



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Carlo Antonio Stival
via A. Valerio 6/1
34127 Trieste
+390405583489
cstival@units.it

ARGOMENTO

14

31 MARZO 2022

Partizioni interne

Comunicazioni verticali

A. A. 2021-2022

Laboratorio di **Costruzione dell'Architettura**

Corso di **Tecnologie e soluzioni edilizie**

per la sostenibilità ambientale

14.1

**Generalità sulla concezione
geometrica e strutturale**

Generalità

Le **comunicazioni verticali** si considerano partizioni interne in quanto elementi di collegamento tra spazi posti a diversi livelli che, comunque, denotano la presenza di una partizione fisica.

Tale suddivisione fisica tra gli spazi per consentire l'introduzione di un sistema di comunicazioni verticali può avvenire con **elementi a giacitura orizzontale** (es. scale a giorno) oppure a giacitura **verticale** (es. scale protette).

D'altro canto, alla partizione fisica, materica, corrisponde una continuità spaziale che contribuisce all'organizzazione degli spazi interni e di relazione con l'esterno.



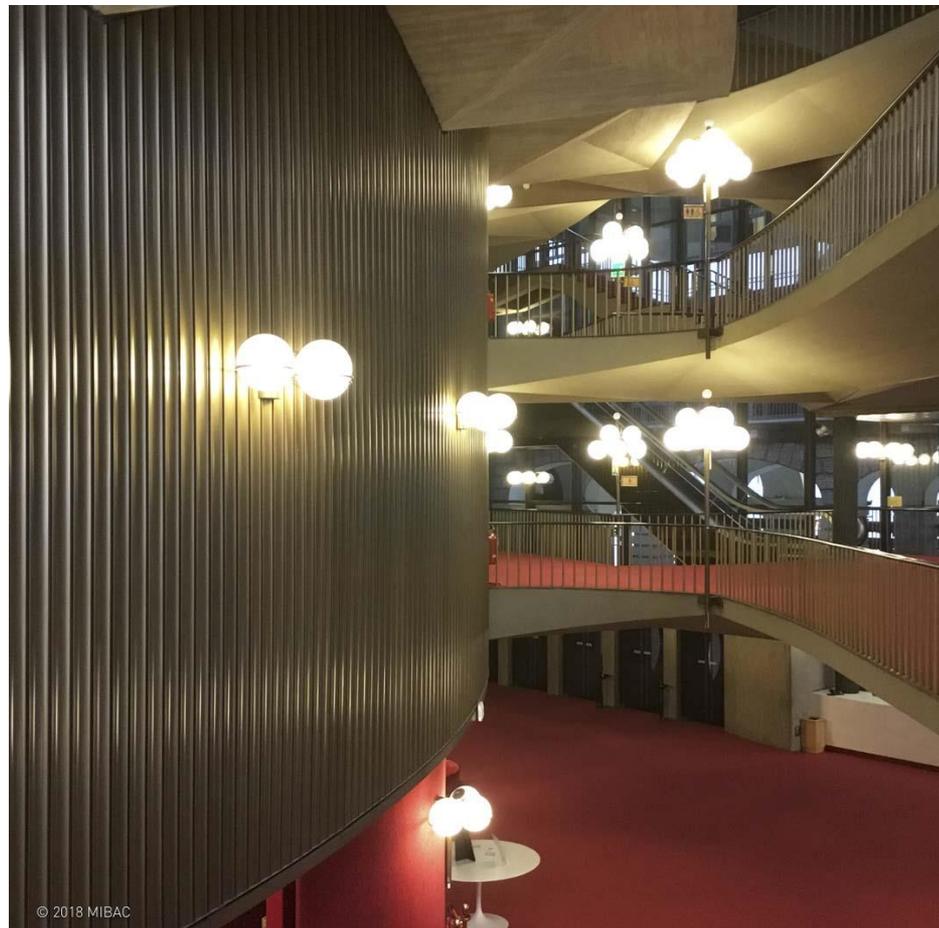
Generalità



© 2018 MIBAC

TEATRO REGIO, TORINO
(fonte: atlantearchitettura.beniculturali.it)

Generalità



© 2018 MIBAC

TEATRO REGIO, TORINO
(fonte: atlantearchitettura.beniculturali.it)

Concezione geometrica

Dal punto di vista **geometrico**, le scale si compongono di tre elementi sostanziali:

- **gradini**;
- **pianerottolo di arrivo**;
- **pianerottoli intermedi**, o **di riposo**.

Nel caso di scale diritte (aventi una direzione di salita lineare o a curvatura costante), i pianerottoli di riposo si devono inserire tra successioni minime di **3** e massime di **15** gradini.

Le scale **a pozzo** e le scale **ad anima** possono avere la stessa concezione geometrica, ma ne varia l'approccio strutturale:

- nel primo caso, le rampe sono **a volo** o **a sbalzo** e danno, all'opposto, su un vuoto centrale;
- nel secondo caso, le rampe sono sorrette dai muri del nucleo e dal muro di spina detto anima.

Differiscono anche nella resa della percezione visiva sotto condizioni di luminosità potenziale ben diverse.

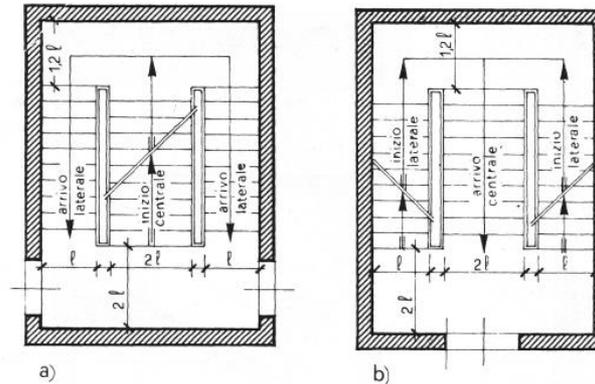


Fig. 4/536 - Scale a tenaglia: a) inizio salita centrale e arrivi laterali; b) inizi salita laterali e arrivo centrale.

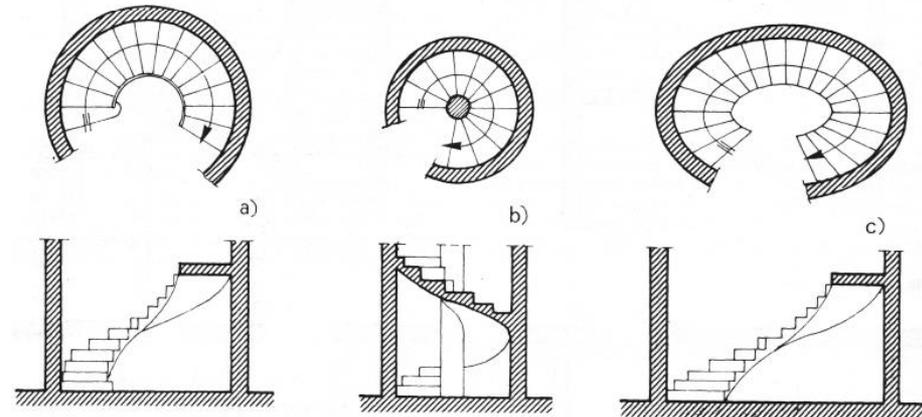
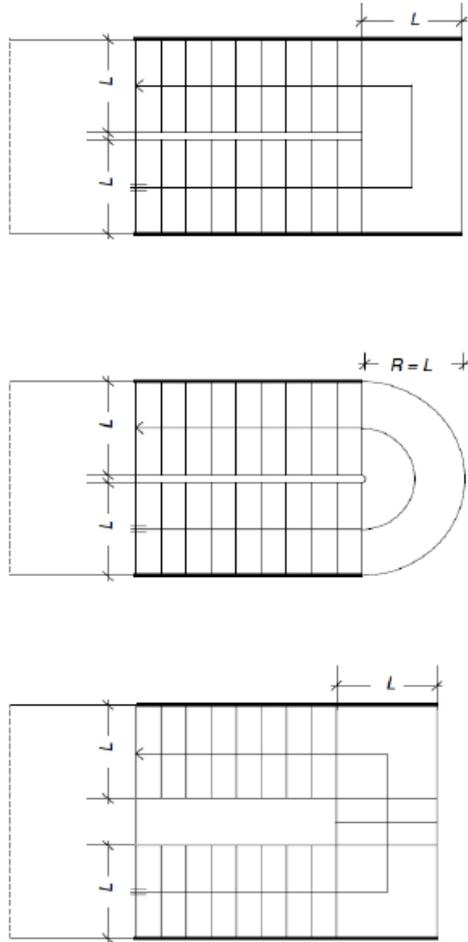


