

**PROGETTO ANTINCENDI**

AL COMANDO PROVINCIALE

dei VV.F. di IS - MOLISE

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL FUOCO DELLA STRUTTURA IN  
FUNZIONE DEL CARICO D'INCENDIO**

**OGGETTO:** Stabilimenti, impianti, depositi ove si producono, lavorano e/o detengono materie plastiche, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg: Deposito fino a 50.000 kg: nuovo insediamento

ZONA IND.LE MACCHIA SNC, 86070 MACCHIA D'ISERNIA - IS

**INTESTATARIO:** FIORENTINO GENNARO

VIA CAVOUR 10, 03043 CASSINO (FR)

**TECNICO:** MUSELLI EMANUELE

VIA TINA MODOTTI 15, 00142 ROMA (RM)

3383080074

Data, 30/03/2020

Il Responsabile della progettazione

(INGEGNERE MUSELLI EMANUELE)



1	30/03/2020	1 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

**INDICE**

<b>PROGETTO ANTINCENDI .....</b>	<b>1</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>2</b>
<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>Normativa di riferimento .....</b>	<b>3</b>
<b>Carico di Incendio specifico di Progetto .....</b>	<b>3</b>
Richieste di Prestazione .....	6
Livello I di prestazione .....	8
Livello II di prestazione .....	8
Livello III di prestazione .....	8
Livelli IV e V di prestazione .....	9
<b>COMPARTIMENTI .....</b>	<b>9</b>
COMPARTIMENTO: Impianto di sterilizzazione .....	9
Misure antincendio minime .....	10
Verifica .....	10
Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 1 .....	11
Elemento ORIZZONTALE: Solaio di copertura .....	11
Elemento PORTANTE: Portante 1 .....	11
Elemento PORTANTE: Portante 2 .....	12
COMPARTIMENTO: Ambiente 2 .....	13
Misure antincendio minime .....	13
<b>PREMESSA .....</b>	<b>14</b>
<b>Normativa di riferimento .....</b>	<b>14</b>
<b>Carico di Incendio specifico di Progetto .....</b>	<b>14</b>
Richieste di Prestazione .....	16
Livello I di prestazione .....	17
Livello II di prestazione .....	17
Livello III di prestazione .....	17
Livelli IV e V di prestazione .....	18
<b>COMPARTIMENTI .....</b>	<b>18</b>
COMPARTIMENTO: Deposito GPL .....	18
Misure di protezione .....	19

1	30/03/2020	2 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

## PREMESSA

Scopo della presente relazione è quello di determinare la resistenza al fuoco della struttura in funzione del carico incendio, ai sensi del D.M. 03/08/2015.

Per i compartimenti è presentato il calcolo del carico incendio tenendo conto dei materiali combustibili, con relativa quantità di stoccaggio, presenti o previsti al loro interno.

La verifica alla resistenza è quindi ottenuta confrontando i valori progettuali o di realizzazione degli elementi costitutivi di ciascuna compartimentazione con quelli previsti dalla normativa vigente, tenendo conto della Classe REI richiesta in base al carico incendio ottenuto.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

*Decreto del Ministero dell'Interno del 03 agosto 2015 recante "approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n.139".*

*Decreto del Ministero dell'Interno del 09 marzo 2007, recante i criteri per determinare le prestazioni di resistenza al fuoco che devono possedere le costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco, ad esclusione delle attività per le quali le prestazioni di resistenza al fuoco sono espressamente stabilite da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.*

*Decreto del Ministero dell'Interno del 16 febbraio 2007, recante classificazione di resistenza al fuoco di prodotti e delle opere da costruzione per i casi in cui è prescritta tale classificazione al fine di conformare le stesse opere e le loro parti al requisito essenziale «Sicurezza in caso di incendio» della direttiva 89/106/CE.*

*Lettera Circolare Prot. n. 1968 del 15/02/2008 - Pareti di muratura portanti resistenti al fuoco.*

## CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ) è determinato secondo la seguente relazione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (1)$$

dove:

