



MINISTERO DELL'INTERNO
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE



CORSO BASE DI PREVENZIONE INCENDI
FINALIZZATO ALL'ISCRIZIONE DEI PROFESSIONISTI NEGLI ELENCHI
DEL MINISTERO DELL'INTERNO - ART. 7 DM 5/8/2011

OBIETTIVI DELLA PREVENZIONE INCENDI

Ing. Fabio Sassu
Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di
Nuoro

Cos'è la combustione

- In poche parole si può affermare che la combustione che interessa chi si occupa di prevenzione incendi è una **reazione chimica di ossidazione, con sviluppo di fiamme e di calore.**
- Le sostanze che partecipano alla combustione sono:
 - **comburenti:** quelle chimicamente attive, di cui l'ossigeno è la più diffusa e praticamente l'unica presa in considerazione nella prevenzione incendi ordinaria;
 - **combustibili:** le sostanze che, nel corso della reazione, si ossidano, cioè si legano ad uno o più atomi di ossigeno;
 - **catalizzatori:** sostanze che partecipano alla reazione consentendo ad essa di svilupparsi con velocità fisicamente significative pur non subendo alcuna modificazione;

Cos'è la combustione

Altri parametri importanti:

- **velocità:** è un parametro importante, ad esempio una reazione di combustione veloce prende il nome di **esplosione**. La velocità, quindi, costituisce un parametro fondamentale, perché solo nel caso in cui sia superiore a determinati valori si potrà assistere al fenomeno per cui il calore generato dall'ossidazione di una molecola riesce ad innalzare la temperatura di quelle circostanti fino a determinare la loro reazione di ossidazione, innescando quindi un processo a catena;
- **energia** necessaria per attivarne il processo. Anche in condizioni ideali di pressione e di concentrazione, due sostanze idonee non danno luogo alla reazione se non si raggiunge per un tempo sufficiente una temperatura minima necessaria ad attivare le molecole nelle immediate circostanze. In termini chimico-fisici, si esprime questo concetto con l'espressione di "**energia di attivazione**", cioè l'energia che deve essere fornita al sistema perché avvenga la combustione.
- **superficie specifica** della sostanza, cioè delle dimensioni nelle quali una data sostanza si trova suddivisa. E' esperienza comune la difficoltà con cui la legna in tronchi prenda fuoco in un camino. Eppure, la stessa legna, se ridotta alle **dimensioni della segatura costituisce un elevatissimo pericolo di esplosione**. Se a parità di massa si aumenta la superficie del combustibile, anche la velocità di reazione ne subirà equivalenti effetti in termini di facilità di ignizione.

Cos'è la combustione

Prodotti della combustione

Dal punto di vista chimico, le molecole di ossigeno (presente nell'aria in percentuale di circa il 21 %) si combinano con atomi di una sostanza combustibile, nel caso più comune il carbonio, per dare luogo a molecole di ossido di carbonio (CO) di anidride carbonica (CO₂) e di composti più complessi e molto pericolosi per la vita umana.

Sono prodotti della combustione dunque:

- **Calore (Energia);**
- **Ossido di carbonio;**
- **Anidride carbonica;**
- **Altri composti più complessi e non meno pericolosi (gas tossici)**

Triangolo dell'incendio

Affinché possa verificarsi una combustione devono essere presenti tre elementi: **combustibile, comburente ed innesco**. Lo schema grafico del triangolo indica che le condizioni che danno luogo all'incendio si trovano solo all'interno della sua area.

Le misure di **"prevenzione"**, cioè quelle che servono a diminuire le probabilità che un incendio sia innescato agiscono sulla possibilità di evitare che i tre elementi siano presenti nello stesso posto, nello stesso tempo.

Di contro esistono le misure di **"protezione"** che mirano al contenimento delle conseguenze dell'incendio.

Poiché, in ultima analisi, ci si deve proteggere soprattutto dai prodotti della combustione, sono state concepite in materia diverse classificazioni, ma ai nostri fini è sufficiente suddividere i prodotti stessi in tre gruppi: **il calore, i fumi, i gas tossici**.

Piuttosto che darne una descrizione tecnico-scientifica, in questa sede è preferibile descriverne gli effetti, per poterne capire il pericolo e per decidere con maggiore consapevolezza le misure di sicurezza da attuare.

