

Corsi di aggiornamento

# Progettazione strutturale e Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

## 3. Progetto di edifici antisismici in c.a. con struttura a telaio

04 - Criteri generali di impostazione della carpenteria

Spoletto

1-2 marzo 2018

Aurelio Ghersi

Impostazione della carpenteria

# Impostazione della carpenteria

Definizione dell'orditura dei solai e della posizione di travi e pilastri (pensando anche alla fondazione)

La struttura deve essere in grado di portare

- i carichi verticali
- le azioni orizzontali equivalenti al sisma

# Obiettivi generali

Rendere la struttura il più regolare possibile

In particolare:

- Valutare la possibilità di dividere il fabbricato in blocchi staticamente separati da giunti

- Prestare molta attenzione alla scala

La soluzione con travi a ginocchio introduce elementi molto rigidi con conseguente:

- concentrazione delle sollecitazioni e riduzione della duttilità globale
- possibilità di introdurre una forte asimmetria nella distribuzione di rigidezze

# Obiettivi generali

Rendere la struttura il più regolare possibile

In particolare:

- Valutare la possibilità di dividere il fabbricato in blocchi staticamente separati da giunti
- Prestare molta attenzione alla scala

La soluzione con soletta rampante "tradizionale" richiede "solo" una trave a livello intermedio:

- in realtà la soletta crea un collegamento tra i due impalcati adiacenti
- nel passato questo effetto non era colto solo perché la soletta rampante non era inserita nel modello

# Obiettivi generali

Rendere la struttura il più regolare possibile

In particolare:

- Valutare la possibilità di dividere il fabbricato in blocchi staticamente separati da giunti
- Prestare molta attenzione alla scala
  - È indispensabile trovare soluzioni alternative, come la scala asismica (in c.a., "alla Giliberti", o in acciaio):
    - la trave che sostiene la scala in corrispondenza del pianerottolo di riposo è a livello di piano
    - ciascuna rampa è indipendente dall'altra e appesa o poggiata alla trave innanzi citata
    - potrebbe essere realizzata interamente in acciaio

# Impostazione della carpenteria

Distinzione base tra:

- Edifici con pareti o nuclei in c.a.
  - separazione ideale tra elementi strutturali che portano i carichi verticali ed elementi che portano l'azione sismica
- Edifici a struttura intelaiata
  - Gli elementi strutturali (travi e pilastri) portano contemporaneamente carichi verticali ed azione sismica

# Edifici a struttura intelaiata

Travi e pilastri portano sia carichi verticali che azioni orizzontali

Può essere utile scindere il problema in due fasi:

1. Impostare la carpenteria pensando innanzi tutto ai soli carichi verticali  
tenendo però presenti i criteri derivanti dalla contemporanea presenza di azioni orizzontali
2. Rivedere la carpenteria per renderla più idonea a sopportare azioni orizzontali

# Edifici a struttura intelaiata

Nell'impostazione per carichi verticali:

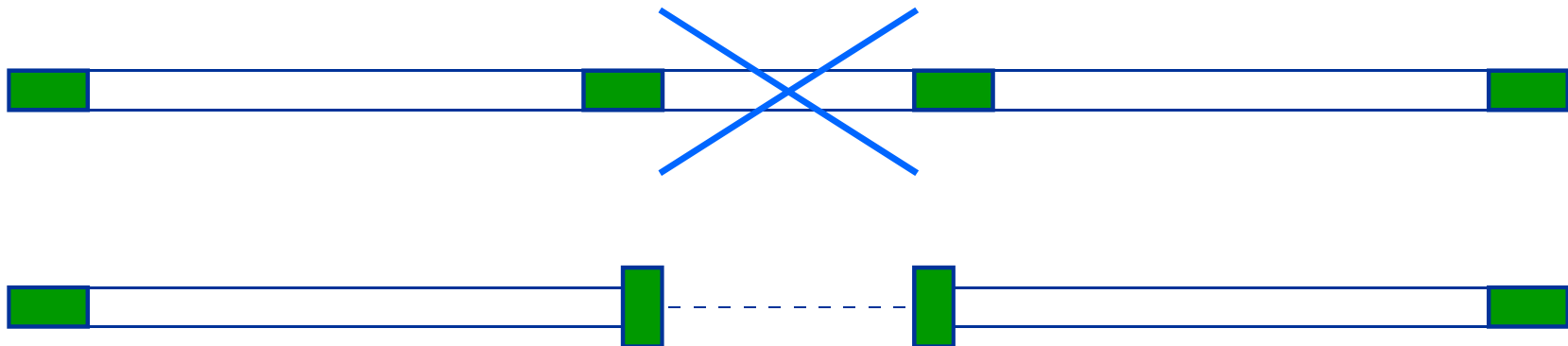
- Adottare per le luci di sbalzi, solai e travi limiti massimi leggermente inferiori a quelli consigliati in assenza di sisma

