

DM 3 agosto 2015

Strategia antincendio: Esodo

Emanuele Gissi, PhD
Direttore, vice dirigente
Comando Vigili del fuoco di Genova
emanuele.gissi@vigilfuoco.it



Agenda

- Perché nuovo esodo?
- Come funziona il nuovo esodo?

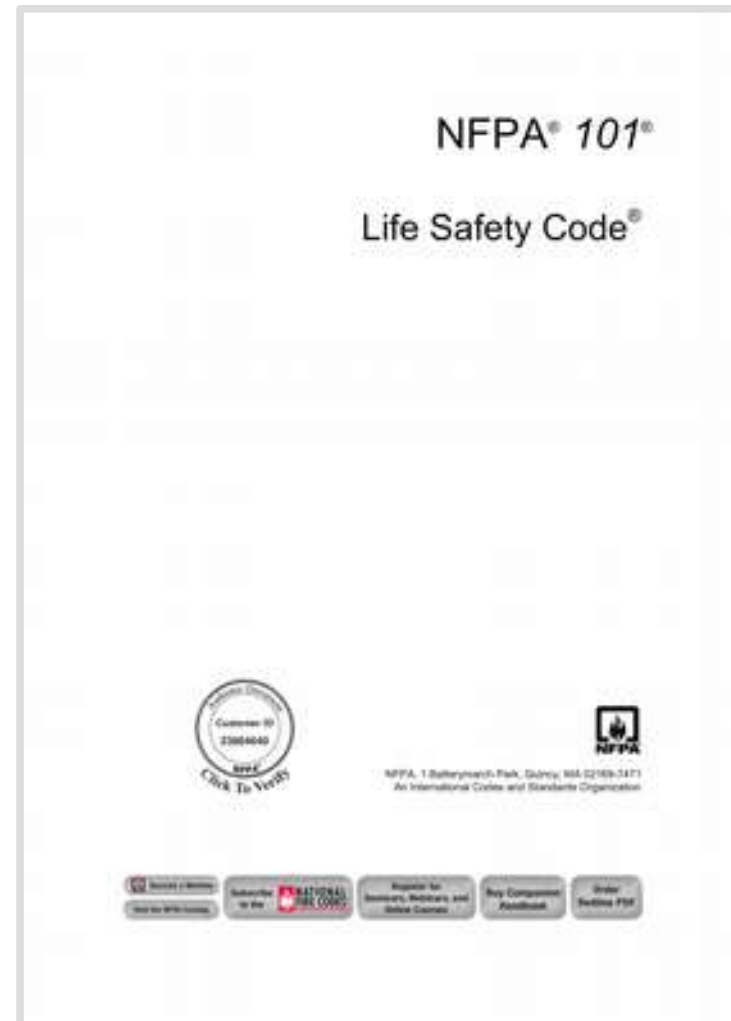


perché **nuovo** esodo?

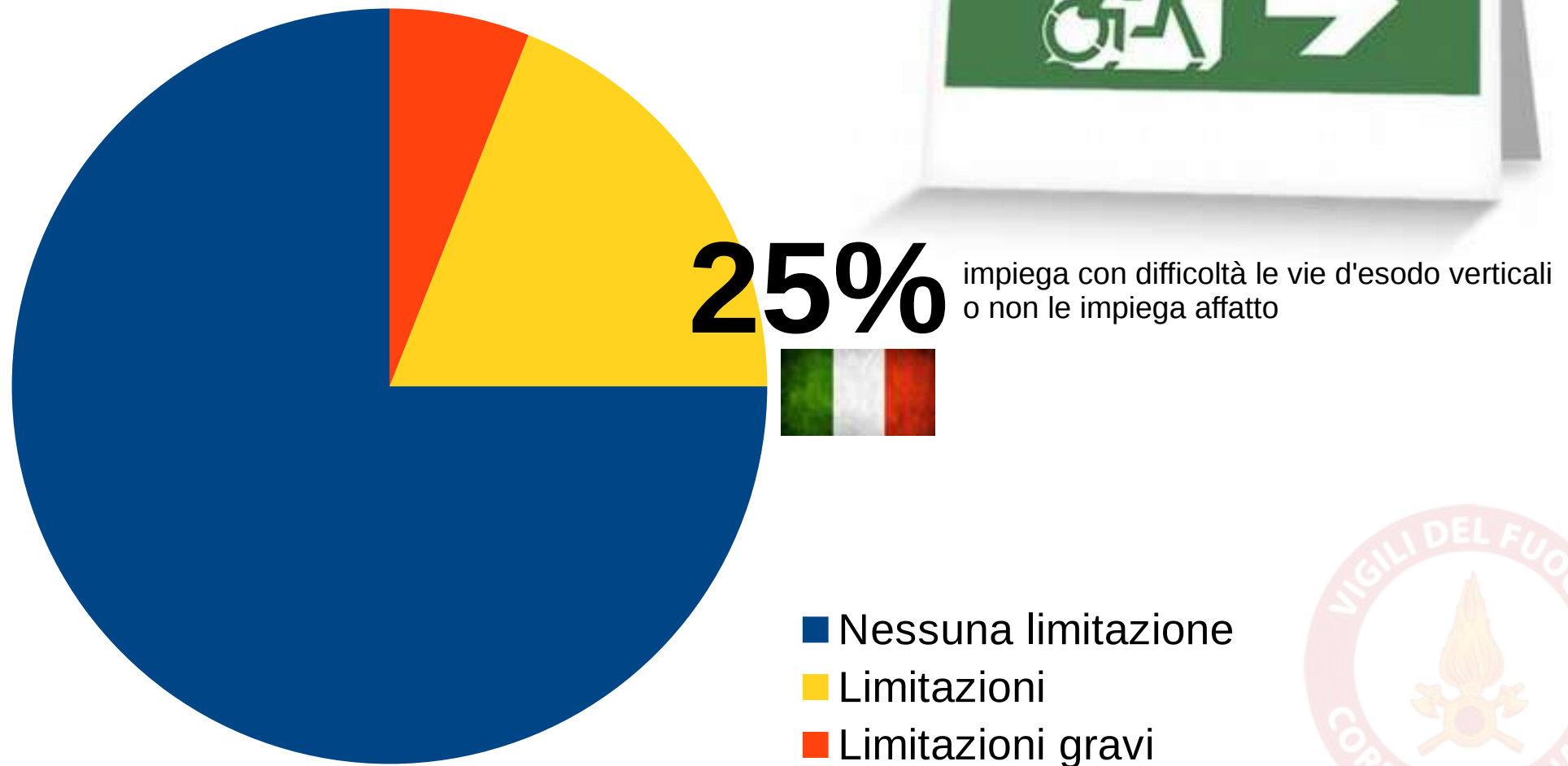


Nel resto del mondo...

- **1970-71** per la ricerca:
Il flusso degli occupanti nelle vie d'esodo non dipende in modo discontinuo dal numero dei moduli di uscita [PAU05]
→ Superamento del **modello a corsie** del 1905
- **1986** US NFPA 101
"Life safety code":
abbandona la unit-width (modulo) in favore della larghezza unitaria
- **1986** → **oggi** Altri paesi...



La popolazione in Italia...

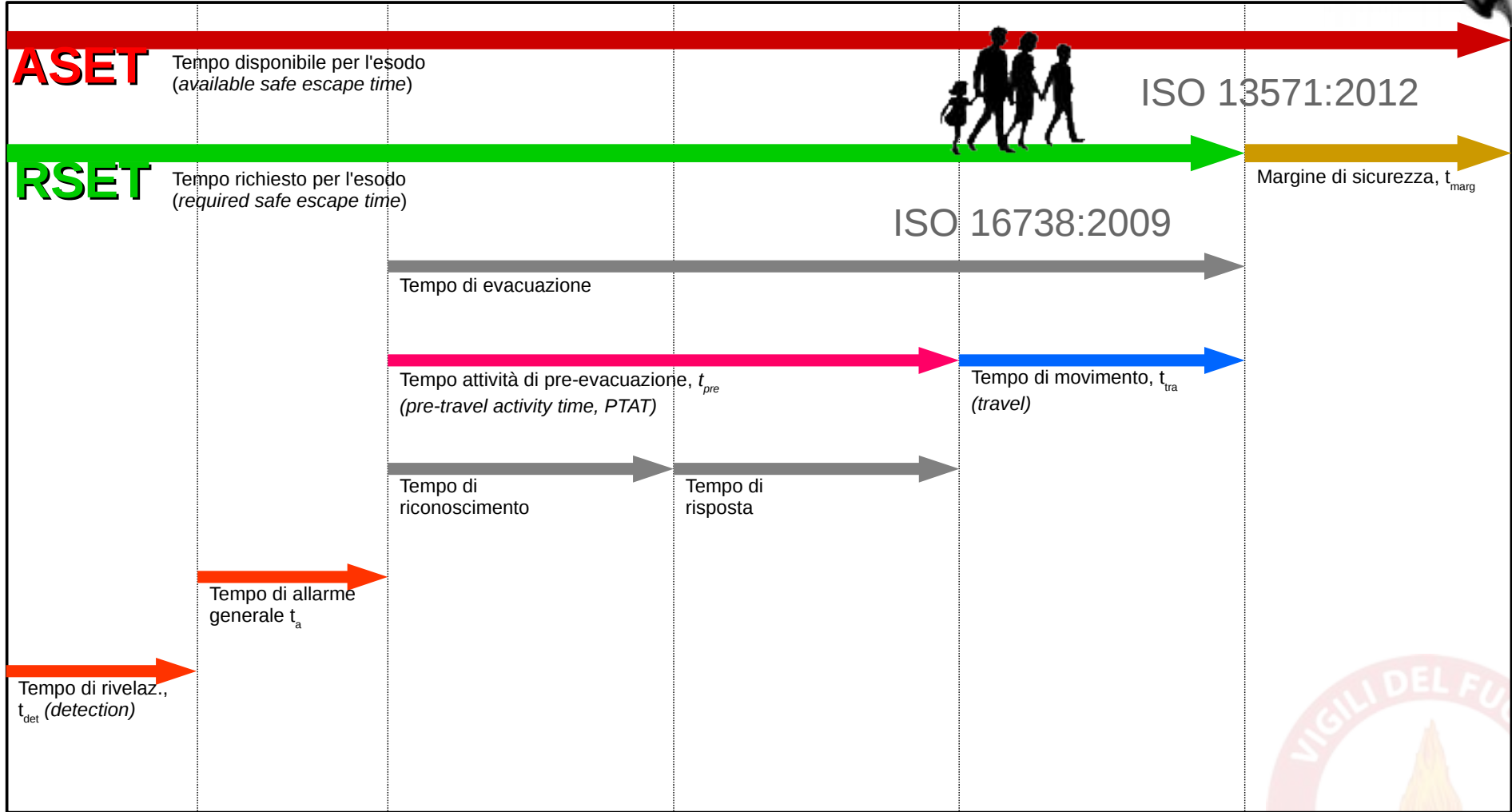


“Report: inclusione sociale delle persone con limitazioni funzionali, invalidità o cronicità gravi”,
Ministero del lavoro ed ISTAT, 21 luglio 2015



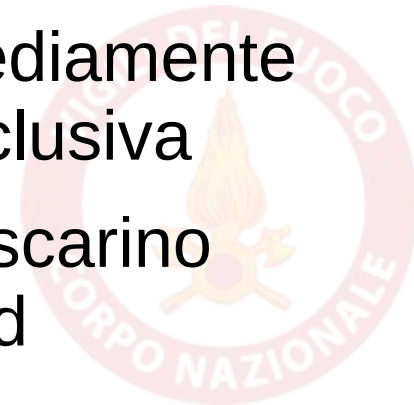
Stato dell'arte

ASET > RSET



In sintesi, oggi...

- Il modello tradizionale italiano per l'esodo appare **obsoleto**:
 - ▶ Le regole tecniche impiegano il **modello a corsie del 1905**, considerato superato dal 1970.
 - ▶ Non si considera il fenomeno della **riduzione della larghezza efficace** delle vie d'esodo (1971).
 - ▶ Impiego di **regole empiriche** (es. $t_{tra,1} = 1'$) → **Inaccettabile**, oggi metodi quantitativi (ASET>RSET)
 - ▶ Dimensionamento basato su popolazione mediamente abile → **Inaccettabile**, oggi progettazione inclusiva
 - ▶ **Drift normativo** rispetto alla soluzione di Cascarino (1986) → **Inaccettabile**, oggi evidence-based



DM 3 agosto 2015
Rinnovare la tradizione!



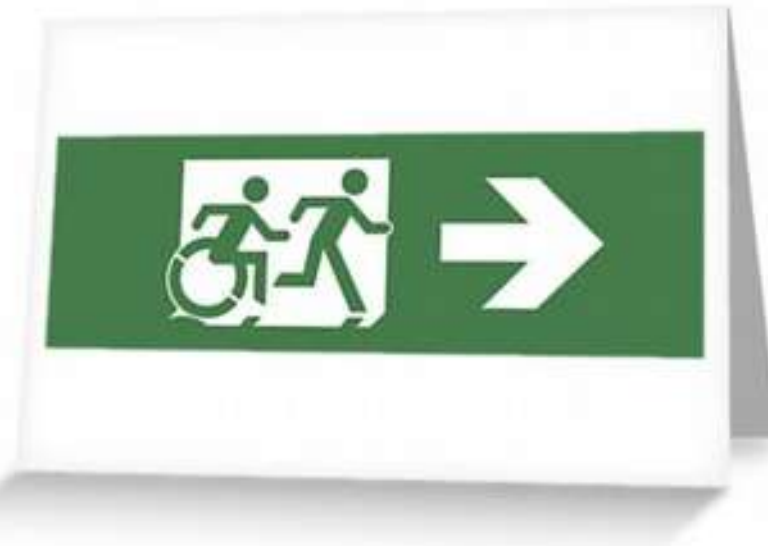
Come funziona il nuovo esodo?