$\delta_{q1}$  è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento e i cui valori sono definiti in Tabella 1;

Superficie in pianta lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$	Superficie in pianta lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$
A < 500	1,00	2500 ≤ A < 5000	1,60
500 ≤ A < 1000	1,20	5000 ≤ A < 10000	1,80
1000 ≤ A < 2500	1,40	A ≥ 10000	2,00

Tabella 1

$\delta_{q2}$  è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento

1	30/03/2020	3 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

<b>ING. EMANUELE MUSELLI</b> Via Tina Modotti, 15 Roma Tel 3383080074 E-mail: emanuele.msl@gmail.com	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<b>Doc</b> <b>N°018/20</b>
---	--------------------------	-------------------------------

ed i cui valori sono definiti in Tabella 2;

1	30/03/2020	4 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

<b>ING. EMANUELE MUSELLI</b> Via Tina Modotti, 15 Roma Tel 3383080074 E-mail: emanuele.msl@gmail.com	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<b>Doc</b> <b>N°018/20</b>
---	--------------------------	-------------------------------

Classi di rischio	Descrizione	$\delta_{q2}$
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	0,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20

Tabella 2

$\delta_n = \prod_i \delta_{ni}$  è il fattore che tiene conto delle differenti misure antincendio del compartimento e i cui valori sono definiti in Tabella 3;

Misura antincendio minima		$\delta_{ni}$	
Controllo dell'incendio di livello di prestazione III (Capitolo S.6)	reti idranti con protezione interna	$\delta_{n1}$	0,90
	reti idranti con protezione interna ed esterna	$\delta_{n2}$	0,80
Controllo dell'incendio di livello di prestazione IV (Capitolo S.6)	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna	$\delta_{n3}$	0,54
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna	$\delta_{n4}$	0,72
	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna ed esterna	$\delta_{n5}$	0,48
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna ed esterna	$\delta_{n6}$	0,64
Gestione della sicurezza antincendio di livello di prestazione II [1] (Capitolo S.5)		$\delta_{n7}$	0,90
Controllo di fumi e calore di livello di prestazione III (Capitolo S.8)		$\delta_{n8}$	0,90
Rivelazione ed allarme di livello di prestazione III (Capitolo S.7)		$\delta_{n9}$	0,85
Operatività antincendio di livello di prestazione IV (Capitolo S.9)		$\delta_{n10}$	0,81
[1] Gli addetti antincendio devono garantire la presenza continuativa durante le 24 ore.			

Tabella 3

1	30/03/2020	5 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

$q_f$  è il valore nominale del carico d'incendio specifico da determinarsi secondo la formula:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (2)$$

dove:

$g_i$  massa dell'i-esimo materiale combustibile [kg];

$H_i$  potere calorifico inferiore dell'i-esimo materiale combustibile [MJ/kg],

i valori di  $H_i$  dei materiali combustibili possono essere determinati per via sperimentale in accordo con UNI EN ISO 1716:2002, dedotti dal prospetto E3 della norma UNI EN 1991-1-2, ovvero essere mutuati dalla letteratura tecnica;

$m_i$  fattore di partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a 0,80 per il legno e altri materiali di natura cellulosica e 1,00 per tutti gli altri materiali combustibili;

$\psi_i$  fattore di limitazione della partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a:

0 per i materiali contenuti in contenitori appositamente progettati per resistere al fuoco (es. armadi resistenti al fuoco per liquidi infiammabili,...);

0,85 per i materiali contenuti in contenitori non combustibili, che conservino la loro integrità durante l'esposizione all'incendio e non appositamente progettati per resistere al fuoco (es. fusti, contenitori o armadi metallici,...);

1 in tutti gli altri casi (es barattoli di vetro, bombolette spray);

$A$  superficie lorda del piano del compartimento [ $\text{m}^2$ ].

Qualora, in alternativa alla formula suddetta, si pervenga alla determinazione di  $q_f$  attraverso una valutazione statistica del carico di incendio per la specifica attività, si deve far riferimento a valori con probabilità di superamento inferiore al 20%.