Elemento	Per soli carichi verticali	In zona sismica
Solaio	7.00 m	6.00 m
Sbalzo	2.50 m	2.00 m
Trave emergente che porta rilevanti carichi verticali	6.00 m	5.50 m
Trave a spessore che porta rilevanti carichi verticali	5.00 m	4.50 m

# Edifici a struttura intelaiata

Nell'impostazione per carichi verticali:

- Adottare per le luci di sbalzi, solai e travi limiti massimi leggermente inferiori a quelli consigliati in assenza di sisma
- Evitare campate di trave troppo corte, che provocherebbero concentrazione di sollecitazioni



# Edifici a struttura intelaiata

Nell'impostazione per carichi verticali:

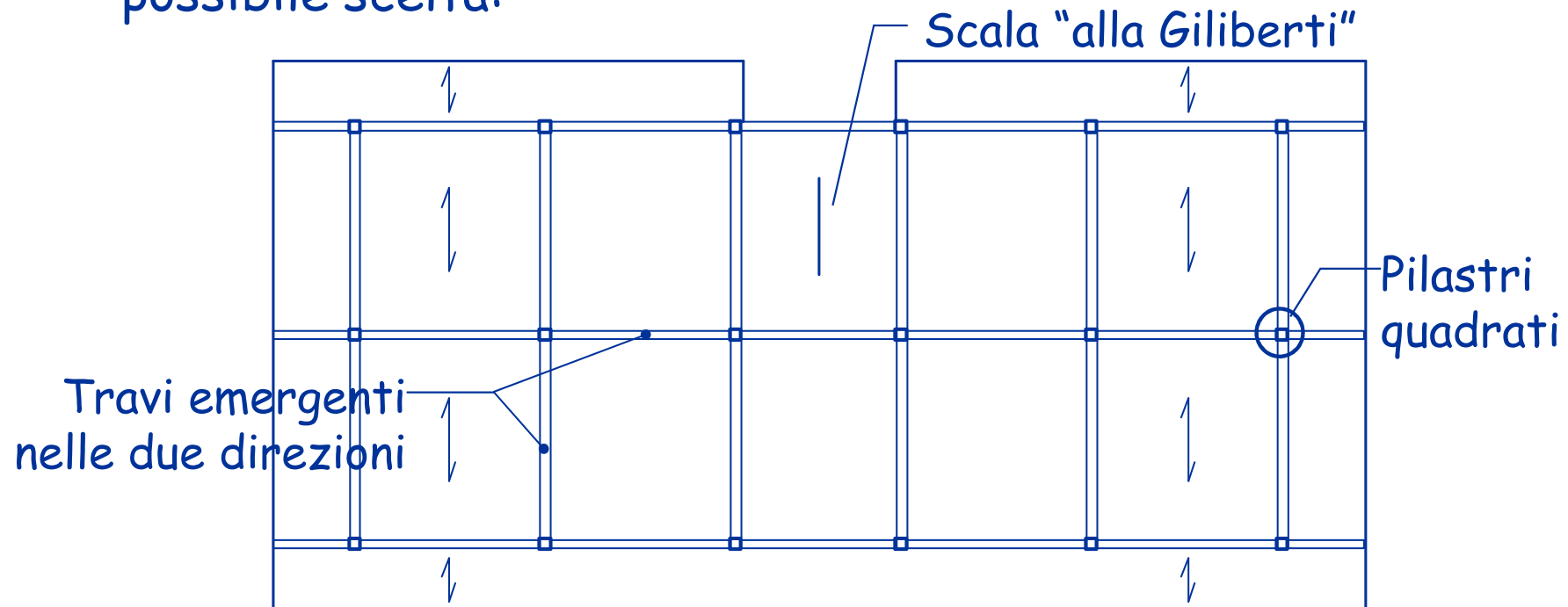
- Adottare per le luci di sbalzi, solai e travi limiti massimi leggermente inferiori a quelli consigliati in assenza di sisma
- Evitare campate di trave troppo corte, che provocherebbero concentrazione di sollecitazioni
- Evitare forti disuniformità di carico verticale sui pilastri  
(carichi maggiori richiedono sezioni maggiori, che provocherebbero concentrazione di sollecitazioni)