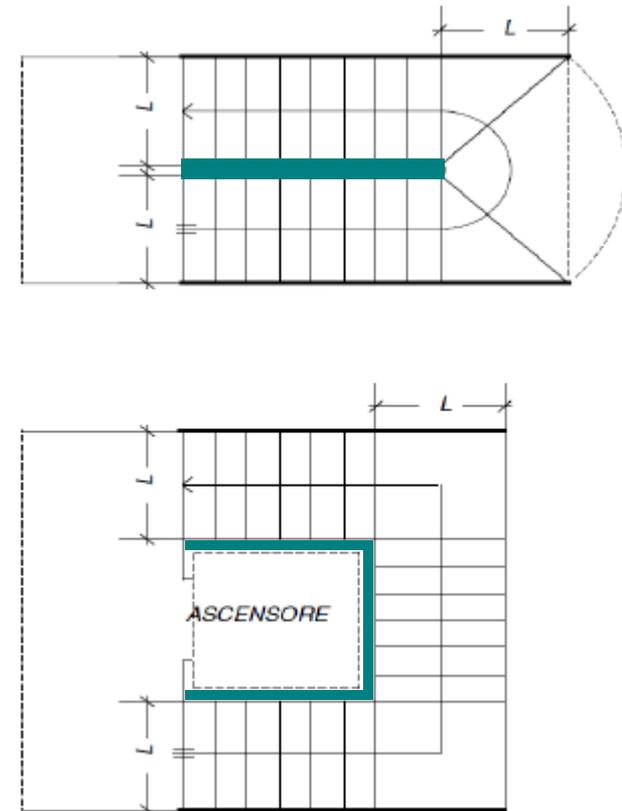
Fig. 4/537 - Scale elicoidali: a) scala circolare a pozzo; b) scala circolare ad anima (a chiocciola); c) scala ellittica a pozzo.

Concezione geometrica

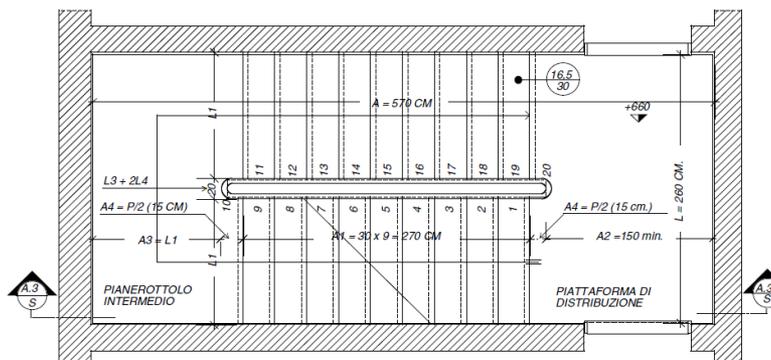
Scale a pozzo



Scale ad anima



Concezione geometrica

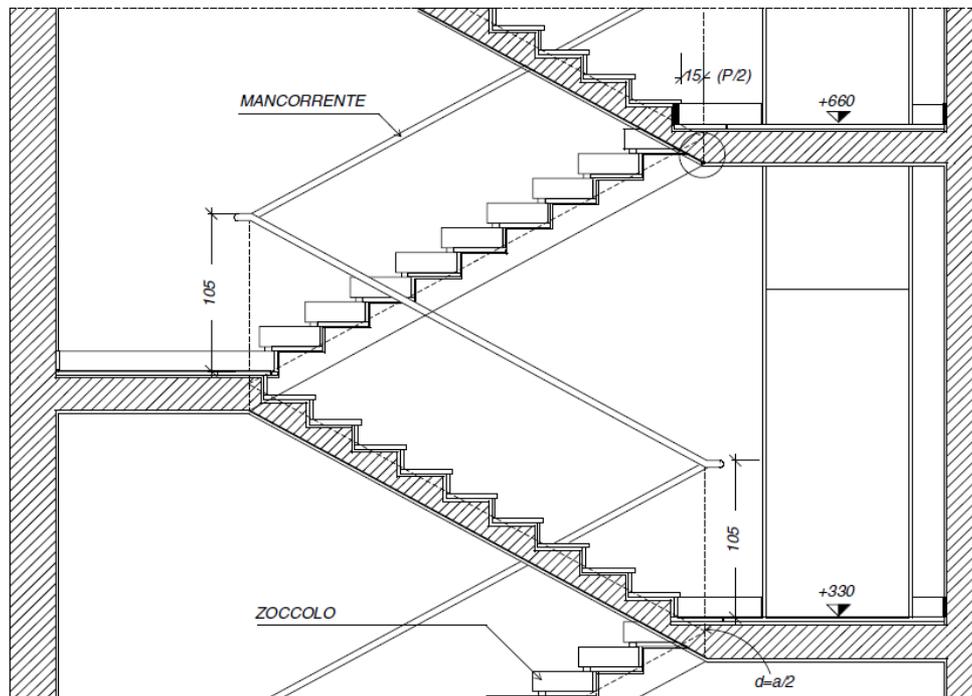


PIANTA DELLA SCALA RIFERITA A UN PIANO INTERMEDIO

In edifici civili, la larghezza minima delle scale è fissata in **120 cm** al netto dell'ingombro dovuto al (o ai) **corrimano**. Unica deroga sono le scale in abitazioni di case unifamiliari.

Il corrimano (di **diametro 6 cm**) deve staccarsi dalla parete di **4 cm** e seguire il profilo della rampa, ad un'altezza di almeno **1,00 ml** nelle scale a pozzo, fino a **30 cm oltre il gradino di arrivo**.

Scala a due rampe per edificio civile



SEZIONE DELLA SCALA - (PARTE CORRISPONDENTE A UN PIANO INTERMEDIO)

RAPPRESENTAZIONE DI UNA SCALA ORDINARIA PER EDIFICIO RESIDENZIALE

LA SCALA RAPPRESENTATA PRESENTA LE SEGUENTI CARATTERISTICHE:

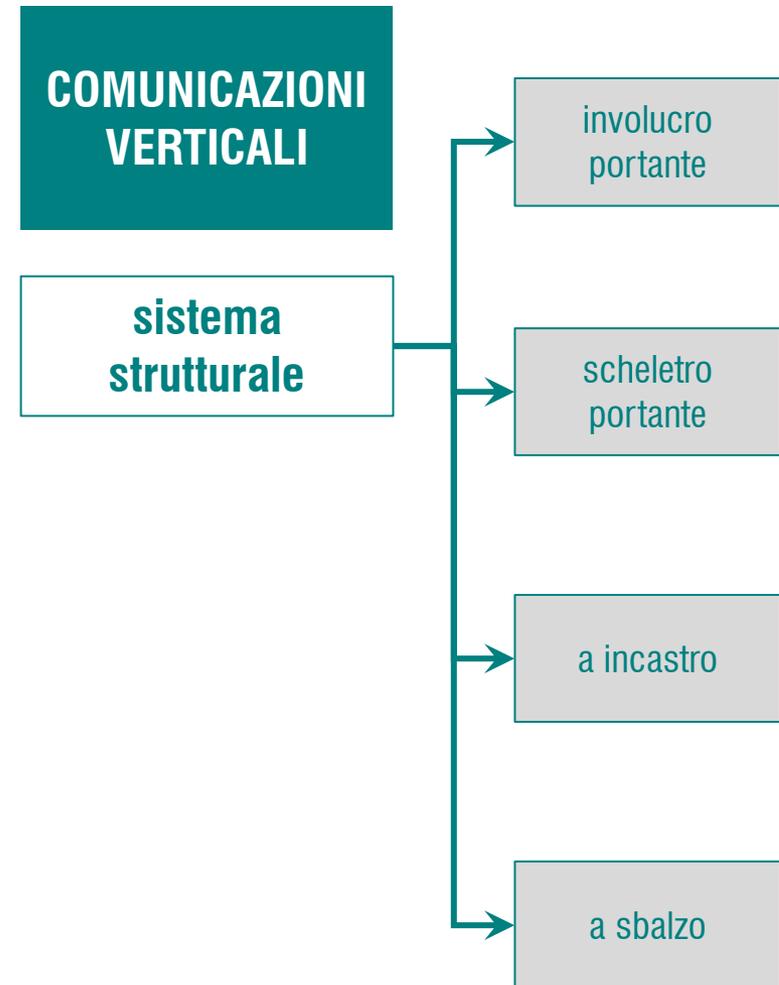
- H - ALTEZZA INTERPIANO: 330 CM PARI A 20 ALZATE DA 16,5 CM
- RAPPORTO ALZATA/PEDATA PARI A 16,5/30 ($2A + P = 63$ CM)
- L1 - LARGHEZZA LIBERA DELLE RAMPE PARI A 120 CM
- L2 - DISTACCO TRA LE RAMPE PARI A 10 CM
- L3 - INGOMBRO DEL MANCORRENTE RISPETTO ALLA LARGHEZZA DI OGNI RAMPA PARI A 5 CM
- L - LARGHEZZA TOTALE DEL VANO SCALA = $2L1 + L2 + 2L3 = 260$ CM
- A1 - LUNGHEZZA DELLA RAMPA PARI A 9 PEDATE DA 30 CM = 270 CM
- A2 - PIATTAFORMA DI DISTRIBUZIONE AI PIANI CON LARGHEZZA LIBERA PARI A 150 CM
- A3 - PIANEROTTOLO INTERMEDIO CON LARGHEZZA PARI ALLA RAMPA (120 CM)
- A4 - SFALSAMENTO TRA I GRADINI DELLE RAMPE PARI A 0;
INCREMENTO DI INGOMBRO DEL MANCORRENTE PARI A 1/2 DELLA PEDATA PER LATO = $30/2 = 15$ CM
- A - SVILUPPO COMPLESSIVO DELLA LUNGHEZZA DEL VANO SCALA = $A1 + A2 + A3 + 2A4 = 570$ CM

Concezione strutturale

Nel caso di scale a **involucro portante**, lo sviluppo del sistema di comunicazione è compreso entro un **nucleo** di **elementi bidimensionali** che assolve la **funzione portante** primaria ed, eventualmente, ulteriori funzioni (es. **compartimentazione**).

Le scale a scheletro portante, invece, sono caratterizzate dalla presenza di un telaio in c.a. oppure in acciaio.

In ambo i casi, l'elemento di comunicazione verticale contribuisce al complessivo comportamento statico (e sismico) dell'edificio in quanto vi inserisce un **elemento irrigidente**. Tale effetto incrementa in edifici a forte sviluppo verticale.



