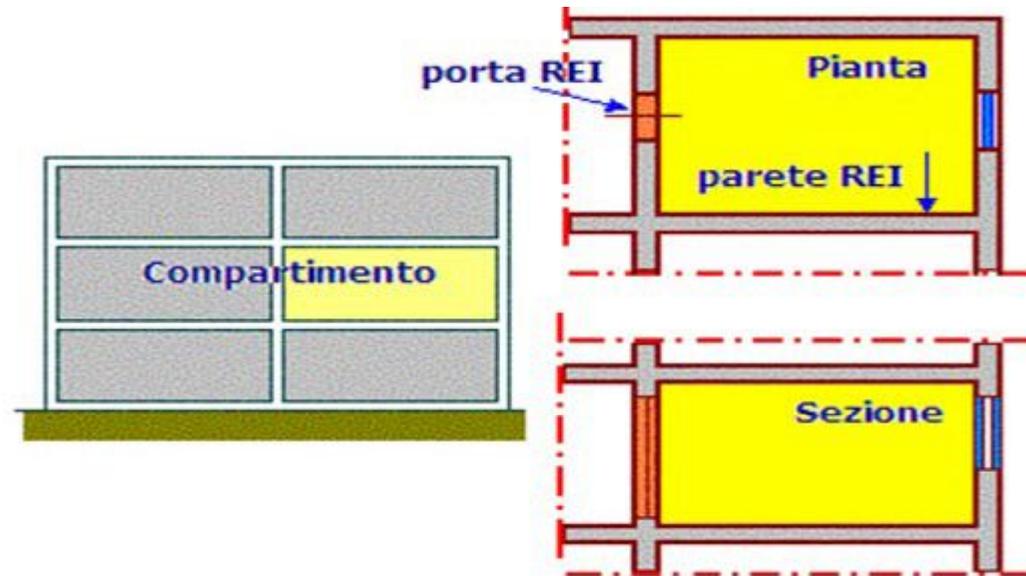
LA PROTEZIONE PASSIVA

Compartimentazione

limita la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti verso altre attività o all'interno della stessa attività.

Tramite:

- Pareti
- Solette
- Porte



PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE PASSIVA

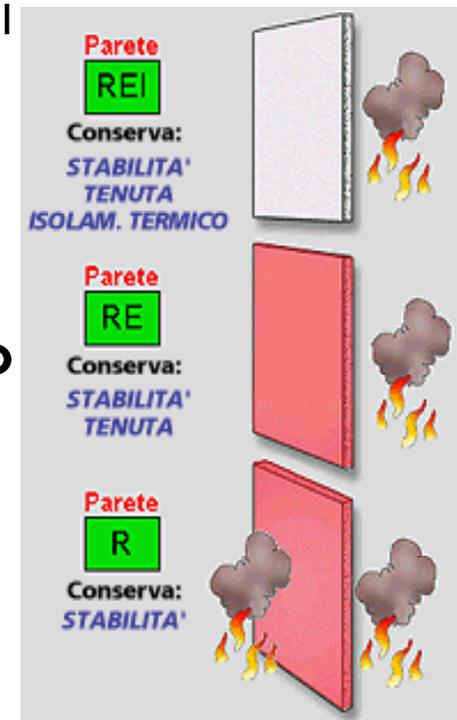
Resistenza al fuoco

garantisce la **capacità portante delle strutture** in condizioni d'incendio nonché **la capacità di compartimentazione**, per un tempo minimo necessario al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza di prevenzione incendi.

Strutture classificate da un numero che esprime i minuti per i quali conservano le caratteristiche di

- **Stabilità** **R conservare la resistenza meccanica**
- **Tenuta** **E non fare passare fiamme o gas caldi sul lato non esposto al fuoco**
- **Isolamento** **I ridurre la trasmissione del calore termico**

es. REI 60 – REI 90 – RE 120



PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE PASSIVA

Distanza di separazione

Separare una struttura ricorrendo alla sola adozione di **distanze di sicurezza comporta l'utilizzo di grandi spazi che costituiscono evidentemente una misura poco conveniente da un punto di vista economico.**

Pertanto gli stessi obiettivi di protezione passiva possono essere raggiunti anche mediante la **compartimentazione, con elementi di separazione del tipo resistente al fuoco.**

PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE PASSIVA

Vie d'esodo

assicurano che gli occupanti possano raggiungere o permanere in un **luogo sicuro in caso d'incendio** devono essere debitamente illuminate e segnalate (*a prescindere dall'intervento dei Vigili del Fuoco*).

Segnaletica



PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE ATTIVA

Richiede:

- l'azione di un uomo
- l'azionamento di un impianto.