# Edifici a struttura intelaiata

Nell'impostazione per azioni orizzontali:

- Garantire un irrigidimento uniforme nelle due direzioni, con elementi ben distribuiti in pianta

possibile scelta:



# Elementi resistenti alle azioni orizzontali

In realtà si hanno spesso travi sia emergenti che a spessore e pilastri rettangolari

I singoli elementi assorbono un'aliquota dell'azione sismica minore o maggiore in proporzione alla loro rigidezza

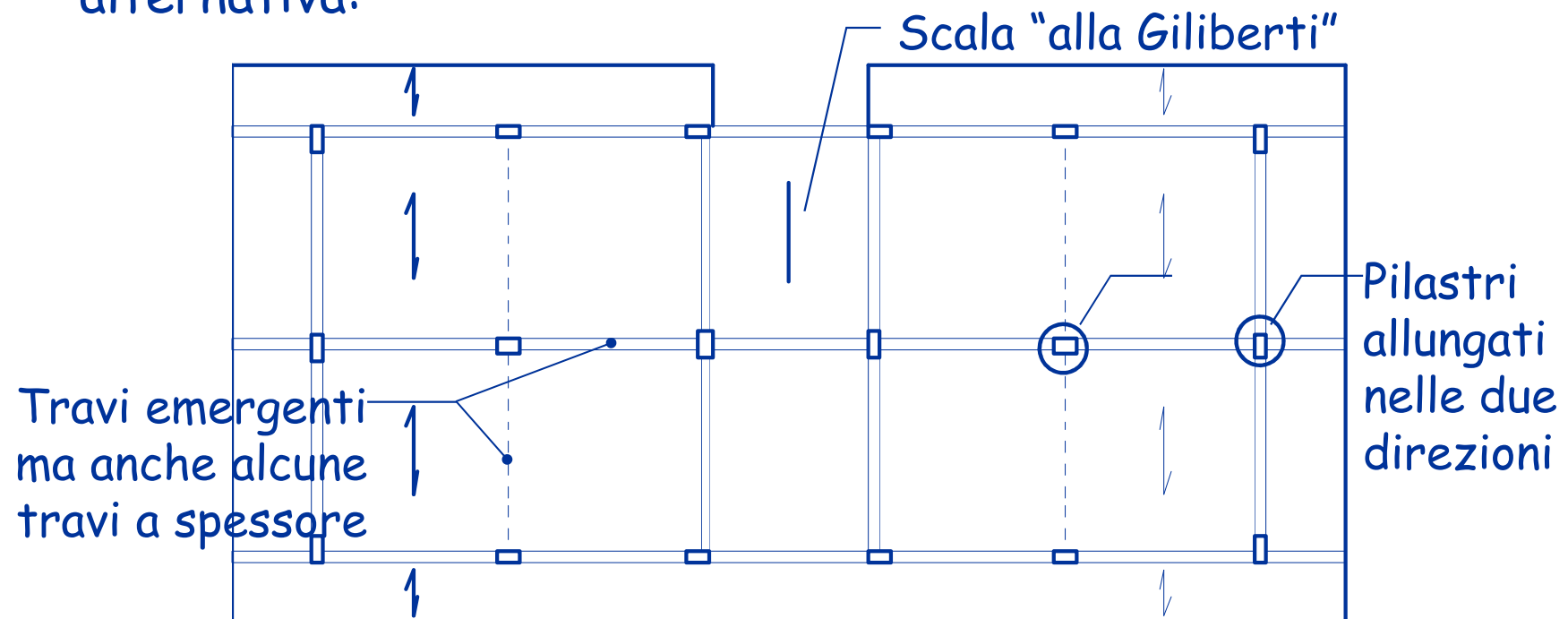
- Una valutazione più accurata della rigidezza di ciascun elemento può essere fatta solo dopo aver definito le sezioni di travi e pilastri
- Per il momento si possono fare solo valutazioni qualitative