Finalità del sistema d'esodo



Sicurezza, il codice è uno strumento non il fine!



Assicurare che gli **occupanti** dell'attività possano **raggiungere** o **permanere** in un **luogo sicuro**, a **prescindere** dall'intervento dei Vigili del fuoco.



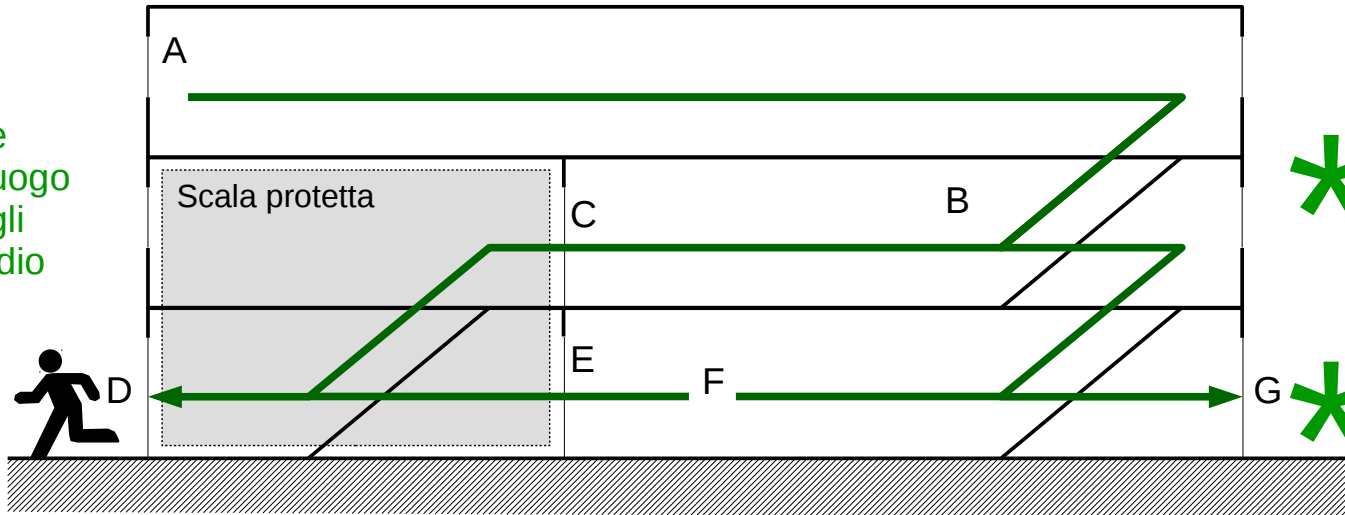
Nuove definizioni



Le vie d'esodo **iniziano** sempre dove si trovano gli occupanti



Luogo sicuro è pubblica via o luogo non soggetto agli effetti dell'incendio in ogni caso collegato alla pubblica via.



Corridoio cieco fino a biforcazione vie d'esodo



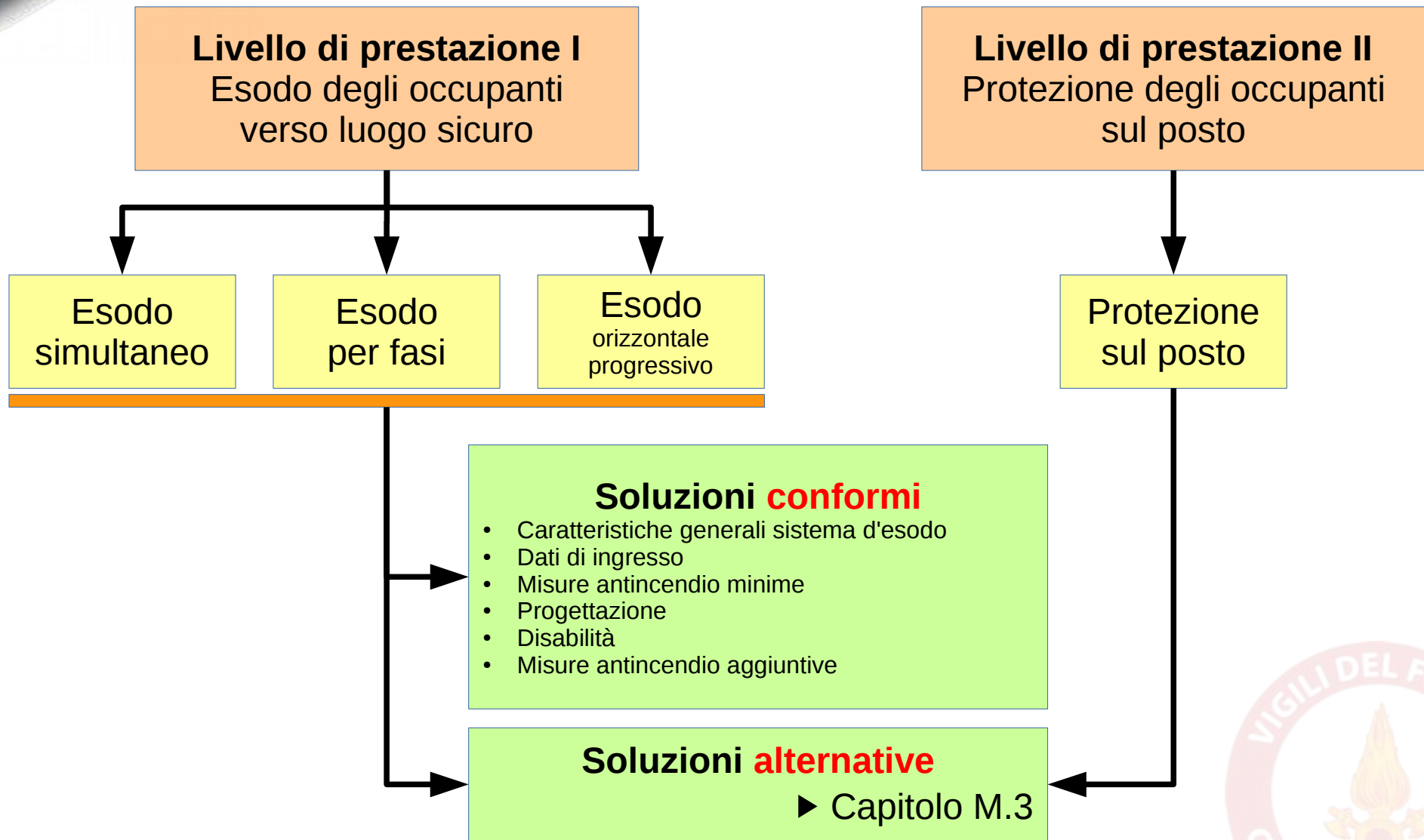
Lunghezza d'esodo rispetto a luogo sicuro temporaneo



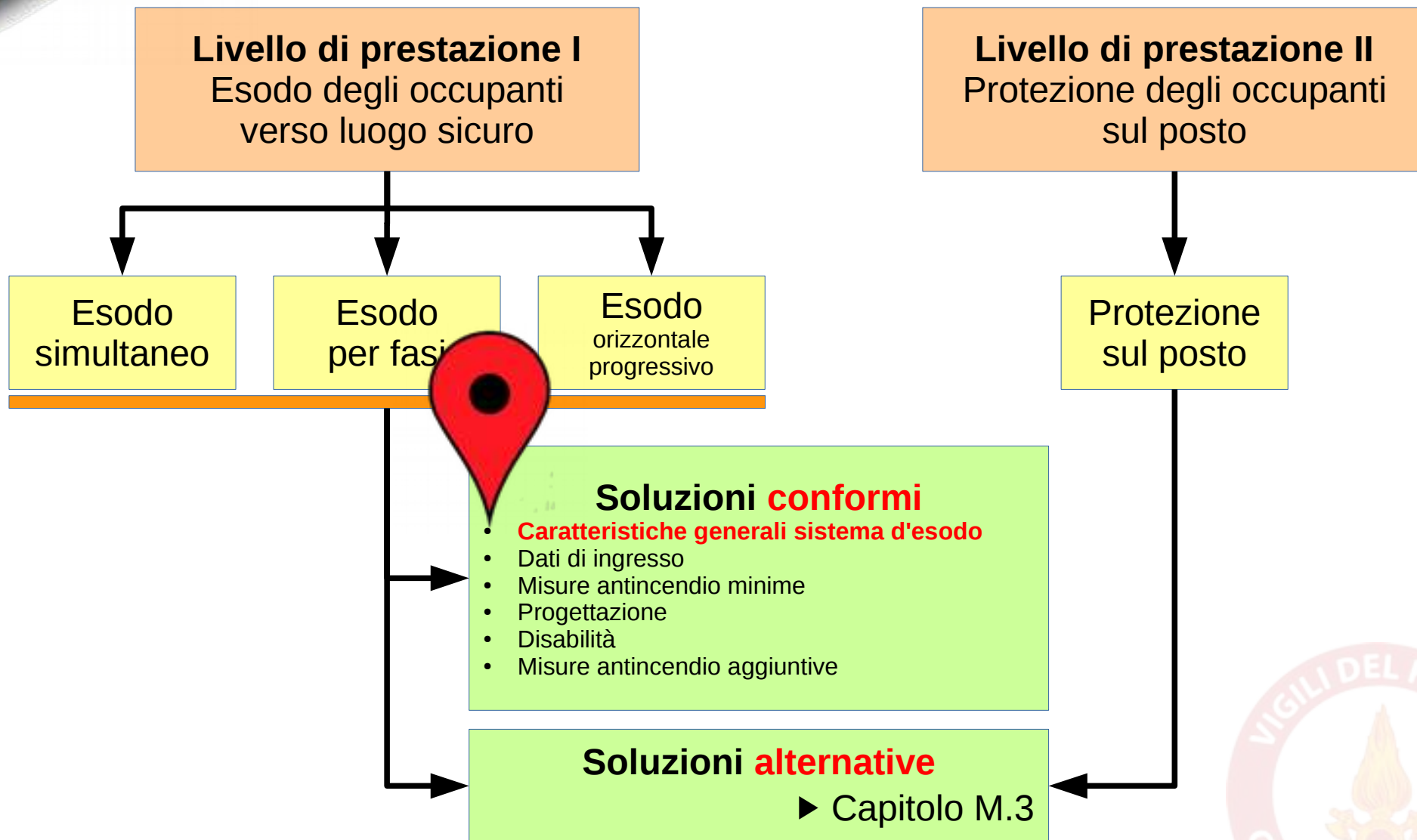
Luogo sicuro temporaneo è interno o esterno alle costruzioni ove non esista pericolo imminente per gli occupanti in caso di incendio, collegato a luogo sicuro.



Esodo, in sintesi



A che punto siamo?



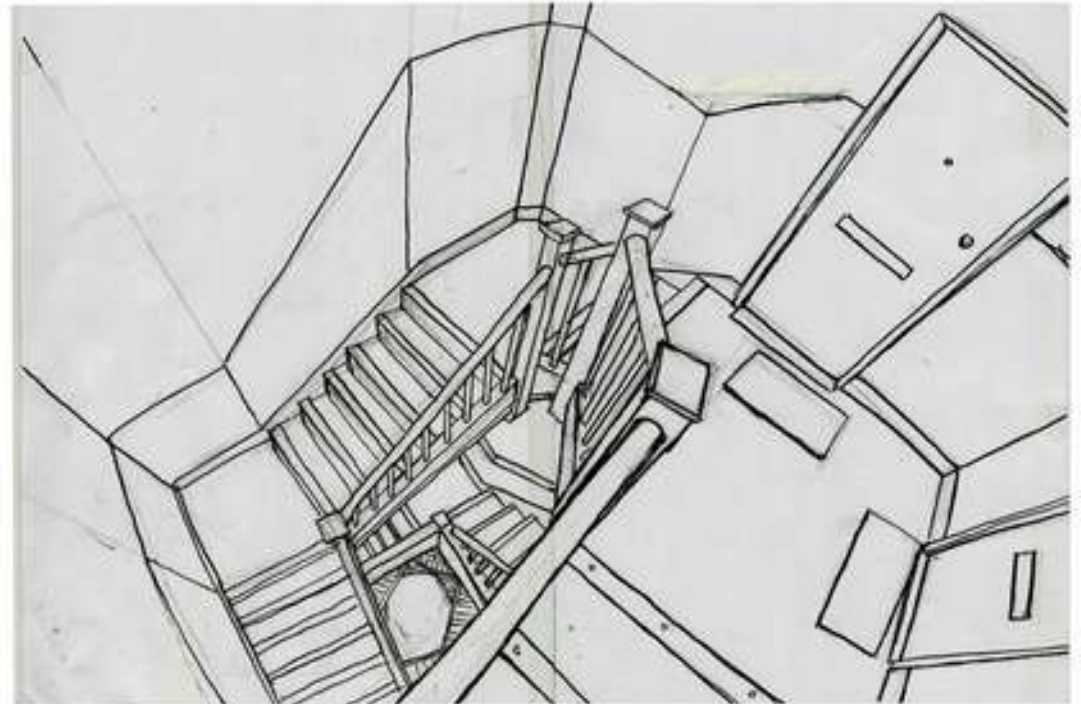
Caratteristiche generali [2/5]

Vie d'esodo, scale, rampe, uscite

- Via d'esodo
 - ▶ Protetta
 - ▶ A prova di fumo
 - ▶ Esterna
 - ▶ Aperta

* Le scale terminano in **luogo sicuro** direttamente o tramite percorso delle medesime caratteristiche

* Ammessi **impianti** al servizio dell'edificio (es. ascensori, ...)