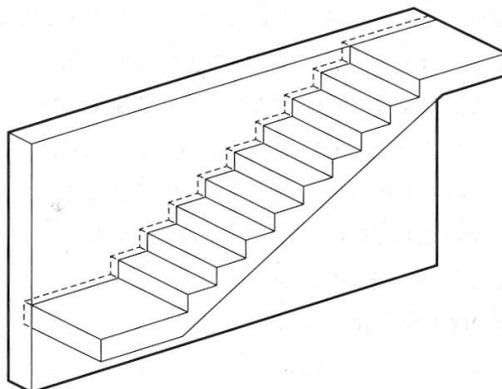
Concezione strutturale

SCHEMI STRUTTURALI DELLE RAMPE

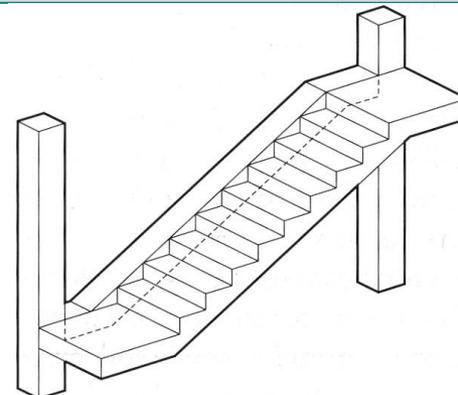
Scale a involucro →

Scale appoggiate ↓

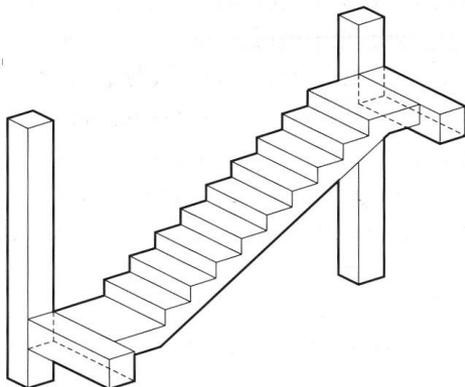
Rampa a sbalzo
su setto portante



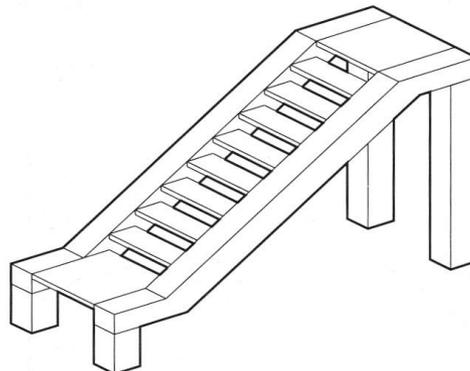
Rampa a sbalzo
su trave a ginocchio



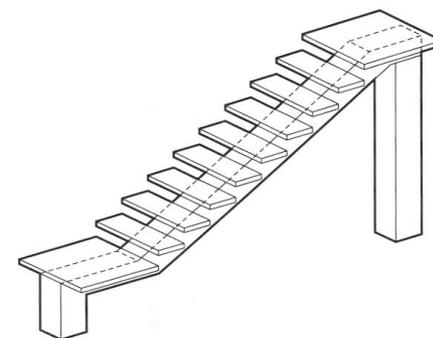
Rampa a volo
su soletta rampante



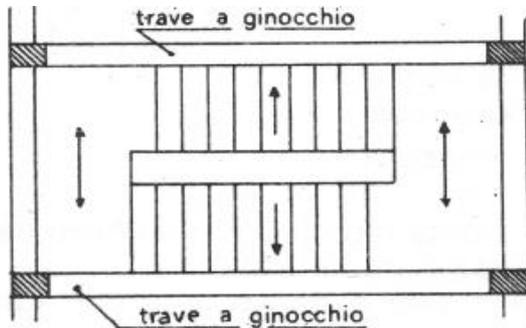
Rampa a volo
su travi rampanti laterali



Rampa a volo
su trave rampante centrale

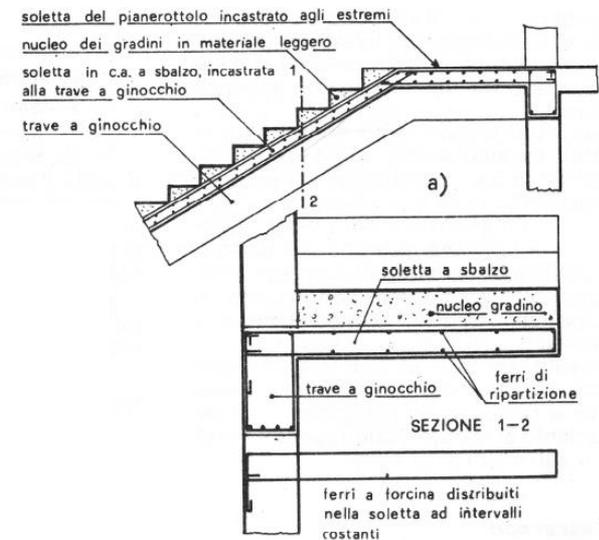
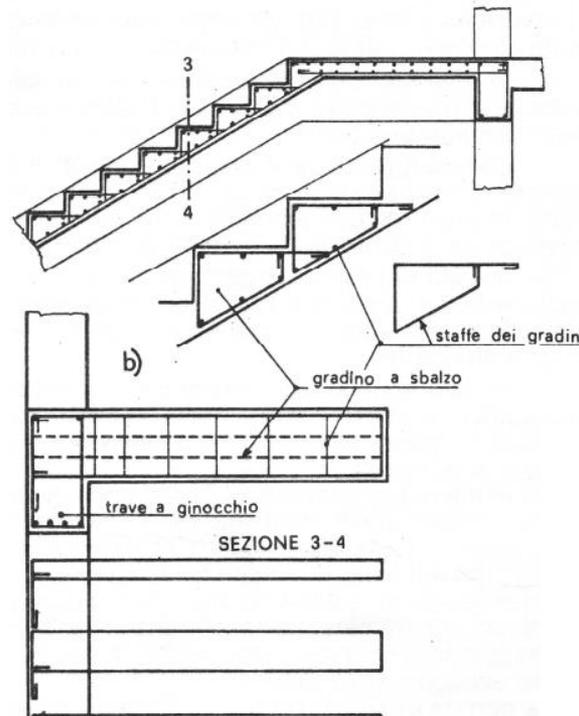


Concezione strutturale

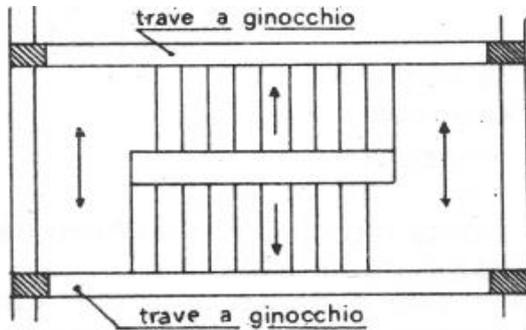


Rampa a sbalzo su travi a ginocchio

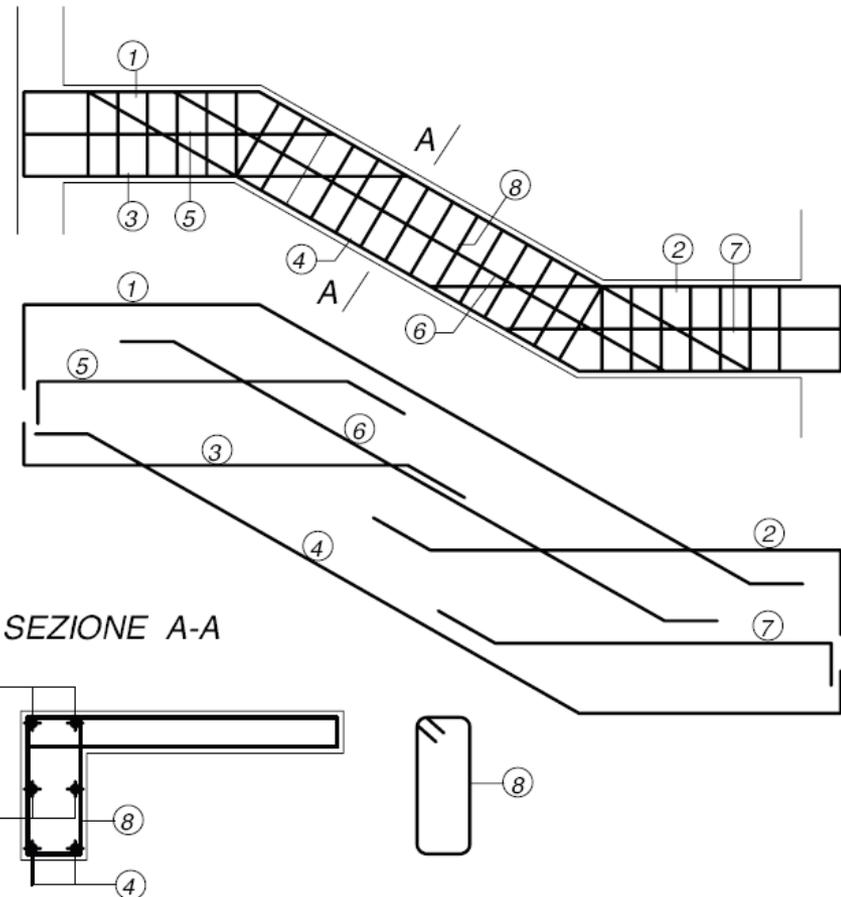
Le **travi a ginocchio** seguono la **linea di calpestio** e si vincolano lungo il perimetro del vano scala. Le **solette** si sviluppano tra due travi a ginocchio; su queste si formano i diversi **gradini** (come **elementi portati**).



