

**LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA
TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI
UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO
NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA
NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)**

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

L'equazione della curva parametrica della variazione della temperatura T_g dei gas caldi nel tempo fornita dalla norma UNI EN 1991-1-2 è valida per ambienti con superficie in pianta inferiori a 500 m², senza aperture nel soffitto ed aventi altezza massima di 4 m e nei quali il materiale combustibile possa assimilarsi alla carta o al legno; essa rappresenta una buona approssimazione della curva nominale standard per temperature inferiori a 1000 °C ed è descritta dall'espressione:

$$T_g = 20 + 1325 \cdot (1 - 0,324 \cdot e^{-0,2 \cdot t^*} - 0,204 \cdot e^{-1,7 \cdot t^*} - 0,472 \cdot e^{-19 \cdot t^*})$$

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

La formula, che per un determinato locale conduce a valori T_g di temperatura (sono espressi in °C) crescenti con l'aumentare della superficie di ventilazione e dell'isolamento termico delle pareti che lo delimitano, contiene i seguenti termini:

$O = (\underline{A_v}/A_t) \cdot h_{eq}^{0,5}$ il fattore di ventilazione espresso in $m^{0,5}$, $\underline{A_v}$ è l'area, espressa in m^2 , delle aperture verticali, $h_{eq} = \sum_i (\underline{A_{v_i}} \cdot \underline{h_i})/\underline{A_v}$ è l'altezza equivalente, espressa in m, delle aperture verticali e A_t l'area totale del compartimento antincendio (pareti, soffitto e pavimento) comprese le aperture, anch'essa espressa in m^2 ;

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

$\mathbf{b} = (\rho \cdot c_p \cdot \lambda)^{0,5}$ è l'inertanza termica, espressa in $J/(m^2 \cdot s^{0,5} \cdot ^\circ C)$, delle pareti che delimitano il locale; in tale espressione, ρ è la densità espressa in k/m^3 , c_p il calore specifico espresso in $J/(kg \cdot ^\circ C)$ e λ è la conduttività termica, espressa in $W/(m \cdot ^\circ C)$;

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

$t^* = t \cdot G$; dove il tempo t ed il tempo fittizio t^* sono espressi in h. $G = (b_{\text{rif}}/O_{\text{rif}})^2 \cdot (O/b)^2$.

Nell'Eurocodice 1 sono indicati i valori di riferimento del fattore di ventilazione e dell'inerzia termica O_{rif} e b_{rif} rispettivamente pari a $0,04 \text{ m}^{0,5}$ e $1160 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0,5} \cdot ^\circ\text{C})$; quindi, si ha:

$$G = 841.000.000 \cdot (O/b)^2;$$

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

t_{\max} = 0,0002 · $q_{t,d}/O$ è il tempo, espresso in h, di durata della fase di riscaldamento dell'incendio dopo il quale viene raggiunta nel locale la temperatura massima che si calcola sostituendo nella suddetta espressione al posto di t^* :

$$\underline{t^*_{\max}} = \underline{t_{\max}} \cdot G = (0,0002 \cdot q_{t,d}/O) \cdot G$$

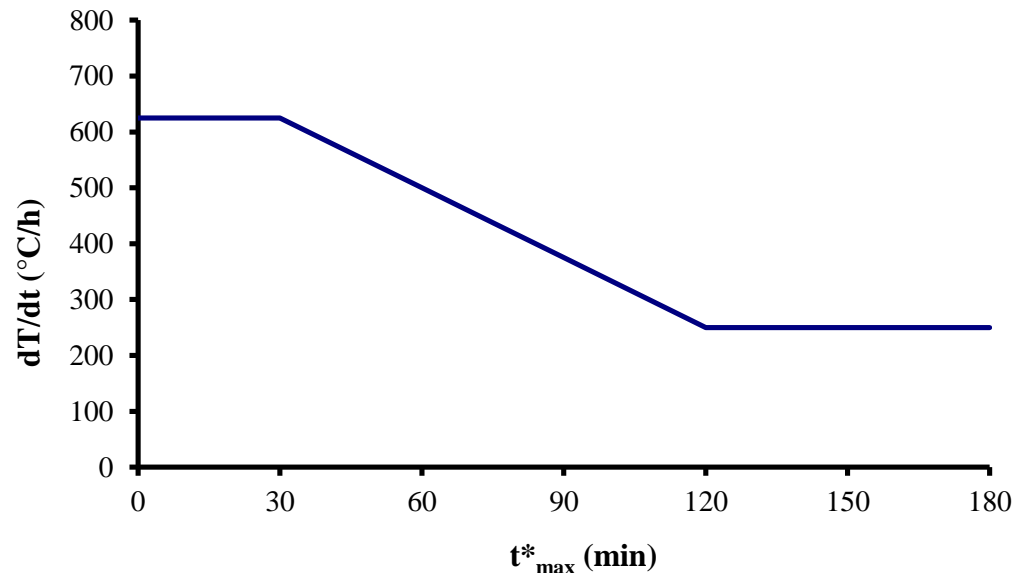
LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