# Edifici a struttura intelaiata

Nell'impostazione per azioni orizzontali:

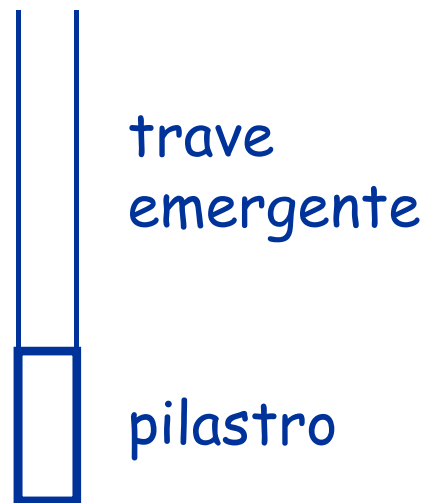
- Garantire un irrigidimento uniforme nelle due direzioni, con elementi ben distribuiti in pianta

alternativa:

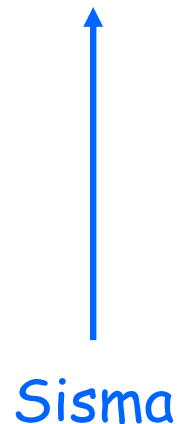


# Elementi resistenti alle azioni orizzontali

In realtà si hanno spesso travi sia emergenti che a spessore e pilastri rettangolari



Elemento  
con buona  
rigidezza a  
tutti i piani



La resistenza all'azione  
sismica è affidata  
ai pilastri allungati nella  
direzione del sisma  
ed accoppiati a travi  
emergenti

# Elementi resistenti alle azioni orizzontali

In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore  
e pilastri rettangolari



# Elementi resistenti alle azioni orizzontali

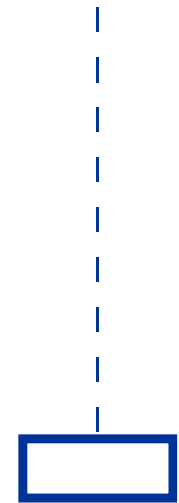
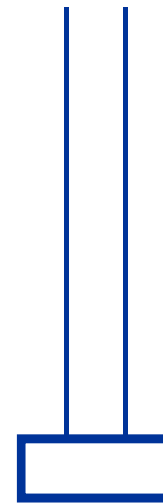
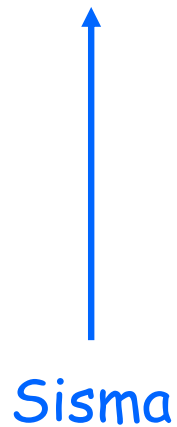
In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore  
e pilastri rettangolari



Elemento  
con buona  
rigidezza a  
tutti i piani



Elemento con  
rigidezza  
solo al primo  
piano



I pilastri con inerzia  
minima danno contributo  
in prima approssimazione  
trascurabile

# Elementi resistenti alle azioni orizzontali

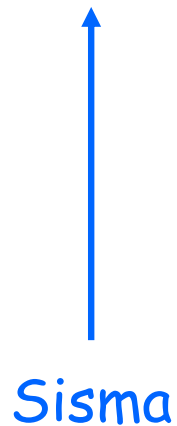
In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore  
e pilastri rettangolari



