

PROGETTO ANTINCENDIO

AL COMANDO PROVINCIALE

dei VV.F. di LE - PUGLIA

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

OGGETTO: Locali adibiti a depositi di superficie lorda superiore a 1000 m² con quantitativi di merci e materiali combustibili superiori complessivamente a 5000 kg: Fino a 3000 m²: nuovo insediamento

ZONA INDUSTRIALE LOTTO 59, 73035 MIGGIANO (LE)

INTESTATARIO: FERSINI CLAUDIO (Codice fiscale: FRSCLD80M23Z112Y, qualifica: Amministratore Unico)

TECNICO: ANTONIO ERRICO

VIALE DE PIETRO 17, 73100 LECCE (LE)

Data, 21/08/2023

Il Responsabile della progettazione

Ing. (ANTONIO ERRICO)



INDICE

PROGETTO ANTINCENDIO	1
INDICE	2
PREMESSA.....	3
Normativa di riferimento	3
Carico di Incendio specifico di Progetto	3
Richieste di Prestazione	6
Livello I di prestazione.....	7
Livello II di prestazione	7
Livello III di prestazione	7
Livelli IV prestazione	8
Livelli V di prestazione	8
COMPARTIMENTI	9
COMPARTIMENTO: Deposito interno	9
Misure antincendio minime	10
Verifica.....	11
Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 1	11
Elemento ORIZZONTALE: Solaio 1.....	11
Elemento PORTANTE: Portante 1	11
Elemento PORTANTE: Portante 2	12
Elemento Parti o elementi non portanti: MURATURA	12
COMPARTIMENTO: Uffici	13
Misure antincendio minime	13
Verifica.....	15
Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 1	15
Elemento ORIZZONTALE: Solaio 1.....	15
Elemento PORTANTE: Portante 1	15
Elemento PORTANTE: Portante 2	16
Elemento Parti o elementi non portanti: Muratura	16

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 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.*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 3 Agosto 2015. "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 18 Ottobre 2019. "Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139»"*

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:

δ_{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 ²)	δ_{q1}	Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{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

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

Tabella 3

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

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

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;
- ψ_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, bombole spray);

A superficie lorda del piano del compartimento [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 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

Deve essere interposta distanza di separazione su spazio a cielo libero non inferiore alla massima altezza della costruzione verso altre opere da costruzione e verso il confine dell'area su cui sorge l'attività medesima.

Deve essere limitata la propagazione dell'incendio verso le altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima, adottando le soluzioni indicate al paragrafo S.3.4.1.

Non è richiesta all'opera da costruzione alcuna prestazione minima di capacità portante in condizioni di incendio, o di compartimentazione interna.

Livello II di prestazione

Deve essere interposta distanza di separazione su spazio a cielo libero come previsto per il livello di prestazione I.

Devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto come previsto al paragrafo S.2.5.

La classe minima di resistenza al fuoco deve essere pari almeno a 30 o inferiore, qualora consentita dal livello di prestazione III per il carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ del compartimento in esame.

Livello III di prestazione

Devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto come previsto al paragrafo S.2.5.

La classe minima di resistenza al fuoco è ricavata per compartimento in relazione al carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ come indicato in tabella S.2-3.

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

Livelli IV prestazione

Ai fini della verifica della capacità portante in condizioni di incendio si applicano le soluzioni conformi valide per il livello di prestazione III di cui al paragrafo S.2.4.3. Non possono essere impiegate le indicazioni dei paragrafi S.2.8.2 e S.2.8.3.