Tale curva parametrica è valida alle seguenti condizioni:

- il valore del fattore O di ventilazione deve essere compreso tra $0,02$ e $0,20 \text{ m}^{0,5}$;
- l'inerzia termica b delle pareti che delimitano il locale deve avere valori compresi fra 1000 e $2200 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0,5} \cdot ^\circ\text{C})$;
- il valore del carico d'incendio specifico di progetto $q_{t,d}$, riferito alla superficie totale del locale $q_{t,d} = q_{f,d} \cdot (A_f/A_t)$ ($q_{f,d}$ è riferito alla superficie del pavimento) deve essere compreso fra 50 e $1000 \text{ MJ}/\text{m}^2$.

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

Durante la fase finale di decadimento dell'incendio nella quale, secondo le indicazioni fornite dall'Eurocodice 1, brucia circa il 30% dell'energia termica inizialmente disponibile, la diminuzione della temperatura nel tempo all'interno del locale è influenzata sensibilmente dalla tipologia, forma ed orientamento spaziale del combustibile, durata della fase di crescita e di pieno sviluppo dell'incendio, nonché dalla superficie delle aperture di ventilazione presenti e dalle caratteristiche delle pareti di delimitazione del locale; in particolare, se nel locale è prevalente la presenza di combustibili solidi aventi piccola pezzatura (alti valori del rapporto S/V), la velocità di diminuzione della temperatura nel tempo sarà relativamente alta e l'incendio decadrà rapidamente.



LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

Nell'Eurocodice 1, per incendi per i quali risulta un valore di t_{\max}^* inferiore a 0,5 h, viene assunta una velocità di diminuzione della temperatura $(dT/dt)_{\text{rif}}$ nel tempo di 10,4 °C/min mentre se il predetto valore è superiore a 2 h essa è di 4,2 °C/min (le norme svedesi indicano un valore di circa 10 °C/min indipendentemente dalla durata della fase caratterizzata da una velocità di combustione costante); per tempi t_{\max}^* compresi fra 0,5 h e 2 h la suddetta velocità assume valori variabili fra i due suddetti estremi in relazione al valore di t_{\max}^* .

Per valutare la variazione della temperatura nel tempo dell'incendio durante la fase di decadimento, cioè per tempi t superiori a t_{\max} , occorre allora applicare una delle seguenti espressioni:

$$T_g = T_{\max} - 625 \cdot (t^* - t_{\max}^*); \text{ tale formula vale per } t_{\max}^* < 0,5 \text{ h, cioè } (dT/dt)_{\text{rif}} = 625 \text{ °C/h}$$

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

Nell'Eurocodice 1, per incendi per i quali risulta un valore di t_{\max}^* inferiore a 0,5 h, viene assunta una velocità di diminuzione della temperatura $(dT/dt)_{\text{rif}}$ nel tempo di 10,4 °C/min mentre se il predetto valore è superiore a 2 h essa è di 4,2 °C/min (le norme svedesi indicano un valore di circa 10 °C/min indipendentemente dalla durata della fase caratterizzata da una velocità di combustione costante); per tempi t_{\max}^* compresi fra 0,5 h e 2 h la suddetta velocità assume valori variabili fra i due suddetti estremi in relazione al valore di t_{\max}^* .