Lo spazio di riferimento generalmente coincide con il compartimento antincendio considerato e il carico di incendio specifico è quindi riferito alla superficie in pianta lorda del compartimento stesso, nell'ipotesi di una distribuzione sufficientemente uniforme del carico di incendio. In caso contrario il valore nominale  $q_f$  del carico d'incendio specifico è calcolato anche con riferimento all'effettiva distribuzione dello stesso.

## Richieste di Prestazione

Le prestazioni da richiedere ad una costruzione, in funzione degli obiettivi di sicurezza, sono individuate nei seguenti livelli:

Livello I: Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile.

Livello II: Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.

Livello III: Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza.

Livello IV: Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.

Livello V: Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

I livelli di prestazione comportano l'adozione di differenti classi di resistenza al fuoco secondo quanto stabilito ai punti successivi.

Le classi di resistenza al fuoco sono le seguenti: 15; 20; 30; 45; 60; 90; 120; 180; 240; 360. Esse sono di

1	30/03/2020	6 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

volta in volta precedute dai simboli indicanti i requisiti che devono essere garantiti, per l'intervallo di tempo descritto, dagli elementi costruttivi portanti e/o separanti che compongono la costruzione. Tali requisiti, individuati sulla base di una valutazione del rischio d'incendio, sono rappresentati con i simboli elencati nelle decisioni della Commissione dell'Unione Europea 2000/367/CE del 3 maggio 2000 e 2003/629/CE del 27 agosto 2003.

1	30/03/2020	7 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

Livello I di prestazione

Il livello I di prestazione non è ammesso per le costruzioni che ricadono nel campo di applicazione del decreto.

Livello II di prestazione

Il livello II di prestazione può ritenersi adeguato per costruzioni fino a due piani fuori terra ed un piano interrato, isolate - eventualmente adiacenti ad altre purché strutturalmente e funzionalmente separate - destinate ad un'unica attività non aperta al pubblico e ai relativi impianti tecnologici di servizio e depositi, ove si verificano tutte le seguenti ulteriori condizioni:

- le dimensioni della costruzione siano tali da garantire l'esodo in sicurezza degli occupanti;
- gli eventuali crolli totali o parziali della costruzione non arrechino danni ad altre costruzioni;
- gli eventuali crolli totali o parziali della costruzione non compromettano l'efficacia degli elementi di compartimentazione e di impianti di protezione attiva che proteggono altre costruzioni;
- il massimo affollamento complessivo della costruzione non superi 100 persone e la densità di affollamento media non sia superiore a 0,2 pers/m<sup>2</sup>;
- la costruzione non sia adibita ad attività che prevedono posti letto;
- la costruzione non sia adibita ad attività specificamente destinate a malati, anziani, bambini o a persone con ridotte o impedito capacità motorie, sensoriali o cognitive.

Le classi di resistenza al fuoco necessarie per garantire il livello II di prestazione sono le seguenti, indipendentemente dal valore assunto dal carico di incendio specifico di progetto:

**30** per costruzioni ad un piano fuori terra, senza interrati

**60** per costruzioni fino a due piani fuori terra e un piano interrato

Sono consentite classi inferiori a quelle precedentemente indicate se compatibili con il livello III di prestazione.

Livello III di prestazione

Il livello III di prestazione può ritenersi adeguato per tutte le costruzioni rientranti nel campo di applicazione del decreto fatte salve quelle per le quali sono richiesti i livelli IV o V.

Le classi di resistenza al fuoco necessarie per garantire il livello III sono indicate nella tabella 4, in funzione del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ) definito con la (1).

