

## CORSO DI: Metodologie e Tecniche di Design

Prof. A. De Capua

Arch. Lidia Errante, PhD

Arch. Ester Mussar PhD stud

Dott.ssa Giulia Freni PhD stud

Arvh. Valentina Palco PhD



## 4 L'edificio come sistema

IL SISTEMA TECNOLOGICO

21 ottobre 2021

## Il sistema edilizio

L'edificio non è una sommatoria di spazi, elementi tecnici, materiali ed impianti è, piuttosto, un **sistema** articolato di parti, ciascuna delle quali si relaziona all'altra in modo complesso per soddisfare i bisogni dell'utenza, quindi, per raggiungere gli obiettivi del Programma Edilizio.

Inoltre, il **sistema edilizio** quale insieme di parti che compongono un'opera edilizia è un **insieme strutturato** di:

1. unità ambientali ed elementi spaziali, costituenti il sistema ambientale o sottosistema ambientale
2. unità tecnologiche ed elementi tecnici costituenti il sistema tecnologico o sottosistema tecnologico



### SISTEMA AMBIENTALE

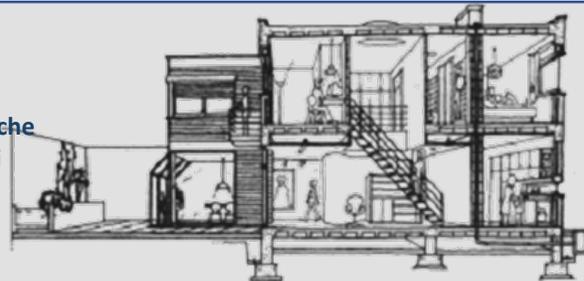
1. Insieme strutturato delle caratteristiche, quantitative e qualitative dello spazio, dimensionali, tipologiche, percettive, sensoriali, organizzative e distributive, che concorrono al soddisfacimento degli obiettivi prestabiliti, al di là dai caratteri dell'involucro che determina tale spazio.



1. Complesso insediativo di appartenenza
2. Organismo edilizio
3. Unità ambientali

### SISTEMA TECNOLOGICO

2. Insieme strutturato delle caratteristiche fisiche che rendono possibile il raggiungimento totale degli obiettivi. E' riferito agli elementi fisici che definiscono gli spazi: Struttura, Chiusure, Partizioni, Impianti.



1. Classi di unità tecnologiche (elemento di fabbrica)
2. Unità tecnologiche
3. Classi di elementi tecnici

# IL SISTEMA TECNOLOGICO

Insieme strutturato di unità tecnologiche e/o di elementi tecnici definiti nei loro *requisiti tecnologici* e nelle loro *specificazioni di prestazione tecnologica*.

## Specifica di Prestazione Tecnologica

Valore di variabili o di attributi, univocamente individuati, che definisce e delimita la risposta progettuale alle specificazioni di prestazione tecnologica di un elemento tecnico o di un sottosistema tecnologico.

## Sottosistema Tecnologico

Sottoinsieme strutturato del sistema tecnologico dell'organismo edilizio caratterizzato dall'omogeneità funzionale degli elementi tecnici che lo compongono.

## Unità Tecnologica

Raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento di prestazioni ambientali.



# IL SISTEMA TECNOLOGICO

## Classificazione UNI 8290

<i>Classi di unità tecnologiche</i>	<i>Unità tecnologiche</i>	<i>Classi di elementi tecnici</i>	<i>Elementi tecnici</i>
STRUTTURA PORTANTE	STRUTTURA DI FONDAZIONE	FONDAZIONI DIRETTE	FONDAZ. CONTINUE FONDAZ. DISCONTIN.
		FONDAZIONI INDIRETTE	PALI INFISSI GETTATI IN OPERA
	STRUTTURA DI ELEVAZIONE	ELEMENTI VERTICALI	MURATURA PUNTIFORME IN C.A. IN ACCIAIO IN LEGNO SISTEMIO MISTI
		ELEMENTI ORIZZONTALI E INCLINATI	TRAVI, ARCHI CAPRIATA, SOLAIO IN C.A. IN ACCIAIO IN LEGNO
		ELEMENTI SPAZIALI	PARETI / SOLAIO
		ELEMENTI DI CONTENIMENTO VERTICALI	MURI A GRAVITA' MURI A SBALZO OPERE SPECIALI
STRUTTURA DI CONTENIMENTO	ELEMENTI DI CONTENIMENTO ORIZZONTALI	MASSETTI SU VESPAIO	

# STRUTTURA DI FONDAZIONE

## Fondazioni dirette e indirette

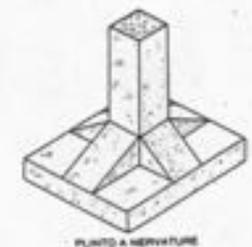
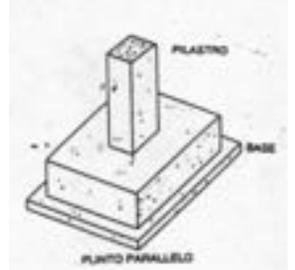
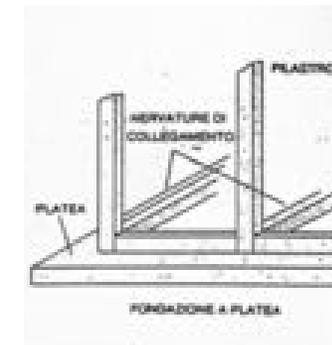
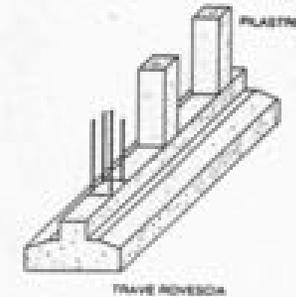
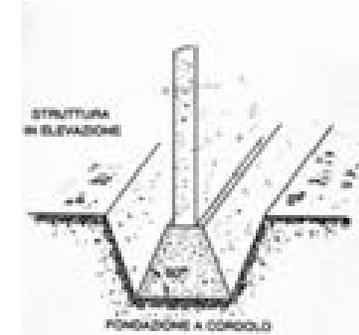
Le fondazioni costituiscono il basamento di un edificio e svolgono la funzione di trasmettere i carichi dalla costruzione al terreno, ripartendoli in modo tale che il terreno possa sopportarli.

Le fondazioni possono essere dirette e indirette.

Le fondazioni sono **dirette** quando il terreno capace di sopportare i carichi può essere raggiunto a profondità modesta; la fondazione, in questo caso, è in collegamento diretto con le strutture della costruzione.

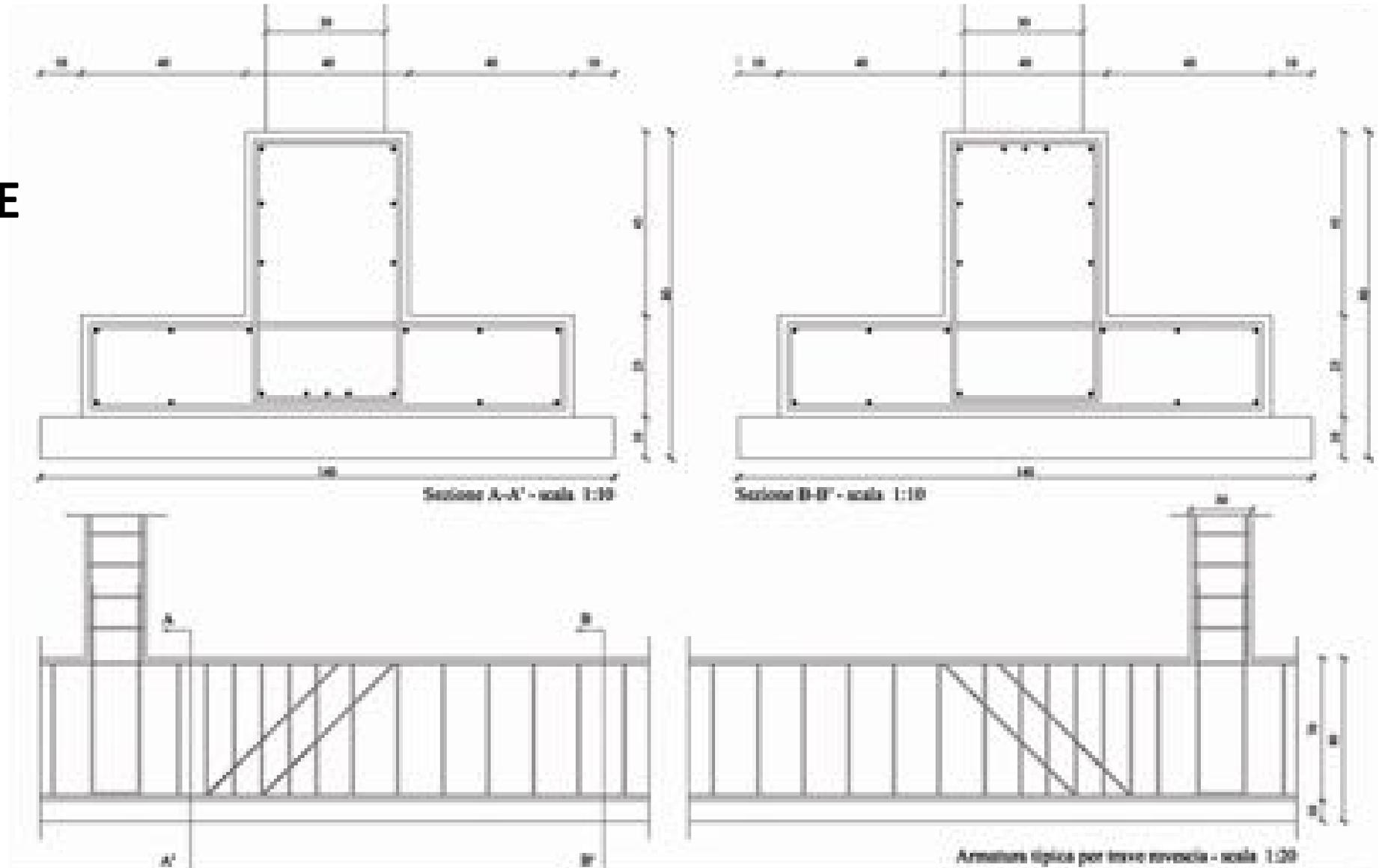
Esse si distinguono in:

- fondazioni a plinto
- fondazioni a cordolo
- fondazione a trave rovescia
- fondazione a platea



# Fondazioni dirette continue – trave rovescia

## STRUTTURA DI FONDAZIONE

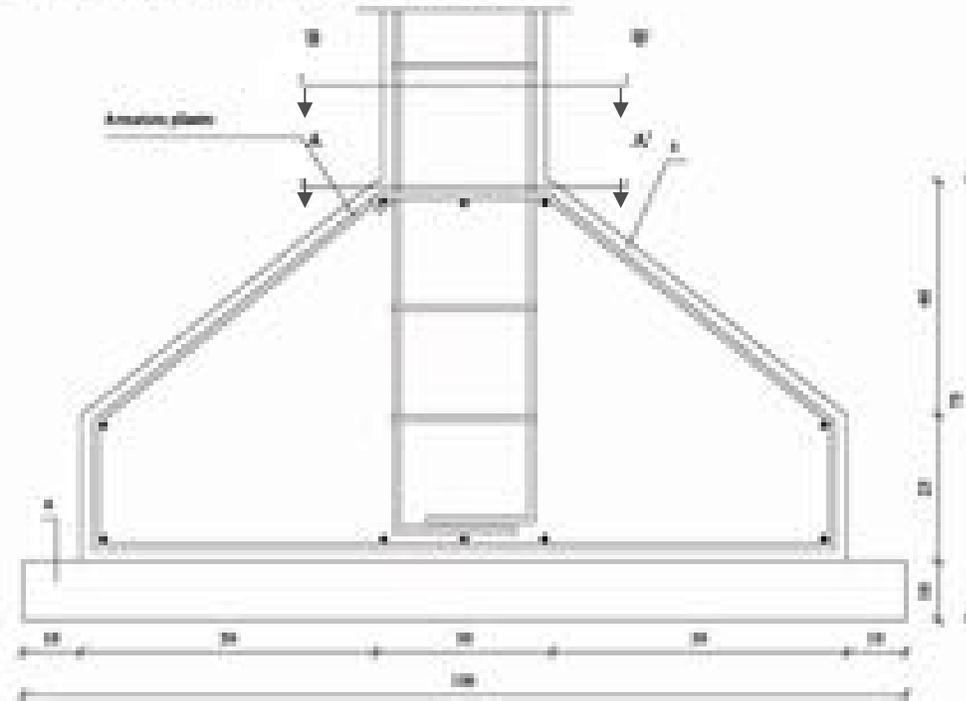


## Fondazioni dirette continue TRAVE ROVESCIA

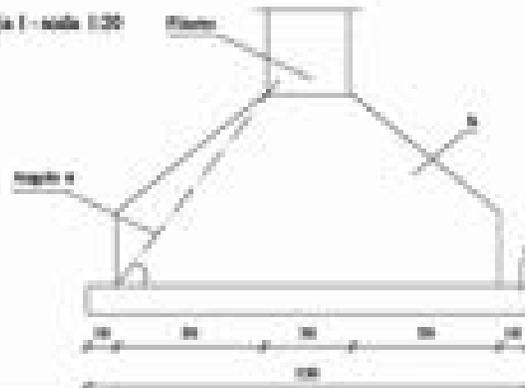
# STRUTTURA DI FONDAZIONE

Fondazioni dirette  
discontinue  
PLINTO

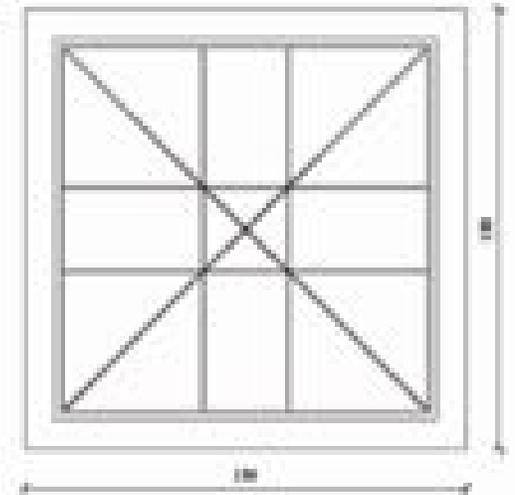
Sezione verticale con relativi armature (tipologia I) - scala 1:50



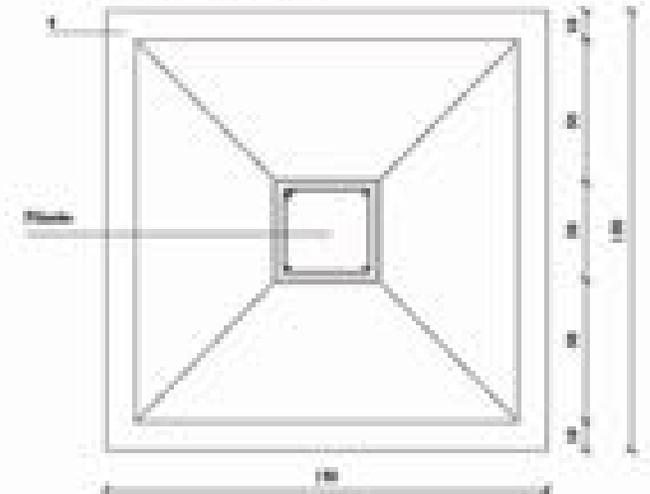
Prospetto frontale (tipologia I) - scala 1:20