Per valutare la variazione della temperatura nel tempo dell'incendio durante la fase di decadimento, cioè per tempi t superiori a t_{\max} , occorre allora applicare una delle seguenti espressioni:

$$T_g = T_{\max} - 625 \cdot (t^* - t_{\max}^*); \text{ tale formula vale per } t_{\max}^* < 0,5 \text{ h, cioè } (dT/dt)_{\text{rif}} = 625 \text{ °C/h}$$

$$T_g = T_{\max} - 250 \cdot (3 - t_{\max}^*) \cdot (t^* - t_{\max}^*); \text{ per } 0,5 \text{ h} < t_{\max}^* < 2 \text{ h; cioè per } t_{\max}^* = 1 \text{ h: } (dT/dt)_{\text{rif}} = 500 \text{ °C/h}$$

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

Nell'Eurocodice 1, per incendi per i quali risulta un valore di t_{\max}^* inferiore a 0,5 h, viene assunta una velocità di diminuzione della temperatura $(dT/dt)_{\text{rif}}$ nel tempo di 10,4 °C/min mentre se il predetto valore è superiore a 2 h essa è di 4,2 °C/min (le norme svedesi indicano un valore di circa 10 °C/min indipendentemente dalla durata della fase caratterizzata da una velocità di combustione costante); per tempi t_{\max}^* compresi fra 0,5 h e 2 h la suddetta velocità assume valori variabili fra i due suddetti estremi in relazione al valore di t_{\max}^* .

Per valutare la variazione della temperatura nel tempo dell'incendio durante la fase di decadimento, cioè per tempi t superiori a t_{\max} , occorre allora applicare una delle seguenti espressioni:

$$T_g = T_{\max} - 625 \cdot (t^* - t_{\max}^*); \text{ tale formula vale per } t_{\max}^* < 0,5 \text{ h, cioè } (dT/dt)_{\text{rif}} = 625 \text{ °C/h}$$

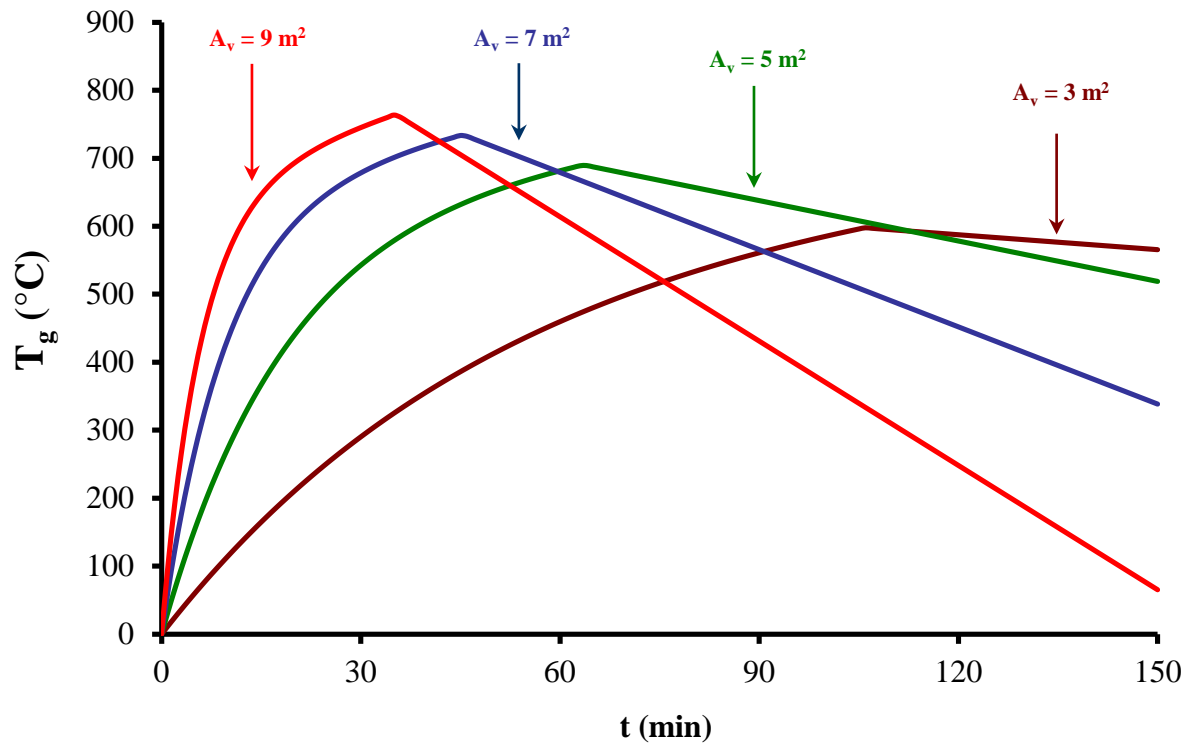
$$T_g = T_{\max} - 250 \cdot (3 - t_{\max}^*) \cdot (t^* - t_{\max}^*); \text{ per } 0,5 \text{ h} < t_{\max}^* < 2 \text{ h; cioè per } t_{\max}^* = 1 \text{ h: } (dT/dt)_{\text{rif}} = 500 \text{ °C/h}$$

$$T_g = T_{\max} - 250 \cdot (t^* - t_{\max}^*); \text{ tale formula vale per } t_{\max}^* > 2 \text{ h, cioè } (dT/dt)_{\text{rif}} = 250 \text{ °C/h.}$$