Carichi d'incendio specifici di progetto ( $q_{f,d}$ )	Classe minima di resistenza al fuoco
$q_{f,d} \leq 200 \text{ MJ/m}^2$	nessun requisito
$q_{f,d} \leq 300 \text{ MJ/m}^2$	15
$q_{f,d} \leq 450 \text{ MJ/m}^2$	30
$q_{f,d} \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	45
$q_{f,d} \leq 900 \text{ MJ/m}^2$	60
$q_{f,d} \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	90
$q_{f,d} \leq 1800 \text{ MJ/m}^2$	120

1	30/03/2020	8 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato



$q_{f,d} \leq 2400 \text{ MJ/m}^2$	180
$q_{f,d} > 2400 \text{ MJ/m}^2$	240

Livelli IV e V di prestazione

I livelli IV o V possono essere oggetto di specifiche richieste del committente o essere previsti dai capitolati tecnici di progetto. I livelli IV o V di prestazione possono altresì essere richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Per i livelli IV e V resta valido quanto indicato nel decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 14 settembre 2005 e successive modifiche ed integrazioni.

**COMPARTIMENTI**

Di seguito è riportato l'elenco dei compartimenti oggetto della relazione con relativa superficie (Area), livello di prestazione richiesto (L) e classe di resistenza determinata.

Compartimento	Area [m <sup>2</sup> ]	L	Classe
Impianto di sterilizzazione	704	Livello II	30
Ambiente 2	704	Livello III	0

Si riportano successivamente il calcolo e le verifiche in dettaglio di ciascun compartimento individuato.

**COMPARTIMENTO: Impianto di sterilizzazione**

Nella tabella sottostante sono riportati i materiali combustibili presenti all'interno del compartimento, con le relative quantità, poteri calorifici e calore sviluppabile.

Materiale	m	Ψ	Qnt	H	Calore totale [MJ]	Fr. 80%
Polietilene	1.00	1.00	5 000.00 kg	40.00 MJ/kg	200000.00	-

Il compartimento ha una superficie di 704.00 m<sup>2</sup>.

La sua classe di rischio è classe II per area a moderato rischio d'incendio .

Non sono presenti strutture né superfici in legno.

Il calore complessivamente sviluppabile è pari a **200 000.00 MJ**.

Il carico incendio specifico  $q_f$  determinato usando la (2) risulta pari a:

$$q_f = 284.09 \text{ MJ/m}^2.$$

Il fattore  $\delta_{q1}$  è pari a **1.20**.

Il fattore  $\delta_{q2}$  è pari a **1.00**.

1	30/03/2020	9 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

### Misure antincendio minime

---

Le misure antincendio minime adottate sono:

- controllo dell'incendio (S.6): Nessuna
- gestione sicurezza antincendio (S.5): Nessuna
- controllo fumi e calore (S.8): Nessuna
- rivelazione ed allarme (S.7): Nessuna
- operatività antincendio (S.9): Nessuna

Dalle suddette misure si ricava il valore per il fattore  $\delta_n$  è pari a **1.00**.

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ), applicando la (1), risulta:

$q_{f,d} = \mathbf{340.91 \text{ MJ/m}^2}$ .

La classe dell'ambiente risulta essere: **CLASSE = 30**.

### Verifica

1	30/03/2020	10 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 1

Descrizione: Pareti cls prefabbricato

Parametro	Valore
Tipo parete	Murature in blocchi di calcestruzzo normale
Tipo Blocco	Pieno
Presenza intonaco	Presente su entrambi i lati
Tipo intonaco	Normale
Spessore parete	300 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **240**. L'altezza della parete fra i due solai o la distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai sarà non superiore a 4 m. Lo spessore dell'elemento è da considerarsi ad esclusione dell'intonaco. Per questa tipologia l'intonaco sarà di almeno 10 mm su ciascun lato della struttura.

Elemento ORIZZONTALE: Solaio di copertura

Descrizione:

Parametro	Valore
Tipologia elementi	Solai a lastra con alleggerimento
Spessore totale Solaio (H)	300 mm
Tipo armatura	Lenta
Distanza dall'asse delle armature (a)	100 mm
Presenza intonaco	Si, intonaco normale
Tipo Intonaco	Normale
Spessore intonaco	20 mm
Spessore strato materiale isolante (h)	300 mm
Spessore strato c.a. (d)	40 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **240** e il requisito R per la classe **240**. Si è tenuto conto in (H) della presenza di intonaco normale considerando lo spessore dell'intonaco come 20 mm di calcestruzzo. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento.