Ai fini del controllo del danneggiamento di tutti gli elementi di compartimentazione sia orizzontali che verticali ad esclusione delle chiusure dei varchi (es. porte, serrande, barriere passive, ...), appartenenti sia al compartimento di primo innesco che agli altri, vanno verificati i seguenti limiti di deformabilità nelle condizioni di carico termico e meccanico previste per le soluzioni conformi del livello di prestazione III:

- $\delta_{v,max}/L = 1/100$ rapporto tra massima inflessione $\delta_{v,max}$ e la luce L degli elementi caricati verticalmente come travi e solai ortotropi;
- $\delta_{v,max}/L = 1/100$ rapporto tra massima inflessione $\delta_{v,max}$ e la luce minima L degli elementi a piastra;
- $\delta_{h,max}/h = 1/100$ rapporto tra il massimo spostamento di interpiano $\delta_{h,max}$ e l'altezza di interpiano h .

I giunti tra gli elementi di compartimentazione, se presenti, devono essere in grado di assecondare i movimenti previsti in condizioni di incendio. A tale fine è possibile impiegare giunti lineari testati in base alla norma EN 1366-4, caratterizzati dalla percentuale di movimento (M%) idonea.

Ai fini della capacità di compartimentazione, gli elementi di chiusura dei vani di comunicazione fra compartimenti devono essere a tenuta di fumo (EIS200) e le pareti devono essere dotate di resistenza meccanica (M) aggiuntiva, per una classe determinata come per il livello di prestazione III.

Livelli V di prestazione

Ai fini della verifica della capacità portante in condizioni di incendio, della deformabilità (per il danneggiamento strutturale) e della compartimentazione si applicano le prescrizioni valide per il livello di prestazione IV.

Non si forniscono soluzioni conformi per la verifica degli impianti ritenuti significativi ai fini della funzionalità dell'opera.

Ai fini del controllo del danneggiamento di tutti gli elementi strutturali vanno verificati i limiti di deformabilità imposti dalle NTC per le verifiche agli stati limite di esercizio. Dette verifiche vanno condotte nelle condizioni di carico termico e meccanico previste per le soluzioni conformi del livello di prestazione III.

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	Sup. (m ²)	Sup. utile (m ²)	qf (MJ/m ²)	qf,d (MJ/m ²)	Livello	REI min.
Deposito interno	894.00	894.00	2 892.4	1 858.22	Livello III	180
Uffici	153.00	153.00	195.6	104.71	Livello III	0

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

COMPARTIMENTO: Deposito interno

Il compartimento ha una superficie complessiva di **894.00 m²**.

Il compartimento ha una superficie utile (A) pari a **894.00 m²**.

L'interno del compartimento è costituito da un'area (Deposito interno) di 894.00 m², di cui 894.00 m² utili per il calcolo ai fini del carico di incendio.

Il carico di incendio corrisponde pertanto con quello indicato per il compartimento stesso.

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

Materiale	Descrizione	m	Ψ	Qnt	H	Calore totale (MJ)	Fr. 80%
Cuoio		1.00	1.00	10 000.00 kg	20.00 MJ/kg	200000.00	-
Materiale di scarto, tessuti		1.00	1.00	250.00 m ³	850.00 MJ/m ³	212500.00	-
Vernici materie prime		1.00	1.00	100.00 m ³	2600.00 MJ/m ³	260000.00	-
Carta alla rinfusa		0.80	1.00	10 000.00 kg	17.00 MJ/kg	136000.00	-
Plastica		1.00	1.00	120.00 m ³	5900.00 MJ/m ³	708000.00	-
Legno, oggetti in		1.00	1.00	100.00 m ³	1300.00 MJ/m ³	130000.00	-
Vetro, trattamento del		1.00	1.00	350.00 m ²	200.00 MJ/m ²	70000.00	1.75
Gomma, pneumatici		1.00	1.00	20 000.00 kg	30.00 MJ/kg	600000.00	-
Lavorazione metalli generica		1.00	1.00	80.00 m ²	200.00 MJ/m ²	16000.00	1.75
Olio per condimenti, fabbrica di		1.00	1.00	5.00 m ²	1000.00 MJ/m ²	5000.00	1.75
Divano		1.00	1.00	50.00 cad.	837.00 MJ/cad.	41850.00	-
Scaffale in legno, per metro quadro di superficie frontale		1.00	1.00	200.00 m ²	418.00 MJ/m ²	83600.00	-
Sedia da cucina		1.00	1.00	100.00	59.00 MJ/cad.	5900.00	-

				cad.			
Tavolo da cucina con piedi di metallo		1.00	1.00	100.00 cad.	252.00 MJ/cad.	25200.00	-
Tappeto, per metro quadro		1.00	1.00	500.00 m ²	47.00 MJ/m ²	23500.00	-