Da cosa bisogna proteggersi?

In ultima analisi ci si deve proteggere soprattutto dai prodotti della combustione, quali calore, fumi e gas tossici.

Il calore determina un **forte stress sulle persone** che vi sono esposte, diminuendone le capacità di resistenza fisica.

Sulle strutture degli edifici il calore determina già a basse temperature deformazioni tali da generare sollecitazioni alle quali, in generale, non è previsto che le strutture resistano. Con il crescere della temperatura, poi, entrano in crisi i singoli elementi portanti, per **disgregazione (sgretolamento del conglomerato cementizio) o per abbattimento delle capacità di resistenza dei materiali (rammollimento dell'acciaio), con i conseguenti rischi di crollo.**

La temperatura massima sviluppata nella combustione non è uguale per tutte le sostanze, ma varia notevolmente tra i combustibili: si passa dai **1200 °C del legno secco ai 1800 °C del petrolio ai 2600 °C dell'acetilene**; di conseguenza anche il calore prodotto durante la combustione varia con analoga evidenza.

... i gas tossici

I gas tossici sono troppo spesso trascurati in rapporto al loro effettivo pericolo: non è ancora stato ben recepito che sono questi gas a causare la morte delle persone in un incendio. Le lesioni da ustione le troviamo solo a seguito di esplosioni, ma in generale le vittime degli incendi sono da imputare ai gas sviluppatasi dalla combustione. A questo proposito non è inutile ricordare che alcuni di questi gas sono stati usati nella prima guerra mondiale per uccidere il nemico, come il **fosgene (COCl₂)**, tipico prodotto della combustione delle materie plastiche.

Un aspetto non secondario della loro azione, comunque, risiede **nell'aggressione che determinano sugli elementi strutturali**, aggressione che è spesso in grado di determinarne la crisi anche laddove il calore non ha provocato eccessivi danni. Ad esempio, si ricordi che la combustione del pur diffusissimo cloruro di polivinile (PVC) dà luogo a gas che aggrediscono le **strutture e gli utensili metallici, fino alle armature di acciaio** annegate nel conglomerato cementizio, rendendoli anche inutilizzabili.

... i fumi

Anche **i fumi** determinano un pericolo non trascurabile. Il loro pericolo risiede soprattutto nel **nascondere alla vista le vie di esodo** ed, insieme ai gas, sono uno degli elementi di più difficile controllo in quanto si sviluppano velocemente e fin dalle prime fasi dell'incendio. Non si deve dimenticare, comunque, che il **pericolo che determinano per la vista (irritazione agli occhi, lacrimazione)** è concreto anche all'aperto e che pertanto, al pari dei gas tossici, il rischio loro connesso deve essere tenuto presente anche nel caso dei cantieri.

Per quanto riguarda gli effetti sul corpo umano, l'unica protezione possibile per limitare i danni derivanti dall'esposizione ai prodotti della combustione consiste nell'evitare di esporsi ad essi, oppure, in ultima analisi, di **proteggersi tramite l'uso di dispositivi di protezione individuale**.

Come strada preferenziale si suggerisce di ricorrere a **misure di tutela collettive piuttosto che personali**, pertanto, sia che si tratti del calore che dei gas o dei fumi, la prima opzione deve condurre ad allontanare le persone dal pericolo, schermando in qualche modo i luoghi in cui queste sono presenti o devono transitare per fuggire.

Poiché non sempre sarà possibile prevedere una soluzione ragionevolmente accettabile per quanto riguarda i tempi di esodo, una soluzione alternativa può essere **migliorare la vivibilità all'interno dei locali attraverso strutture resistenti agli effetti della combustione**.