Caratteristiche generali [3/5]

Porte

| Caratteristiche locale | Caratteristiche porta | | |
|-------------------------------|---|----------------------|-------------------------|
| | Occupanti serviti | Verso di apertura | Dispositivo di apertura |
| Locale non aperto al pubblico | $9 < n \leq 25$ occupanti | Nel verso dell'esodo | UNI EN 179 |
| | $n > 25$ occupanti | | UNI EN 1125 |
| Locale aperto al pubblico | $n < 10$ occupanti | | UNI EN 179 |
| | $n \geq 10$ occupanti | | UNI EN 1125 |
| Area a rischio specifico | $n > 5$ occupanti | | UNI EN 1125 |
| Altri casi | Secondo risultanze dell'analisi del rischio | | |



Tabella S.4-3: Caratteristiche delle porte lungo le vie d'esodo

Era:

| Caratteristiche locale | Occupanti serviti | Verso di apertura | Dispositivo di apertura |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|
| Locale non aperto al pubblico | $9 < n \leq 25$ occupanti | Nel verso dell'esodo | UNI EN 179 |
| Locale non aperto al pubblico | $n > 25$ occupanti | | UNI EN 1125 |
| Locale aperto al pubblico | $n < 10$ occupanti | | UNI EN 179 |
| Locale aperto al pubblico | $n \geq 10$ occupanti | | UNI EN 1125 |
| Area a rischio specifico | $n > 5$ occupanti | | UNI EN 1125 |

Tabella S.4.3 - Caratteristiche delle porte lungo le vie d'esodo

* Ammesse porte ad **azionamento automatico**

* Comunque ammessa **semplice spinta** su tutta la superficie della porta



Caratteristiche generali [4/5]

Segnaletica ed illuminazione



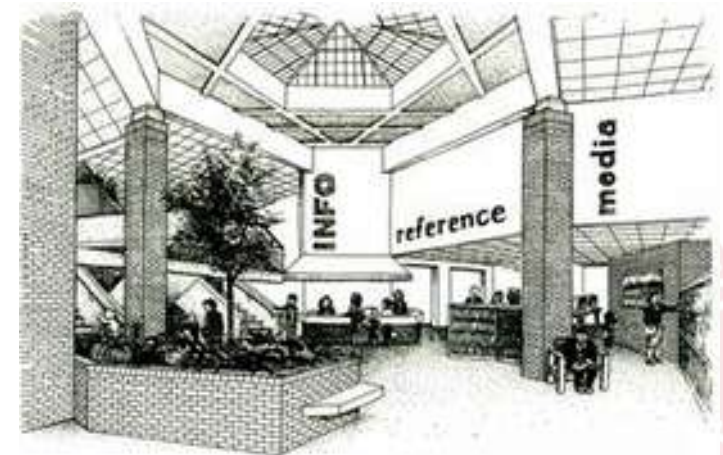
ISO 16069



EN UNI 1838

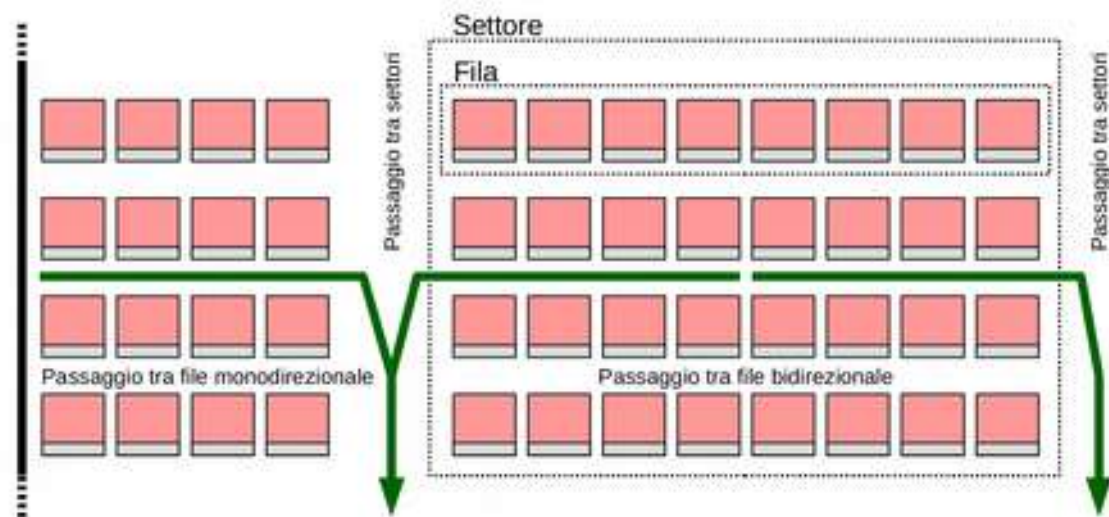


ISO EN UNI 7010



Caratteristiche generali [5/5]

Layout posti a sedere



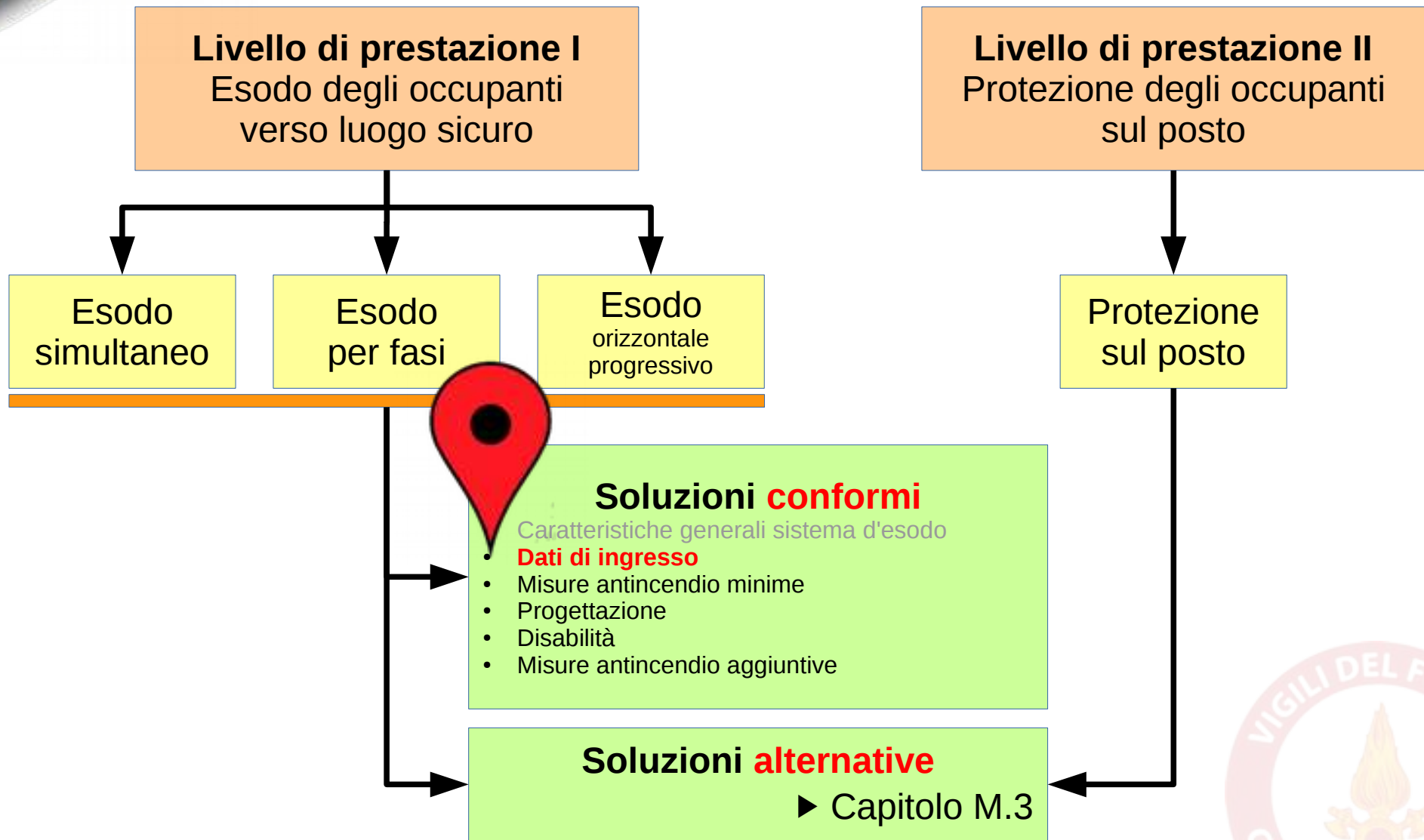
| Larghezza passaggio tra file di sedili [mm] | Massimo numero di sedili per fila | |
|---|------------------------------------|----------------------------------|
| | Passaggio tra file monodirezionale | Passaggio tra file bidirezionale |
| $L < 300$ | 1 | 2 |
| $300 \leq L < 325$ | 7 | 14 |
| $325 \leq L < 350$ | 8 | 16 |
| $350 \leq L < 375$ | 9 | 18 |
| $375 \leq L < 400$ | 10 | 20 |
| $400 \leq L < 425$ | 11 | 22 |
| $425 \leq L < 450$ | 12 | 24 |
| $450 \leq L < 475$ | 12 | 26 |
| $475 \leq L < 500$ | 12 | 28 |
| $L \geq 500$ | 12 | Limitato dalla lunghezza d'esodo |

Tabella S.4-4: Massimo numero di sedili fissi per fila del settore

| Massimo numero di sedili per fila | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Per uscita monodirezionale | Per uscita bidirezionale |
| 5 | 10 |

Tabella S.4-5: Massimo numero di sedili mobili per fila del settore

A che punto siamo?



Dati di ingresso

- Profilo di rischio **R_{vita}** di riferimento
- **Affollamento:**
 - ▶ Da tabella
 - ▶ Da regola tecnica verticale
 - ▶ Riferito a norme o documenti tecnici
 - ▶ Dichiarato dal responsabile:
affollamento e densità d'affollamento

* il più gravoso



* di organismi riconosciuti

* Che il responsabile si impegna a rispettare
In ogni condizione
d'esercizio



Dati di ingresso

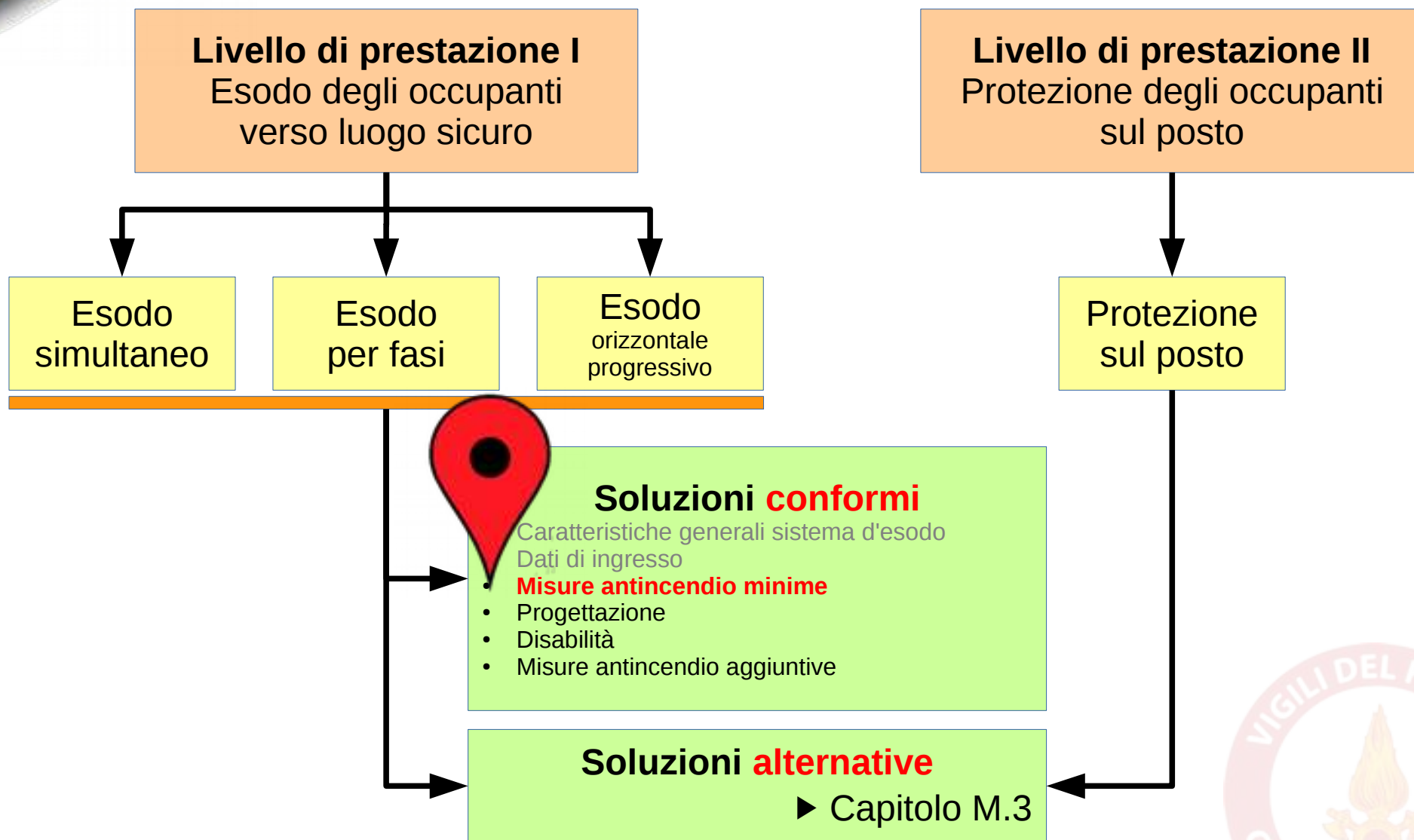
Affollamento specifico

| Tipologia di attività | Densità di affollamento o criteri |
|---|--|
| Luoghi di pubblico spettacolo senza posti a sedere | 1,2 persone/m ² |
| Aree per mostre, esposizioni, manifestazioni varie di intrattenimento a carattere temporaneo | |
| Aree adibite a ristorazione | 0,7 persone/m ² |
| Aree adibite ad attività scolastica e laboratori (senza posti a sedere) | 0,4 persone/m ² |
| Sale d'attesa | |
| Uffici aperti al pubblico | |
| Aree di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto | 0,2 persone/m ² |
| Aree di vendita di <i>medie</i> e <i>grandi</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto | |
| Aree di vendita di attività commerciali al dettaglio senza settore alimentare | |
| Sale di lettura di biblioteche, archivi | 0,1 persone/m ² |
| Ambulatori | |
| Uffici non aperti al pubblico | |
| Aree di vendita di attività commerciali all'ingrosso | |
| Aree di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con specifica gamma merceologica non alimentare | 0,05 persone/m ² |
| Civile abitazione | |
| Autorimesse | 2 persone per veicolo parchato |
| Degenza | 1 degente e 2 accompagnatori per posto letto |
| Aree con posti a sedere o posti letto (es. sale riunioni, aule scolastiche, dormitori, ...) | Numero posti |
| Altre attività | Numero massimo presenti (addetti + pubblico) |



Tabella S.4-6: Affollamento specifico o criteri per tipologia di attività

A che punto siamo?