Considerata dunque la struttura suddetta, si ottiene un calore complessivamente sviluppabile pari a **2 585 796.66 (MJ)** e da esso il carico incendio specifico q_f , determinato usando la (2), risulta pari a:

$$q_f = 2\,892.4 \text{ MJ/m}^2.$$

Il fattore δ_{q1} è pari a **1.20** mentre il fattore δ_{q2} è pari a **1.20**.

Non sono presenti strutture né superfici in legno.

La sua classe di rischio è classe III per area ad elevato rischio d'incendio .

Misure antincendio minime

Le misure di protezione adottate sono:

- Controllo dell'incendio (S.6): Rete idranti prot. interna + esterna
- Gestione sicurezza antincendio (S.5): Livello di prestazione minimo per G.S.A. pari a II, con squadra antincendio presente per 24h
- Controllo fumi e calore (S.8): Sistema controllo fumi e calore livello III
- Rivelazione ed allarme (S.7): Sistema rivelazione e allarme livello III
- Operatività antincendio (S.9): Operatività antincendio soluzione conforme per livello IV

Dalle suddette misure si ricava il valore per il fattore δ_n è pari a **0.45**.

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

$$q_{f,d} = 1\,858.22 \text{ MJ/m}^2.$$

La classe dell'ambiente risulta essere: CLASSE = 180.

Verifica

Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 1

Descrizione:

Parametro	Valore
Tipo parete	Murature in blocchi di laterizio
Percentuale foratura blocco	> 55%
Presenza intonaco	Presente sul lato esposto al fuoco
Tipo intonaco	Protettivo
Spessore parete	500 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 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco.

Elemento ORIZZONTALE: Solaio 1

Descrizione:

Parametro	Valore
Tipologia elementi	Solette piene con armatura monodirezionale o bidirezionale
Spessore totale Soletta (H)	1000 mm
Tipo armatura	Pre-tesa
Distanza dall'asse delle armature (a)	0 mm
Presenza intonaco	Si, intonaco protettivo antincendio
Tipo Intonaco	Protettivo
Spessore intonaco	40 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**. Nel calcolo si è aumentato il valore di (a) di 15 mm per tenere conto dell'armatura pre-tesa. Si è tenuto conto in (H) della presenza di intonaco protettivo antincendio considerando lo spessore dell'intonaco come 80 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)	1000 mm
Distanza dall'asse (a)	100 mm
Larghezza d'anima (bw)	200 mm
Tipo armatura	Pretesa
Intonaco	Protettivo antincendio
Spessore intonaco	50 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. Nel calcolo si è aumentato il valore di (a) di 15 mm per tenere conto dell'armatura Pre-Tesa. Si è tenuto conto in (a) e (b) della presenza di intonaco protettivo antincendio considerando lo spessore dell'intonaco come 100 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)	0 mm
Esposizione al fuoco	Su più lati
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Protettivo antincendio
Spessore intonaco	40 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 protettivo antincendio considerando lo spessore dell'intonaco come 80 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 all'ultimo piano, avrà una lunghezza effettiva (da nodo a nodo) di 4.50 m.

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

Elemento Parti o elementi non portanti: MURATURA

Descrizione:

In base ai dati forniti, l'elemento risulta di classe di resistenza al fuoco **-(i→o)**.

COMPARTIMENTO: Uffici

Il compartimento ha una superficie complessiva di **153.00 m²**.

Il compartimento ha una superficie utile (A) pari a **153.00 m²**.