Sezione A-A' - scala 1:20

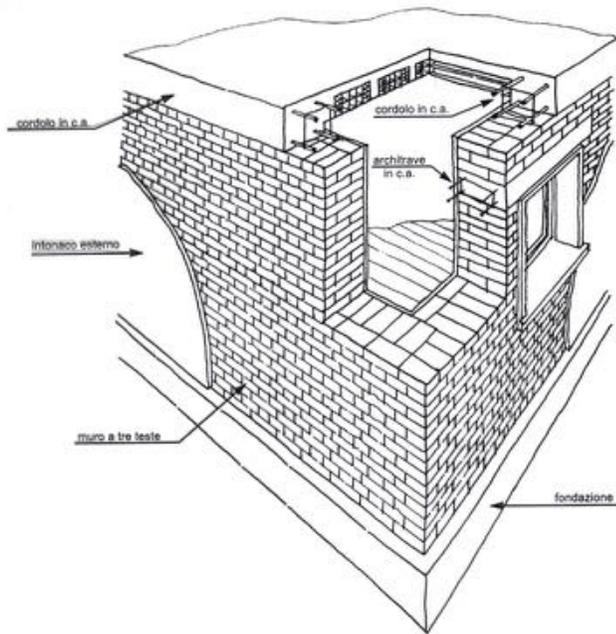
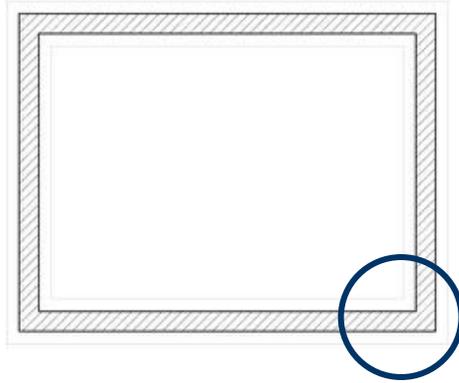


Sezione B-B' - scala 1:20

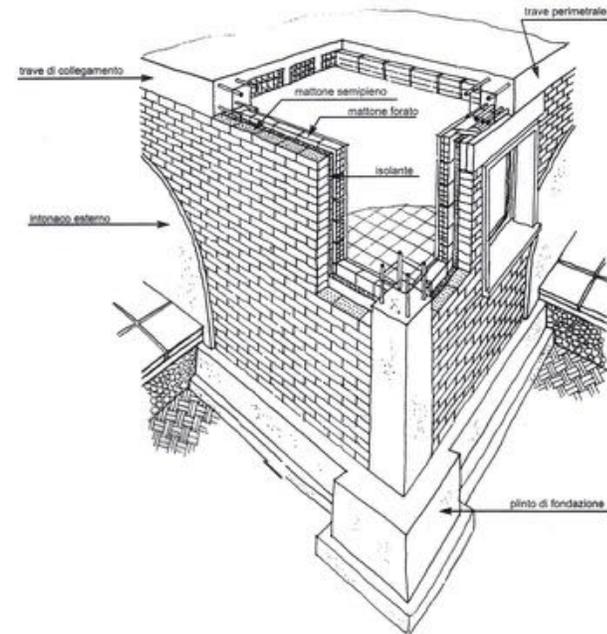
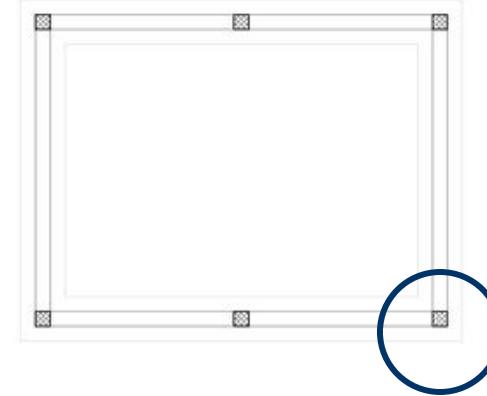


# STRUTTURA DI ELEVAZIONE VERTICALE

**Struttura continua  
in muratura**



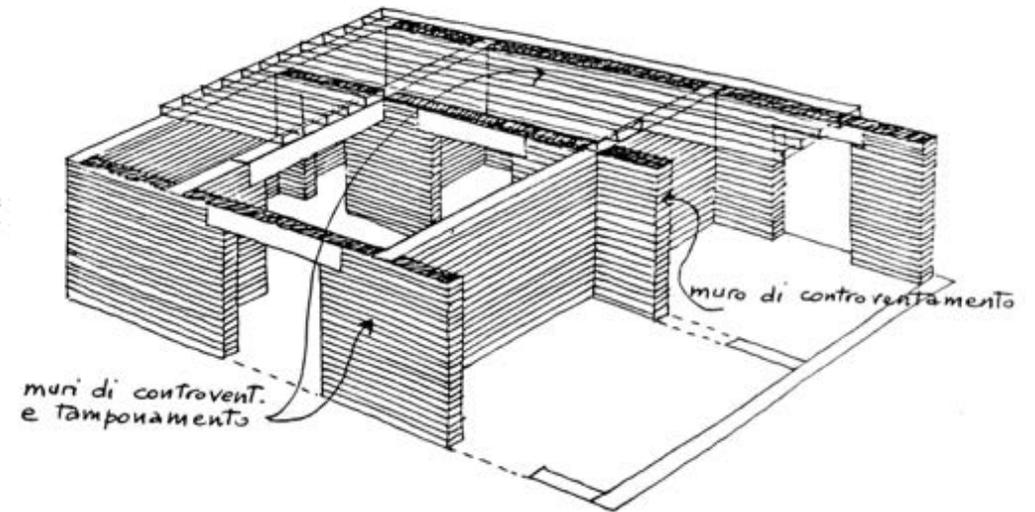
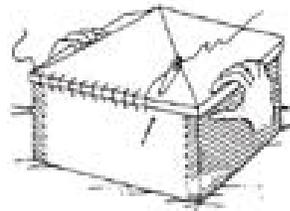
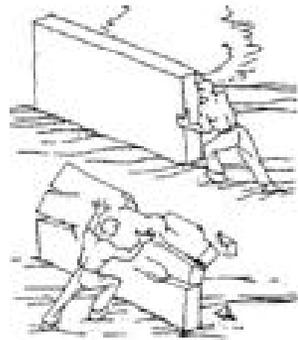
**Struttura puntiforme  
con pilastri in c.a.**



## Elementi verticali - struttura continua

# STRUTTURA DI ELEVAZIONE VERTICALE

Considerazioni di ordine statico, legate alla necessità di opporsi alle spinte orizzontali (soprattutto a quelle sismiche), chiedono spesso che altri setti murari, analogamente robusti, siano disposti ortogonalmente a quelli portanti, per fornire un irrigidimento alle strutture; queste murature, che non hanno la funzione di portare i solai, si chiamano di **controventamento** e possono anche svolgere funzioni di **tamponamento**. Tutti gli altri muri di un edificio a muratura portante (cioè i tamponamenti e i tramezzi) non hanno alcuna funzione statica.



Struttura "a scatola muraria".

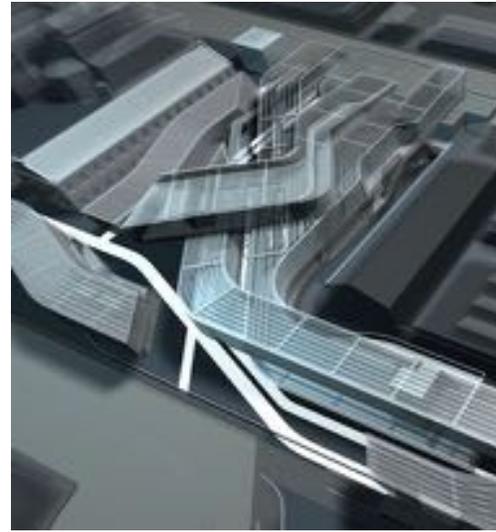
# Struttura continua in muratura armata

**STRUTTURA  
DI ELEVAZIONE  
VERTICALE**



## Struttura continua in c.a.

### STRUTTURA DI ELEVAZIONE VERTICALE

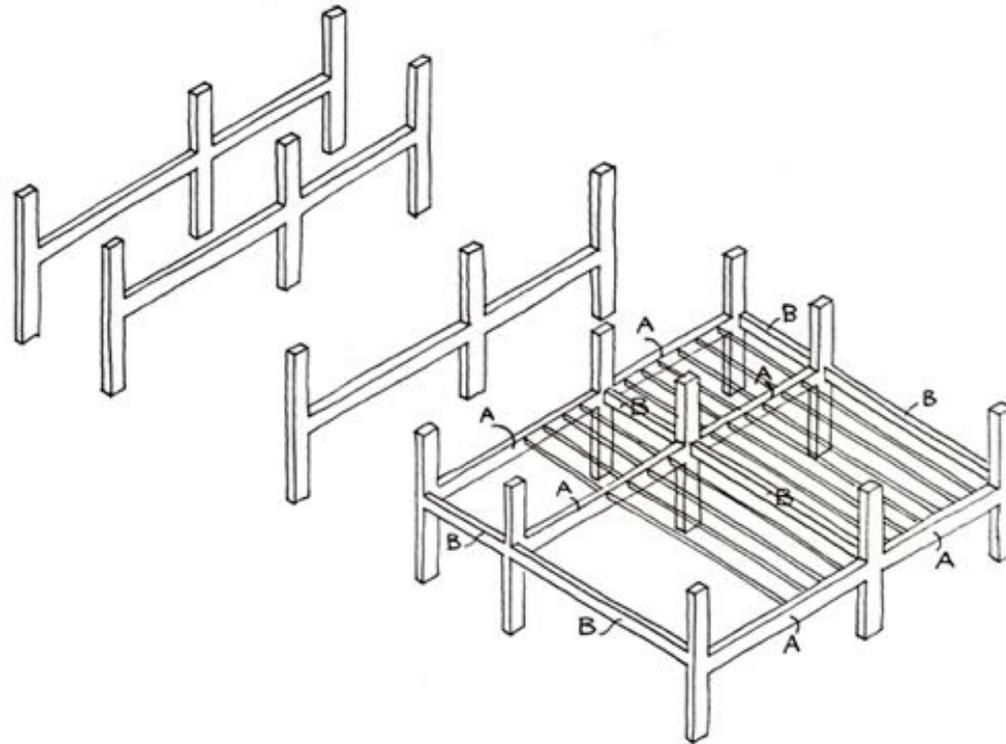


MAXXI museo nazionale della arti del XXI secolo, Zaha Hadid, Roma, 2010

# STRUTTURA DI ELEVAZIONE VERTICALE

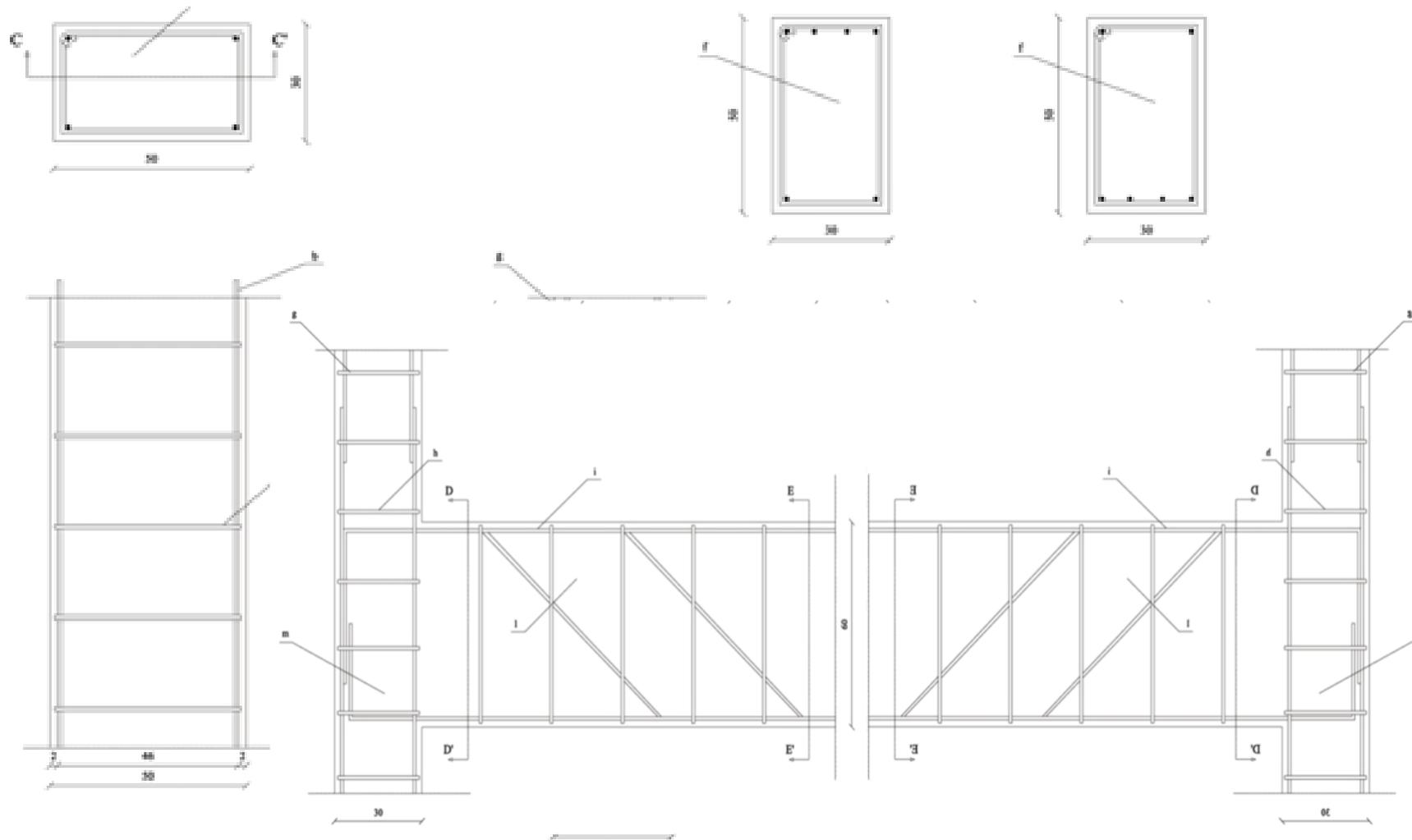
## Struttura puntiforme

Una struttura portante puntiforme, analogamente, risulta dall'accoppiamento di strutture a telaio parallele (le cui travi principali A portano i solai) collegate da altre travi orizzontali (secondarie B) che sono normalmente di minor altezza e che servono solo per irrigidire la struttura. Nella struttura ogni elemento (pilastro, trave) è solidale agli altri e collabora alla resistenza del tutto. Tutte le chiusure verticali in una struttura portante puntiforme sono portate (non portanti) così come le partizioni interne.