Si attua attraverso:

Impianti manuali o automatici di controllo o estinzione

Idranti

Estintori



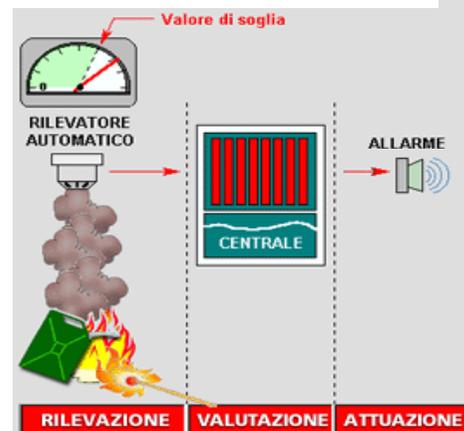
PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE ATTIVA

Impianti di spegnimento automatici

Classificati in base all'estinguente utilizzato:

- Impianti ad **acqua Sprinkler** (*a umido, a secco, etc.*);
- Impianti a **schiuma**;
- Impianti a **anidride carbonica**;
- Impianti a **halon**;
- Impianti a **polvere**.



PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE ATTIVA

Idranti – rete idrica antincendio

È l'impianto maggiormente impiegato per il contrasto degli effetti di un incendio.

Componenti:

- cassetta;
- supporto della tubazione;
- valvola manuale di intercettazione;
- tubazione flessibile completa di raccordi;
- lancia erogatrice.
- idrante a colonna sopra suolo
- idrante sottosuolo



PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE ATTIVA

Estintori



Presidio di primo intervento impiegati per i **principi d'incendio**. **Non efficaci** per incendi in **fase più avanzata**. Sono suddivisi, in relazione al peso, in:



minore capacità estinguente
maggiore maneggevolezza



maggiore capacità estinguente
minore maneggevolezza

PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE ATTIVA

Estintori

Sono classificati in base alla capacità estinguente.

Classe A fuochi di solidi con formazione di brace

Classe B fuochi di liquidi

Classe C fuochi di gas

Classe D fuochi di metalli

Classe F fuochi che interessano mezzi di cottura



Sull'estintore è riportata le istruzioni e le condizioni di utilizzo.

Sono indicate le classi dei fuochi ed i focolai che è in grado di estinguere (*esempio: 34A 233BC*).

PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE ATTIVA

Estintori a polvere

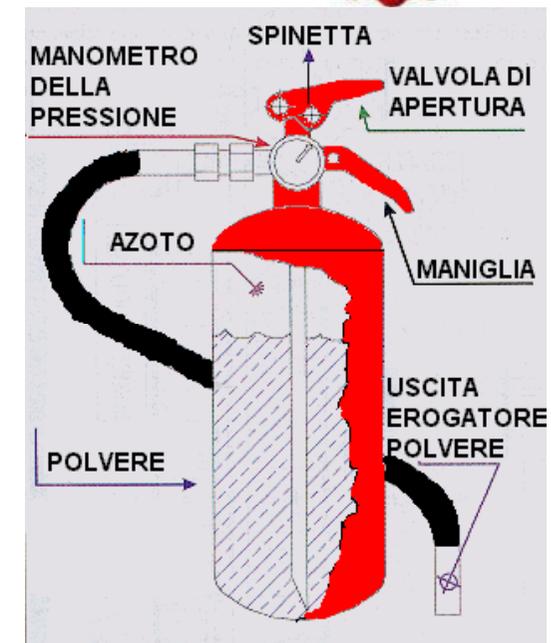
La polvere antincendio è composta da sostanze chimiche miscelate tra loro con aggiunta di additivi per migliorarne le qualità.

L'azione estinguente è di tipo **chimico di soffocamento e di raffreddamento**.

L'erogazione della polvere avviene mediante una pressione interna fornita da azoto compresso.

Essendo costituita da particelle solide finissime, **può danneggiare gli apparecchi elettrici macchinari**.

Sono adatti all'uso su apparecchiature elettriche.



PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE ATTIVA

Estintori a CO₂

Contiene **CO₂** compresso e liquefatto.

L'azione estinguente avviene per **soffocamento e raffreddamento.**

*Si può utilizzare su **apparecchiature elettriche in tensione.***



PRESIDIO ANTINCENDIO

LA PROTEZIONE ATTIVA

Estintori

| Tipo di incendio | Tipo di estintore | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------|
| | CO ₂ | Polvere | Schiuma | Halon |
|  A FUOCHI DI SOLIDI | SI <i>(Effetto scarso)</i> | SI | SI <i>(Effetto scarso)</i> | NO |
|  B FUOCHI DI LIQUIDI | SI | SI | SI | SI |
|  C FUOCHI DI GAS | SI | SI | NO | SI |
|  D FUOCHI DI METALLI | NO | SI <i>(Polveri speciali)</i> | NO | NO |

Corso base per volontari di protezione civile A1-01

GRAZIE PER L'ATTENZIONE.