

DINAMICA INCENDIO

1 – NATURA DEL COMBUSTIBILE

- a. stato fisico
- b. tenore di umidità
- c. stato di suddivisione (pezzatura)
- d. potere calorifico
- e. temperature di combustione

2 – QUANTITÀ DEL COMBUSTIBILE

3 – DISPOSIZIONE DEL COMBUSTIBILE

4 – NATURA DEL LOCALE

- a. ampiezza e disposizione delle aperture
- b. quantità d'aria disponibile
- c. quote relative delle aperture
- d. effetti di tiraggio
- e. natura e caratteristiche dei materiali che limitano il locale (inerzia o capacità termica → densità, conducibilità termica, calore specifico)

5 – CONDIZIONI AMBIENTALI

- a. altitudine, pressione, temperatura e composizione atmosferica
- b. intensità e direzione del vento
- c. umidità relativa

PRINCIPI BASE DELLA COMBUSTIONE

sviluppo del calore nel tempo, più rapido è lo sviluppo del fuoco e quindi della temperatura;

- dalla disposizione delle sostanze combustibili e quindi dell'assenza o meno di discontinuità;

- dallo stato di suddivisione del materiale. Lo stato di suddivisione del materiale influenza la capacità di ossidazione della massa offrendo a parità di volume, in dipendenza della maggiore o minore suddivisione, maggiori o minori superfici di ossidazione e quindi di produzione del calore;

- dalle condizioni di ventilazione. Superfici prive di discontinuità favoriscono la propagazione del fuoco. In questa fase: il calore delle fiamme e del fumo viene trasmesso all'ambiente essenzialmente per irraggiamento e convezione ed i materiali combustibili presenti (se solidi) prima si disidratano e poi liberano i gas di distillazione di cui alcuni combustibili; la temperatura dell'ambiente è relativamente bassa, i danni sono piuttosto lievi e le probabilità per la persona di porsi in salvo, allontanandosi dal luogo dell'incendio, sono considerevoli.

Nella fase BC flash over (passaggio dalla fase di prima propagazione a quella di propagazione generalizzata) il diagramma Tt ha un andamento esponenziale e sta ad indicare un aumento notevole della temperatura in un breve intervallo di tempo. La produzione di gas di distillazione è piuttosto elevata e tale da costituire con l'aria dell'ambiente una miscela entro il campo di infiammabilità che viene innescata dalla temperatura raggiunta nella fase iniziale determinando una