Concezione strutturale

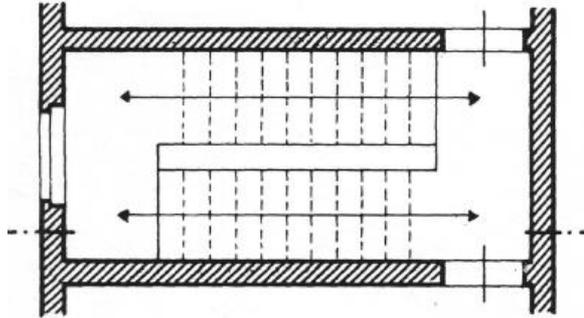


Armatura di una trave a ginocchio



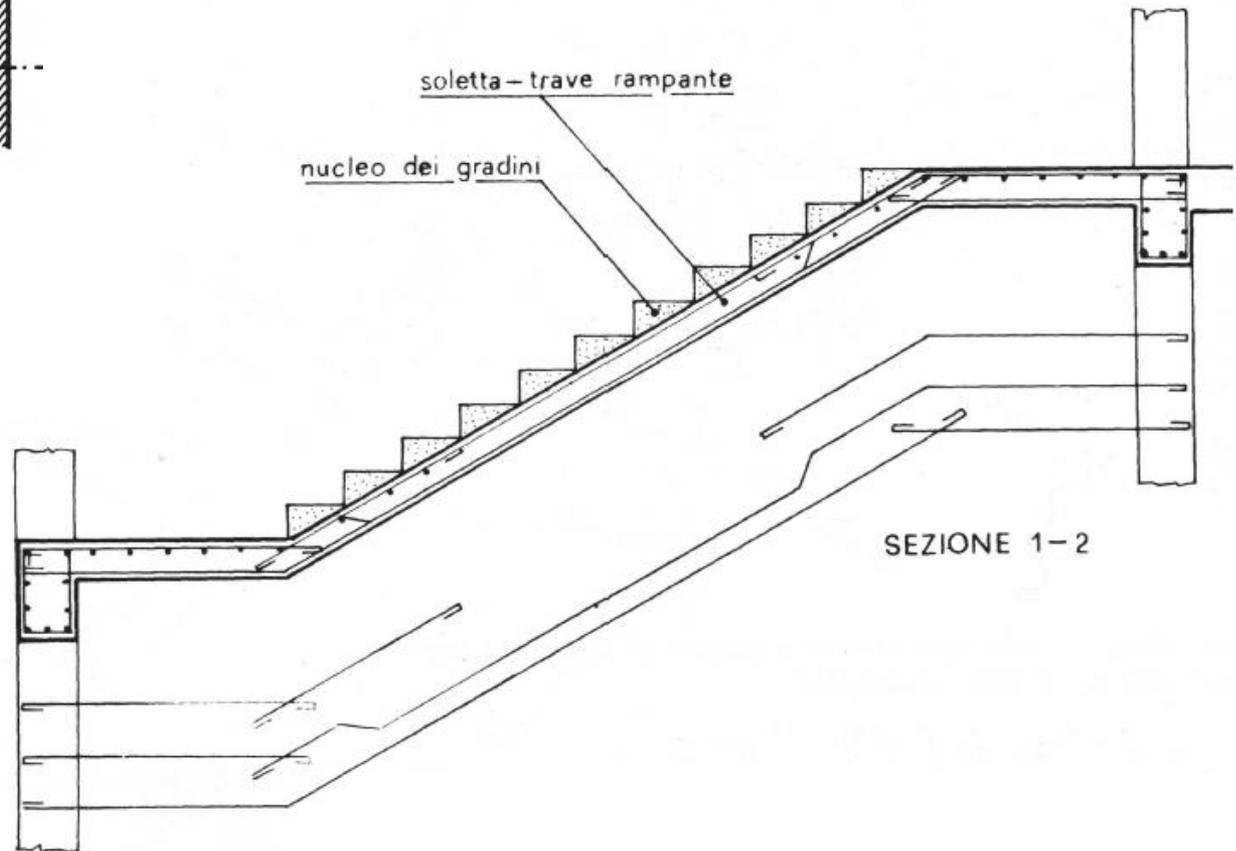
14

Concezione strutturale

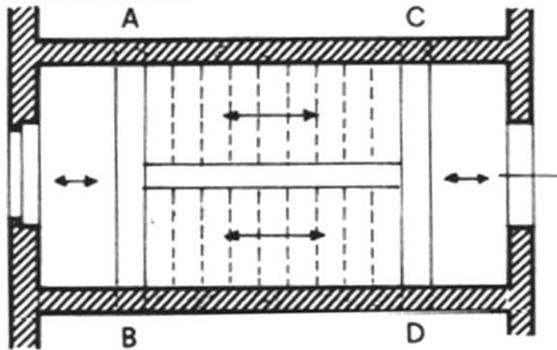


Le **solette rampanti** sono anch'esse sagomate a ginocchio e vincolate a travi alla quota dei pianerottoli, al **perimetro** del vano scala. Si impiegano per superare **luci modeste**, in quanto sono presenti due **incastrati interni** in corrispondenza dei **ginocchi**.

Rampa a volo su soletta - trave rampante

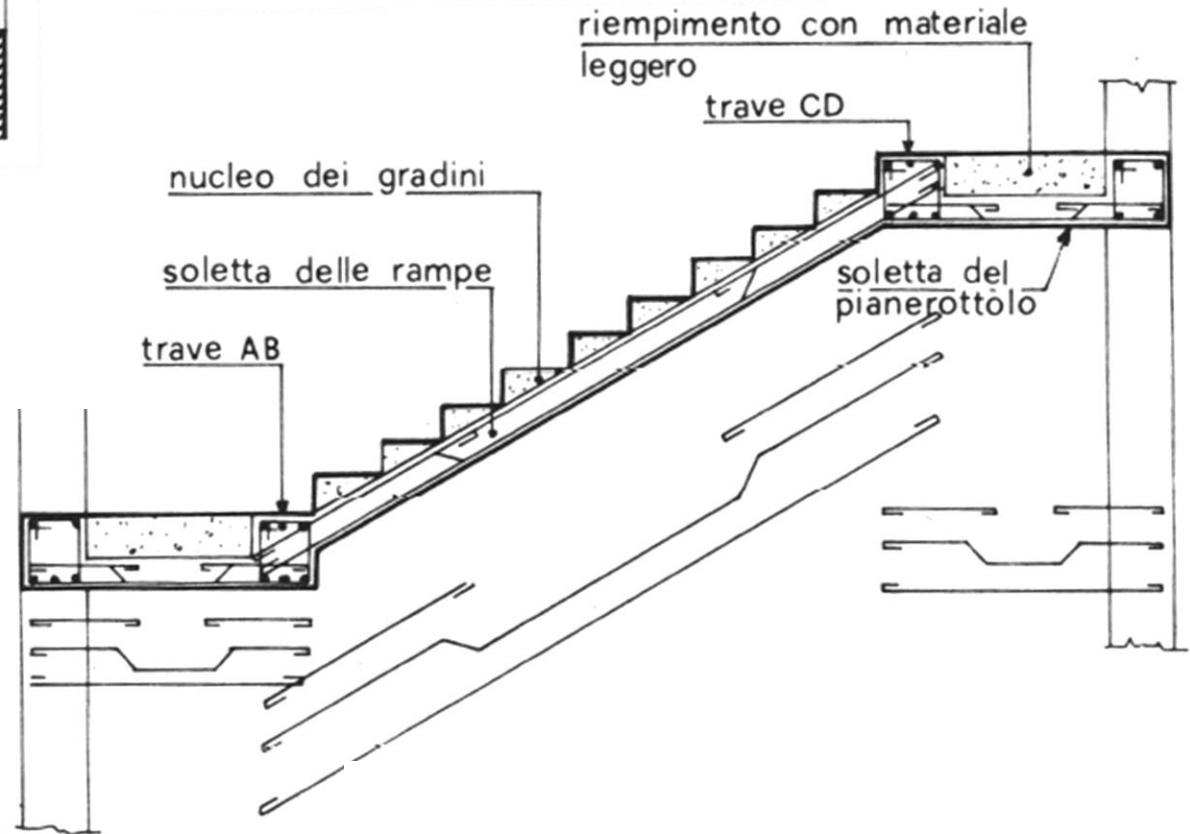


Concezione strutturale

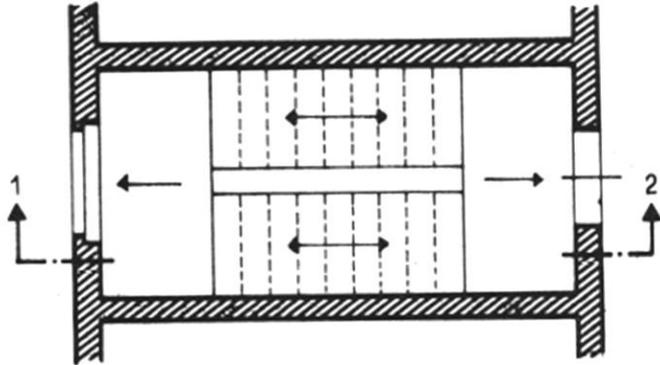


Rampa a volo su travi di pianerottolo

Questa scala **appoggiata** si compone di **pianerottoli** sostenuti da **travi ortogonali alla rampa**, alla partenza e all'arrivo, parallele ai lati corti del vano scala. Su queste travi si **vincolano** le **solette** delle rampe.