Misure antincendio **minime**

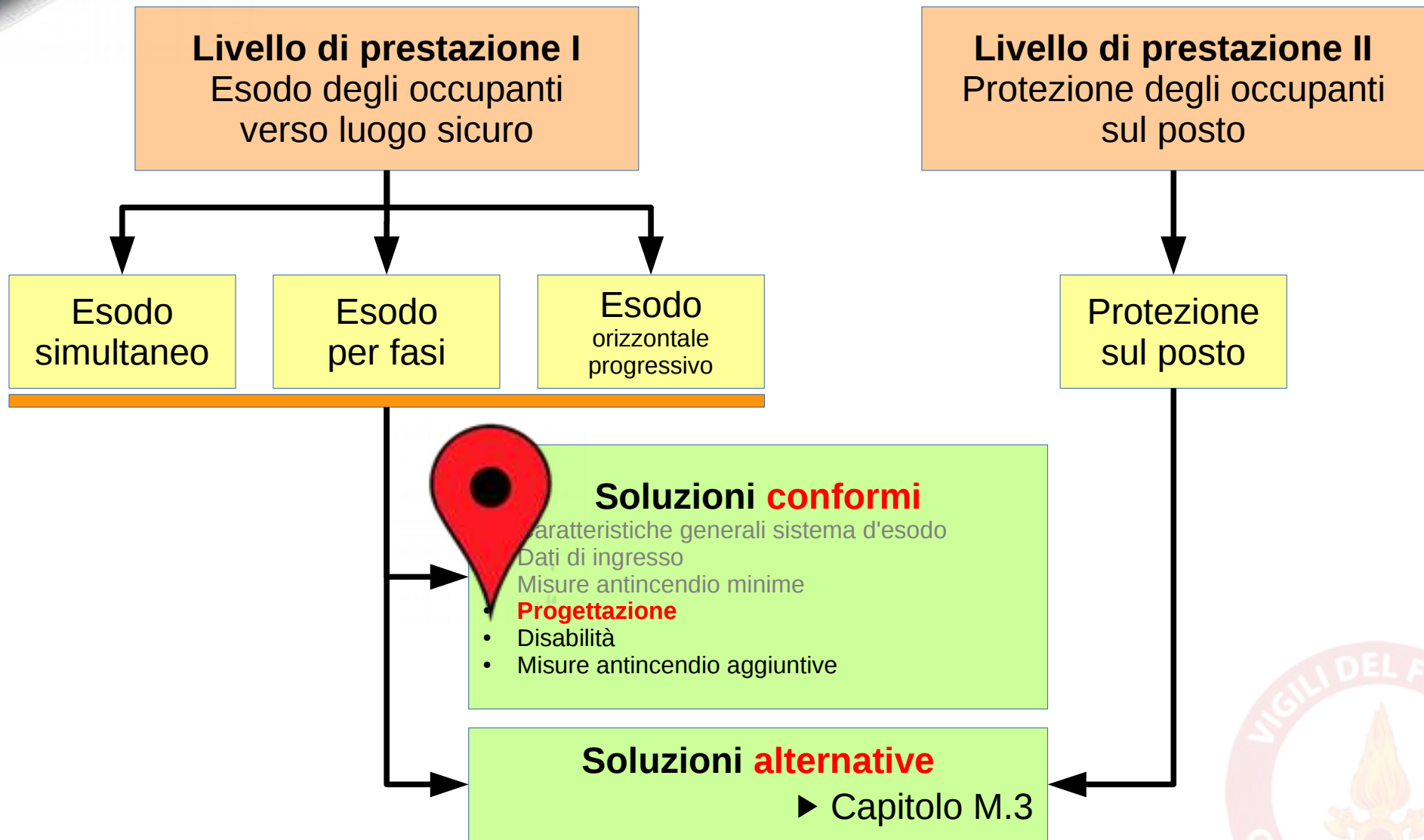
- In **generale**:
 - ▶ Scale protette con chiusure E30-S_a
 - ▶ Scale a prova di fumo per R_{vita} in D1, D2
- Se **esodo simultaneo**:
 - ▶ Ammessa scala aperta con eventuali requisiti aggiuntivi
- Se **esodo per fasi**, requisiti aggiuntivi:
 - ▶ Scala a prova di fumo
 - ▶ Rivelazione ed allarme
 - ▶ GSA di prestazione superiore
 - ▶ Compartimentazione per piano ed a prova di fumo

| R _{vita} | Requisiti aggiuntivi |
|--------------------------|--|
| A1, B1, Ci1, Ci2, Ci3 | Nessun requisito aggiuntivo |
| A2, B2 | L'attività sia sorvegliata da IRAI (Capitolo S.7) con livello di prestazione III. |
| Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2 | L'attività sia sorvegliata da IRAI (Capitolo S.7) con livello di prestazione IV. Tutti i locali dove gli occupanti possono dormire siano compartimentati con classe determinata secondo il capitolo S.2, comunque non inferiore a 30 e con chiusure dei vani di comunicazione E 30-S _a . |

Tabella S.4-7: Requisiti aggiuntivi per l'uso di scale d'esodo aperte



A che punto siamo?



A che punto siamo?



Progettazione

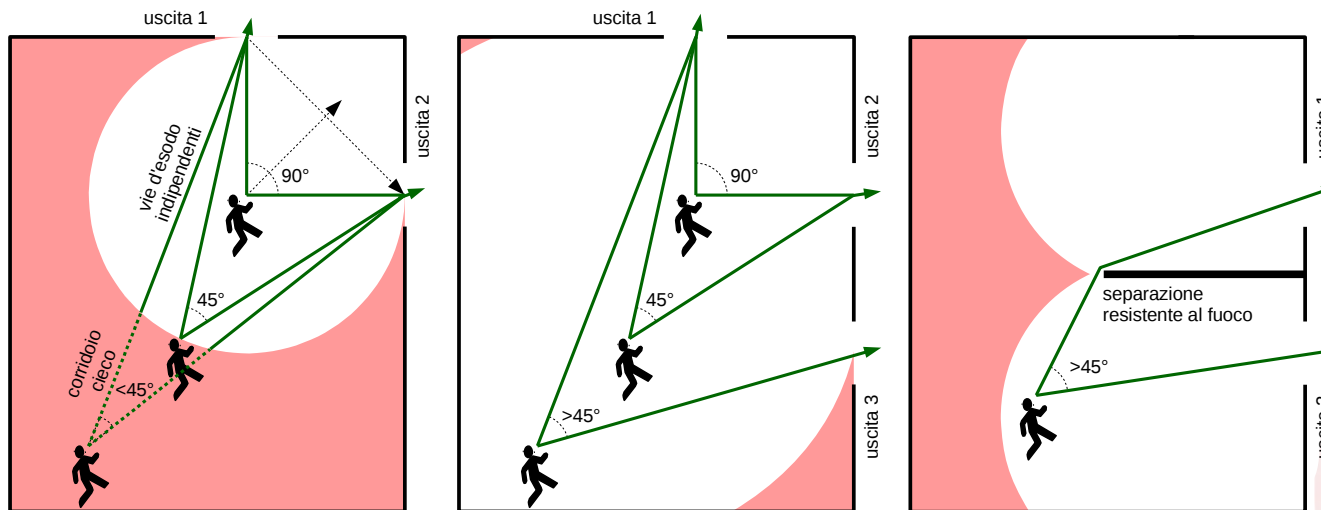
- **Vie d'esodo indipendenti e numero minimo**
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- Vie d'esodo orizzontali
- Vie d'esodo verticali
 - Esodo simultaneo
 - Esodo per fasi
- Uscite finali

Vie d'esodo indipendenti



Ipotesi fondamentale Codice:
un solo incendio alla volta!

- Vie d'esodo **indipendenti**:
minimizzata la probabilità che possano essere contemporaneamente rese **indisponibili** dall'incendio.
- Vie d'esodo **verticali** indipendenti: in compartimenti distinti
- Vie d'esodo **orizzontali** indipendenti:



Vie d'esodo indipendenti

Esempi

| | |
|---|---|
| <p>uscita 1</p> <p>uscita 2</p> <p>Compartimento 1 Compartimento 2 Compartimento 3</p> | <p>Ciascun compartimento ha due vie d'esodo <i>indipendenti</i>.</p> |
| <p>uscita 1</p> <p>uscita 2</p> <p>corridoio cieco</p> <p>>45°</p> <p>Compartimento 1 Compartimento 2 Compartimento 3</p> | <p>Ciascuno dei compartimenti 1 e 2 ha due vie d'esodo <i>indipendenti</i>. Nel primo tratto, il compartimento 3 ha una sola via d'esodo che determina un <i>corridoio cieco</i>.</p> |
| <p>uscita 1</p> <p>corridoio cieco</p> <p>Compartimento 1 Compartimento 2a Comp. 3</p> | <p>I compartimenti 1, 2a, 2b, 3 hanno una sola via d'esodo in <i>corridoio cieco</i>. Infatti i due percorsi possono essere resi contemporaneamente indisponibili dagli effetti di incendio nel compartimento 1.</p> |
| <p>uscita 1</p> <p>uscita 2</p> <p>>45°</p> <p>>45°</p> <p>Compartimento 1 Compartimento 2a Compartimento 2b Comp. 3</p> | <p>Ciascun compartimento ha due vie d'esodo <i>indipendenti</i>. Ad esempio, dal compartimento 2b gli occupanti possono dirigersi: verso l'uscita 1 per il compartimento 1, verso l'uscita 2 per i compartimenti 3, 2a e 1.</p> |

Tabella S.4-9: Esempi di vie d'esodo da compartimenti: viste in pianta e descrizione



Vie d'esodo indipendenti

Numero minimo

Da ciascun edificio, compartimento, piano, soppalco, locale, ...

| R_{vita} | Affollamento | Numero minimo |
|-----------------------|-----------------------|---------------|
| Qualsiasi | ≤ 50 occupanti | 1 [1] |
| A1, A2, Ci1, Ci2, Ci3 | ≤ 100 occupanti | |
| Qualsiasi | ≤ 500 occupanti | 2 |
| | ≤ 1000 occupanti | 3 |
| | > 1000 occupanti | 4 |

[1] Sia comunque rispettata la massima lunghezza del *corridoio cieco* di cui al paragrafo S.4.8.2

Tabella S.4-8: Numero minimo di vie d'esodo indipendenti



Pro-memoria!



A che punto siamo?