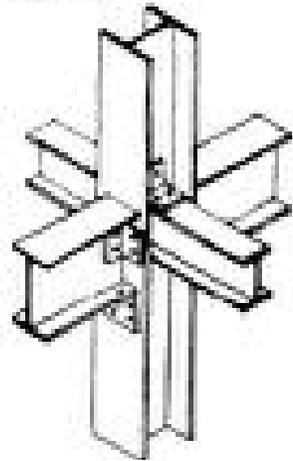
# STRUTTURA DI ELEVAZIONE VERTICALE

## Elementi Verticali e Orizzontali

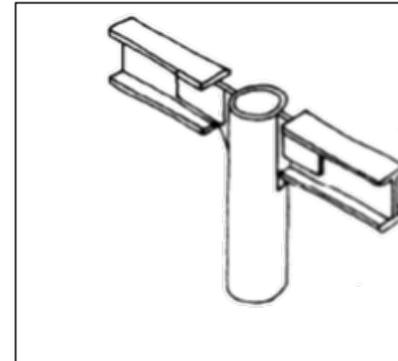
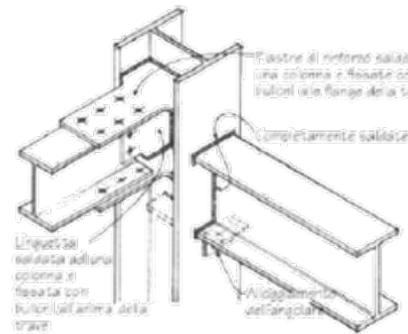
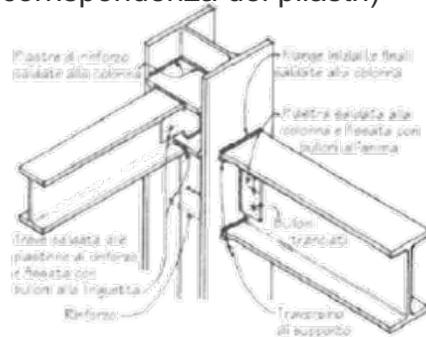


# STRUTTURA DI ELEVAZIONE VERTICALE

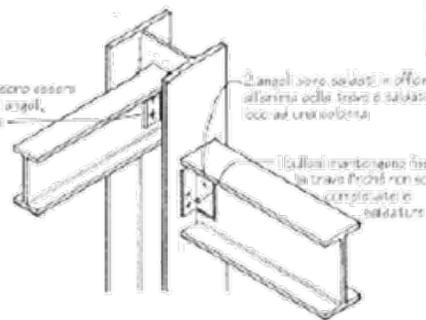
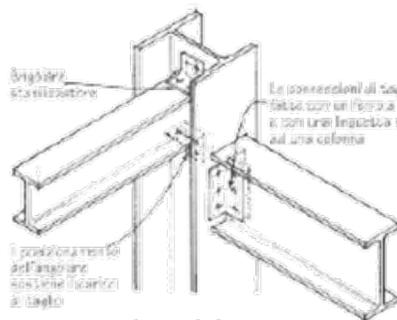
## Elementi Verticali e Orizzontali in acciaio



Connessioni ( a sx e in foto, con pilastro continuo e trave interrotta, dx con trave continua e ripristino di sezione in corrispondenza dei pilastri)



NOTE: CONNESSIONI MOMENTO - Le flange della trave devono essere connesse equamente alla colonna



NOTE: CONNESSIONI BUTTANTE



**Loblolly house. Kieran Timberlake Associates,  
2006**

**Sup. 200 mq**

Le parti principali sono una struttura puntiforme in alluminio montata sul posto, solai e soffitti prefabbricati con cablaggio integrato e sistemi meccanici ("cartridges"); moduli bagno e cucina pre-assemblati, pannelli di tamponamento in legno di cedro.



**TK-IT House. Taalmankoch Architecture, 2003**

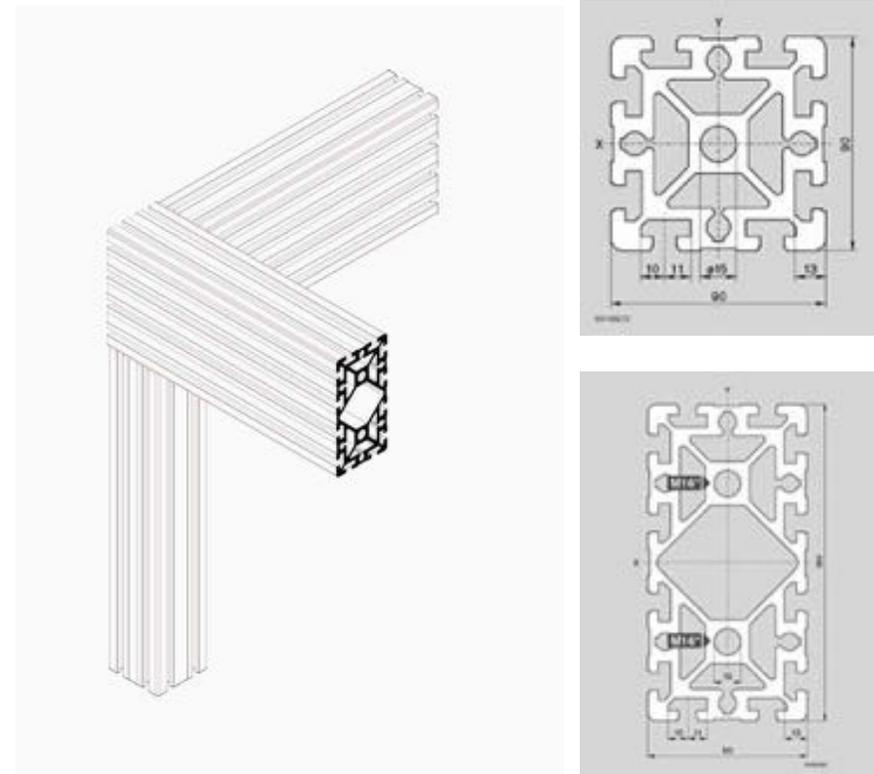
**Sup. 140-145 m**

Sistema modulare di profilati in alluminio estrusi

Rexroth MGE

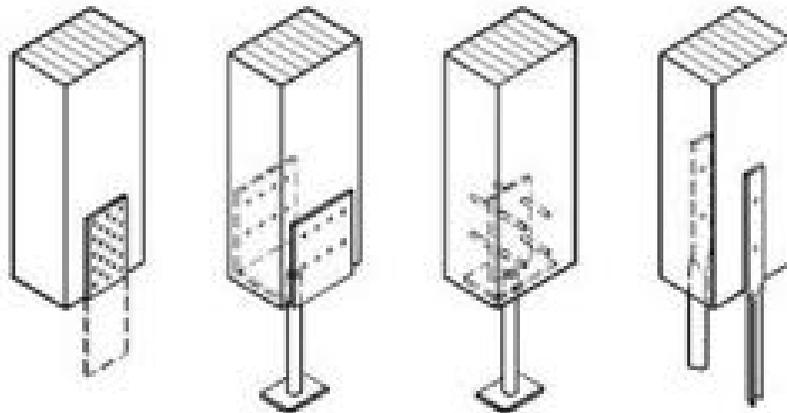
Montanti 9x9 cm

Traversi 9x18cm



# STRUTTURA DI ELEVAZIONE VERTICALE

## Elementi Verticali e Orizzontali in legno lamellare



sistemi di collegamento



Staffa a bicchiere per pilastri



Incastro a coda di rondine

# STRUTTURA DI ELEVAZIONE ORIZZONTALE

## Elementi Orizzontali ed inclinati

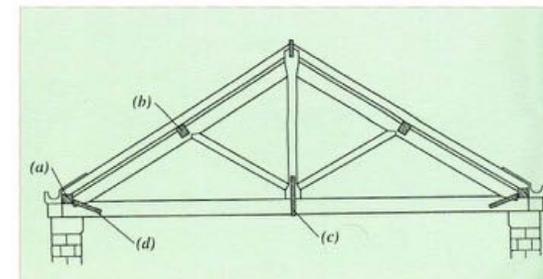
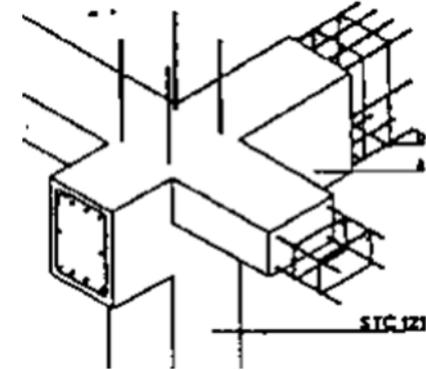
Si distinguono: travi, archi, capriate, solai.

La **trave** svolge una duplice funzione, quella portante e quella secondaria di collegamento e irrigidimento dei telai in successione. Può essere:

- gettata in opera
- prefabbricata in c.a. o in acciaio

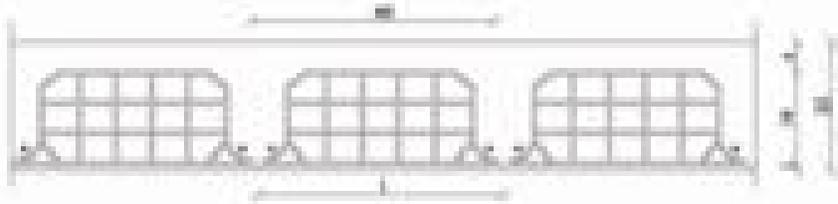
I **solai** hanno sia funzione strutturale che spaziale in quanto separano orizzontalmente lo spazio nell'OE. Possono essere realizzati in opera o per assemblaggio di elementi costruttivi in diversi materiali.

Le **capriate** sono elementi tradizionalmente realizzate in legno formate da una travatura reticolare piana posta in verticale ed usate come elemento base di una copertura a falde inclinate.

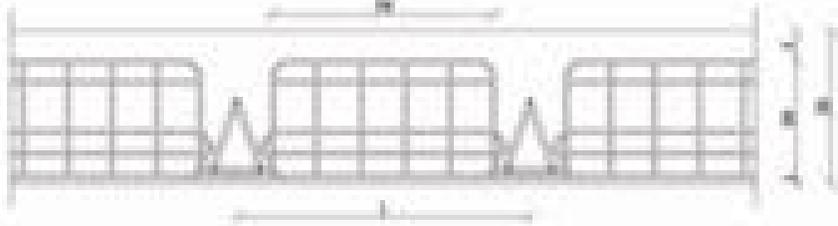


# STRUTTURA DI ELEVAZIONE ORIZZONTALE

## Solai in latero-cemento

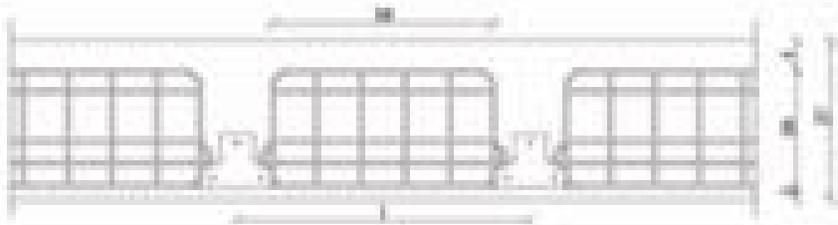


I travetti sono gettati in opera. La sagoma delle pignatte fornisce una cassaforma per il getto. L'intonaco all'intradosso del solaio ha un supporto continuo ed omogeneo



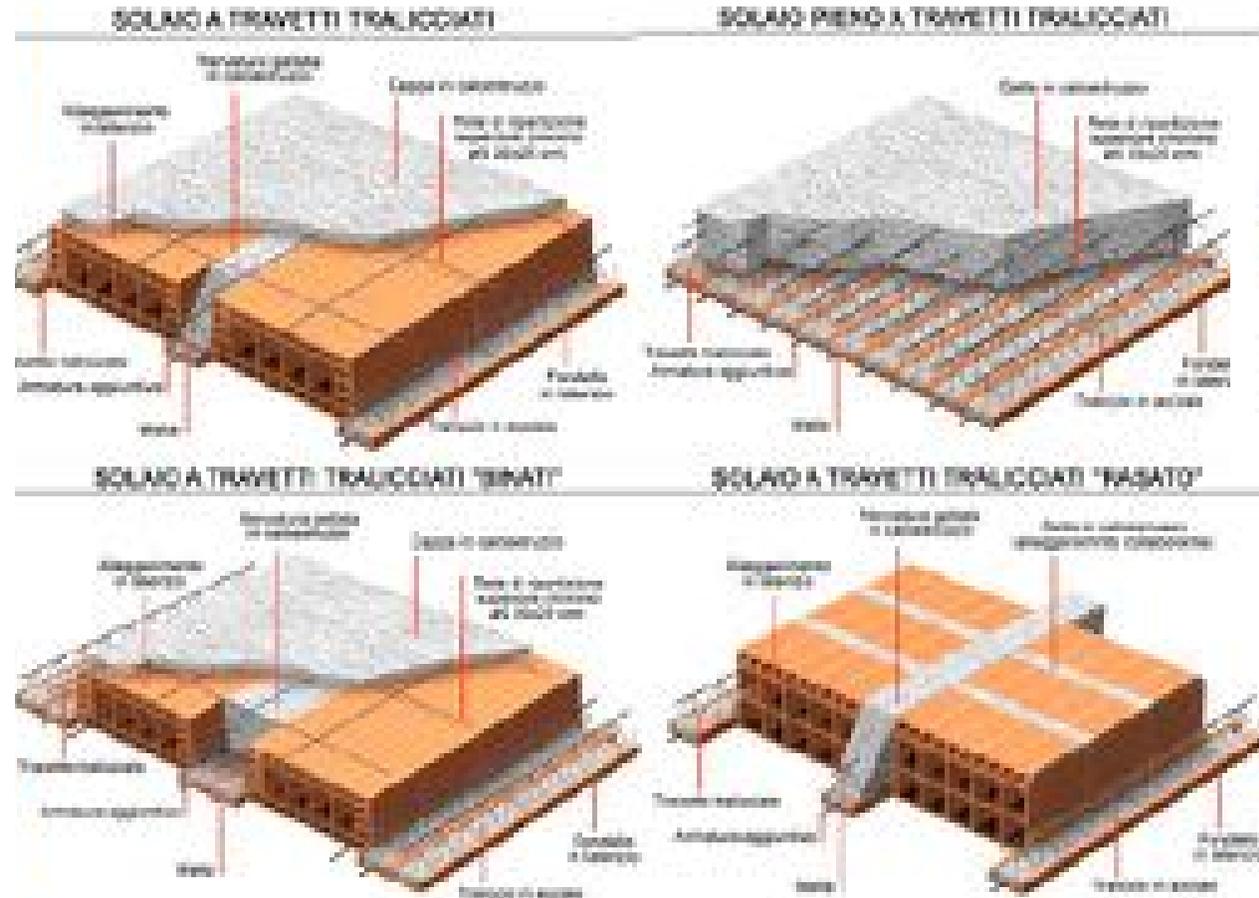
I travetti prefabbricati fanno da appoggio alle pignatte. Il comportamento dell'intonaco all'intradosso cambierà in funzione del materiale di costituzione dei travetti.

Autore: A. M. (Pignatte 1)



# Solai in latero-cemento

## STRUTTURA DI ELEVAZIONE ORIZZONTALE



## Solai in latero-cemento

# STRUTTURA DI ELEVAZIONE ORIZZONTALE

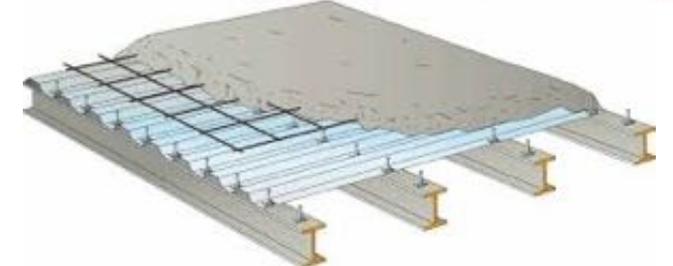
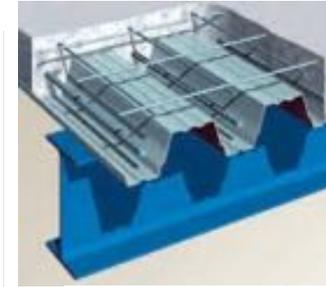
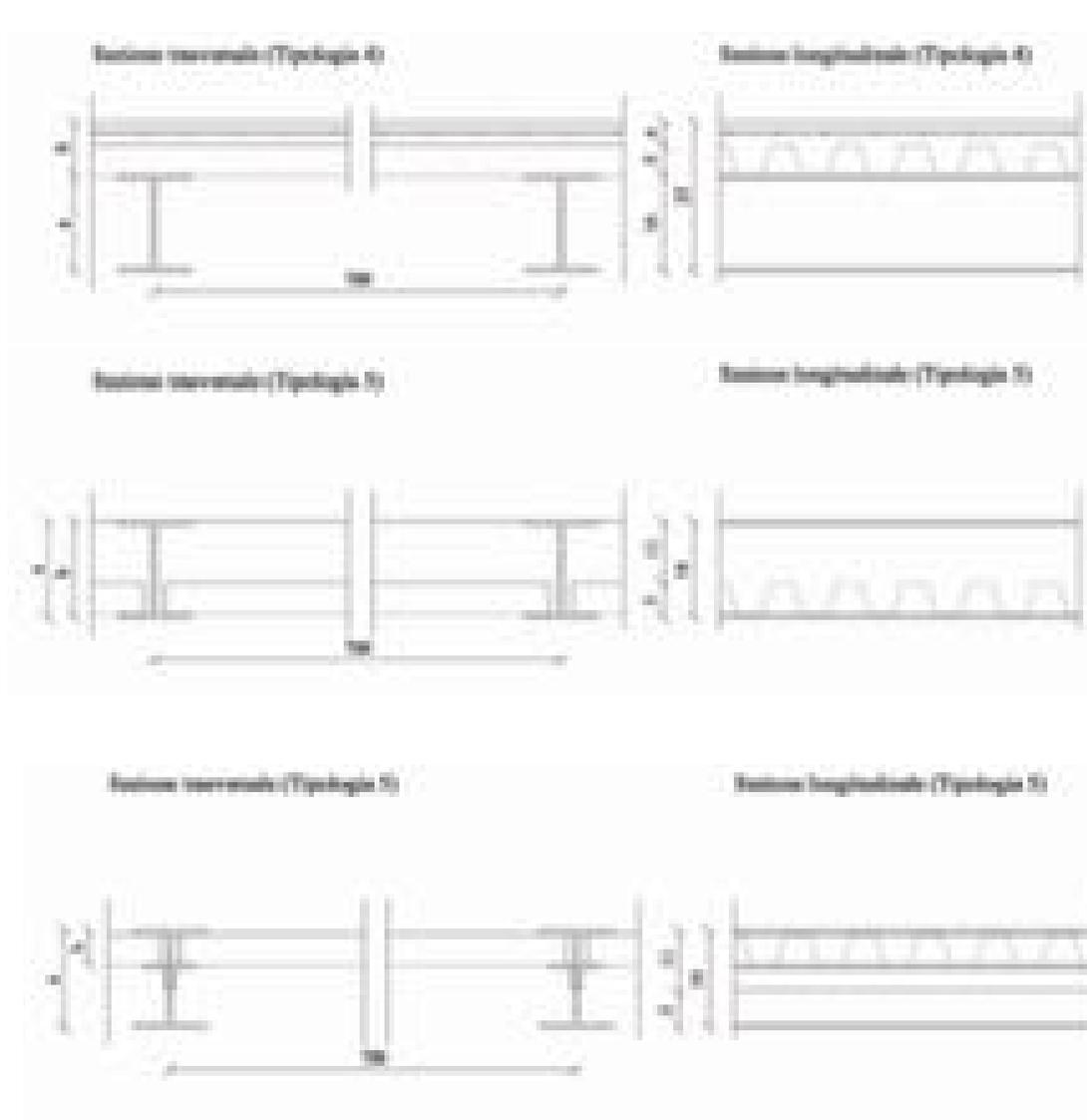