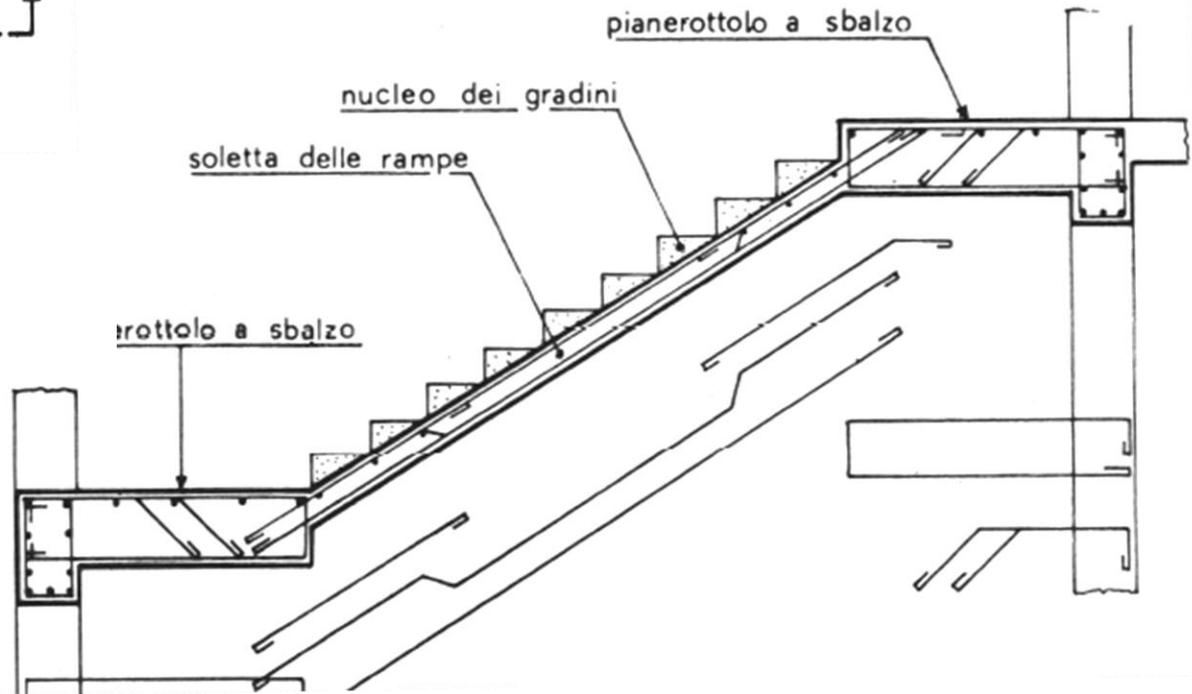


Concezione strutturale



Rampa a volo su pianerottoli a sbalzo

Questa variante presenta dei **pianerottoli a sbalzo vincolati** ai **lati corti** del vano scala. Le solette delle rampe si agganciano allora **all'estremo libero** della piastra del pianerottolo.



14.2

Le scale all'interno del sistema d'esodo

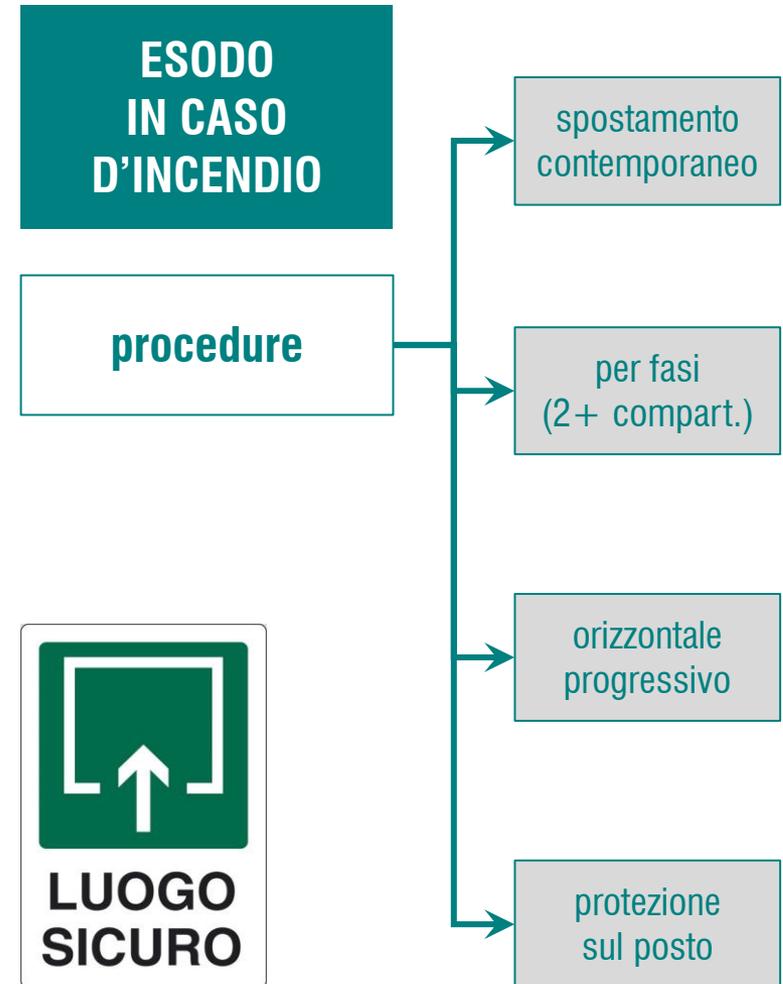
Esodo

Finalità dell'**esodo** è **assicurare** che gli **occupanti** possano **raggiungere** o **permanere** in un **luogo sicuro** in caso d'incendio. In tale valutazione non deve essere considerato l'intervento di squadre di soccorso o dei VV.F.

L'esodo conduce ad un **luogo sicuro**, ossia un luogo in cui **non esiste pericolo** per gli occupanti ivi **stazionanti** o **transitanti**. Il dimensionamento dipende dalla tipologia degli occupanti

$$s = \begin{cases} 0,70 \left[\frac{m^2}{pers} \right] & \text{per occupanti } \mathbf{deambulanti} \\ 2,25 \left[\frac{m^2}{pers} \right] & \text{per occupanti } \mathbf{non\ deambulanti} \end{cases}$$

Sono considerati luoghi sicuri la **pubblica via**, e qualsiasi **spazio scoperto** esterno alla costruzione collegato alla pubblica via in ogni condizione d'incendio, non **investito** dai **prodotti** della **combustione**, soggetto ad un **irraggiamento limitato** e in cui **non vi sia pericolo di crollo**.



Esodo

ESODO PER FASI

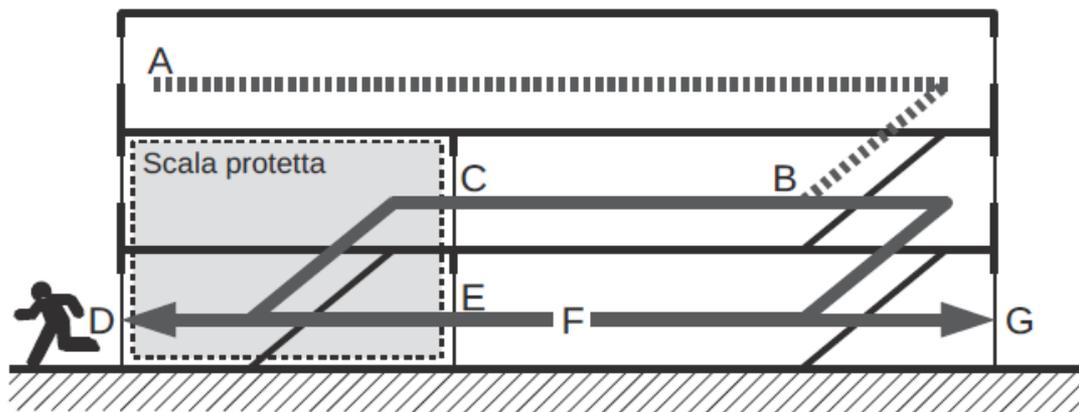
Modalità di esodo da una struttura compartimentata, in cui l'**evacuazione** degli **occupanti** fino al luogo sicuro avviene **in successione dopo l'evacuazione** del **compartimento di innesco** dell'incendio. È attuata mediante misure antincendio sia passive, sia attive che gestionali.