Elemento PORTANTE: Portante 1

Descrizione:

Parametro	Valore
Tipo struttura	Trave in cemento armato
Larghezza della sezione (b)	500 mm

1	30/03/2020	11 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

Distanza dall'asse (a)	600 mm
Larghezza d'anima (bw)	500 mm
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Normale
Spessore intonaco	20 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura portante ha un R pari a **240**. Il valore di (a) non sarà inferiore ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. Si è tenuto conto in (a) e (b) della presenza di intonaco normale considerando lo spessore dell'intonaco come 20 mm di calcestruzzo. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento.

## Elemento PORTANTE: Portante 2

Descrizione:

Parametro	Valore
Tipo struttura	Pilastro in cemento armato
Tipo sezione	Rettangolare
Lato piccolo (B)	500 mm
Distanza dall'asse (a)	250 mm
Esposizione al fuoco	Su più lati
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Normale
Spessore intonaco	20 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura portante ha un R pari a **180**. Il valore di (a) non sarà inferiore ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. Si è tenuto conto in (a) della presenza di intonaco normale considerando lo spessore dell'intonaco come 20 mm di calcestruzzo. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento. Il pilastro, posizionato in un piano intermedio, avrà una lunghezza effettiva (da nodo a nodo) di 0.00 m.

L'area complessiva di armatura (As) sarà minore o uguale a 0,04 volte l'area efficace della sezione trasversale del pilastro (Ac).

1	30/03/2020	12 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

**COMPARTIMENTO: Ambiente 2**

Nella tabella sottostante sono riportati i materiali combustibili presenti all'interno del compartimento, con le relative quantità, poteri calorifici e calore sviluppabile.

Materiale	m	$\Psi$	Qnt	H	Calore totale [MJ]	Fr. 80%
Plastica, trattamento della	1.00	1.00	140.00 m <sup>2</sup>	600.00 MJ/m <sup>2</sup>	84000.00	1.75

Il compartimento ha una superficie di 704.00 m<sup>2</sup>.

La sua classe di rischio è classe I per area a basso rischio d'incendio .

Non sono presenti strutture né superfici in legno.

Il calore complessivamente sviluppabile è pari a **147 000.00 MJ**.

Il carico incendio specifico  $q_f$  determinato usando la (2) risulta pari a:

$$q_f = \mathbf{208.81 \text{ MJ/m}^2}.$$

Il fattore  $\delta_{q1}$  è pari a **1.20**.

Il fattore  $\delta_{q2}$  è pari a **0.80**.

Misure antincendio minime

Le misure antincendio minime adottate sono:

- controllo dell'incendio (S.6): Nessuna
- gestione sicurezza antincendio (S.5): Nessuna
- controllo fumi e calore (S.8): Nessuna
- rivelazione ed allarme (S.7): Nessuna
- operatività antincendio (S.9): Operatività antincendio soluzione conforme per livello IV

Dalle suddette misure si ricava il valore per il fattore  $\delta_n$  è pari a **0.81**.

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ), applicando la (1), risulta:

$$q_{f,d} = \mathbf{162.37 \text{ MJ/m}^2}.$$

La classe dell'ambiente risulta essere: CLASSE = **0**.

1	30/03/2020	13 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

## PREMESSA

Scopo della presente relazione è quello di determinare la resistenza al fuoco della struttura in funzione del carico incendio, ai sensi del D.M. 09/03/2007.

Per i compartimenti è presentato il calcolo del carico incendio tenendo conto dei materiali combustibili, con relativa quantità di stoccaggio, presenti o previsti al loro interno.