Lastra Laterpan N2



## Solai in acciaio

# STRUTTURA DI ELEVAZIONE ORIZZONTALE



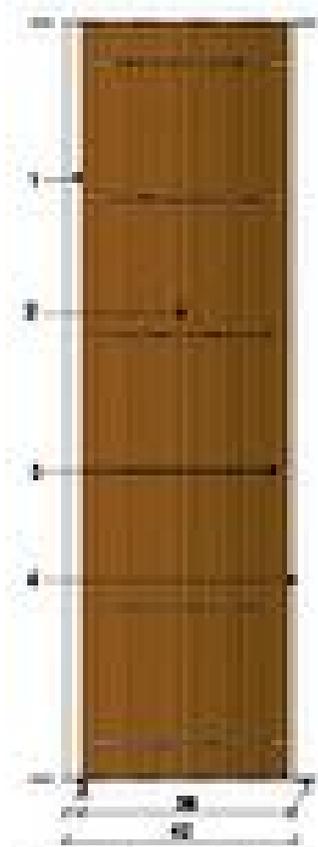
# CHIUSURA



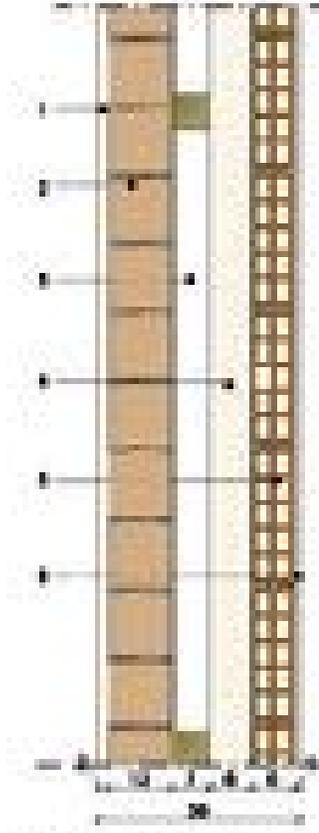
CLASSI DI UNITA' TECNOLOGICHE	UNITA' TECNOLOGICHE	CLASSI DI ELEMENTI TECNICI
CHIUSURA	CHIUSURA VERTICALE	PARETI PERIMETRALI VERTICALI INFISSI ESTERNI VERTICALI
	CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE	SOLAI A TERRA INFISSI ORIZZONTALI
	CHIUSURA ORIZZONTALE SU SPAZI ESTERNI	SOLAI SU SPAZI ESTERNI
	CHIUSURA SUPERIORE	COPERTURE INFISSI ESTERNI ORIZZONTALI

# CHIUSURE VERTICALI OPACHE

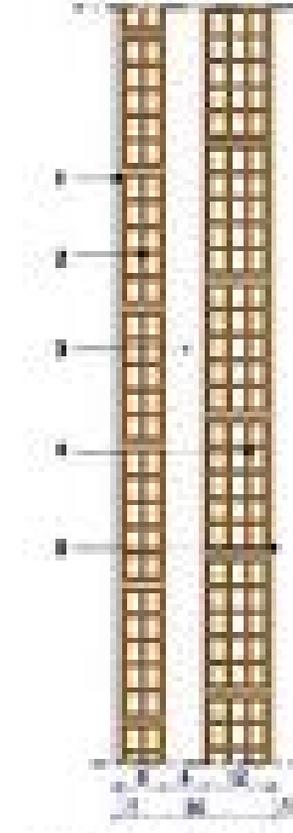
## Pareti perimetrali



Muratura Portante in laterizio alleggerito in pasta (38 cm):  
1. intonaco esterno termocoibente  
2. blocchi in laterizio alleggerito in pasta sp. 38 cm  
3. malta cementizia  
4. intonaco interno



Parete doppia in laterizio con intercapedine isolata:  
1. intonaco esterno  
2. laterizio semipieno sp. 12x12x25 cm  
3. intercapedine d'aria  
4. isolante termoacustico in fibra di legno o in polistirene  
5. laterizio forato sp. 8x25x25 cm  
6. intonaco interno



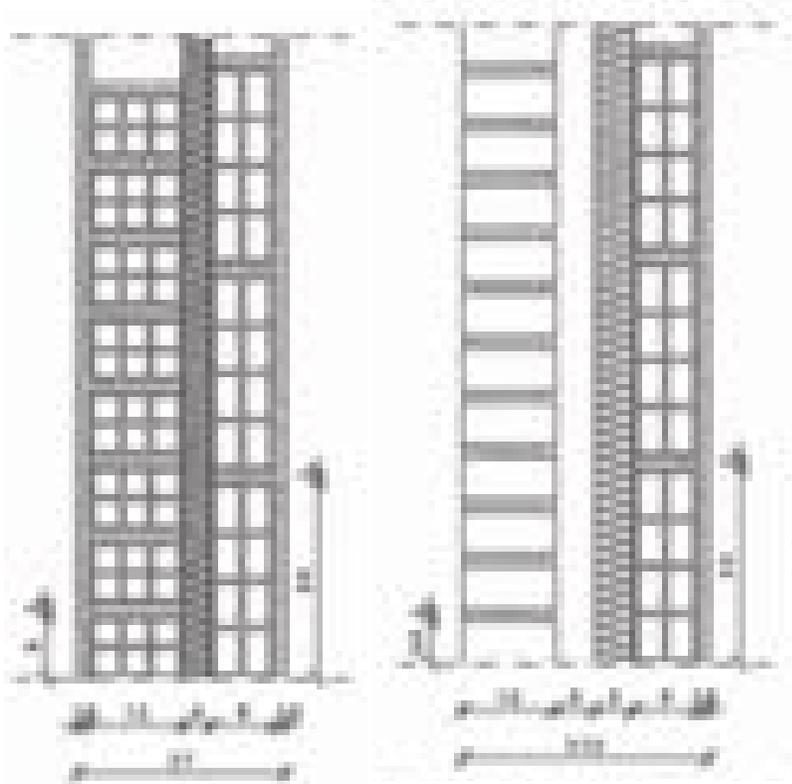
Parete doppia in laterizio isolata:  
1. intonaco interno  
2. laterizio semipieno sp. 8x12x25 cm  
3. isolante termoacustico in polistirene  
4. laterizio forato sp. 12x25x25 cm  
6. intonaco esterno



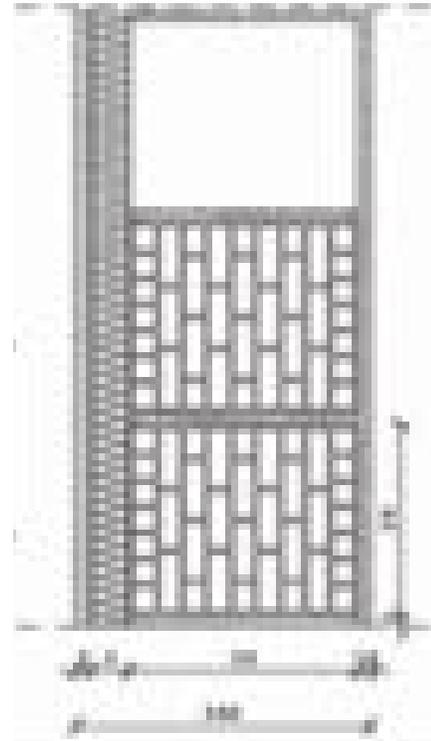
Parete in laterizio :  
1. intonaco interno  
2. blocchi in laterizio forato sp. 28x25x25 cm  
6. intonaco esterno

## Pareti perimetrali

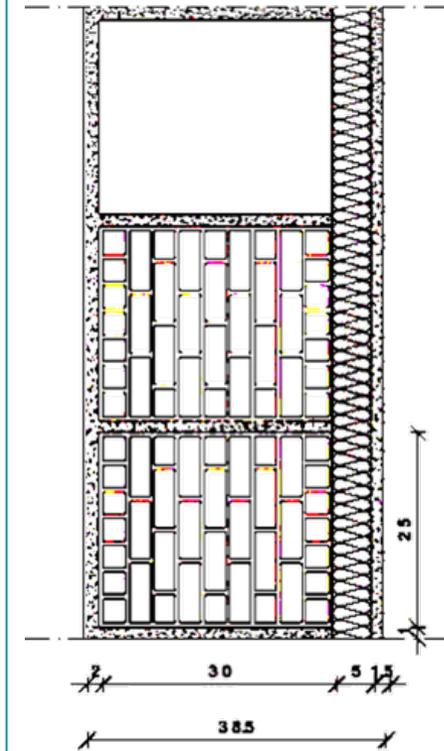
### CHIUSURE VERTICALI OPACHE



La collocazione dello strato termoisolante nell'**intercapedine** della parete ne migliora l'inerzia termica ed è perciò indicata sia in caso di occupazione continua che discontinua degli ambienti



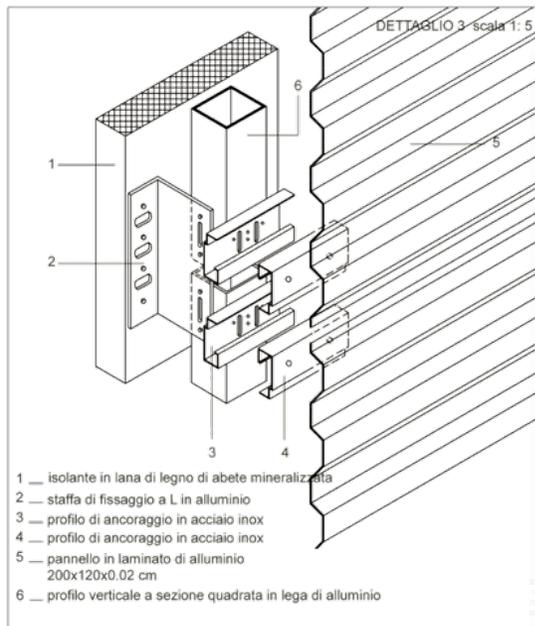
La collocazione dello strato termoisolante verso l'**esterno** della parete ne ottimizza l'inerzia termica sfruttando la capacità di accumulo della massa dell'elemento di supporto



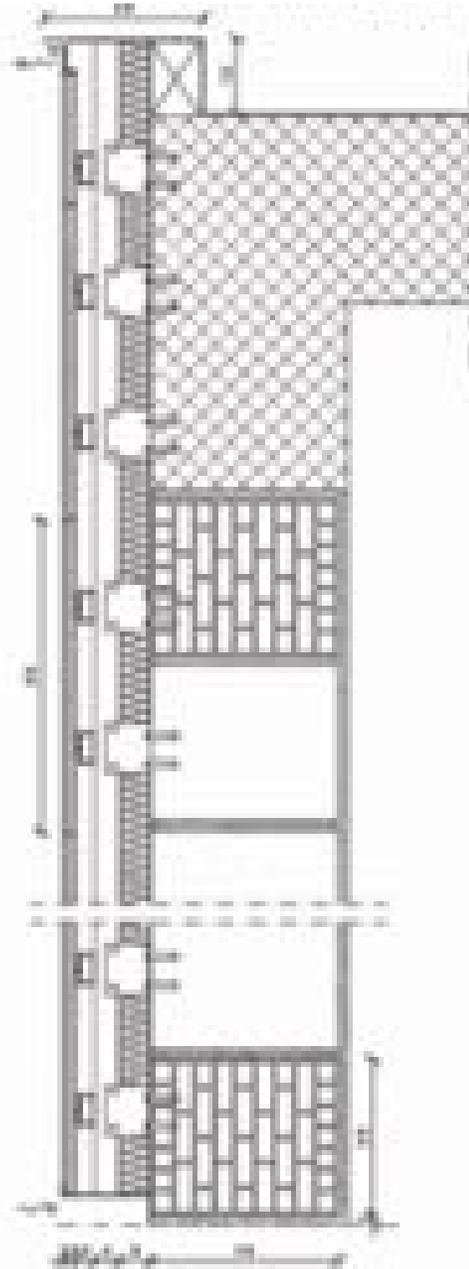
La collocazione dello strato termoisolante verso l'**interno** della parete ne diminuisce l'inerzia termica

# CHIUSURE VERTICALI OPACHE

La **parete ventilata** attiva al suo interno un movimento d'aria ascendente utilizzando il calore radiante proveniente dall'esterno.