PROVVEDIMENTI PREVENTIVI

- riduzione del carico di incendio
- impiego di strutture incombustibili e resistenti al fuoco
- rispetto delle distanze di protezione fra fabbricati, impianti, elettrodotti, strade, ferrovie
- intervento sulle lavorazioni e sui magazzini
- ventilazioni naturali e meccaniche
- impiego di utensili antiscintilla
- adozione di impianti elettrici a sicurezza CEI 64/2
- messa a terra di masse metalliche per evitare l'elettricità statica
- divieto di fumare e usare fiamme libere
- protezione contro le scariche atmosferiche
- costituzione di squadre antincendio aziendali (D.Lgs.626)

PROVVEDIMENTI PER LO SPEGNIMENTO O LA CIRCOSCRIZIONE

- **per la maggior sicurezza delle persone**
 - uscite di emergenza
 - vie di fuga
 - mezzi di protezione individuale
 - estrazione dei fumi
- **frazionamento del rischio**
 - distanziare i locali pericolosi
 - muri e porte tagliafuoco
 - barriere d'acqua
- **segnalazione tempestiva**
- **impianti antincendio**

I Principi della Combustione



La Combustione

E' una reazione chimica tra una sostanza combustibile e un comburente con sviluppo di calore, fiamma, gas, fumo e luce