ESODO ORIZZONTALE PROGRESSIVO

Modalità di esodo che prevede lo **spostamento** degli **occupanti** dal compartimento di primo innesco in un **compartimento adiacente** capace di **contenerli** e **proteggerli** fino all'estinzione dell'incendio o alla **successiva evacuazione verso luogo sicuro**.

Sezione di un edificio:

- AB (corridoio cieco) e ABC (lunghezza d'esodo) lungo la via d'esodo ABCD;
- AB (corridoio cieco) e ABG (lunghezza d'esodo) per la via d'esodo ABG;
- FE (lunghezza d'esodo) per la via FED;
- FG lunghezza d'esodo e via d'esodo.



Esodo

La **larghezza minima** delle vie di esodo **orizzontali** L_O , nella fattispecie porte, corridoi, uscite (si ricorda la necessità di mantenere tale larghezza minima per tutto lo sviluppo della via d'esodo) è determinata da:

$$L_O = L_U \cdot n_0$$

in base alla larghezza unitaria delle vie d'esodo L_U , determinata in base al profilo di rischio R_{VITA} , ed al numero totale degli occupanti che la impiegano; la larghezza L_U può essere suddivisa su più percorsi.

Criteri di larghezza minima di ciascun percorso



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	-	-

Esodo

La **larghezza minima** delle vie di esodo **verticali** L_V è determinata da:

$$L_V = L_U \cdot n_V$$

in base alla **larghezza unitaria** delle vie d'esodo L_U , determinata in base al profilo di rischio R_{VITA} , al **numero di piani** serviti dalla via, ed al numero totale degli occupanti che la impiegano; la larghezza L_U può essere suddivisa su più percorsi.

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*

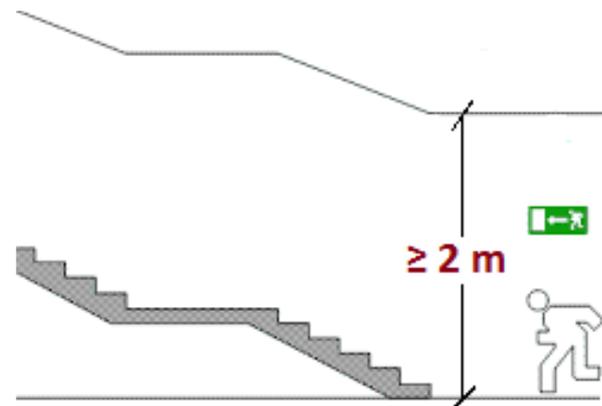
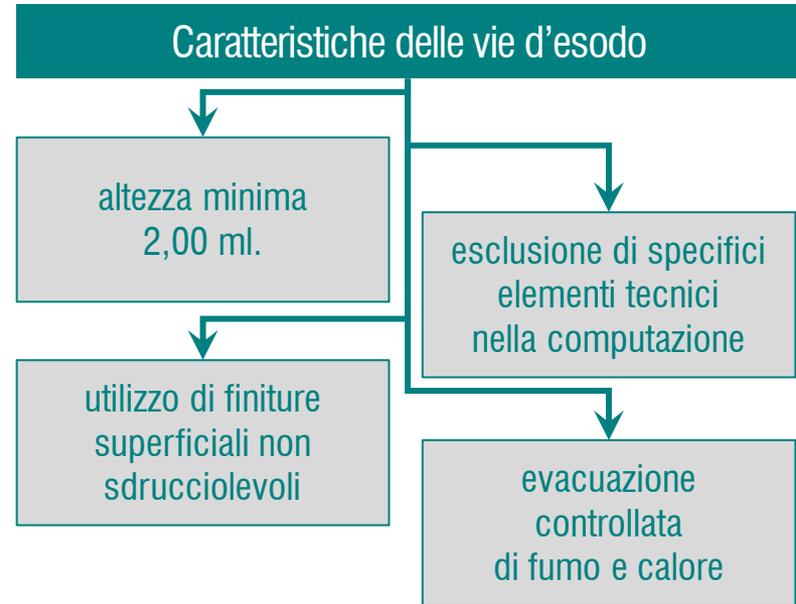
Esodo

L'**altezza minima** delle vie di esodo è fissata in **2,00 ml.**
Non è possibile considerare quale via d'esodo percorsi che comprendono:

- **scale portatili** o alla marinara, se non a servizio di locali in cui vi sia presenza occasionale e di breve durata di personale addetto;
- **ascensori**;
- rampe con **pendenza > 8%**;
- **scale** e **marciapiedi mobili** non appositamente progettati.

È necessario porre attenzione al fatto che, in **attività** con profilo di rischio **Bj**, gli occupanti tendono ad uscire percorrendo in **senso inverso** la via utilizzata per l'ingresso.

Non vi deve essere interferenza tra il sistema di vie d'esodo e il percorso di evacuazione / smaltimento di fumo e calore.



Esodo

Via d'esodo **PROTETTA**

scale e percorsi inseriti in vani protetti dedicati

conducono in luogo sicuro direttamente o tramite percorsi protetti

Via d'esodo **A PROVA DI FUMO**

scale e percorsi inseriti in vani a prova di fumo dedicati

conducono in luogo sicuro direttamente o attraverso percorsi a prova di fumo

Via d'esodo **ESTERNA**

completamente esterni rispetto all'attività

soggetti a irraggiamento inferiore a $2,5 \text{ kW m}^{-2}$

!

Nelle vie d'esodo è ammessa la presenza di **impianti tecnologici** e di **servizio** ausiliari allo svolgimento dell'attività.

Filtro

FILTRO e FILTRO A PROVA DI FUMO

Compartimento antincendio nel quale la probabilità di innesco dell'incendio sia resa trascurabile, in particolare grazie all'**assenza di inneschi efficaci** e ad un **ridotto carico di incendio** ammesso. Le caratteristiche minime di un filtro sono:

- Classe di resistenza al fuoco non inferiore a 30 minuti;
- Due o più porte E30 con congegni di autochiusura, a tenuta di fumo;
- Carico di incendio specifico $q_f \leq 50 \text{ MJ/m}^2$.

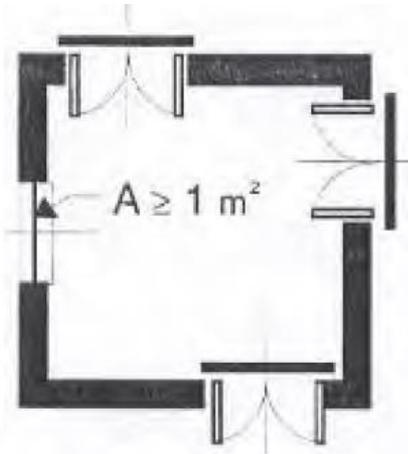
La locuzione «**a prova di fumo**» indica la capacità di un compartimento di **limitare l'ingresso di fumo** generato da un incendio **sviluppatosi** in un **compartimento comunicante**.

Un **filtro a prova di fumo**, allora, possiede una delle seguenti **caratteristiche aggiuntive**:

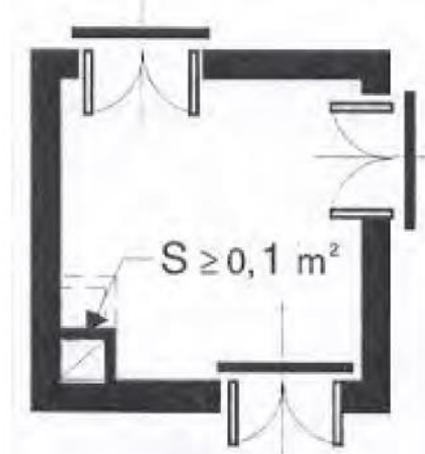
- **Camino di ventilazione** per lo **smaltimento** dei **fumi** dell'incendio, **adeguatamente progettato** e di **sezione non inferiore a $0,10 \text{ m}^2$** , con **sbocco al di sopra della copertura** dell'opera da costruzione;
- **Bocchette d'aria** per la realizzazione di un **regime di sovrappressione**, ad **almeno 30 MPa** in **condizioni di emergenza**, progettato, realizzato e gestito secondo la regola dell'arte;
- **Aerazione diretta** verso l'**esterno** con aperture di **superficie utile complessiva non inferiore a 1 m^2** , permanentemente aperte o dotate di chiusura di facile apertura in caso di incendio in modo automatico o manuale. L'apertura di aerazione non deve essere realizzata attraverso condotti.