Progettazione

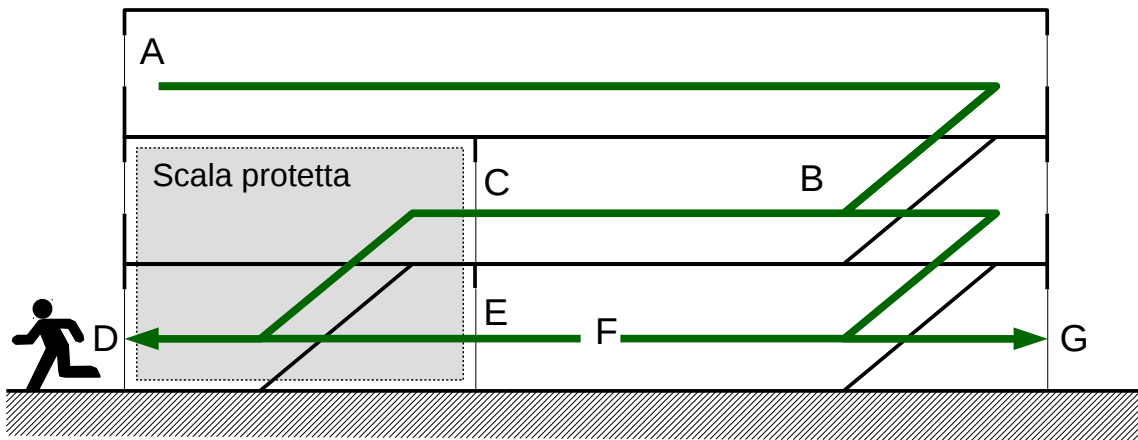
Vie d'esodo indipendenti e numero minimo

- **Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi**
- Vie d'esodo orizzontali
- Vie d'esodo verticali
 - Esodo simultaneo
 - Esodo per fasi
- Uscite finali

Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi di riferimento



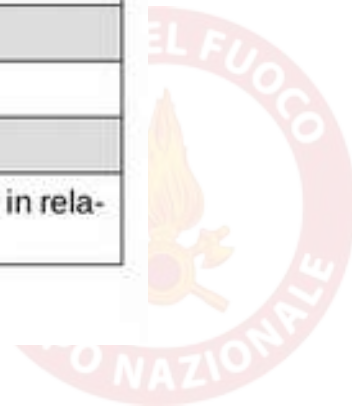
In assenza di misure aggiuntive



| R_{vita} | Max lunghezza d'esodo L_{es} [m] | Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m] | R_{vita} | Max lunghezza d'esodo L_{es} [m] | Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m] |
|------------|------------------------------------|--|---------------|------------------------------------|--|
| A1 | 70 | 30 | B1, E1 | 60 | 25 |
| A2 | 60 | 25 | B2, E2 | 50 | 20 |
| A3 | 45 | 20 | B3, E3 | 40 | 15 |
| A4 | 30 | 15 | C1 | 40 | 20 |
| D1 | 30 | 15 | C2 | 30 | 15 |
| D2 | 20 | 10 | C3 | 20 | 10 |

I valori delle massime lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi di riferimento possono essere incrementati in relazione a misure antincendio aggiuntive secondo la metodologia di cui al paragrafo S.4.10.

Tabella S.4-10: Massime lunghezze d'esodo e di corridoio cieco di riferimento



Lunghezza d'esodo
e dei corridoi ciechi

Esempio

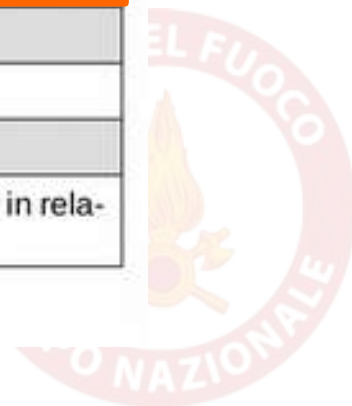
- Compartimento con $R_{vita} = B3$
- Deve essere:
 - ▶ Almeno una delle lunghezze d'esodo da ogni punto non superiore a **40 m**.
 - ▶ Non ammessi corridoi ciechi di lunghezza superiore a **15 m**.

a meno di **misure antincendio aggiuntive**.

| R_{vita} | Max lunghezza d'esodo L_{es} [m] | Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m] | R_{vita} | Max lunghezza d'esodo L_{es} [m] | Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m] |
|------------|------------------------------------|--|------------|------------------------------------|--|
| A1 | 70 | 30 | B1, E1 | 60 | 25 |
| A2 | 60 | 25 | B2, E2 | 50 | 20 |
| A3 | 45 | 20 | B3, E3 | 40 | 15 |
| A4 | 30 | 15 | C1 | 40 | 20 |
| D1 | 30 | 15 | C2 | 30 | 15 |
| D2 | 20 | 10 | C3 | 20 | 10 |

I valori delle massime lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi di riferimento possono essere incrementati in relazione a *misure antincendio aggiuntive* secondo la metodologia di cui al paragrafo S.4.10.

Tabella S.4-10: Massime lunghezze d'esodo e di corridoio cieco di riferimento



A che punto siamo?



Progettazione

- Vie d'esodo indipendenti e numero minimo
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- **Vie d'esodo orizzontali**
- Vie d'esodo verticali
 - Esodo simultaneo
 - Esodo per fasi
- Uscite finali

Vie d'esodo orizzontali

Larghezze minime

$$L_o = L_u \cdot n_o$$

con:

L_o larghezza minima della via d'esodo orizzontale [mm]

L_u larghezza unitaria [mm/persona]

n_o numero degli occupanti

| R_{vita} | Larghezza unitaria [mm/persona] | R_{vita} | Larghezza unitaria [mm/persona] |
|------------|------------------------------------|----------------|------------------------------------|
| A1 | 3,40 | B1, C1, E1 | 3,60 |
| A2 | 3,80 | B2, C2, D1, E2 | 4,10 |
| A3 | 4,60 | B3, C3, D2, E3 | 6,20 |
| A4 | 12,30 | - | - |

Tabella S.4-11: Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali



Vie d'esodo orizzontali

Larghezze minime*

Troppo
nell'esistente?
C'è la soluzione
alternativa.

- L_0 può essere **suddivisa** tra più percorsi.
- Larghezze minime di ciascun percorso:
 - ▶ non inferiore a **900 mm**, per consentire l'esodo anche ad occupanti che impiegano ausili per il movimento.
 - ▶ più di due uscite, almeno una non inferiore a:
1200 mm
 - ▶ porte di locali con affollamento non superiore a 10 persone: **800 mm** * Compatibile con ISO 21542
 - ▶ ove vi sia esclusiva presenza occasionale e di breve durata di personale addetto: **600 mm**



Vie d'esodo orizzontali

Esempio

- Compartimento con $R_{vita} = B3$
- Via d'esodo orizzontale di larghezza 1200 mm evacua:

1200 mm / 6,20 mm/p = **193 persone**
a meno della **verifica di ridondanza**

| R_{vita} | Larghezza unitaria [mm/persona] | R_{vita} | Larghezza unitaria [mm/persona] |
|------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|
| A1 | 3,40 | B1, C1, E1 | 3,60 |
| A2 | 3,80 | B2, C2, D1, E2 | 4,10 |
| A3 | 4,60 | B3, C3, D2, E3 | 6,20 |
| A4 | 12,30 | - | - |

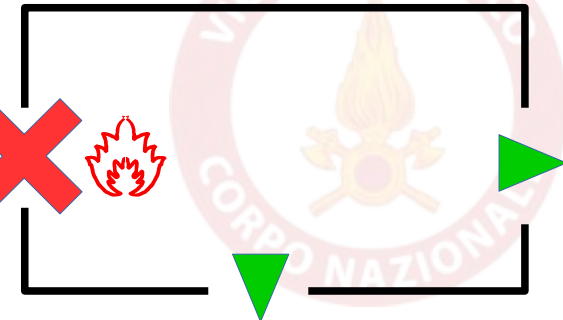
Tabella S.4-11: Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali



Vie d'esodo orizzontali

Verifica di ridondanza

- L'incendio rende **indisponibile** una via d'esodo.
- Si rende indisponibile una via d'esodo alla volta e si **verifica** che le restanti vie d'esodo indipendenti siano **sufficienti**.
- Vie d'esodo **a prova di fumo** o **esterne** considerate sempre disponibili.
- Vie d'esodo **non indipendenti** tra loro contemporaneamente indisponibili.
- Non necessaria **ulteriore verifica** lunghezze d'esodo e corridoi ciechi.



Vie d'esodo orizzontali

Esempio con ridondanza

- Compartimento con $R_{vita} = B3$
- Tre vie d'esodo orizzontali indipendenti rispettivamente di larghezza 1200 mm, 1100 mm e 1000 mm.
- Possono evacuare:
 $(1100 \text{ mm} + 1000 \text{ mm}) / 6,20 \text{ mm/p} = \mathbf{338 \text{ persone}}$
 avendo considerata **indisponibile** la via d'esodo da 1200 mm.

| R_{vita} | Larghezza unitaria [mm/persona] | R_{vita} | Larghezza unitaria [mm/persona] |
|------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|
| A1 | 3,40 | B1, C1, E1 | 3,60 |
| A2 | 3,80 | B2, C2, D1, E2 | 4,10 |
| A3 | 4,60 | B3, C3, D2, E3 | 6,20 |
| A4 | 12,30 | - | - |

Tabella S.4-11: Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali



A che punto siamo?



Progettazione

- Vie d'esodo indipendenti e numero minimo
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- Vie d'esodo orizzontali
- **Vie d'esodo verticali**
 - ▶ **Esodo simultaneo**
 - ▶ **Esodo per fasi**
- Uscite finali

Vie d'esodo verticali

Larghezze minime, esodo **simultaneo**

$$L_V = L_U \cdot n_V$$

evacuazione contemporanea
di **tutti** gli occupanti da **tutti** i piani

con:

L_V larghezza minima [mm]

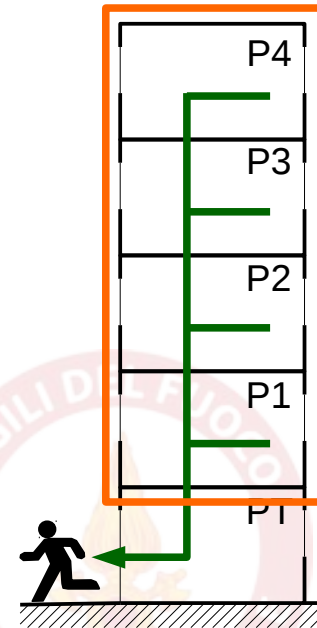
L_U larghezza unitaria [mm/persona]

n_V numero totale degli occupanti provenienti da **tutti** i piani serviti.

| R_{vita} | Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale | | | | | | | | | |
|----------------|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 [F] | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | > 9 |
| A1 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 | 2,00 |
| B1, C1, E1 | 4,25 | 3,80 | 3,40 | 3,10 | 2,85 | 2,65 | 2,45 | 2,30 | 2,15 | 2,05 |
| A2 | 4,55 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 |
| B2, C2, D1, E2 | 4,90 | 4,30 | 3,80 | 3,45 | 3,15 | 2,90 | 2,65 | 2,50 | 2,30 | 2,15 |
| A3 | 5,50 | 4,75 | 4,20 | 3,75 | 3,35 | 3,10 | 2,85 | 2,60 | 2,45 | 2,30 |
| B3, C3, D2, E3 | 7,30 | 6,40 | 5,70 | 5,15 | 4,70 | 4,30 | 4,00 | 3,70 | 3,45 | 3,25 |
| A4 | 14,60 | 11,40 | 9,35 | 7,95 | 6,90 | 6,10 | 5,45 | 4,95 | 4,50 | 4,15 |

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.
[F] impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



Vie d'esodo verticali

Esempio

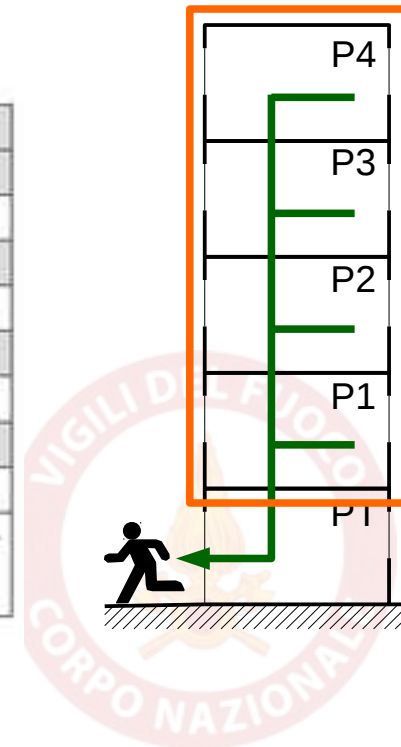
- Edificio di cinque piani fuori terra
- $R_{vita} = B3$
- Dal piano a quota 0 direttamente verso l'esterno
- Via d'esodo verticale da 1200 mm per i quattro piani superiori evacua **simultaneamente**:

1200 mm / 5,15 mm/p = **233 persone** distribuite nei quattro piani, a meno della **verifica di ridondanza**

| R_{vita} | Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 [F] | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | > 9 |
| A1 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 | 2,00 |
| B1, C1, E1 | 4,25 | 3,80 | 3,40 | 3,10 | 2,85 | 2,65 | 2,45 | 2,30 | 2,15 | 2,05 |
| A2 | 4,55 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 |
| B2, C2, D1, E2 | 4,90 | 4,30 | 3,80 | 3,45 | 3,15 | 2,90 | 2,65 | 2,50 | 2,30 | 2,15 |
| A3 | 5,50 | 4,75 | 4,20 | 3,75 | 3,35 | 3,10 | 2,85 | 2,60 | 2,45 | 2,30 |
| B3, C3, D2, E3 | 7,30 | 6,40 | 5,70 | 5,15 | 4,70 | 4,30 | 4,00 | 3,70 | 3,45 | 3,25 |
| A4 | 14,60 | 11,40 | 9,35 | 7,95 | 6,90 | 6,10 | 5,45 | 4,95 | 4,50 | 4,15 |

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.
[F] impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



Vie d'esodo verticali

Larghezze minime, esodo per fasi

$$L_V = L_U \cdot n_V$$

evacuazione degli occupanti dei piani durante **ciascuna fase**

con:

L_V larghezza minima [mm]