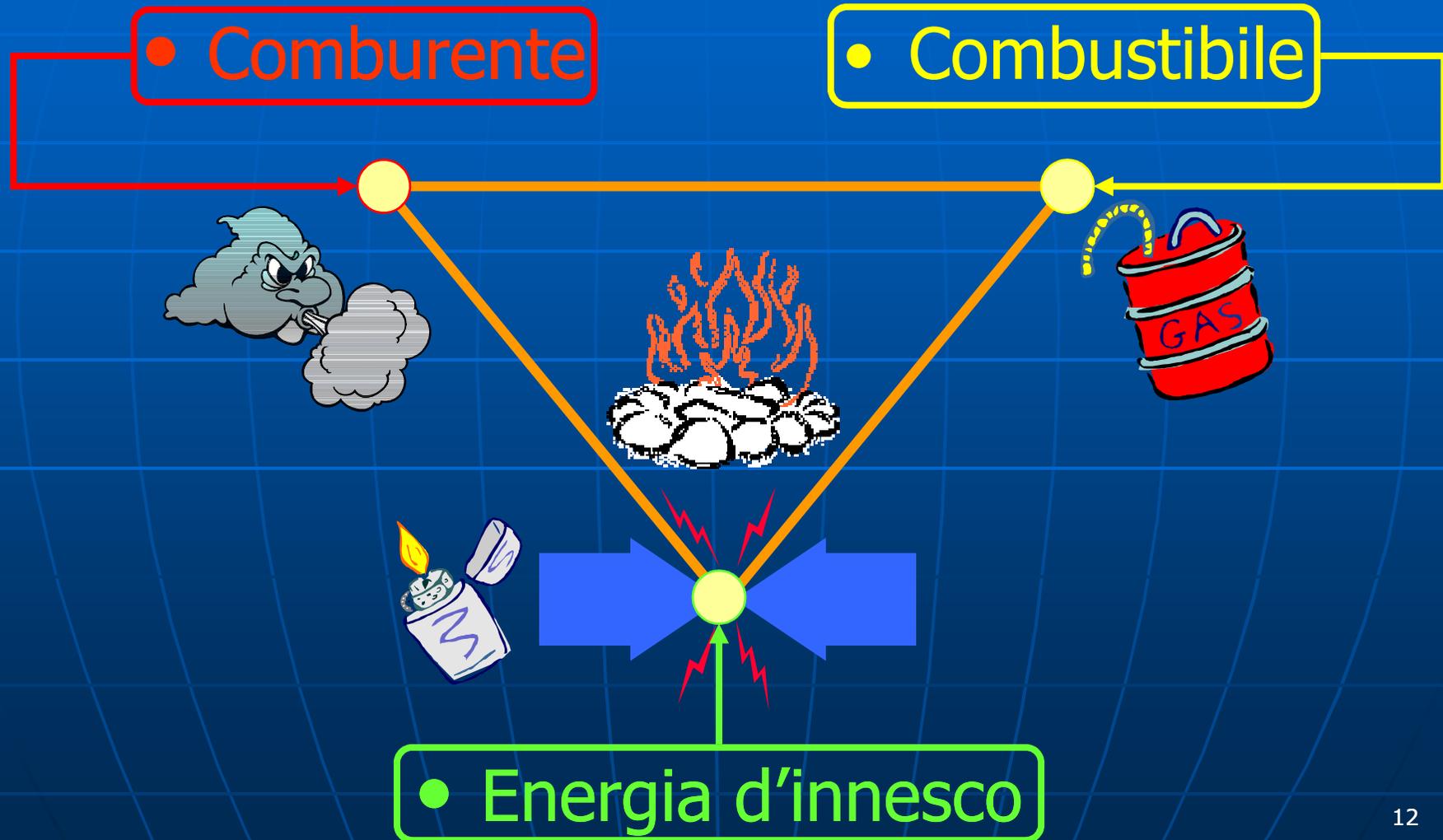
CONDIZIONI

- Presenza di combustibile
- Presenza del comburente
- Presenza di una sorgente di calore



Solo la contemporanea presenza di questi tre elementi dà luogo all'incendio

Il triangolo del fuoco



TEMPERATURA DI INFIAMMABILITA'
TEMPERATURA AMBIENTE 30° - ESTATE

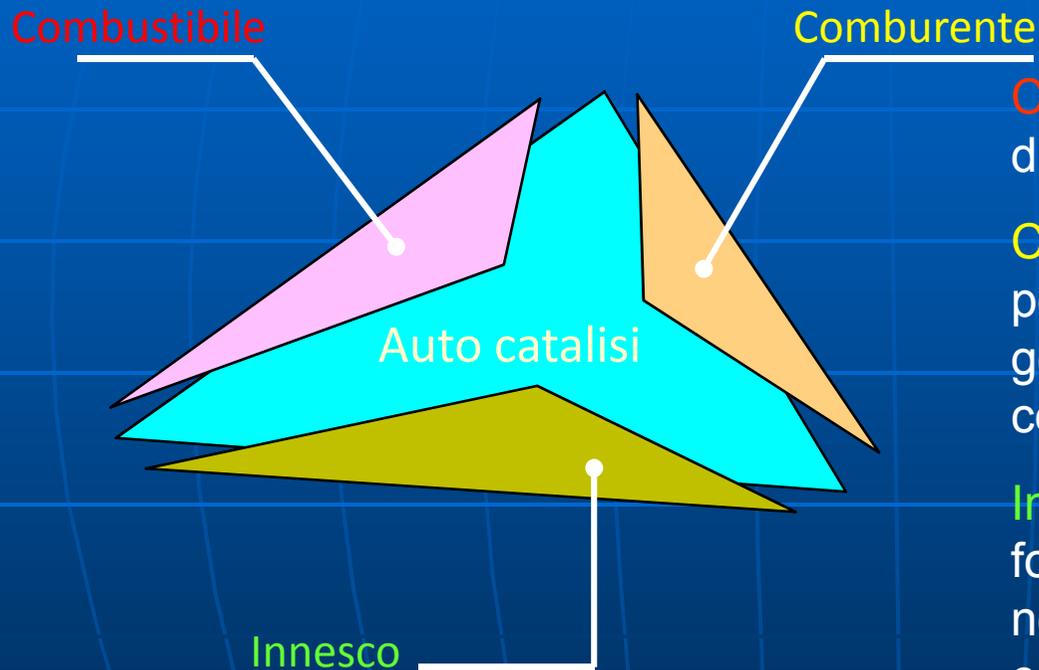


TEMPERATURA DI INFIAMMABILITA'
O PUNTO DI INFIAMMABILITA' = - 37°

TEMPERATURA DI INFIAMMABILITA'
O PUNTO DI INFIAMMABILITA' = 65°



Il tetraedro della combustione



Combustibile: è la sostanza in grado di bruciare (solido, liquido, gassoso)

Comburente: è la sostanza che permette al combustibile di bruciare, generalmente si tratta dell'ossigeno contenuto nell'aria

Innesco: è l'elemento in grado di fornire al combustibile la temperatura necessaria per avviare la combustione

Auto catalisi: possibilità di auto mantenimento della reazione per effetto della liberazione di elementi attivi della combustione