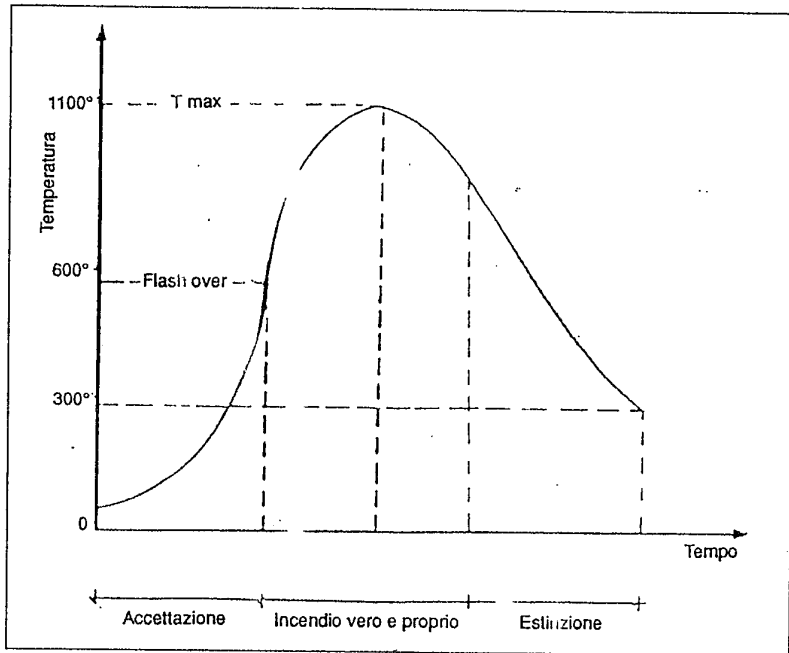


Fig. 1 - Fasi di un incendio

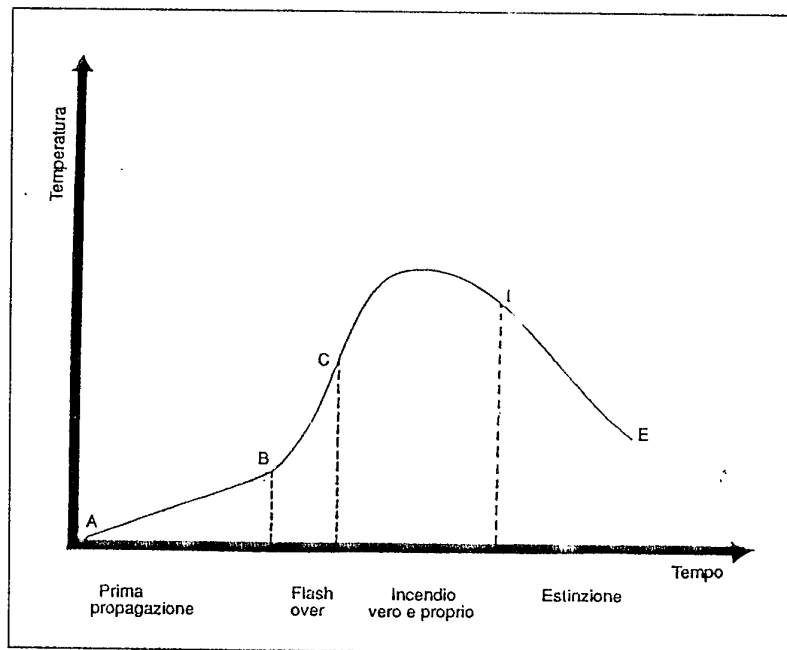


Fig. 2 - Incendio - diagramma temperatura-tempo.

comb
Tutti i
tecipa
quant
notev
nalza
una m
stione
calore
zata
svilup
censi
minut
norma
ne de
scars
si rag
l'ordir

Il fla
ritorn
carsi
cipan
la co
diven

Nel
vero
perat
valor
poi di

Tut
prese
no al
La te
prima
più le
re ur
ragg
stabi
ove i
all'in
l'amt

Ne
ciò p
in re
no re
- l
este
due

FATTORI DI UN INCENDIO

- CARICO D'INCENDIO

$$q = \frac{\sum_{i=1}^m g_i H_i}{4400 A} \quad [\text{Kg legna/mq}]$$

g_i = peso (in kg) del generico fra n combustibili presenti nel locale

H_i = potere calorifico superiore (in Kcal/Kg) del generico fra gli n combustibili

A = superficie orizzontale (in mq) del locale

4400 = potere calorifico superiore del legno (in Kcal/Kg)

- VENTILAZIONE

$$f_v = \frac{A_f \sqrt{H}}{A_t}$$

f_v = fattore di ventilazione

A_f = area delle aperture (finestre e porte)

H = media delle dimensioni verticali delle aperture

A_t = superficie totale del compartimento (pavimenti, pareti, soffitto)

- VELOCITA' DI COMBUSTIONE

$$V_c = k A_f \sqrt{H} \quad [\text{Kg/h}]$$

k = costante del tipo di combustibile

**- CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI DELIMITAZIONE
DEL COMPARTIMENTO (geometriche e chimico-fisiche)**

INCENDI NATURALI

IN FUNZIONE DELLA VELOCITA' DI COMBUSTIONE

A) A SVILUPPO LENTO (INCENDI COVANTI)

Elevata produzione di calore ed emissione di fumo prevalentemente scuro

B) A SVILUPPO RAPIDO (INCENDI CON PRODUZIONE DI FIAMMA)

Assenza di fiamma, poco calore, fumo chiaro in quantità notevoli

MODELLI D'INCENDIO

MODELLI A ZONE

Il piu' usato quello a due zone, realistico in pre-flash-over
Modello di calcolo CFAST

MODELLI DI CAMPO

Suddivisione in volumi elementari
Modello di calcolo FDS

CURVE NOMINALI D'INCENDIO

- **CURVA STANDARD D'INCENDIO ISO 834**
(incendi con carichi di cellulosa)
- **CURVA IDROCARBURI**
(incendi di pozza di liquido infiammabile)
- **CURVA INCENDIO ESTERNO**
(pareti esterne)
- **CURVA A LENTO RISCALDAMENTO**
(incendi covanti)