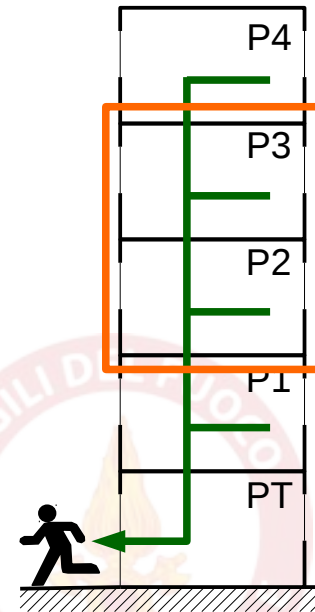
L_U larghezza unitaria [mm/persona]

n_V numero tot occupanti provenienti da **2** dei piani serviti, anche **non consecutivi** con **maggiore affollamento**

| R_{vita} | Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale | | | | | | | | | |
|----------------|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 [F] | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | > 9 |
| A1 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 | 2,00 |
| B1, C1, E1 | 4,25 | 3,80 | 3,40 | 3,10 | 2,85 | 2,65 | 2,45 | 2,30 | 2,15 | 2,05 |
| A2 | 4,55 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 |
| B2, C2, D1, E2 | 4,90 | 4,30 | 3,80 | 3,45 | 3,15 | 2,90 | 2,65 | 2,50 | 2,30 | 2,15 |
| A3 | 5,50 | 4,75 | 4,20 | 3,75 | 3,35 | 3,10 | 2,85 | 2,60 | 2,45 | 2,30 |
| B3, C3, D2, E3 | 7,30 | 6,40 | 5,70 | 5,15 | 4,70 | 4,30 | 4,00 | 3,70 | 3,45 | 3,25 |
| A4 | 14,60 | 11,40 | 9,35 | 7,95 | 6,90 | 6,10 | 5,45 | 4,95 | 4,50 | 4,15 |

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.
[F] Impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



Vie d'esodo verticali

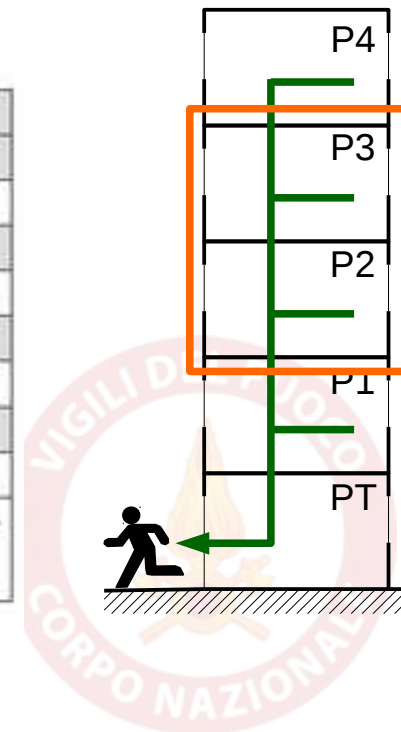
Esempio

- Edificio di cinque piani fuori terra
- $R_{vita} = B3$
- Dal piano a quota 0 esodo direttamente verso l'esterno
- Via d'esodo verticale da 1200 mm per i quattro piani superiori può evacuare **per fasi**:
 $1200 \text{ mm} / 6,40 \text{ mm/p} = \mathbf{187 \text{ persone}}$ nei due piani aventi maggiore affollamento.
 $187 \text{ p} / 2 \text{ piani max affoll.} \cdot 4 \text{ piani tot.} = \mathbf{372 \text{ persone}}$
 equamente distribuite nei quattro piani totali, ovvero max 93 persone per piano a meno della **verifica di ridondanza**.

| R_{vita} | Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 [F] | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | > 9 |
| A1 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 | 2,00 |
| B1, C1, E1 | 4,25 | 3,80 | 3,40 | 3,10 | 2,85 | 2,65 | 2,45 | 2,30 | 2,15 | 2,05 |
| A2 | 4,55 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 |
| B2, C2, D1, E2 | 4,90 | 4,30 | 3,80 | 3,45 | 3,15 | 2,90 | 2,65 | 2,50 | 2,30 | 2,15 |
| A3 | 5,50 | 4,75 | 4,20 | 3,75 | 3,35 | 3,10 | 2,85 | 2,60 | 2,45 | 2,30 |
| B3, C3, D2, E3 | 7,30 | 6,40 | 5,70 | 5,15 | 4,70 | 4,30 | 4,00 | 3,70 | 3,45 | 3,25 |
| A4 | 14,60 | 11,40 | 9,35 | 7,95 | 6,90 | 6,10 | 5,45 | 4,95 | 4,50 | 4,15 |

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.
[F] Impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



Vie d'esodo verticali

Larghezze minime

- L_v può essere suddivisa tra più percorsi.
- Larghezze minime di ciascun percorso:
 - ▶ non inferiore a **1200 mm**.
 - ▶ ove vi sia esclusiva presenza occasionale e di breve durata di personale addetto: **600 mm**



Troppo
nell'esistente?
C'è la soluzione
alternativa.



Vie d'esodo verticali

Gradini

| R_{vita} | Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale | | | | | | | | | |
|----------------|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 [F] | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | > 9 |
| A1 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 | 2,00 |
| B1, C1, E1 | 4,25 | 3,80 | 3,40 | 3,10 | 2,85 | 2,65 | 2,45 | 2,30 | 2,15 | 2,05 |
| A2 | 4,55 | 4,00 | 3,60 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,55 | 2,40 | 2,25 | 2,10 |
| B2, C2, D1, E2 | 4,90 | 4,30 | 3,80 | 3,45 | 3,15 | 2,90 | 2,65 | 2,50 | 2,30 | 2,15 |
| A3 | 5,50 | 4,75 | 4,20 | 3,75 | 3,35 | 3,10 | 2,85 | 2,60 | 2,45 | 2,30 |
| B3, C3, D2, E3 | 7,30 | 6,40 | 5,70 | 5,15 | 4,70 | 4,30 | 4,00 | 3,70 | 3,45 | 3,25 |
| A4 | 14,60 | 11,40 | 9,35 | 7,95 | 6,90 | 6,10 | 5,45 | 4,95 | 4,50 | 4,15 |

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.

[F] impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



| Alzata gradini | Pedata gradini | | |
|--------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| | $p \geq 30$ cm | 25 cm $\leq p < 30$ cm | 22 cm $\leq p < 25$ cm |
| $a \leq 17$ cm | 0% | + 10 % | +25% [1] |
| 17 cm $< a \leq 18$ cm | +5% | + 15 % | +50% [1] |
| 18 cm $< a \leq 19$ cm | + 15% | + 25 % | +100% [1] |
| 19 cm $< a \leq 22$ cm | +25% [1] | +100% [1] | +200% [1] |

-Non sono ammessi gradini con pedata < 22 cm o alzata > 22 cm.
 -Sono ammessi gradini a ventaglio: la pedata è misurata a 300 mm dal lato interno del passaggio utile, la larghezza minima della scala d'esodo deve essere aumentata di 300 mm.
 [1] Queste combinazioni sono ammesse solo a seguito di specifica valutazione del rischio

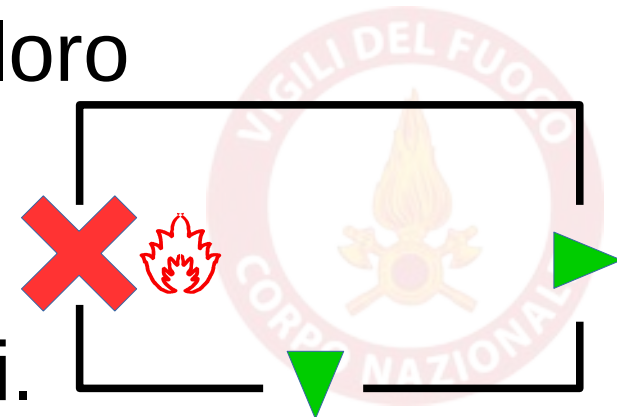
Tabella S.4-13: Incremento larghezza unitaria delle scale d'esodo in relazione ai gradini



Vie d'esodo verticali

Verifica di ridondanza

- L'incendio rende **indisponibile** una via d'esodo.
- Si rende indisponibile una via d'esodo alla volta e si **verifica** che le restanti vie d'esodo indipendenti siano **sufficienti**.
- Vie d'esodo **a prova di fumo** o **esterne** considerate sempre disponibili.
- Vie d'esodo **non indipendenti** tra loro contemporaneamente indisponibili.
- Non necessaria **ulteriore verifica** lunghezze d'esodo e corridoi ciechi.



Vie d'esodo verticali

Esempio con ridondanza [1/2]

- Edificio di cinque piani fuori terra
- $R_{vita} = B3$
- Dal piano a quota 0 esodo direttamente verso l'esterno
- Tre vie d'esodo verticali indipendenti al servizio dei quattro piani superiori, rispettivamente di larghezza 1200 mm, 1100 mm e 1000 mm possono evacuare:

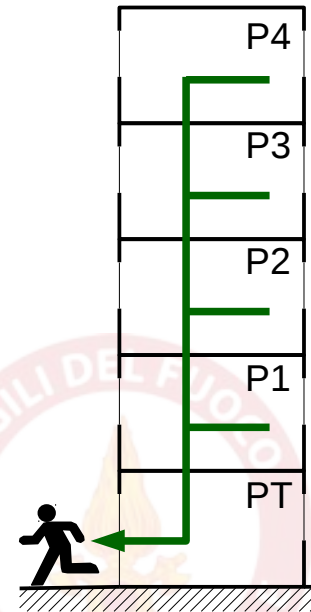
- ▶ **simultaneamente:**

$(1100 \text{ mm} + 1000 \text{ mm}) / 5,15 \text{ mm/p} = \mathbf{407 \text{ persone}}$
distribuite nei quattro piani

- ▶ **per fasi:**

$(1100 \text{ mm} + 1000 \text{ mm}) / 6,40 \text{ mm/p} = \mathbf{328 \text{ persone}}$
nei due piani aventi maggiore affollamento, cioè un totale massimo di:
 $328 \text{ p} / 2 \text{ piani max affollamento} \cdot 4 \text{ piani totali} = \mathbf{656 \text{ persone}}$
equamente distribuite nei quattro piani,
ovvero max 164 persone per piano;

avendo considerata **indisponibile** la via d'esodo da 1200 mm.



Vie d'esodo verticali

Esempio con ridondanza [2/2]

- Edificio di sette piani fuori terra
- $R_{vita} = B3$
- Dal piano a quota 0 (piano 0) esodo direttamente verso l'esterno
- Ai piani 1, 2, 3: max 100 occupanti per piano
- Ai piani 4, 5, 6: max 60 occupanti per piano
- Previste due vie d'esodo verticali indipendenti al servizio dei sei piani superiori.
- Scale a **larghezza variabile**: più **strette** ai piani 4, 5, 6.
- Se si sceglie la procedura d'esodo **simultaneo**:

Scala piani 4, 5 e 6: $L_v = L_u \cdot n_v = 5,70 \text{ mm/p} \cdot 60 \text{ p} \cdot 3 \text{ piani} = 1026 \text{ mm}$

Per ridondanza e rispetto dei minimi, ciascuna almeno **1200 mm**.

Scala piani 1, 2 e 3: $L_v = L_u \cdot n_v = 5,70 \text{ mm/p} \cdot (100 \text{ p} \cdot 3 \text{ piani} + 60 \text{ p} \cdot 3 \text{ piani}) = 2736 \text{ mm}$

Per ridondanza e rispetto dei minimi, ciascuna almeno **2736 mm**.

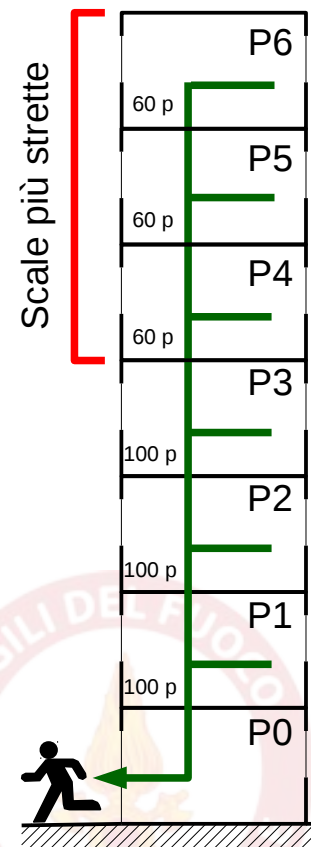
- Se si sceglie la procedura d'esodo per **fasi**:

Scala piani 4, 5 e 6: $L_v = L_u \cdot n_v = 6,40 \text{ mm/p} \cdot 60 \text{ p} \cdot 2 \text{ piani max affollamento} = 768 \text{ mm}$

Per ridondanza e rispetto dei minimi, ciascuna almeno **1200 mm**.

Scala piani 1, 2 e 3: $L_v = L_u \cdot n_v = 6,40 \text{ mm/p} \cdot 100 \text{ p} \cdot 2 \text{ piani max affollamento} = 1280 \text{ mm}$

Per ridondanza e rispetto dei minimi, ciascuna almeno **1280 mm**



A che punto siamo?