14

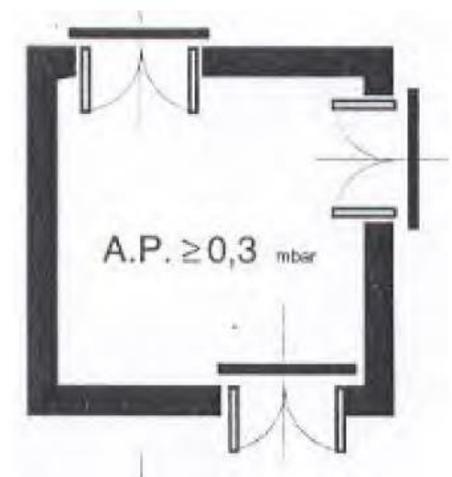
Filtro



Filtro a prova di fumo con aerazione diretta dall'esterno.



Filtro a prova di fumo con camino di ventilazione.



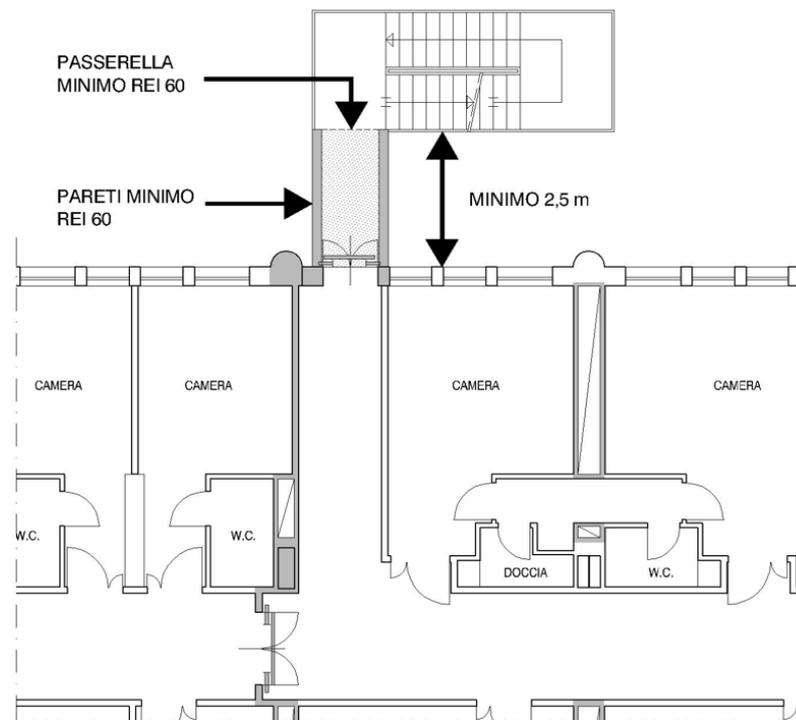
Filtro a prova di fumo con sistema di sovrappressione.

14

Scale esterne

Le condizioni richieste per una via d'esodo esterna si intendono soddisfatte qualora sussista **una** delle **situazioni seguenti**:

- la parete esterna su cui si intesta la via d'esodo, **compresi gli infissi**, presenta caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a **EI30** per un'area corrispondente alla proiezione della via sulla parete stessa, incrementata di 1,80 ml su ogni lato della figura;
- la via è **distaccata** dalla parete per una distanza non inferiore a 2,50 ml, ed il **collegamento** è realizzato con **passerelle** o **materiali di rivestimento incombustibili**.

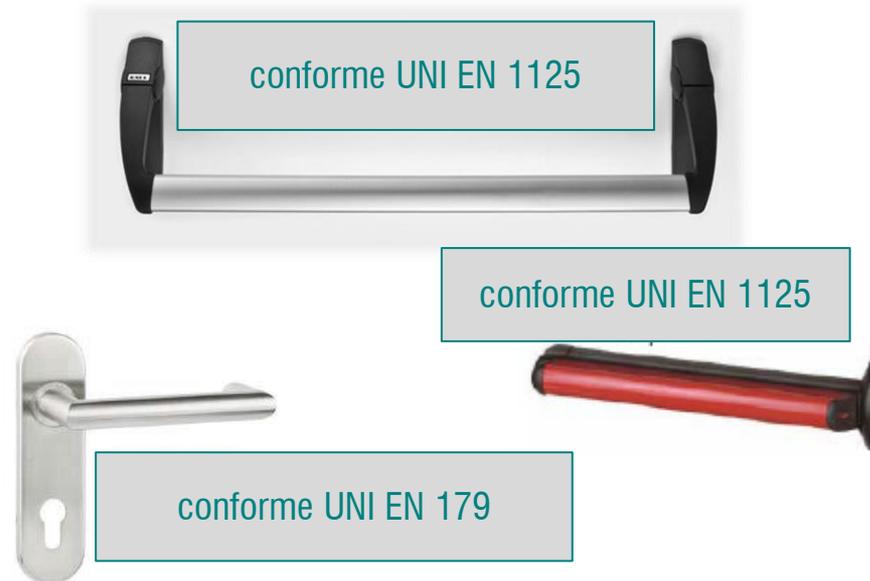


via d'esodo esterna
distaccata dall'opera

Porte lungo le vie d'esodo

Le porte poste lungo le vie d'esodo devono essere:

- identificabili e apribili da tutti gli occupanti;
- apribili nel senso dell'esodo;
- apribili su aree profonde almeno quanto la larghezza del varco;
- conformi ai requisiti minimi UNI, in particolare con la limitazione delle aperture a maniglia;
- dotate di sistemi di controllo se è necessario cautelarsi da un uso improprio.



Caratteristiche locale	Caratteristiche porta		
	Occupanti serviti	Verso di apertura	Dispositivo di apertura
Locale non aperto al pubblico	9 < n ≤ 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 ≥ 10 occupanti		UNI EN 1125
Area a rischio specifico	n > 5 occupanti		UNI EN 1125
Altri casi	Secondo risultanze dell'analisi del rischio		

Spazio calmo

Per quanto concerne gli **occupanti con disabilità**, privi delle abilità di raggiungere autonomamente un luogo sicuro attraverso **vie d'esodo verticali**, in ciascuno dei piani in cui sono **presenti non occasionalmente** deve essere previsto:

- l'esodo orizzontale progressivo o, in alternativa,
- **spazi calmi**.

Lo spazio calmo è un luogo sicuro temporaneo dove gli occupanti possono attendere assistenza nel completare l'esodo verso un luogo sicuro.

Se lo spazio calmo è **contiguo** e **comunica** con una **via d'esodo**, esso **non deve inficiare la fruibilità** della via, garantendo la **permanenza** in **sicurezza** degli occupanti in attesa dei soccorsi.

In particolare, se gli occupanti ricevono cure mediche all'interno dell'attività (profili di rischio R_{VITA} D1, D2) devono disporre di almeno 1 **ascensore antincendio** impiegabile da tutti gli occupanti non deambulanti.

Esodo di occupanti disabili, non autonomi

ESODO ORIZZONTALE
PROGRESSIVO

SPAZI CALMI

divisione del piano in 2 compartimenti;

ciascuno contiene i normali occupanti + il massimo numero in fase di esodo;

2 vie indipendenti;

i percorsi consentono l'esodo degli occupanti + il 50% di quelli impegnati nell'esodo progressivo.

dimensionati per accogliere tutti gli occupanti con disabilità del piano;

equipaggiati con attrezzature di emergenza.