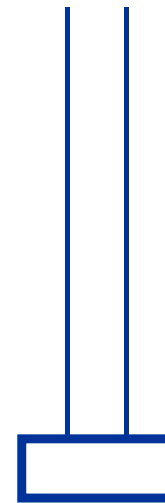
Elemento  
con buona  
rigidezza a  
tutti i piani



Elemento con  
rigidezza  
solo al primo  
piano



Sisma



Elemento con  
rigidezza  
limitata a  
tutti i piani



Elemento con  
rigidezza  
trascurabile  
a tutti i piani

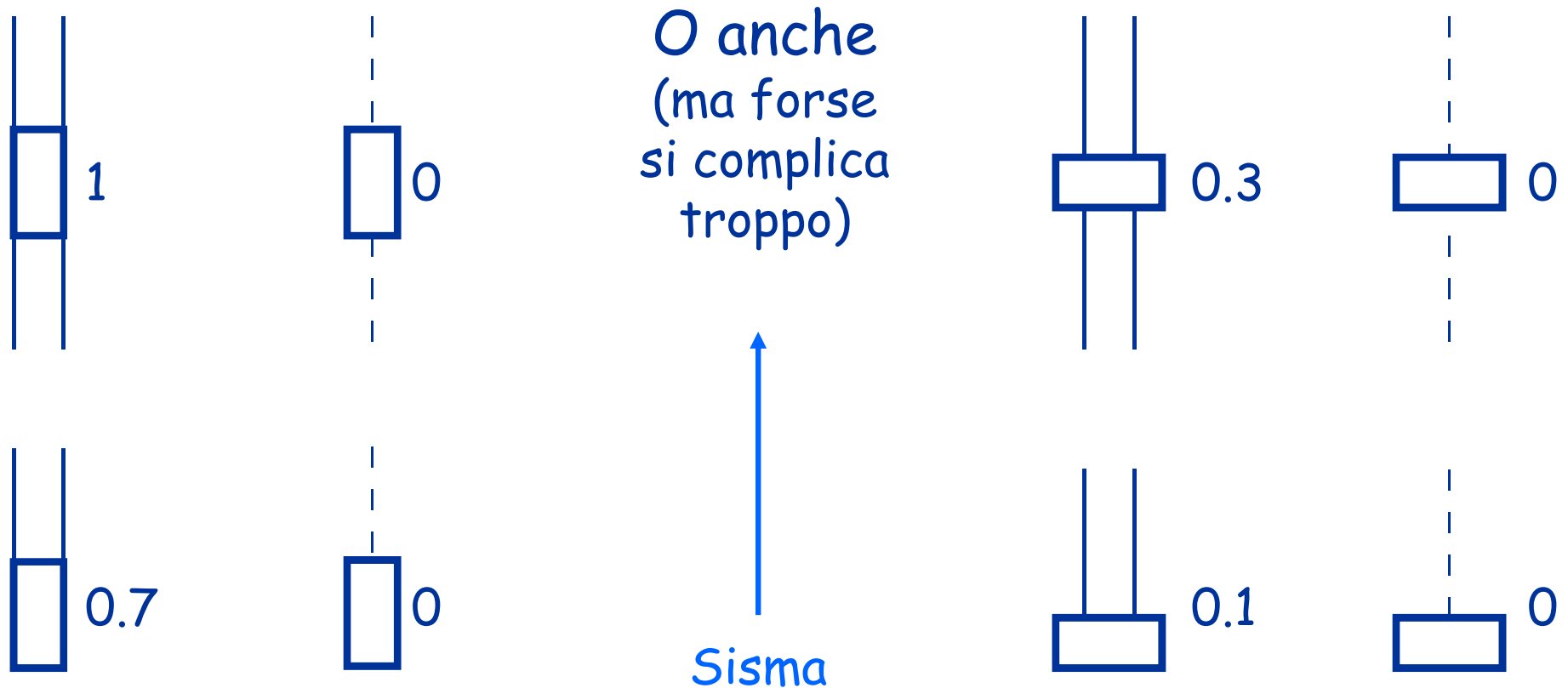
# Elementi resistenti alle azioni orizzontali