Azione delle sostanze estinguenti sull'incendio

ESAURIMENTO O SOTTRAZIONE DEL COMBUSTIBILE	Effetto dovuto allo spostamento del materiale che sta bruciando ovvero alla sottrazione del combustibile all'incendio
RAFFREDDAMENTO	Effetto dovuto alla produzione di vapore acqueo con sottrazione di calore ed abbassamento della temperatura del combustibile al di sotto della temperatura di accensione
SOFFOCAMENTO	Effetto di separazione del comburente dal combustibile
INIBIZIONE CHIMICA O ANTICATALISI	Effetto dell'estinguente che blocca per via chimica la reazione a catena di autocatalisi

LE SORGENTI DI INNESCO

ACCENSIONE DIRETTA

Quando una fiamma, una scintilla o altro materiale incandescente entra a contatto con un materiale combustibile in presenza di ossigeno

ACCENSIONE INDIRETTA

Quando l'innesco avviene:

- per **convezione** (correnti di aria calda generate da un incendio)
- per **conduzione** (propagazione di calore attraverso elementi metallici presenti negli edifici)
- per **irraggiamento** (propagazione di onde elettromagnetiche)

ATTRITO

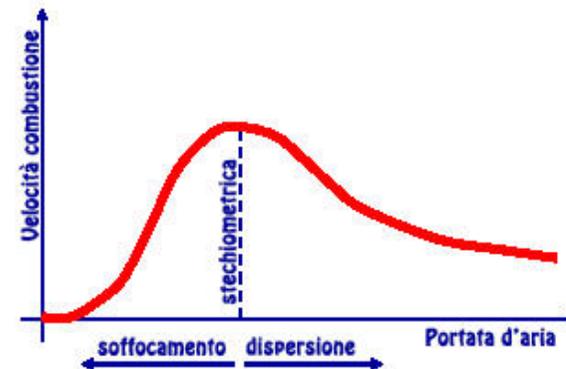
Quando il calore è prodotto dallo sfregamento di due materiali

AUTOCOMBUSTIONE

Quando il calore viene prodotto dallo stesso combustibile
(Reazioni chimiche, decomposizioni esotermiche, azione biologica)

AUTOCOMBUSTIONE

- ✓ Si dice **autocombustione** la combustione di una sostanza per ossidazione o fermentazione in assenza di apporto di energia esterna
- ✓ L'autocombustione diventa invece **combustione da reazioni pericolose** se deriva da una violenta reazione chimica esotermica (per esempio: il sodio e il potassio reagiscono violentemente in presenza di umidità producendo idrogeno, infiammabile col calore)
- ✓ L'**autocombustione** può non concludere il processo di ossidazione o fermentazione se il calore prodotto è dissipato da una ventilazione sufficiente



RIEPILOGANDO:

- A seguito della combustione vengono prodotti:



- Gas di combustione
- Fiamme
- Fumo
- Calore

I GAS DI COMBUSTIONE

I **gas di combustione** sono quei prodotti della combustione che restano allo stato gassoso anche quando vengono raffreddati

Una esposizione tra i **5** e i **25** minuti ai gas sprigionati da un incendio può essere letale

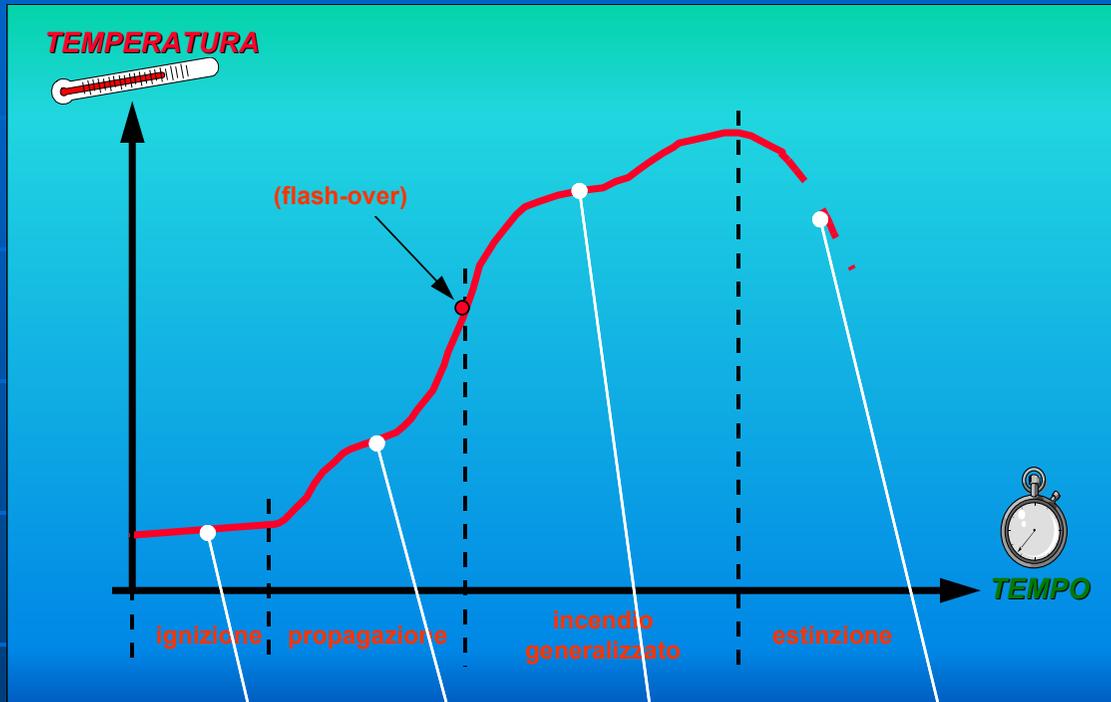
La maggior parte dei decessi in caso di incendio dipende dalla produzione dei gas di combustione