La verifica alla resistenza è quindi ottenuta confrontando i valori progettuali o di realizzazione degli elementi costitutivi di ciascuna compartimentazione con quelli previsti dalla normativa vigente, tenendo conto della Classe REI richiesta in base al carico incendio ottenuto.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

*Decreto del Ministero dell'Interno del 09 marzo 2007, recante i criteri per determinare le prestazioni di resistenza al fuoco che devono possedere le costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco, ad esclusione delle attività per le quali le prestazioni di resistenza al fuoco sono espressamente stabilite da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.*

*Decreto del Ministero dell'Interno del 16 febbraio 2007, recante classificazione di resistenza al fuoco di prodotti e delle opere da costruzione per i casi in cui è prescritta tale classificazione al fine di conformare le stesse opere e le loro parti al requisito essenziale «Sicurezza in caso di incendio» della direttiva 89/106/CE.*

*Lettera Circolare Prot. n. 1968 del 15/02/2008 - Pareti di muratura portanti resistenti al fuoco.*

## CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ) è determinato secondo la seguente relazione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (1)$$

dove:

$\delta_{q1}$  è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento e i cui valori sono definiti in Tabella 1;

Superficie in pianta lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$	Superficie in pianta lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$
$A < 500$	1,00	$2500 \leq A < 5000$	1,60
$500 \leq A < 1000$	1,20	$5000 \leq A < 10000$	1,80
$1000 \leq A < 2500$	1,40	$A \geq 10000$	2,00

Tabella 1

1	30/03/2020	14 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

<b>ING. EMANUELE MUSELLI</b> Via Tina Modotti, 15 Roma Tel 3383080074 E-mail: emanuele.msl@gmail.com	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<b>Doc</b> <b>N°018/20</b>
---	--------------------------	-------------------------------

$\delta_{q2}$  è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento ed i cui valori sono definiti in Tabella 2;

Classi di rischio	Descrizione	$\delta_{q2}$
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	0,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20

Tabella 2

$\delta_n = \prod_i \delta_{ni}$  è il fattore che tiene conto delle differenti misure di protezione e i cui valori sono definiti in Tabella 3;

$\delta_{ni}$ , Funzione delle misure di protezione								
Sistemi automatici di estinzione		Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore	Sistemi automatici di rilevazione, segnalazione e allarme di incendio	Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio <sup>1</sup>	Rete idrica antincendio		Percorsi protetti di accesso	Accessibilità ai mezzi di soccorso VVF
ad acqua	altro				interna	interna e esterna		
$\delta_{n1}$	$\delta_{n2}$	$\delta_{n3}$	$\delta_{n4}$	$\delta_{n5}$	$\delta_{n6}$	$\delta_{n7}$	$\delta_{n8}$	$\delta_{n9}$
0,60	0,80	0,90	0,85	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90

Tabella 3

$q_f$  è il valore nominale del carico d'incendio specifico da determinarsi secondo la formula:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (2)$$

<sup>1</sup> Gli addetti devono aver conseguito l'attestato di idoneità tecnica di cui all'art. 3 della legge 28 novembre 1996, n. 609, a seguito del corso di formazione di tipo C di cui all'allegato IX del decreto ministeriale 10 marzo 1998.

1	30/03/2020	15 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

dove:

$g_i$  massa dell' $i$ -esimo materiale combustibile [kg];

$H_i$  potere calorifico inferiore dell' $i$ -esimo materiale combustibile; i valori di  $H_i$  dei materiali combustibili possono essere determinati per via sperimentale in accordo con UNI EN ISO 1716, dedotti dal prospetto E3 della norma UNI EN 1991-1-2, oppure essere mutuati dalla letteratura tecnica [MJ/kg]

$m_i$  fattore di partecipazione alla combustione dell' $i$ -esimo materiale combustibile pari a 0,80 per il legno e altri materiali di natura cellulosica e 1,00 per tutti gli altri materiali combustibili;

$\psi_i$  fattore di limitazione della partecipazione alla combustione dell' $i$ -esimo materiale combustibile pari a:

0 per i materiali contenuti in contenitori appositamente progettati per resistere al fuoco per un tempo congruente con la classe di resistenza al fuoco e comunque classe minima almeno EI 15 (e. armadi resistenti al fuoco per liquidi infiammabili, ...);

0,85 per i materiali contenuti in contenitori non combustibili, che conservino la loro integrità durante l'esposizione all'incendio e non appositamente progettati per resistere al fuoco (es. fusti, contenitori o armadi metallici, ...);

1 in tutti gli altri casi (es. barattoli di vetro, bombolette spray, ...);

**A** superficie lorda del piano del compartimento o, nel caso degli incendi localizzati, superficie lorda effettiva di distribuzione del carico di incendio[m<sup>2</sup>].

Qualora, in alternativa alla formula suddetta, si pervenga alla determinazione di  $q_f$  attraverso una valutazione statistica del carico di incendio per la specifica attività, si deve far riferimento a valori con probabilità di superamento inferiore al 20%.

Fatto salvo quanto indicato al comma 6 del paragrafo S.2.5, lo spazio di riferimento generalmente coincide con il compartimento antincendio considerato e il carico di incendio specifico è quindi riferito alla superficie lorda del piano del compartimento stesso, nell'ipotesi di una distribuzione sufficientemente uniforme del carico di incendio. In caso contrario il valore nominale  $q_f$  del carico d'incendio specifico è calcolato anche con riferimento all'effettiva distribuzione dello stesso.

## Richieste di Prestazione

Le prestazioni da richiedere ad una costruzione, in funzione degli obiettivi di sicurezza, sono individuate nei seguenti livelli:

Livello I: Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile.

Livello II: Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.

Livello III: Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza.

Livello IV: Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.

Livello V: Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

I livelli di prestazione comportano l'adozione di differenti classi di resistenza al fuoco secondo quanto stabilito ai punti successivi.

Le classi di resistenza al fuoco sono le seguenti: 15; 20; 30; 45; 60; 90; 120; 180; 240; 360. Esse sono di

1	30/03/2020	16 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato



volta in volta precedute dai simboli indicanti i requisiti che devono essere garantiti, per l'intervallo di tempo descritto, dagli elementi costruttivi portanti e/o separanti che compongono la costruzione. Tali requisiti, individuati sulla base di una valutazione del rischio d'incendio, sono rappresentati con i simboli elencati nelle decisioni della Commissione dell'Unione Europea 2000/367/CE del 3 maggio 2000 e 2003/629/CE del 27 agosto 2003.

### Livello I di prestazione

Il livello I di prestazione non è ammesso per le costruzioni che ricadono nel campo di applicazione del decreto.

### Livello II di prestazione

Il livello II di prestazione può ritenersi adeguato per costruzioni fino a due piani fuori terra ed un piano interrato, isolate - eventualmente adiacenti ad altre purché strutturalmente e funzionalmente separate - destinate ad un'unica attività non aperta al pubblico e ai relativi impianti tecnologici di servizio e depositi, ove si verificano tutte le seguenti ulteriori condizioni:

- le dimensioni della costruzione siano tali da garantire l'esodo in sicurezza degli occupanti;
- gli eventuali crolli totali o parziali della costruzione non arrechino danni ad altre costruzioni;
- gli eventuali crolli totali o parziali della costruzione non compromettano l'efficacia degli elementi di compartimentazione e di impianti di protezione attiva che proteggono altre costruzioni;
- il massimo affollamento complessivo della costruzione non superi 100 persone e la densità di affollamento media non sia superiore a 0,2 pers/m<sup>2</sup>;
- la costruzione non sia adibita ad attività che prevedono posti letto;
- la costruzione non sia adibita ad attività specificamente destinate a malati, anziani, bambini o a persone con ridotte o impedito capacità motorie, sensoriali o cognitive.

Le classi di resistenza al fuoco necessarie per garantire il livello II di prestazione sono le seguenti, indipendentemente dal valore assunto dal carico di incendio specifico di progetto:

**30** per costruzioni ad un piano fuori terra, senza interrati

**60** per costruzioni fino a due piani fuori terra e un piano interrato

Sono consentite classi inferiori a quelle precedentemente indicate se compatibili con il livello III di prestazione.