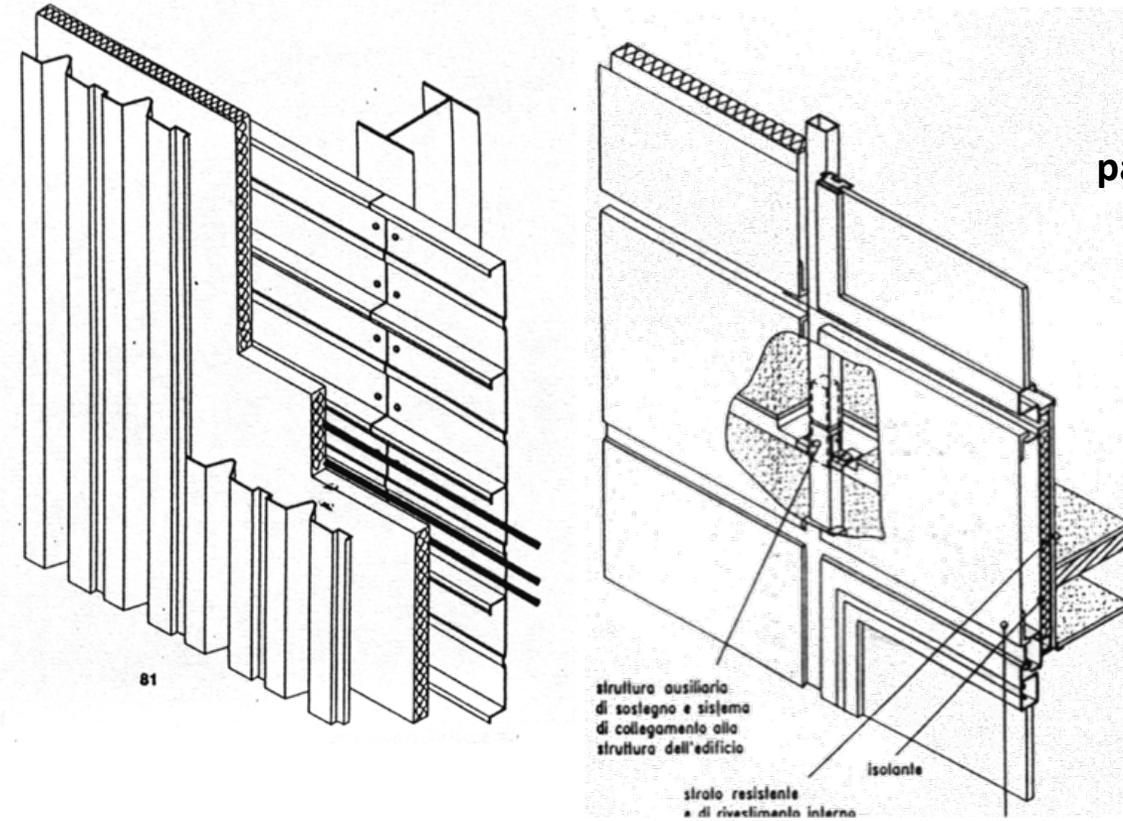
## Parete ventilata



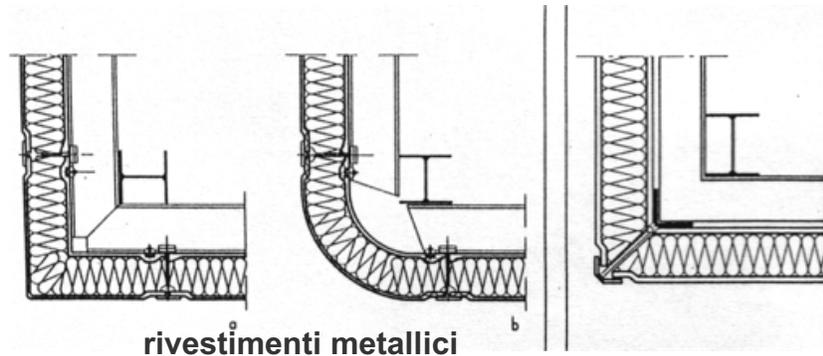
Daimler- Benz, Renzo Piano, Berlino

# Parete verticale con elementi metallici e pannelli di rivestimento

**CHIUSURE  
VERTICALI  
OPACHE**



parete vegetale



## Infissi esterni verticali

# CHIUSURE VERTICALI TRASPARENTI

- **tipi di apertura:** *non apribile, a battente verticale o orizzontale, a bilico verticale o orizzontale, scorrevole, saliscendi, a ventola, semifisso.*

- **tipi di dispositivi di oscuramento:** *persiana a battente esterno o interno, persiana a libro esterno o interno, persiana scorrevole esterna o interna, scorrevole incastrata esterna o interna, avvolgibile.*

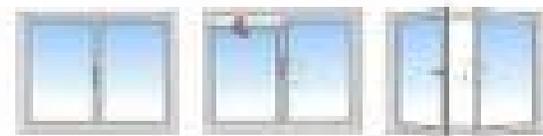
- **sistemi di produzione:** *infissi tradizionali, infissi a blocco.*

- **materiali usati:** *legno, profilati di acciaio laminati a caldo, profilati in acciaio piegati a freddo, alluminio, plastiche.*

Finestre ad un'anta  
con opzione anta ribalta



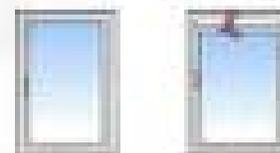
Finestre a due ante  
con opzione anta ribalta



Finestre a sporgere



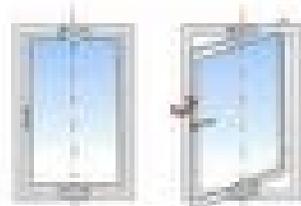
Finestre a Vasistas



Finestre a bilico orizzontale



Finestre a bilico verticale



Sopraluce a Vasistas



# CHIUSURE VERTICALI TRASPARENTI

## Principali vantaggi:

- gradevolezza dell'aspetto superficiale
- leggerezza
- buona resistenza meccanica
- buona coibenza termica

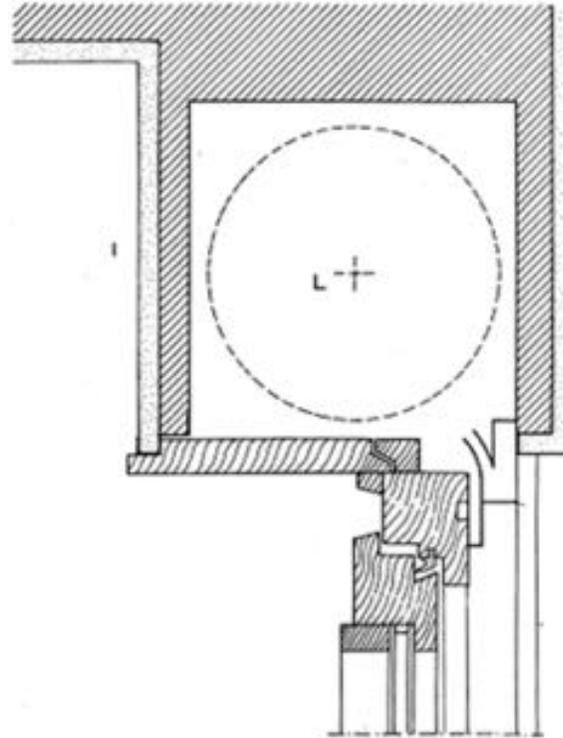
## Principali svantaggi:

- deformabilità
- infiammabilità
- difficoltà ad ottenere una soddisfacente tenuta
- frequenza delle operazioni di manutenzione

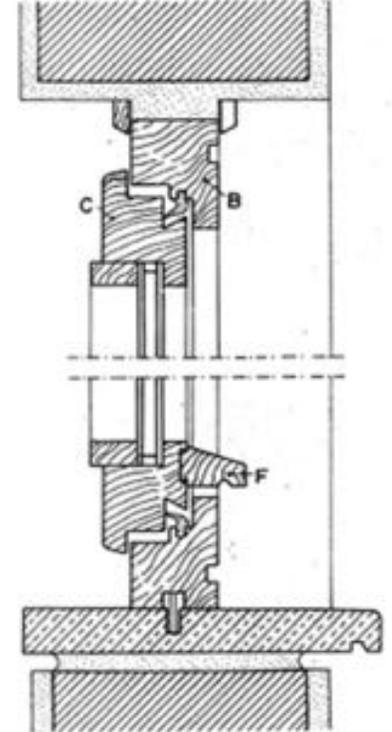


## Infisso in legno

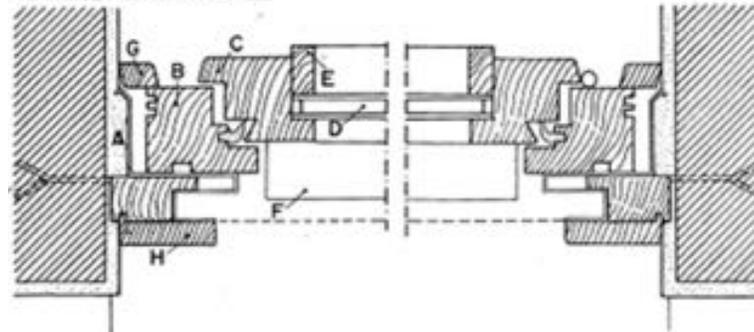
SEZIONE VERTICALE CON CASSONETTO



SEZIONE VERTICALE SENZA CASSONETTO



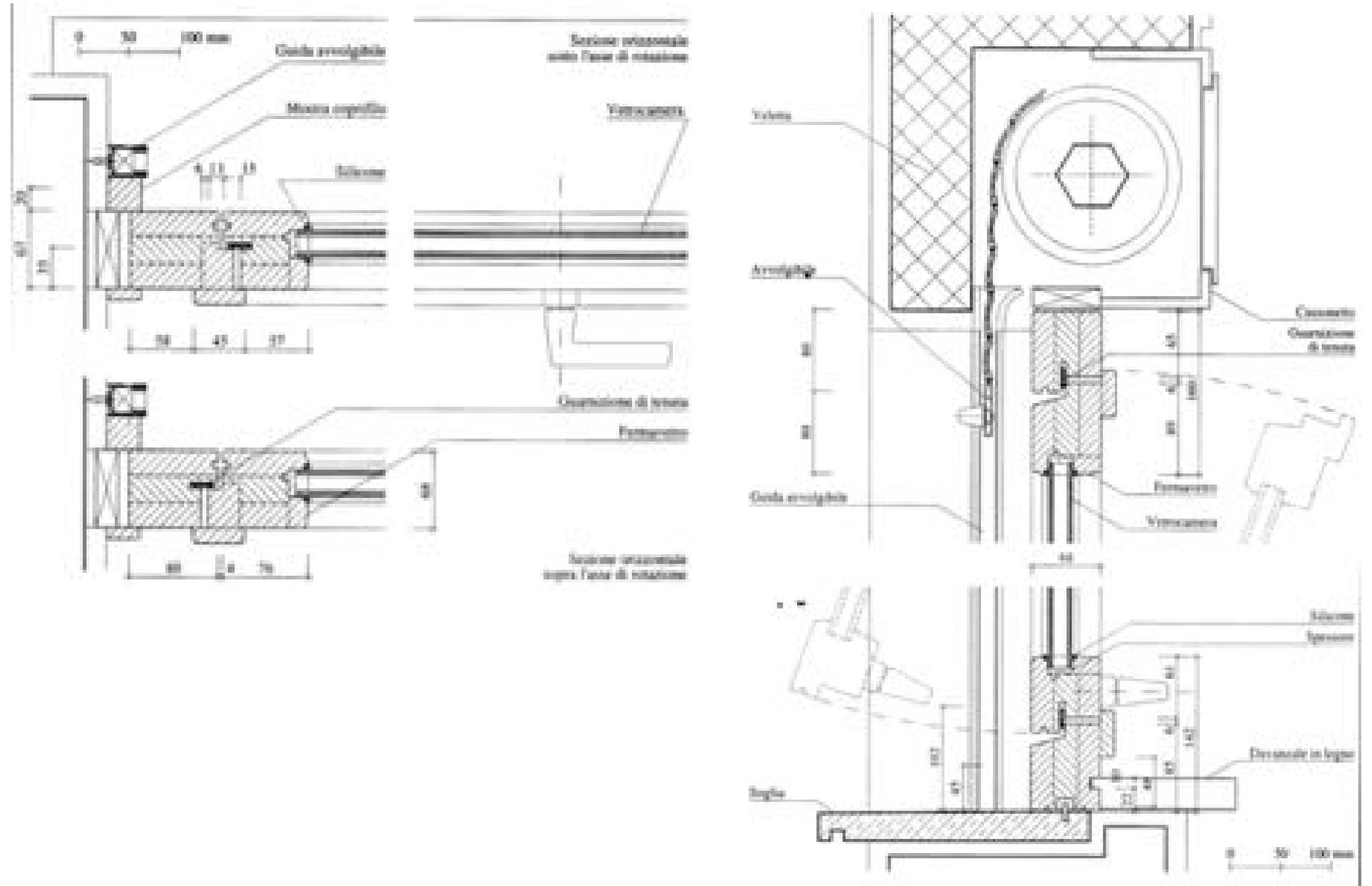
SEZIONE ORIZZONTALE



- A CONTROTELAIO A MURARE CON GUIDA
- B CONTROTELAIO FISSO
- C TELAIO MOBILE
- D VETRO CAMERA
- E CORNICE FERMAVETRO
- F GOCCIOLATOIO
- G MOSTRE INTERNE
- H MOSTRE ESTERNE
- I CASSONETTO
- L RULLO AVVOLGITORE

# Infisso in legno lamellare

## CHIUSURE VERTICALI TRASPARENTI





# CHIUSURE VERTICALI TRASPARENTI

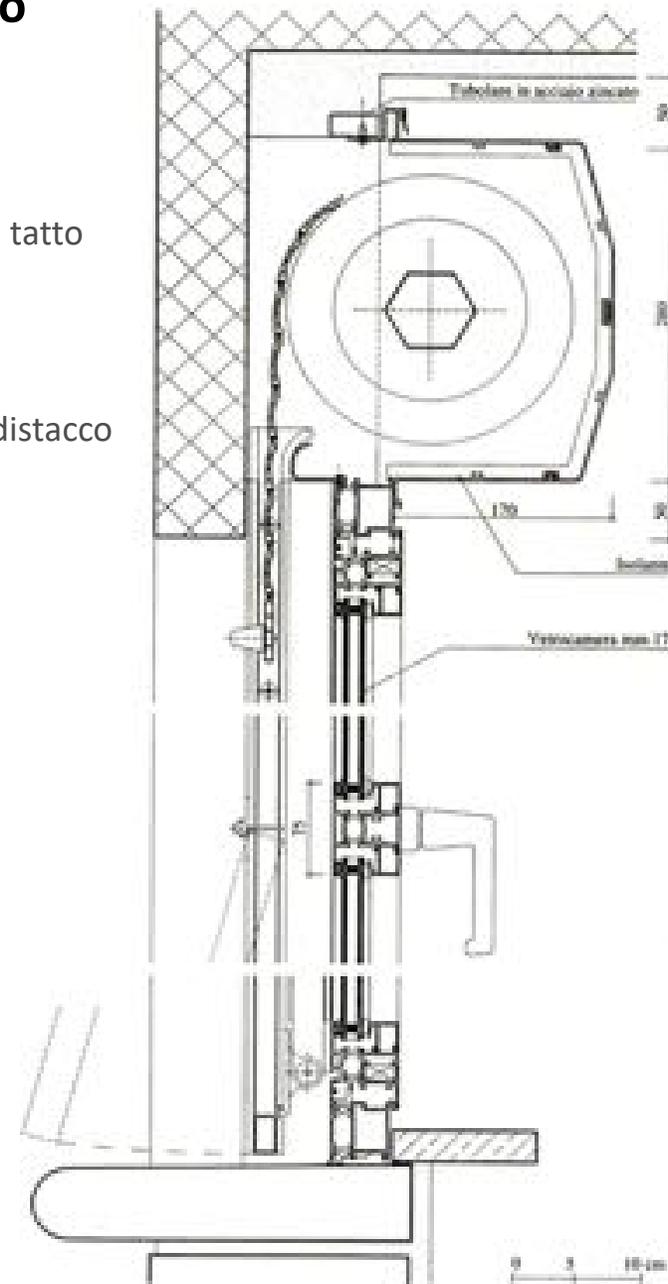
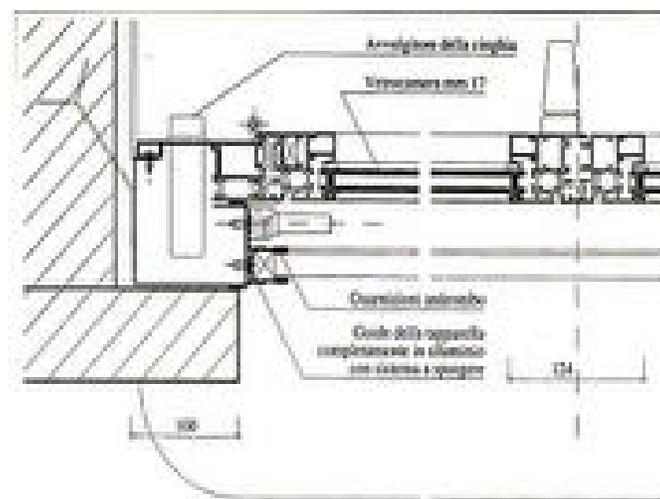
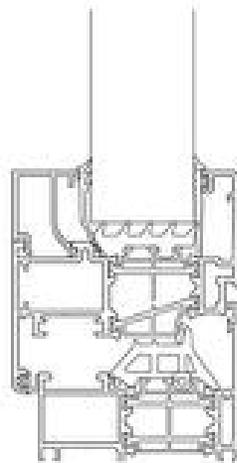
## Principali vantaggi:

- inossidabilità
- utilizzazione di profili a “taglio termico” (eliminazione del ponte termico)
- resistenza meccanica
- indeformabilità nel tempo
- leggerezza
- necessità di manutenzione minima

## Infisso in alluminio

## Principali svantaggi:

- sensazione di freddo al tatto
- rischio di condensa nel profilato
- limitate possibilità di riparazioni del profilato (distacco dello smalto dal profilo)



# CHIUSURE SUPERIORE

## Copertura piana

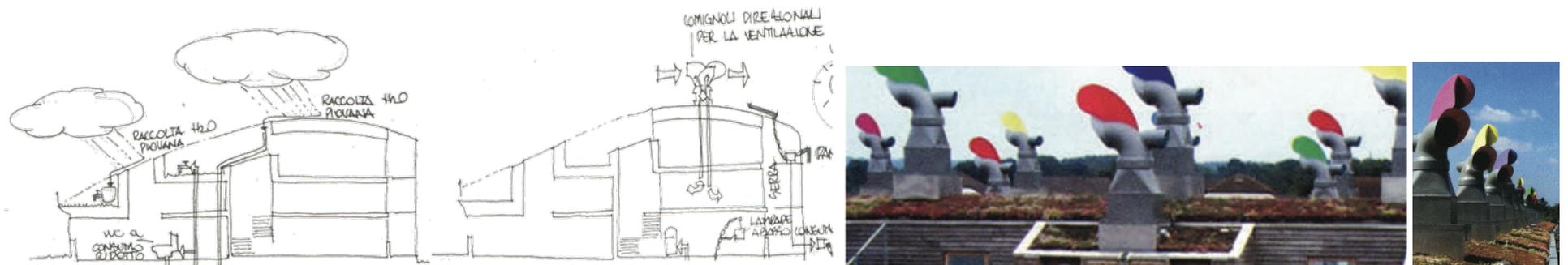
La combinazione degli strati che formano la copertura può presentare diversi livelli di complessità e diversità, in rapporto alle:

**Funzioni**, tra le principali si ricordano:

- Coperture accessibili solo per la manutenzione
- Coperture accessibili ai pedoni
- Coperture accessibili anche a veicoli
- Coperture destinati a giardino pensile (tetto giardino)

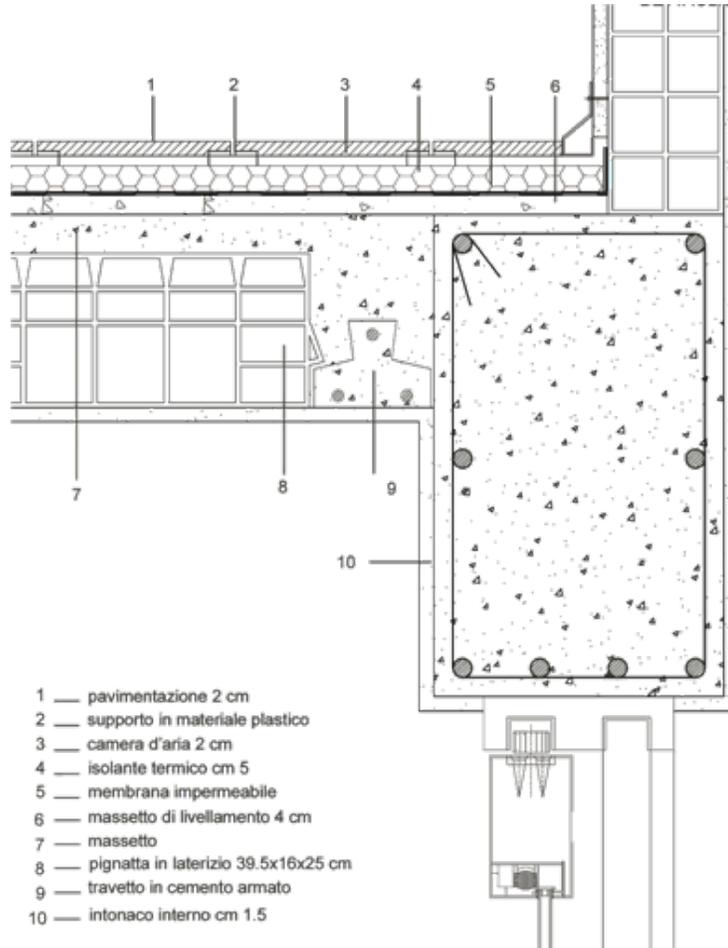
**Tipologie**, tra le più significative:

- Copertura continua non isolata
- Copertura continua isolata
- Copertura isolata rovescia
- Copertura isolata e ventilata

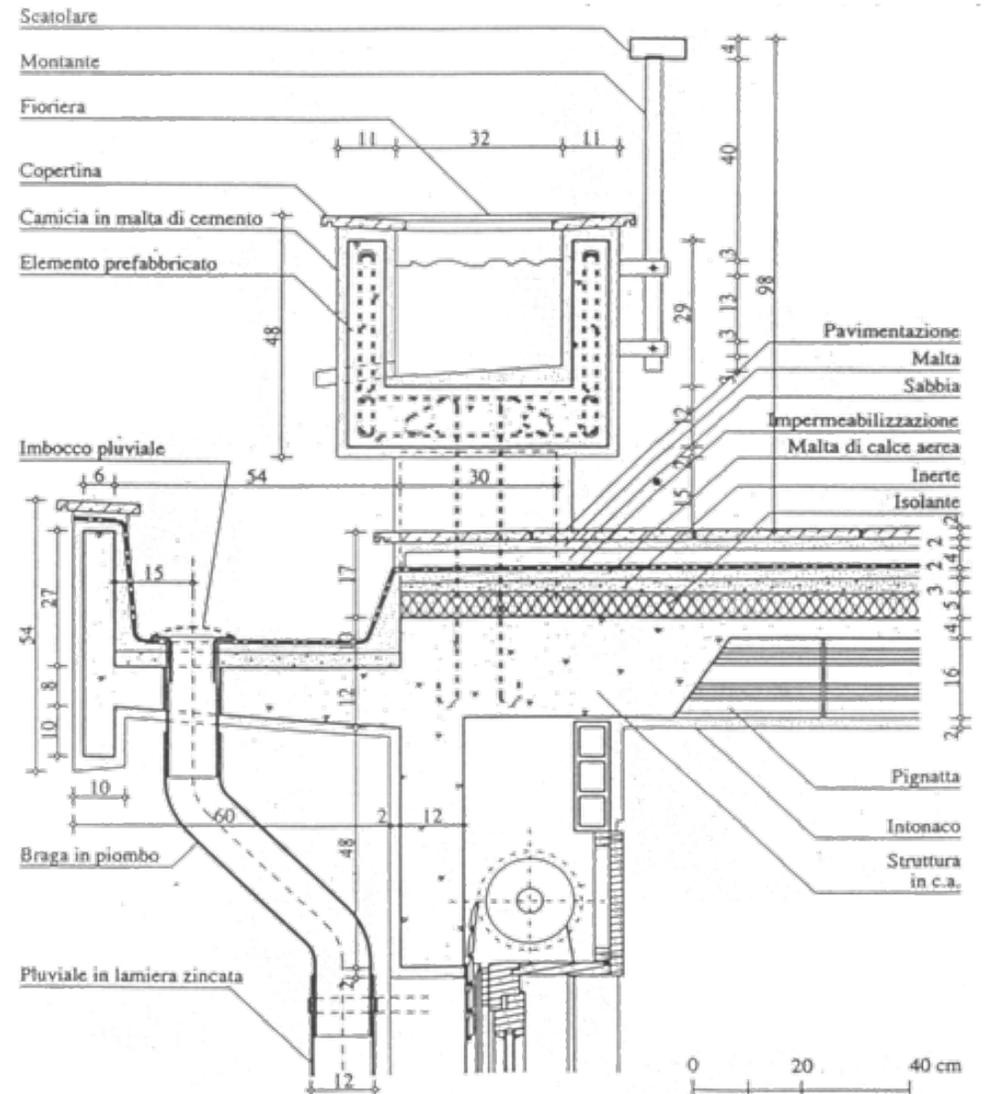


# CHIUSURE SUPERIORE

## Copertura piana



**Copertura praticabile isolata e ventilata**



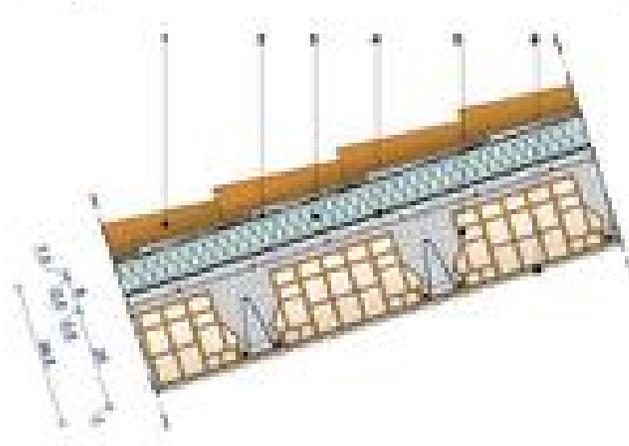
**Copertura isolata praticabile** con sistema di sicurezza costituito da una ringhiera ancorata ad un elemento prefabbricato in cls con funzione di fioriera

# CHIUSURE SUPERIORE

## Copertura inclinata

L'inclinazione dei piani costituenti la copertura (pendenza), espressa in gradi o in %, è variabile in relazione alle caratteristiche climatiche del luogo e alla natura degli elementi costitutivi il manto di copertura.

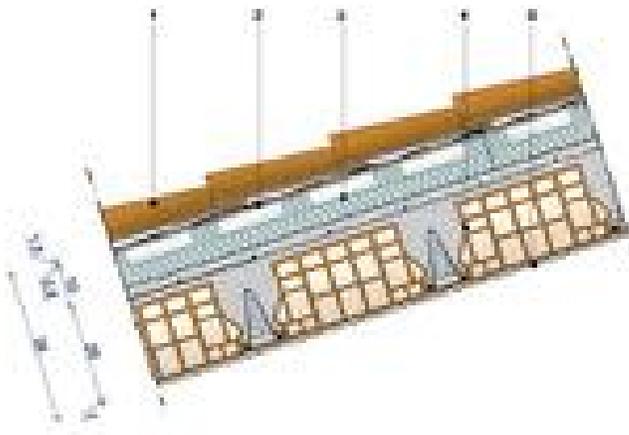
- Copertura piana      fino al 5% della pendenza
- Copertura inclinata      oltre il 5% di pendenza, tra il 25 e il 45%



**3g** - Copertura isolata in laterizio su solaio in latero-cemento (misure in cm).

Legenda:

1. coppi e tegole
2. guaina impermeabilizzante
3. isolante termico
4. barriera al vapore
5. solaio in latero-cemento
6. intonaco interno



**3h** - Copertura isolata e ventilata in laterizio su solaio in latero-cemento (misure in cm).

Legenda:

1. coppi e tegole
2. strato di tenuta
3. pannello isolante preformato
4. solaio in latero-cemento
5. intonaco interno

Copertura inclinata

**CHIUSURE  
SUPERIORE**



**Copertura inclinata**

**CHIUSURE  
SUPERIORE**



## Tetto giardino

**CHIUSURE  
SUPERIORE**



**CHIUSURE  
SUPERIORE**



**Tetto giardino**



# PARTIZIONE INTERNA

CLASSI DI UNITA'  
TECNOLOGICHE

UNITA' TECNOLOGICHE

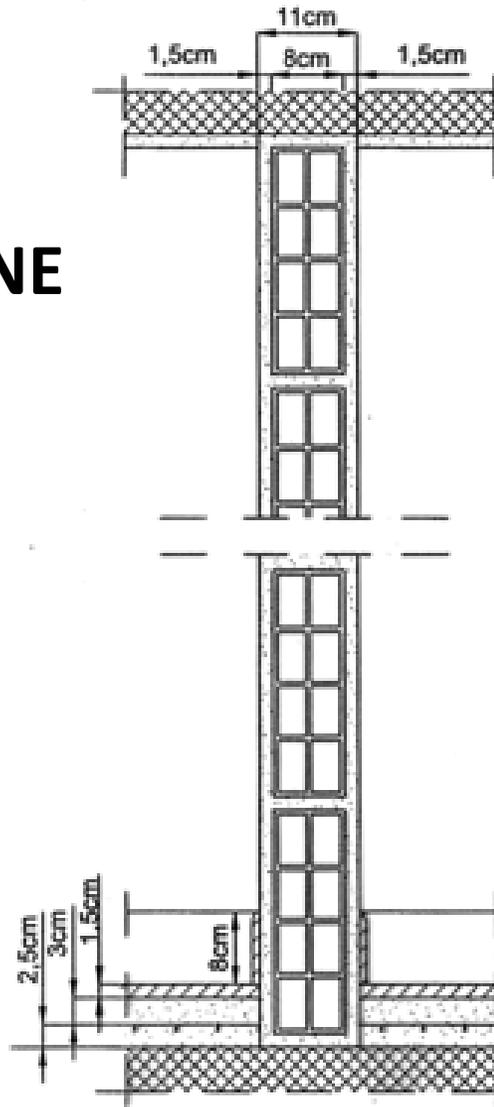
CLASSI DI ELEMENTI TECNICI

CLASSI DI UNITA' TECNOLOGICHE	UNITA' TECNOLOGICHE	CLASSI DI ELEMENTI TECNICI
PARTIZIONE INTERNA	PARTIZIONE INTERNA VERTICALE	PARETI INTERNE VERTICALI  INFISSI INTERNI VERTICALI ELEMENTI DI PROTEZIONE
	PARTIZIONE INTERNA ORIZZONTALE	SOLAI  SOPPALCHI  INFISSI INTERNI ORIZZONTALI
	PARTIZIONE INTERNA INCLINATA	SCALE INTERNE  RAMPE INTERNE