INCENDIO NATURALE

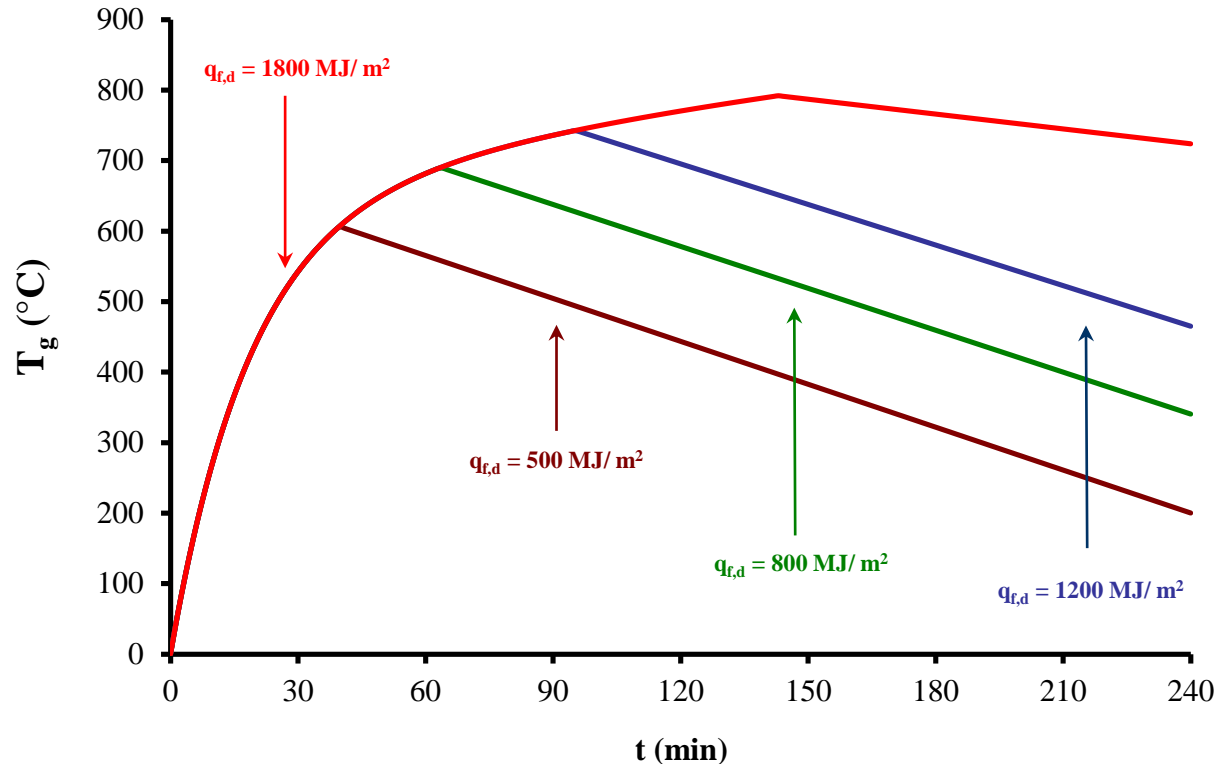
VARIAZIONE NEL TEMPO DELLA TEMPERATURA ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON
LA SUPERFICIE DI VENTILAZIONE

MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO DESCRITTO DALLA CURVA
PARAMETRICA EUROCODICE 1 (NORMA UNI EN 1991-1-2)