### Livello III di prestazione

Il livello III di prestazione può ritenersi adeguato per tutte le costruzioni rientranti nel campo di applicazione del decreto fatte salve quelle per le quali sono richiesti i livelli IV o V.

Le classi di resistenza al fuoco necessarie per garantire il livello III sono indicate nella tabella 4, in funzione del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ) definito con la (1).

Carichi d'incendio specifici di progetto ( $q_{f,d}$ )	Classe
Non superiore a <b>100 MJ/m<sup>2</sup></b>	0
Non superiore a <b>200 MJ/m<sup>2</sup></b>	15
Non superiore a <b>300 MJ/m<sup>2</sup></b>	20
Non superiore a <b>450 MJ/m<sup>2</sup></b>	30

1	30/03/2020	17 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

Non superiore a <b>600</b> MJ/m <sup>2</sup>	45
Non superiore a <b>900</b> MJ/m <sup>2</sup>	60
Non superiore a <b>1200</b> MJ/m <sup>2</sup>	90
Non superiore a <b>1800</b> MJ/m <sup>2</sup>	120
Non superiore a <b>2400</b> MJ/m <sup>2</sup>	180
Superiore a <b>2400</b> MJ/m <sup>2</sup>	240

### Livelli IV e V di prestazione

I livelli IV o V possono essere oggetto di specifiche richieste del committente o essere previsti dai capitolati tecnici di progetto. I livelli IV o V di prestazione possono altresì essere richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Per i livelli IV e V resta valido quanto indicato nel decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 14 settembre 2005 e successive modifiche ed integrazioni.

## COMPARTIMENTI

Di seguito è riportato l'elenco dei compartimenti oggetto della relazione con relativa superficie (Area), livello di prestazione richiesto (L) e classe di resistenza determinata.

Compartimento	Area [m <sup>2</sup> ]	L	Classe
Deposito GPL	30	Livello III	240

Si riportano successivamente il calcolo e le verifiche in dettaglio di ciascun compartimento individuato.

### COMPARTIMENTO: Deposito GPL

Nella tabella sottostante sono riportati i materiali combustibili presenti all'interno del compartimento, con le relative quantità, poteri calorifici e calore sviluppabile.

Materiale	m	Ψ	Qnt	H	Calore totale [MJ]	Fr. 80%
Propano	1.00	1.00	9 000.00 kg	50.00 MJ/kg	450000.00	-

Il compartimento ha una superficie di 30.00 m<sup>2</sup>.

Serbatoio interrato

Il calore complessivamente sviluppabile è pari a 450 000.00 MJ.

1	30/03/2020	18 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato

Il carico incendio specifico  $q_f$  determinato usando la (2) risulta pari a:

$$q_f = 9000 \text{ MJ/m}^2.$$

Il fattore  $\delta_{q1}$  è pari a 1.00.

Il fattore  $\delta_{q2}$  è pari a 0.80.

### Misure di protezione

Le misure di protezione adottate sono:

Sistemi automatici di estinzione: Non presente [1.00]

Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore: Assente [1.00]

Sistemi automatici di rilevazione, segnalazione e allarme antincendio: Assente [1.00]

Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio: Presente [0.90]

Rete idrica antincendio: Non presente [1.00]

Percorsi protetti di accesso: Assente [1.00]

Accessibilità ai mezzi di soccorso VV.F.: Sì [0.90]

Pertanto il fattore  $\delta_n$  è pari a **0.81**.

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ), applicando la (1), risulta:

$$q_{f,d} = 5832 \text{ MJ/m}^2.$$

La classe dell'ambiente risulta essere: CLASSE = 240.



1	30/03/2020	19 di 19	Relazione Tecnica		Ing. E. Muselli
rev.	Data	Pag	Descrizione	Elaborato	Approvato