Progettazione

- Vie d'esodo indipendenti e numero minimo
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- Vie d'esodo orizzontali
- Vie d'esodo verticali
 - ▶ Esodo simultaneo
 - ▶ Esodo per fasi
- **Uscite finali**

Uscite finali

Larghezze minime

$$L_F = \sum_i L_{O,i} + \sum_j L_{V,j}$$

con:

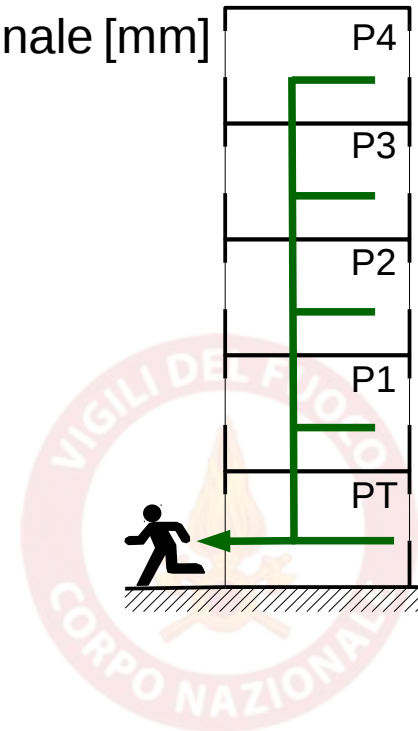
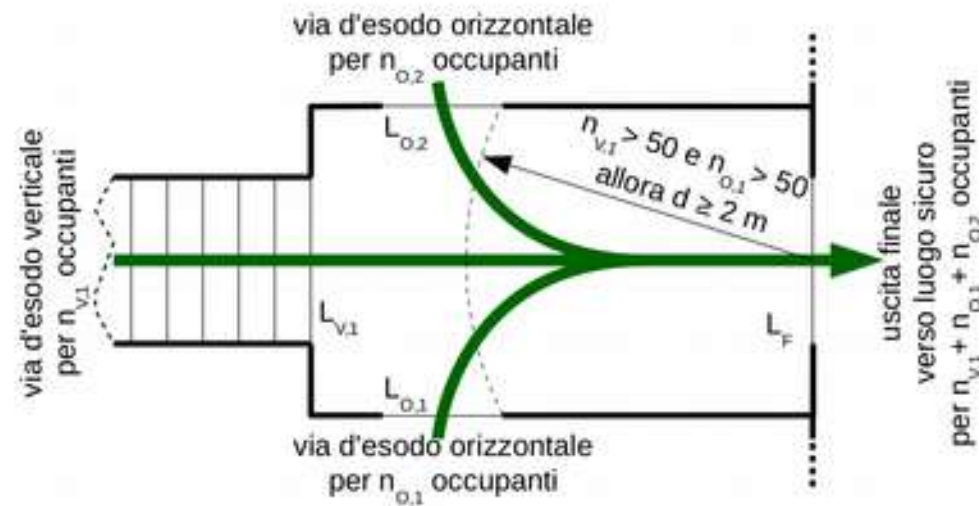
L_F larghezza minima dell'uscita finale [mm]

$L_{O,i}$ larghezza della i-esima via d'esodo orizzontale che adduce all'uscita finale [mm]

$L_{V,j}$ larghezza della j-esima via d'esodo verticale che adduce all'uscita finale [mm]



Per ciascuna delle
uscite finali



Uscite finali

Larghezze minime

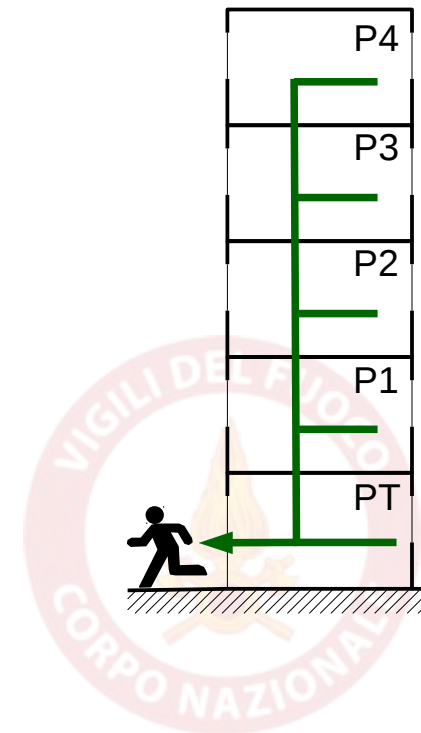
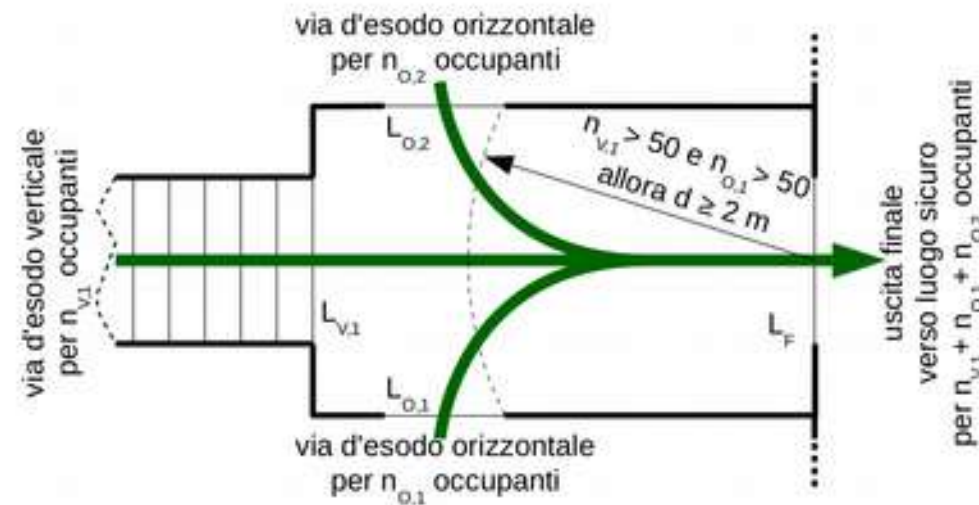
- L_F può essere **suddivisa** tra più varchi.
- Larghezze minime di ciascun varco:
 - ▶ non inferiore a **900 mm**, per consentire l'esodo anche ad occupanti che impiegano ausili per il movimento;
 - ▶ uscite finali di locali impiegate da meno di 10 persone: **800 mm**
 - ▶ ove vi sia esclusiva presenza occasionale e di breve durata di personale addetto: **600 mm**



Uscite finali

Convergenza di flussi

- La **convergenza** dei flussi di occupanti verso l'uscita finale non deve essere **ostacolata** (es. da arredi fissi o mobili, ...).
- Se **almeno due** delle vie d'esodo convergenti siano impiegate da più di **50 occupanti** ciascuna, allora distanza in pianta tra l'uscita finale e lo sbarco di tutte le vie d'esodo non inferiore a **2 m**.



Uscite finali

Esempio

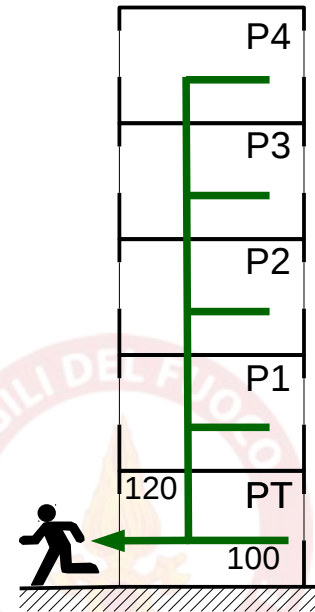
- Edificio di cinque piani
- $R_{vita} = B3$
- Uscita finale verso cui convergono senza ostacoli una **via d'esodo orizzontale** ed una **verticale** impiegate da 100 e 120 occupanti.

- La larghezza dell'uscita finale L_F è:

$$L_F = 6,20 \text{ mm/p} \cdot 100 \text{ p} + 5,15 \text{ mm/p} \cdot 120 \text{ p} =$$

1238 mm

- L_F può essere suddivisa in due varchi da **900 mm**.



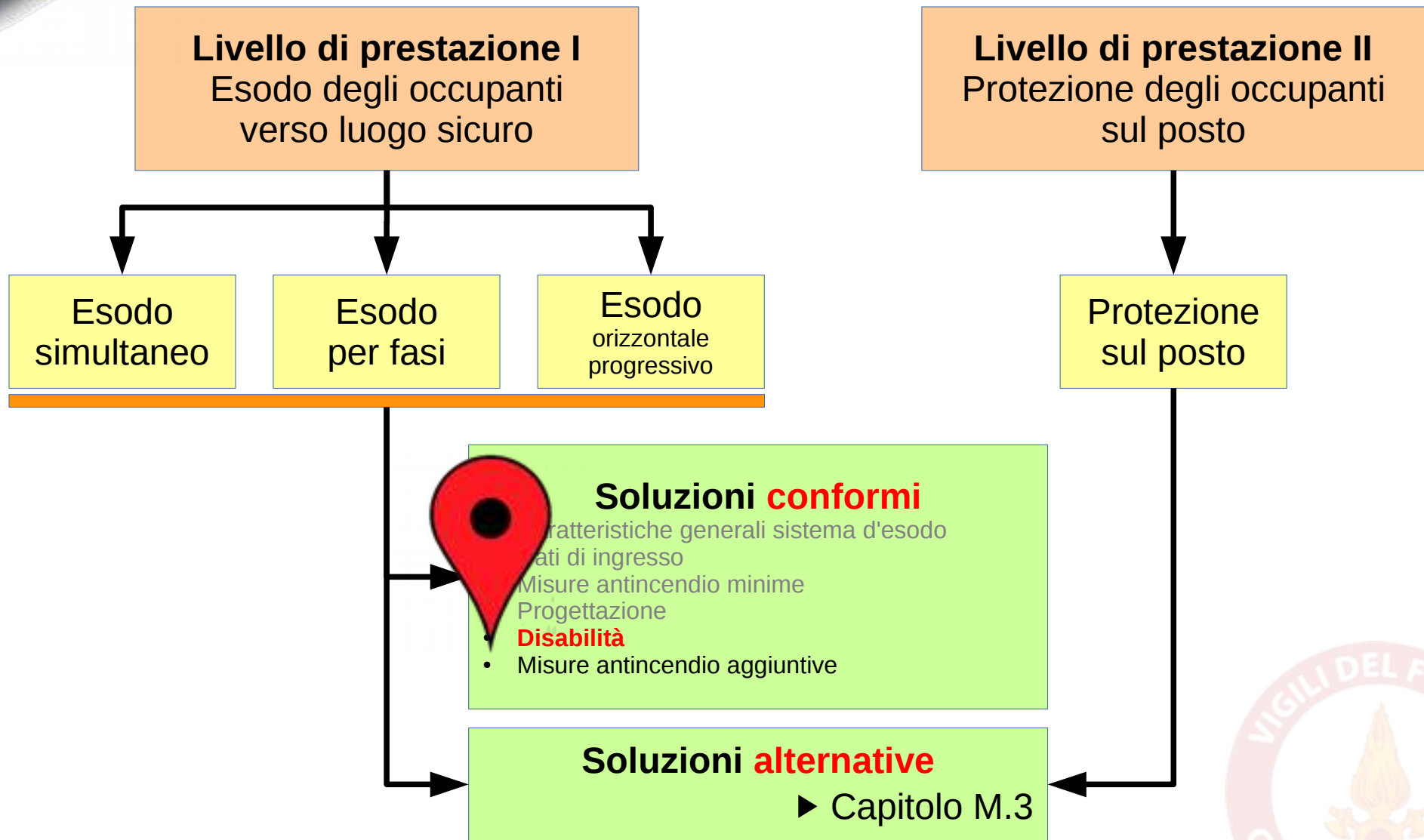
A che punto siamo?



Progettazione

- Vie d'esodo indipendenti e numero minimo
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- Vie d'esodo orizzontali
- Vie d'esodo verticali
 - ▶ Esodo simultaneo
 - ▶ Esodo per fasi
- Uscite finali

A che punto siamo?



Esodo in presenza di disabilità

- Si può applicare **ISO 21542** "*Building construction – Accessibility and usability of the built environment*".
- In tutti i piani con **occupanti che non abbiano sufficienti abilità per raggiungere autonomamente un luogo sicuro tramite vie d'esodo verticali**, prevedere alternativam.:
 - ▶ **spazi calmi**;
 - ▶ **esodo orizzontale progressivo**.
- Per $R_{vita} = D1, D2$:
 - ▶ ascensore antincendio
 - ▶ adeguate dimensioni delle vie d'esodo (es. letti, barelle)



**Del tutto generale,
vale per tutte le attività!**



Esodo in presenza di disabilità

Spazio calmo [1/2]

- **Luogo sicuro temporaneo** ove gli occupanti possono attendere assistenza per completare l'esodo verso luogo sicuro
- **Caratteristiche:**
 - ▶ dimensioni adeguate
 - ▶ un sistema di comunicazione bidirezionale
 - ▶ indicazioni sui comportamenti in attesa di assistenza
 - ▶ attrezzature per facilitare l'evacuazione (evac-chair).



| Tipologia | Superficie minima per occupante |
|---------------------------|---------------------------------|
| Occupante deambulante | 0,70 m ² /persona |
| Occupante non deambulante | 2,25 m ² /persona |

Le superfici lorde minime devono includere gli spazi di manovra necessari per l'utilizzo di eventuali ausili per il movimento (es. letto, sedia a ruote, ...).