CURVE PARAMETRICHE D'INCENDIO

- **CURVA EUROCODICE 1**
- **CURVA C.N.R. (BOLL. UFF. n. 37/1973)**

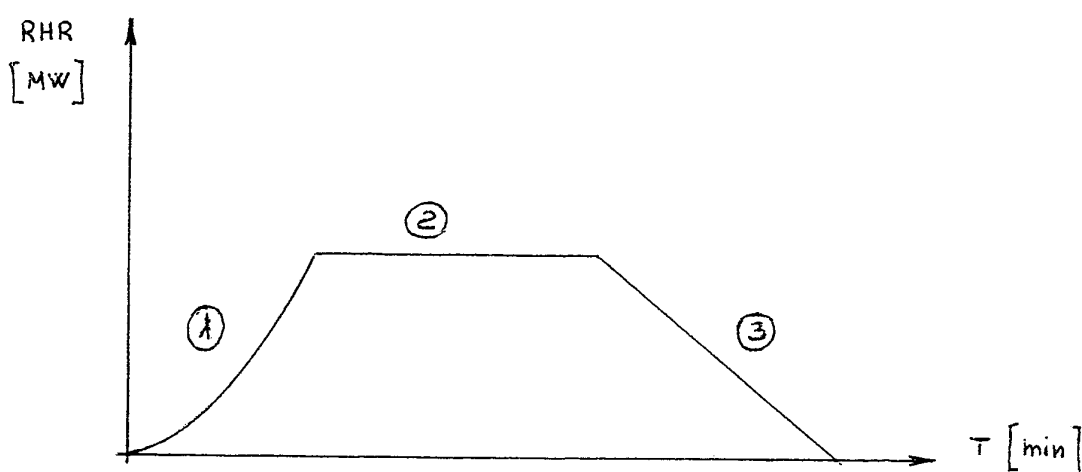
CURVE NATURALI D'INCENDIO

(modelli di calcolo es. CFAST)

TASSO DI CALORE RILASCIATO (CURVA RHR)

Il carico d'incendio definisce il quantitativo di energia disponibile per la combustione, non definisce le modalità di rilascio d' energia.

La dinamica di sviluppo di un incendio dipende dalle modalità di rilascio energetico (tasso di calore rilasciato oppure Rate of Heat Release RHR oppure potenza termica)



FASE 1 : curva crescente con legge quadratica (fase di ignizione, sviluppo e fase di flashover)

FASE 2 : tratto stazionario – rettilineo (fase post flashover)

FASE 3 : tratto discendente lineare dopo che il carico d' incendio è bruciato al 70% circa

Il massimo valore della curva RHR dipende dalla quantità di combustibile presente, se c'è ossigeno sufficiente (incendio controllato dal combustibile), oppure dal quantitativo di ossigeno presente, se insufficiente è la ventilazione (incendio controllato dalla ventilazione).

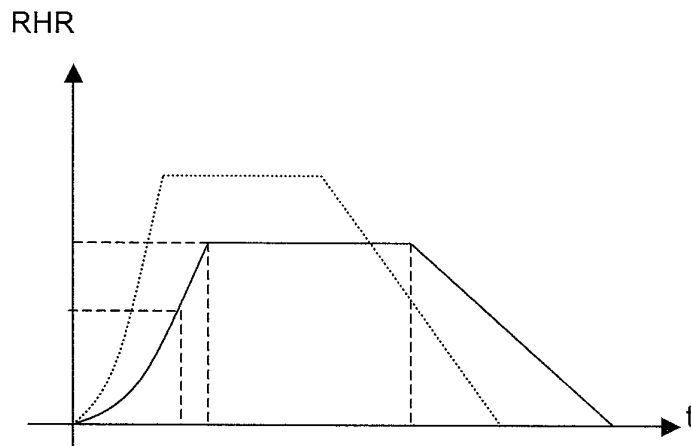
POTENZA TERMICA RILASCIATA RHR (o rateo di calore rilasciato nel tempo)

$$RHR(t) = m_c(t) \cdot H$$

m_c = velocità di combustione (Kg/s)

H = potere calorifico (KJ/Kg)

RHR = potenza termica (KW)



fase iniziale = αt^2
fase post-flashover

incendio controllato dal combustibile
incendio controllato dalla ventilazione

la grandezza RHR e non il carico d'incendio (q) è importante per valutare lo stato tensionale provocato sulle strutture