L'interno del compartimento è costituito da un'area (uffici) di 153.00 m², di cui 153.00 m² utili per il calcolo ai fini del carico di incendio.

Il carico di incendio corrisponde pertanto con quello indicato per il compartimento stesso.

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

Materiale	Descrizione	m	Ψ	Qnt	H	Calore totale (MJ)	Fr. 80%
Scrivania grande a due serie di cassetti		1.00	1.00	5.00 cad.	2177.00 MJ/cad.	10885.00	-
Scaffale in legno, per metro quadro di superficie frontale		1.00	1.00	5.00 m ²	418.00 MJ/m ²	2090.00	-
Poltrona		1.00	1.00	10.00 cad.	335.00 MJ/cad.	3350.00	-
Carta in pacchi		0.80	1.00	1 000.00 kg	17.00 MJ/kg	13600.00	-

Considerata dunque la struttura suddetta, si ottiene un calore complessivamente sviluppabile pari a **29 925.27 (MJ)** e da esso il carico incendio specifico **q_f**, determinato usando la (2), risulta pari a:

$$q_f = 195.6 \text{ MJ/m}^2.$$

Il fattore δ_{q1} è pari a **1.00** mentre il fattore δ_{q2} è pari a **1.20**.

Sono presenti strutture e/o superfici in legno di tipo tenero laminato, con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$. La velocità di carbonizzazione è pari a 0.70 mm/min , mentre la densità è pari a 290.00 kg/m^3 . Il potere calorifico inferiore è invece di 18.42 MJ/kg e la superficie esposta in totale è di 0.00 m^2 .

La sua classe di rischio è classe III per area ad elevato rischio d'incendio.

Misure antincendio minime

Le misure di protezione adottate sono:

- Controllo dell'incendio (S.6): Rete idranti prot. interna + esterna
- Gestione sicurezza antincendio (S.5): Livello di prestazione minimo per G.S.A. pari a II, con squadra antincendio presente per 24h
- Controllo fumi e calore (S.8): Sistema controllo fumi e calore livello III
- Rivelazione ed allarme (S.7): Sistema rivelazione e allarme livello III
- Operatività antincendio (S.9): Operatività antincendio soluzione conforme per livello IV

Dalle suddette misure si ricava il valore per il fattore δ_n è pari a **0.45**.

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

$q_{f,d} = 104.71 \text{ MJ/m}^2$.

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

Verifica

Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 1

Descrizione:

Parametro	Valore
Tipo parete	Murature in blocchi di laterizio
Percentuale foratura blocco	< 55%
Presenza intonaco	Presente su entrambi i lati
Tipo intonaco	Normale
Spessore parete	400 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 1

Descrizione:

Parametro	Valore
Tipologia elementi	Solette piene con armatura monodirezionale o bidirezionale
Spessore totale Soletta (H)	500 mm
Tipo armatura	Lenta
Distanza dall'asse delle armature (a)	0 mm
Presenza intonaco	Si, intonaco protettivo antincendio
Tipo Intonaco	Protettivo
Spessore intonaco	40 mm
Spessore strato materiale isolante (h)	100 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 protettivo antincendio considerando lo spessore dell'intonaco come 80 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)	1000 mm
Distanza dall'asse (a)	0 mm
Larghezza d'anima (bw)	1000 mm
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Protettivo antincendio
Spessore intonaco	40 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 protettivo antincendio considerando lo spessore dell'intonaco come 80 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)	0 mm
Esposizione al fuoco	Su un lato
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Protettivo antincendio
Spessore intonaco	400 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) della presenza di intonaco protettivo antincendio considerando lo spessore dell'intonaco come 800 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 all'ultimo piano, avrà una lunghezza effettiva (da nodo a nodo) di 3.00 m.

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

Elemento Parti o elementi non portanti: Muratura

Descrizione:

In base ai dati forniti, l'elemento risulta di classe di resistenza al fuoco **E120-(i→o)**.