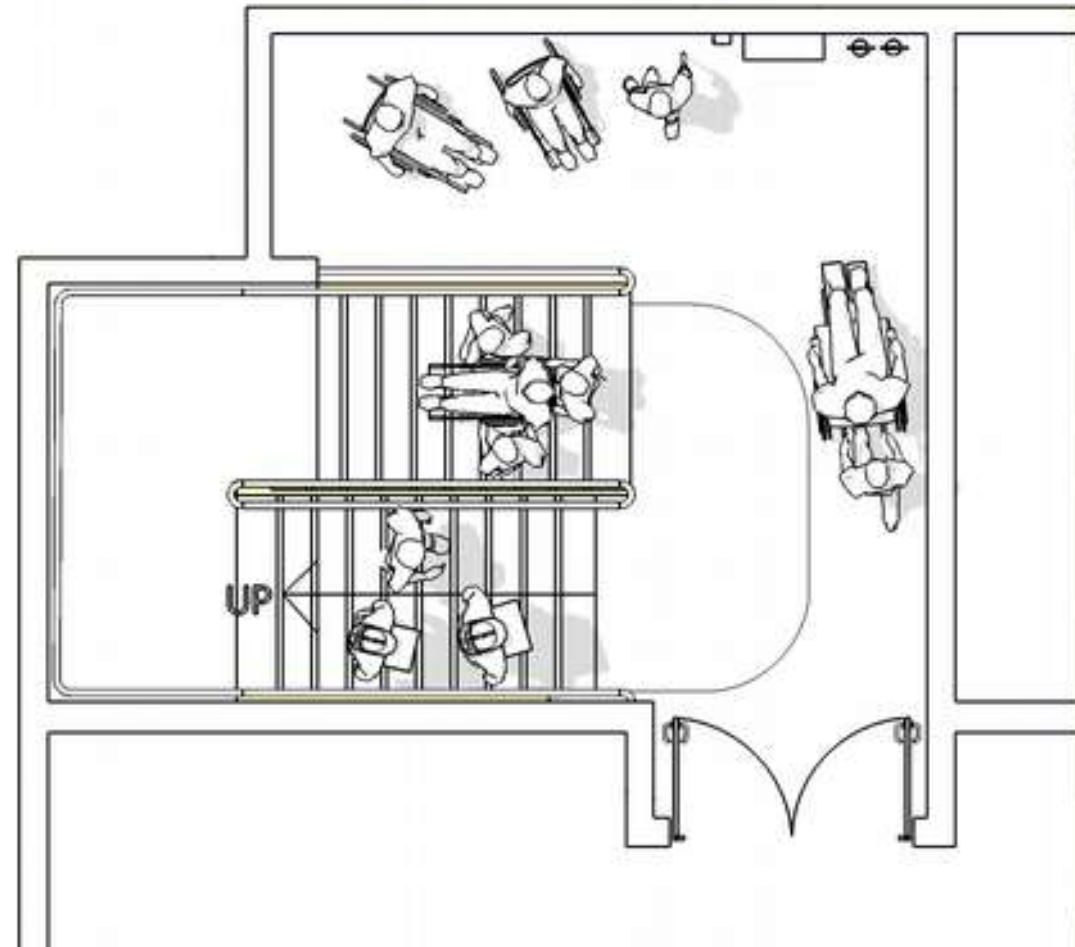
Tabella S.4-14: Superficie minima per occupante

Esodo in presenza di disabilità

Spazio calmo [2/2]

- **Luogo sicuro temporaneo** ove gli occupanti possono attendere assistenza per completare l'esodo verso luogo sicuro
- **Caratteristiche:**
 - ▶ dimensioni adeguate
 - ▶ un sistema di comunicazione bidirezionale
 - ▶ indicazioni sui comportamenti in attesa di assistenza
 - ▶ attrezzature per facilitare l'evacuazione (evac-chair).

ISO 21542



Esodo in presenza di disabilità

Esodo orizzontale progressivo

- **Spostamento degli occupanti** dal compartimento di primo innesco in un compartimento adiacente capace di contenerli e proteggerli fino a quando l'incendio non sia estinto o fino a che non si proceda ad una successiva evacuazione verso luogo sicuro.
- **Caratteristiche:**
 - ▶ Dimensioni adeguate dei compartimenti
 - ▶ Vie d'esodo adeguate (**+50%**) e ridondanti

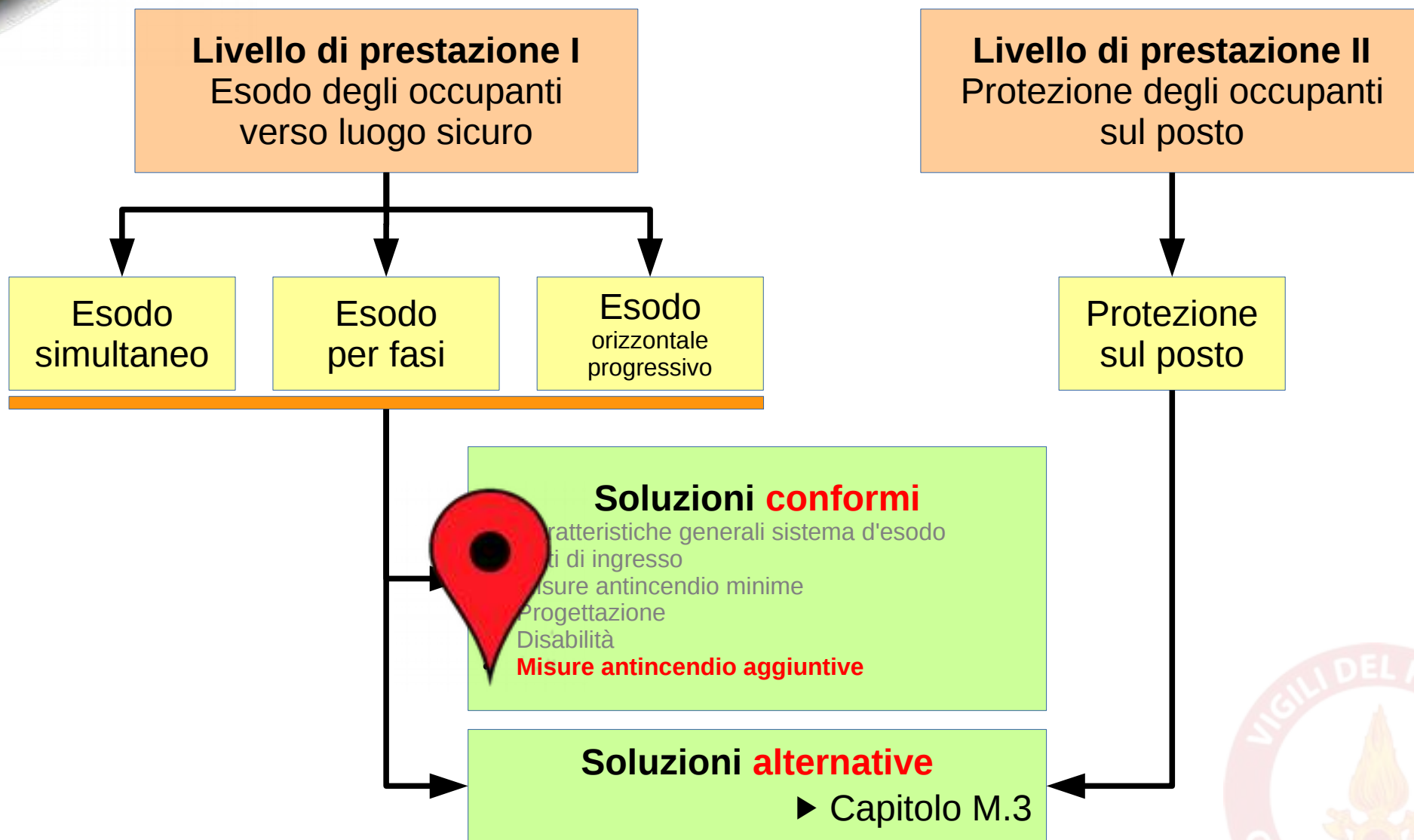


| Tipologia | Superficie minima per occupante |
|---------------------------|---------------------------------|
| Occupante deambulante | 0,70 m ² /persona |
| Occupante non deambulante | 2,25 m ² /persona |

Le superfici lorde minime devono includere gli spazi di manovra necessari per l'utilizzo di eventuali ausili per il movimento (es. letto, sedia a ruote, ...).

Tabella S.4-14: Superficie minima per occupante

A che punto siamo?



Misure antincendio aggiuntive

Se sono previste le **misure antincendio aggiuntive** è possibile **incrementare le lunghezze** di riferimento:

$$L_{es,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{es}$$

$$L_{cc,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{cc} + 30\% \cdot L_{cc,pr} + 60\% \cdot L_{cc,fu}$$

con:

$L_{es,d}$ max lunghezza d'esodo [m]

$L_{cc,d}$ max lungh. corridoio cieco [m]

e con:

L_{es} max lunghezza d'esodo di riferimento [m]

L_{cc} max lunghezza corridoio cieco di riferimento [m]

$L_{cc,pr}$ **porzione finale** corridoio cieco in via d'esodo **protetta** [m]

$L_{cc,fu}$ **porzione finale** corridoio cieco in via d'esodo **a prova di fumo** [m]

$L_{cc,pr} + L_{cc,fu} \leq 25$ m

$$\delta_m = \sum_i \delta_{m,i}$$

δ_m non può superare la massima variazione ammessa pari a 36%

| Misura antincendio aggiuntiva | $\delta_{m,i}$ | |
|---|----------------------|-----|
| Rivelazione ed allarme (Capitolo S.7) con livello di prestazione IV. | 15% | |
| Controllo di fumi e calore (Capitolo S.8) con livello di prestazione III. | 21% | |
| Altezza media del locale servito dalla via d'esodo, h_m in metri [1] | ≤ 3 m | 0% |
| | > 3 m, ≤ 4 m | 5% |
| | > 4 m, ≤ 5 m | 10% |
| | > 5 m, ≤ 6 m | 15% |
| | > 6 m, ≤ 7 m | 18% |
| | > 7 m, ≤ 8 m | 21% |
| | > 8 m, ≤ 9 m | 24% |
| | > 9 m, ≤ 10 m | 27% |
| | > 10 m | 30% |

[1] Qualora la via d'esodo serva più locali, si assume la minore tra le altezze medie

Tabella S.4-15: Parametri per la definizione dei fattori $\delta_{m,i}$



Misure antincendio aggiuntive

Se sono previste le **misure antincendio aggiuntive**
è possibile **incrementare le lunghezze** di riferimento:

$$L_{es,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{es}$$

$$L_{cc,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{cc} + 30\% \cdot L_{cc,pr} + 60\% \cdot L_{cc,fu}$$

CON:

$L_{es,d}$ max lunghezza d'esodo [m]

$L_{cc,d}$ max lungh. corridoio cieco [m]

e con:

L_{es} max lunghezza d'esodo
di riferimento [m]

L_{cc} max lunghezza corridoio cieco
di riferimento [m]

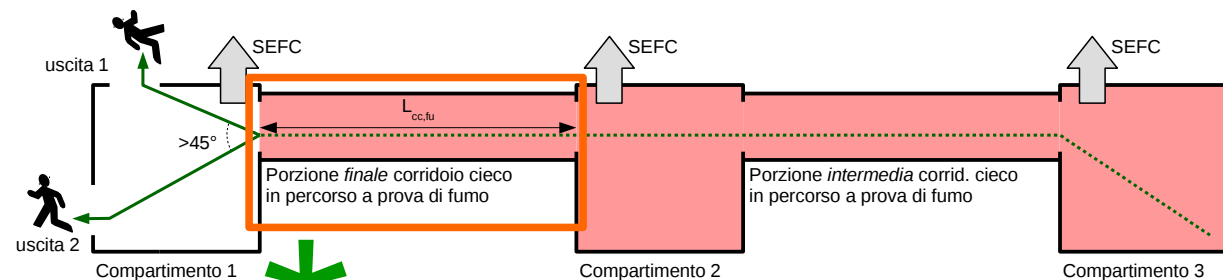
$L_{cc,pr}$ **porzione finale** corridoio cieco
in via d'esodo **protetta** [m]

$L_{cc,fu}$ **porzione finale** corridoio cieco
in via d'esodo **a prova di fumo** [m]

$$L_{cc,pr} + L_{cc,fu} \leq 25 \text{ m}$$

$$\delta_m = \sum_i \delta_{m,i}$$

δ_m non può superare la massima
variazione ammessa pari a 36%



Scala d'esodo
protetta o a prova di
fumo termina
comunque in luogo
sicuro



Misure antincendio aggiuntive

Esempio

- Attività con $R_{vita} = A2$, prevista:
 - rivelazione ed allarme con livello di prestazione IV
 - altezza media dei locali = 3,5 m.
- Allora:

$$\delta_m = 15\% + 5\% = 20\%$$
- Max **lunghezza d'esodo** diventa:

$$L_{es,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{es} =$$

$$= 1,20 \cdot 60 \text{ m} = 72 \text{ m}$$
- Presente **corridoio cieco** di cui **porzione finale** di 20 m inseriti in scala a prova di fumo, direttamente verso luogo sicuro
- Max **lunghezza corridoio cieco** (per tale corridoio) diventa:

$$L_{cc,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{cc} + 60\% \cdot L_{cc, fu} =$$

$$= 1,20 \cdot 25 \text{ m} + 60\% \cdot 20 \text{ m} =$$

$$= 30 \text{ m} + 12 \text{ m} = 42 \text{ m}$$

| Misura antincendio aggiuntiva | $\delta_{m,i}$ | |
|---|------------------------------------|-----|
| Rivelazione ed allarme (Capitolo S.7) con livello di prestazione IV. | 15% | |
| Controllo di fumi e calore (Capitolo S.8) con livello di prestazione III. | 21% | |
| Altezza media del locale servito dalla via d'esodo, h_m in metri [1] | $\leq 3 \text{ m}$ | 0% |
| | $> 3 \text{ m}, \leq 4 \text{ m}$ | 5% |
| | $> 4 \text{ m}, \leq 5 \text{ m}$ | 10% |
| | $> 5 \text{ m}, \leq 6 \text{ m}$ | 15% |
| | $> 6 \text{ m}, \leq 7 \text{ m}$ | 18% |
| | $> 7 \text{ m}, \leq 8 \text{ m}$ | 21% |
| | $> 8 \text{ m}, \leq 9 \text{ m}$ | 24% |
| | $> 9 \text{ m}, \leq 10 \text{ m}$ | 27% |
| $> 10 \text{ m}$ | 30% | |

[1] Qualora la via d'esodo serva più locali, si assume la minore tra le altezze medie

Tabella S.4-15: Parametri per la definizione dei fattori $\delta_{m,i}$



Soluzioni alternative?



**Grazie per l'attenzione.
Domande?**

Emanuele Gissi, PhD
Direttore, vice dirigente
Comando Vigili del fuoco di Genova
emanuele.gissi@vigilfuoco.it