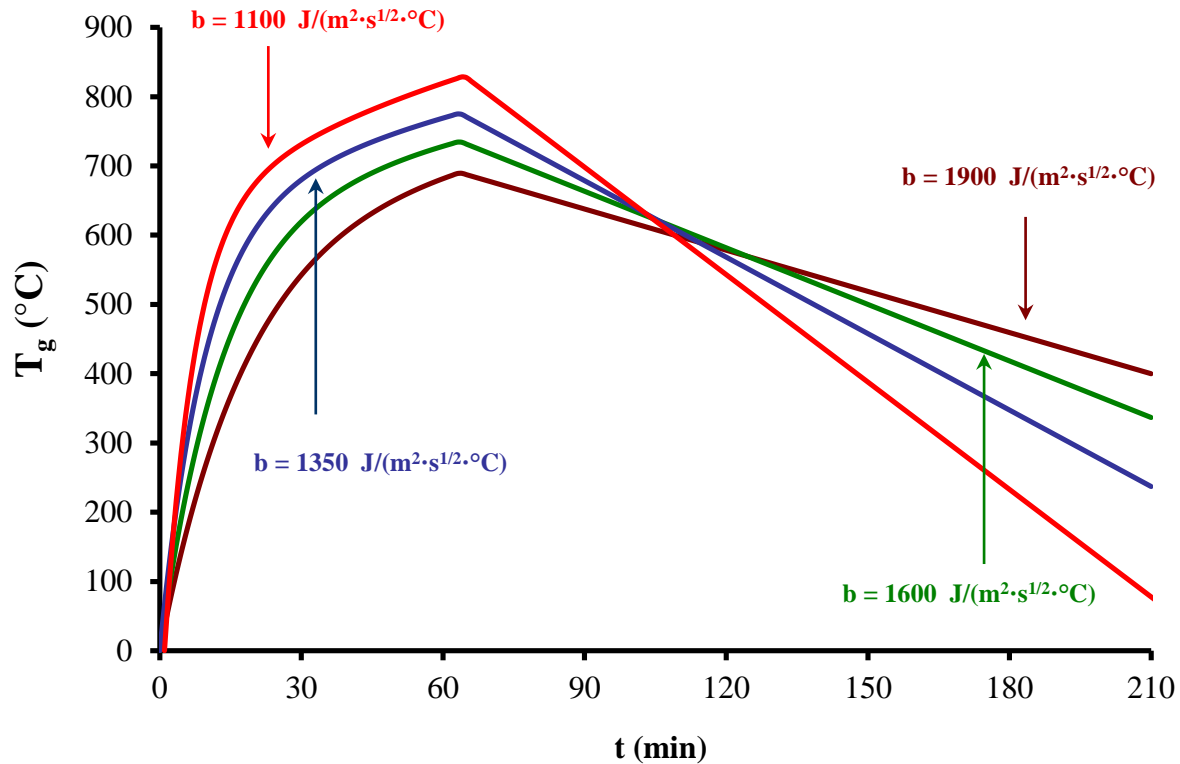
INCENDIO NATURALE

VARIAZIONE NEL TEMPO DELLA TEMPERATURA ALL'INTERNO DI UN LOCALE
CON IL CARICO D'INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO
MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO DESCRITTO DALLA
CURVA PARAMETRICA EUROCODICE 1 (NORMA UNI EN 1991-1-2)



INCENDIO NATURALE

VARIAZIONE NEL TEMPO DELLA TEMPERATURA ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON L'INERZIA TERMICA PARETI DELIMITAZIONE
MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO DESCRITTO
DALLACURVA PARAMETRICA EUROCODICE 1 (NORMA UNI EN 1991-1-2)



LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

1. Al diminuire del valore dell'inerzia termica b delle pareti, a parità di fattore O di ventilazione e di carico d'incendio $q_{t,d}$ di progetto riferito alla superficie totale, aumenta il valore della temperatura massima e diminuisce la durata dell'incendio, mentre nel locale resta invariato il tempo t_{max} per raggiungere la temperatura massima;

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

2. Al diminuire della superficie di ventilazione, e quindi del fattore di ventilazione O , a parità di valore dell'inerzia termica b e di carico d'incendio $q_{t,d}$, aumenta il tempo t_{max} per raggiungere la temperatura massima nel locale, mentre diminuisce il valore di T_{max} ; inoltre, al diminuire della superficie di ventilazione aumenta la durata dell'incendio;

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

3. Al diminuire del carico d'incendio di progetto $q_{t,d}$, a parità di valore dell'inerzia termica b e della superficie di ventilazione e , quindi, del fattore di ventilazione O , diminuiscono il tempo t_{max} e la temperatura T_{max} e la durata dell'incendio.

LA VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO ALL'INTERNO DI UN LOCALE CON IL MODELLO D'INCENDIO NUMERICO SEMPLIFICATO INDICATO NELLA NORMA UNI EN 1991-1-2 (EUROCODICE 1)

4. Con l'aumentare del valore del carico d'incendio e con il diminuire della superficie della ventilazione in un locale, si riduce la velocità di decremento della temperatura nella fase di decadimento poiché aumenta il valore di t_{\max} .