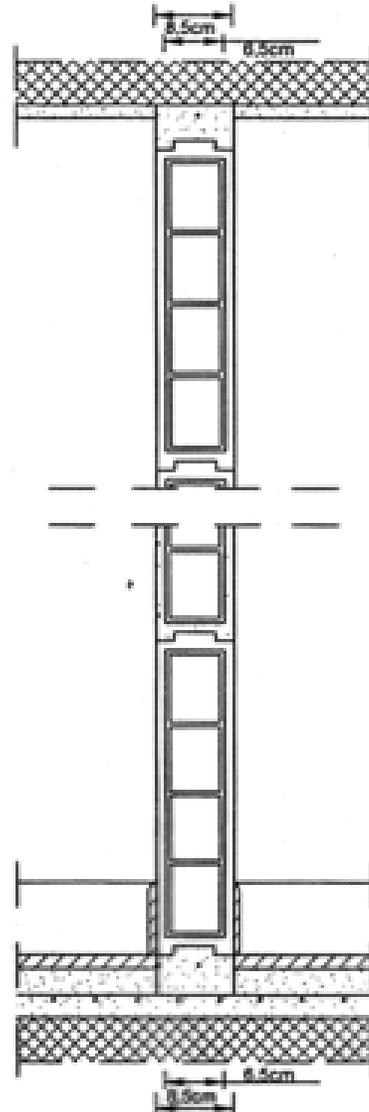


## Pareti interne verticali

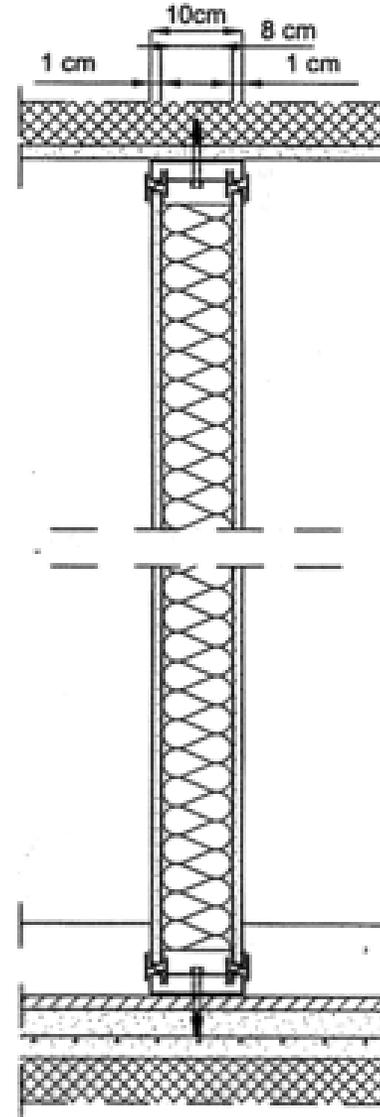
# PARTIZIONE INTERNA



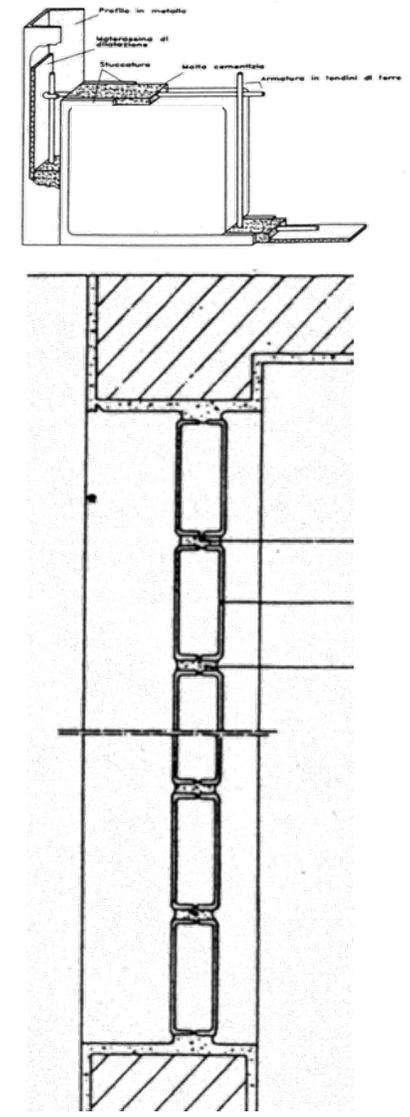
p. in mattoni forati



p. con blocchi in latero - gesso

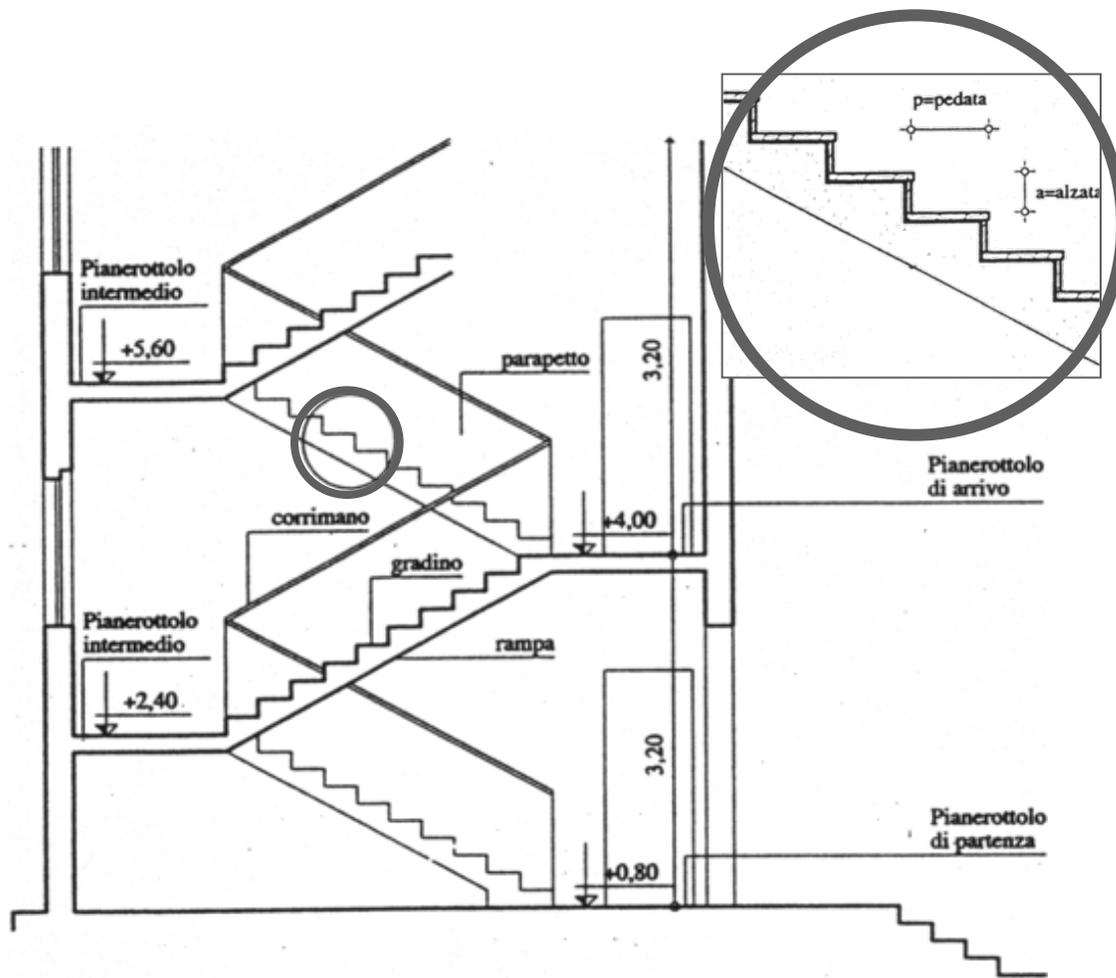
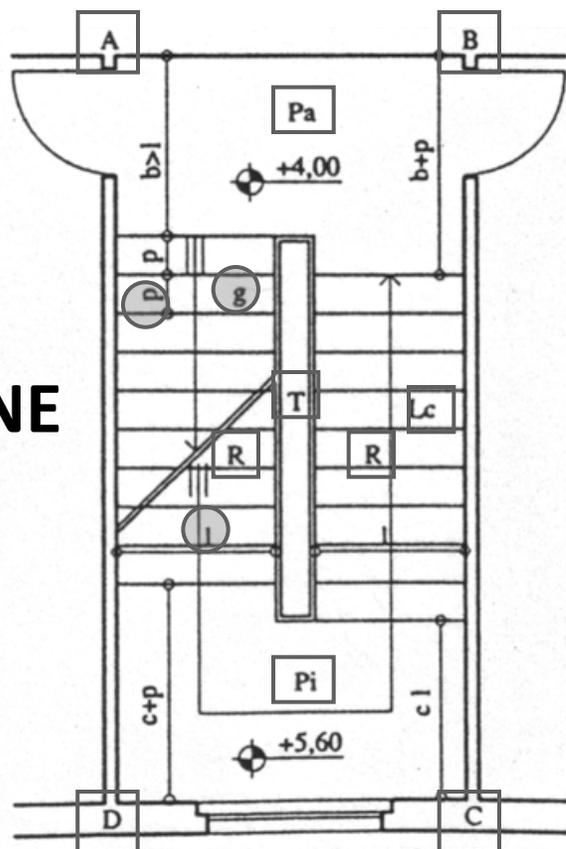


p. con guida metallica e pannello sandwich



p. con vetro mattone

# ELEMENTI DI COMUNICAZIONE VERTICALI



**ABCD:** vano scala  
**R:** rampa  
**T:** pozzo della scala  
**Lc:** Linea di calpestio  
**Pa e Pi:** pianerottoli di arrivo o sbarco e intermedio

**g:** gradino  
**p:** pedata  
**l:** larghezza della rampa

# ELEMENTI DI COMUNICAZIONE VERTICALI

Per rendere ottimale l'uso delle scale è opportuno che:

- i gradini delle rampe siano tutti uguali
- il numero di gradini consecutivi di una rampa non sia superiore a 12
- la larghezza delle rampe sia dimensionata in funzione del numero di persone che possano percorrerle contemporaneamente, nello stesso senso di percorrenza o secondo i due sensi opposti, senza ostacolarsi
  - 1 persona ml 0,80 – 1,00
  - 2 persone ml 1,20 – 1,50
  - 3 persone ml 1,80 – 2,40
- le rampe la cui larghezza superi i 2,00 ml siano interrotte longitudinalmente da corrimano intermedi
- le dimensioni della larghezza dei pianerottoli di sbarco e intermedi non siano inferiori alle dimensioni della larghezza delle rampe



# ELEMENTI DI COMUNICAZIONE VERTICALI



La pendenza di una rampa determina lo sforzo fisico richiesto per percorrerla, quindi, deve essere progettata in funzione sia delle caratteristiche dell'edificio che dei suoi utenti:

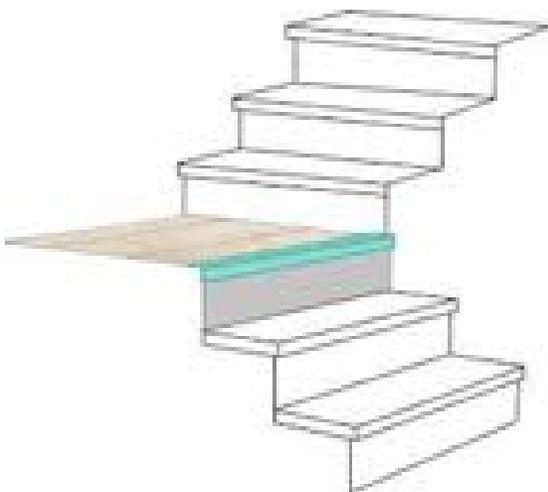
Scale "leggere"	Pendenze 27%-42%	Inclinazioni 15%-23%
Scale "normali"	Pendenze 42%-70%	Inclinazioni 23%-35%
Scale "pesanti" o "ripide"	Pendenze 70%-100%	Inclinazioni 35%-45%
Scale da bordo o da macchine	Pendenze 100%-359%	Inclinazioni 45%-75%
Scale a pioli, di corda, ecc..	Pendenze 359%	Inclinazioni 75%-90%

La pendenza è determinata dal rapporto tra la misura del dislivello esistente tra i piani collegati da una rampa e la misura della proiezione sul piano orizzontale della rampa stessa nonché dal rapporto tra le dimensioni dell'alzata e della pedata.



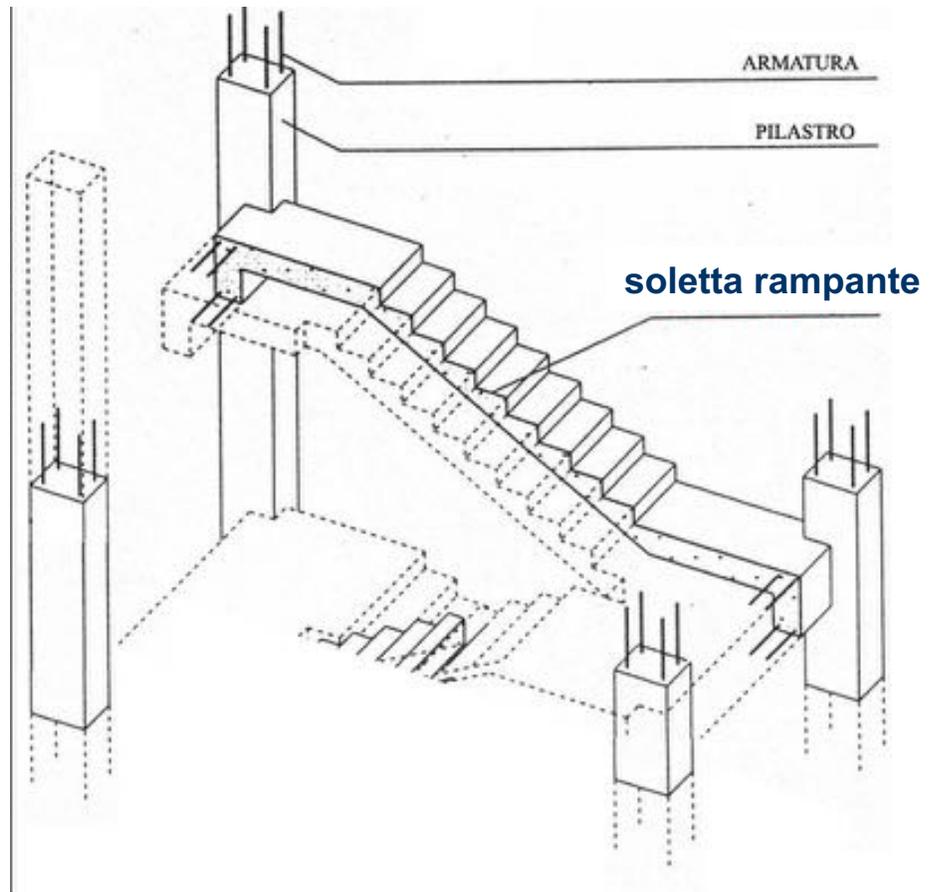
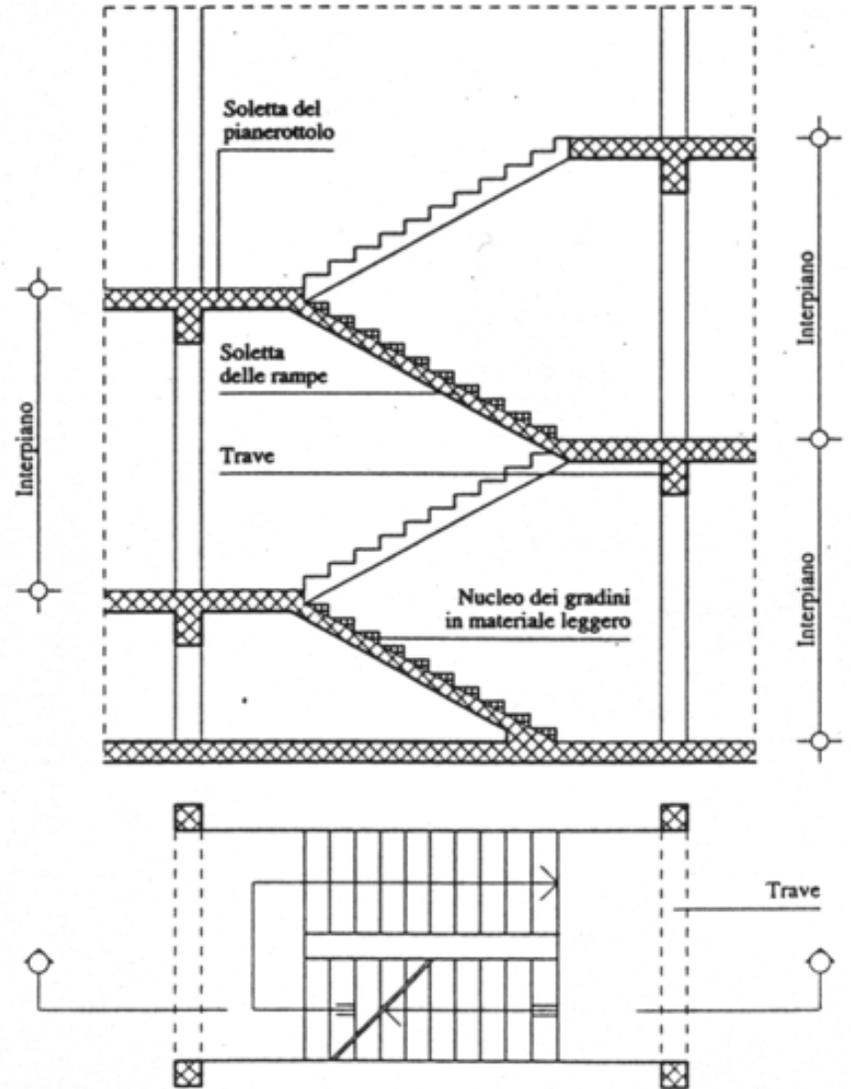
La formula empirica più ricorrente per la determinazione dei valori dell'alzata e della pedata è quella del Blondel:

$$2a + p = 62 \div 64$$



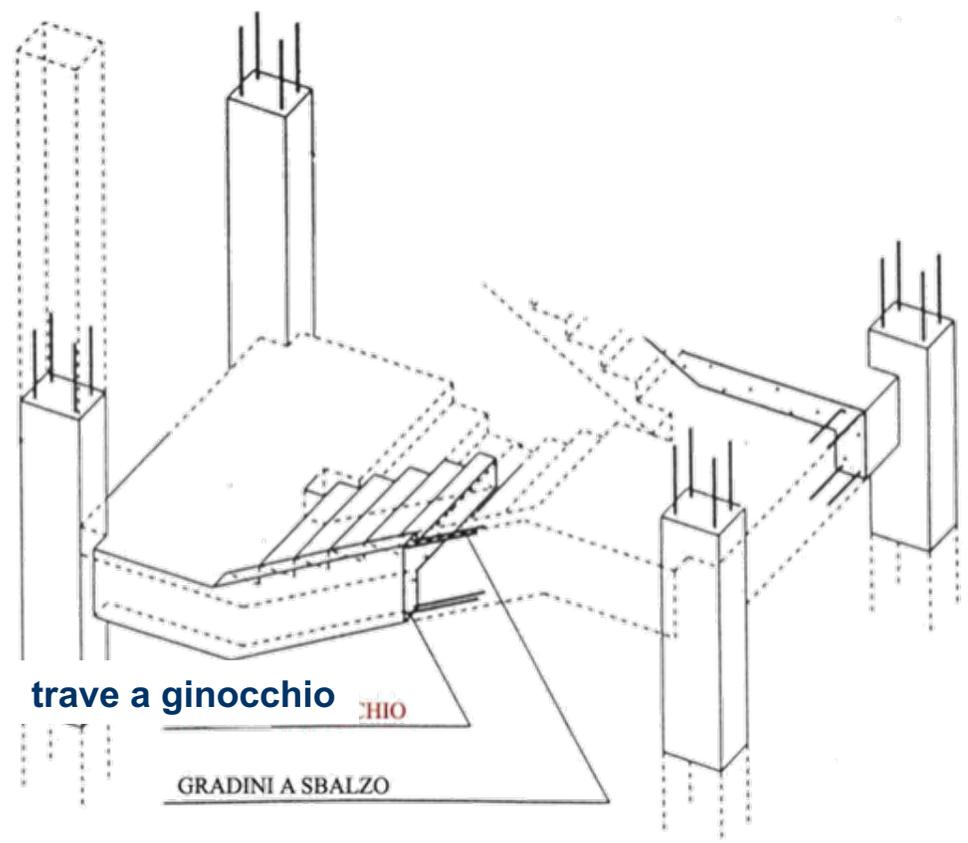
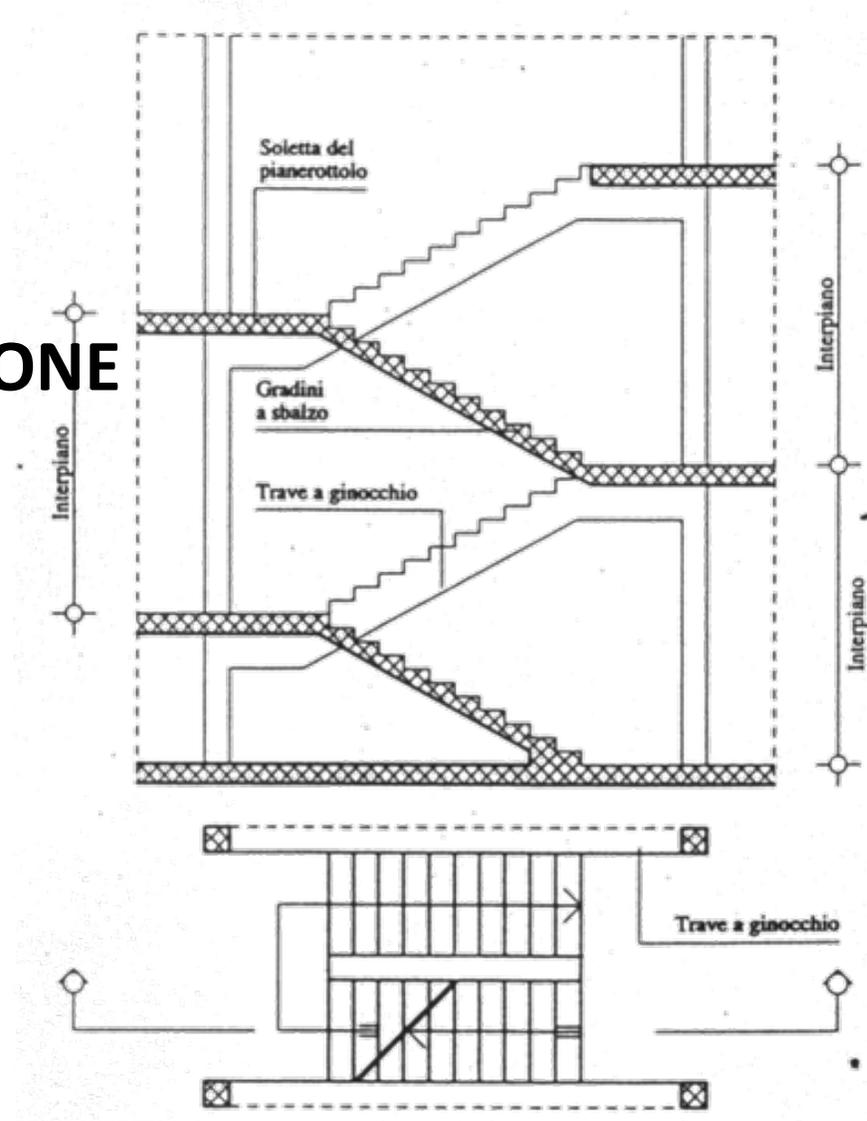
# Soletta rampante

## ELEMENTI DI COMUNICAZIONE VERTICALI



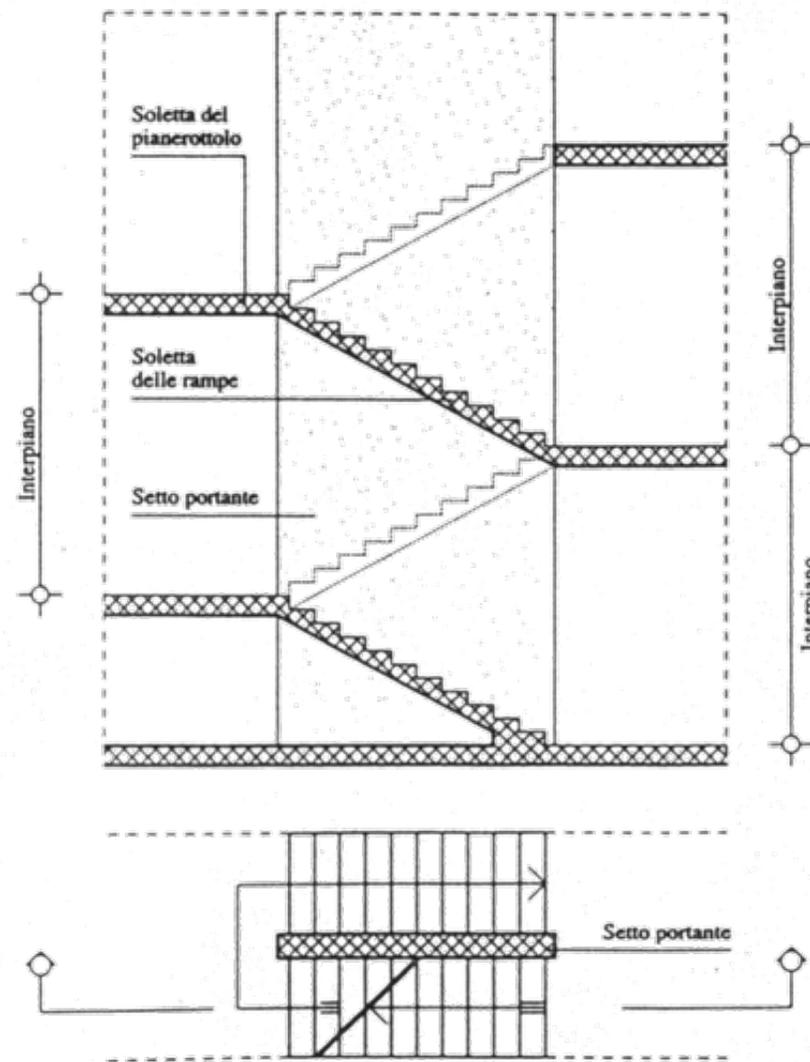
# Trave a ginocchio

## ELEMENTI DI COMUNICAZIONE VERTICALI



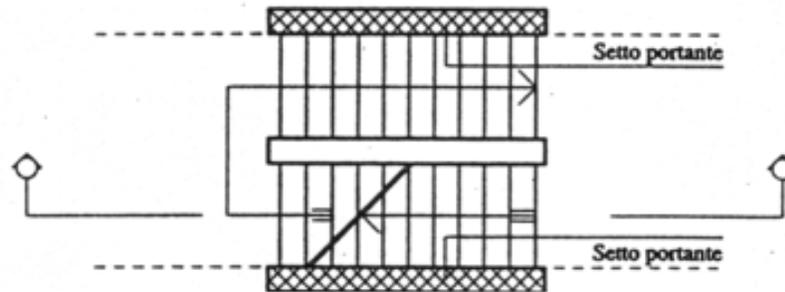
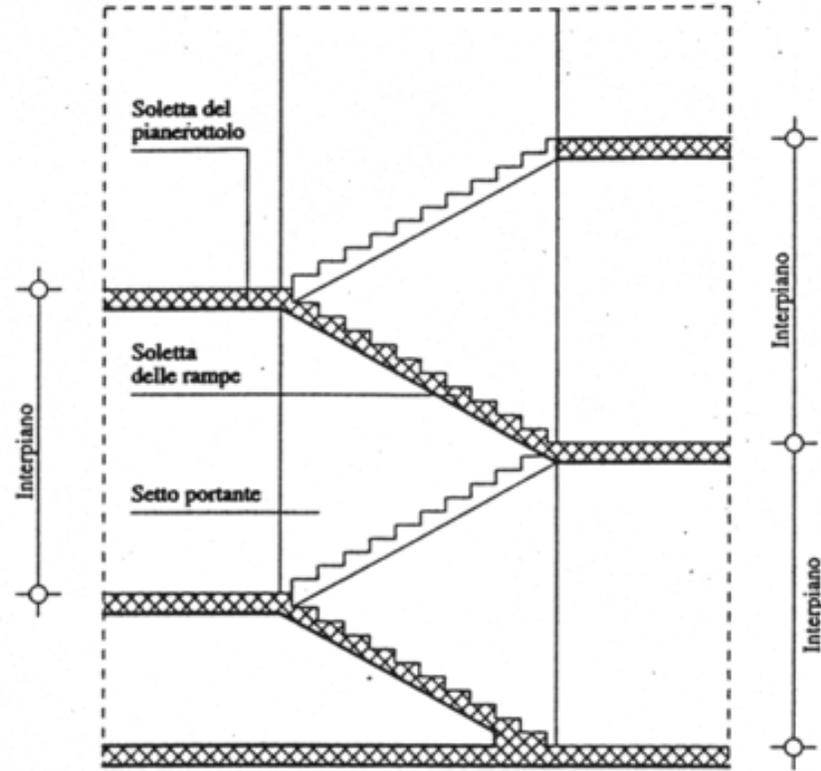
# ELEMENTI DI COMUNICAZIONE VERTICALI

Con setto centrale



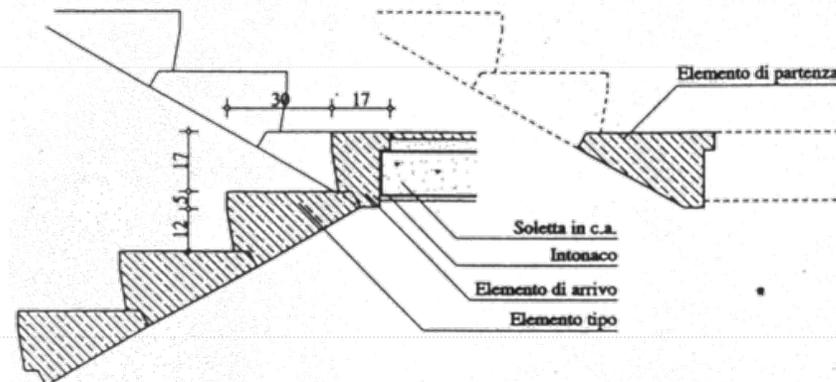
Con due setti laterale

# ELEMENTI DI COMUNICAZIONE VERTICALI



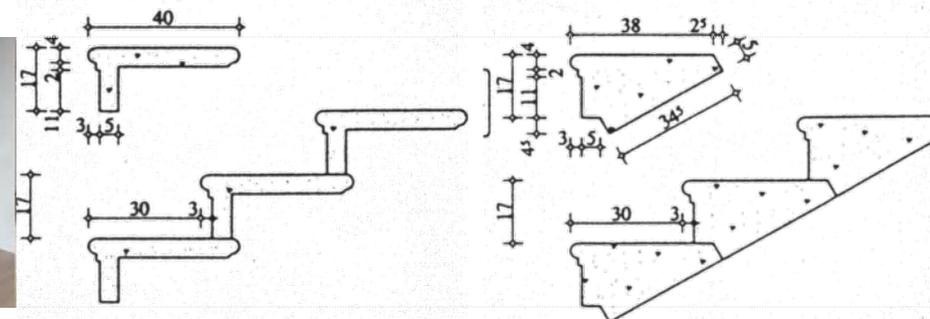
## Con gradini a sbalzo

gradini a sbalzo in pietra da taglio

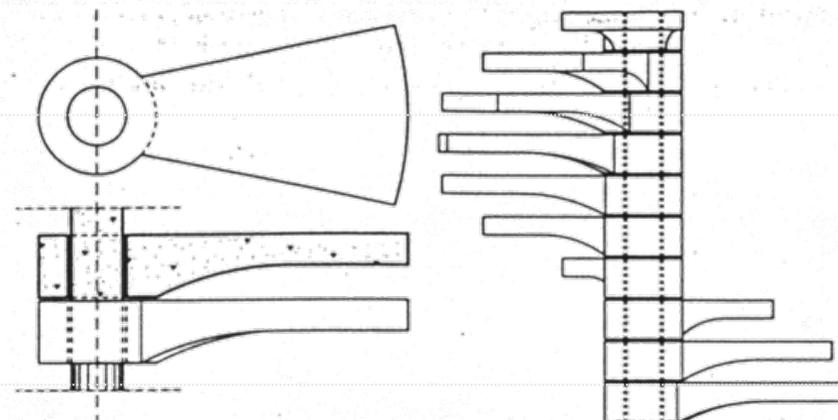


# ELEMENTI DI COMUNICAZIONE VERTICALI

gradini a sbalzo prefabbricati



gradini a sbalzo su scala a chiocciola



## Bibliografia

Arbizzani E., *Tecnologia dei sistemi edilizi. Progetto e costruzione.* , Maggioli Editore, Ravenna, 2008.

De Capua A., *Nuovi paradigmi per il progetto sostenibile*, Gangemi, Roma, 2002.

Del Curto B., Marano C., Pedferri M.P. , *Materiali per il Design*, Zanichelli, Bologna 2015

Nardi G., *Tecnologie dell'architettura*, Clup, Milano, 2001.

Sinopoli N., Tatano V., *Sulle tracce dell'innovazione. Tra tecnica e architettura.* F. Angeli, Milano, 2002.