I GAS DI COMBUSTIONE

I principali gas di combustione sono:

<i>Ossido di carbonio</i>	<i>Aldeide acrilica</i>
<i>Anidride carbonica</i>	<i>Fosgene</i>
<i>Idrogeno solforato</i>	<i>Ammoniaca</i>
<i>Anidride solforosa</i>	<i>Ossido e perossido di azoto</i>
<i>Acido cianidrico</i>	<i>Acido cloridrico</i>

Sviluppo dell'Incendio



Estinzione e raffreddamento

Incendio generalizzato

Fase di propagazione

Fase di ignizione

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 degli ambienti;
- caratteristiche superficiali del combustibile;
- distribuzione nel volume del combustibile.

FASE DI PROPAGAZIONE

caratterizzata da:

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

INCENDIO GENERALIZZATO (flash over)

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 auto accendono, quelli più lontani si riscaldano e raggiungono la loro temperatura di combustione con produzione di gas di distillazione infiammabili.

ESTINZIONE E RAFFREDDAMENTO

Quando l'incendio ha terminato tutto il materiale combustibile, ha inizio 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.

- **L'ESPLOSIONE**
- Definizione: è una reazione che avviene con velocità elevatissima, tanto che l'energia chimica messa in libertà si evolve rapidamente provocando notevoli aumenti della temperatura e della pressione (formazione dell'onda d'urto). Nel fenomeno si hanno anche effetti acustici e luminosi.
- In particolare si tratta di un processo di combustione che si svolge con velocità dell'onda di combustione (fronte di fiamma) molto superiore alla velocità di una normale fiamma. Durante un'esplosione si ha sempre una trasformazione chimica delle molecole.
- Si usa suddividere le esplosioni in deflagrazioni e detonazioni.
- **DEFLAGRAZIONE:** è un'esplosione con velocità di centinaia di metri al secondo (minore di quella del suono) che si propaga dalla superficie esterna della sostanza verso l'interno della stessa.
- **DETONAZIONE:** è un'esplosione che procede nel mezzo esplosivo con una velocità maggiore di quella del suono e che può raggiungere diverse migliaia di m/s.

Il pericolo

Il pericolo è una fonte di possibile danno fisico alle persone.

Il rischio

Il rischio è la probabilità che si verificano eventi che producono danni fisici alla salute.

La sicurezza

L'attività finalizzata a rendere minimi i rischi.



Ing. Fabio Sassu - Comando VV.F. Nuoro



Ing. Fabio Sassu - Comando VV.F. Nuoro



Ing. Fabio Sassu - Comando VV.F. Nuoro



Ing. Fabio Sassu - Comando VV.F. Nuoro



Ing. Fabio Sassu - Comando VV.F. Nuoro



Ing. Fabio Sassu - Comando VV.F. Nuoro



Ing. Fabio Sassu - Comando VV.F. Nuoro