In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore  
e pilastri rettangolari



# Elementi resistenti alle azioni orizzontali

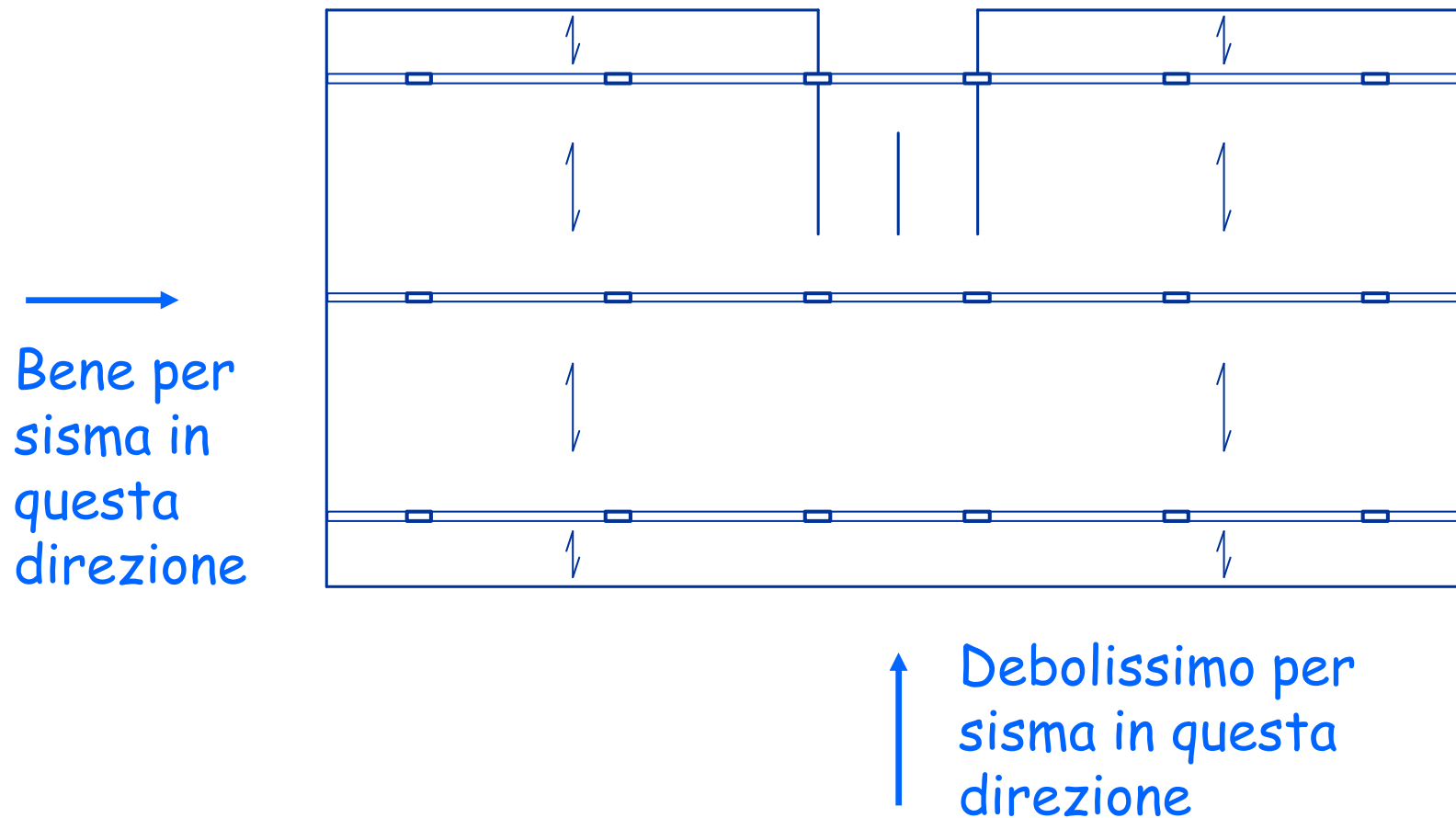
In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore  
e pilastri rettangolari



# Carpenteria:

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

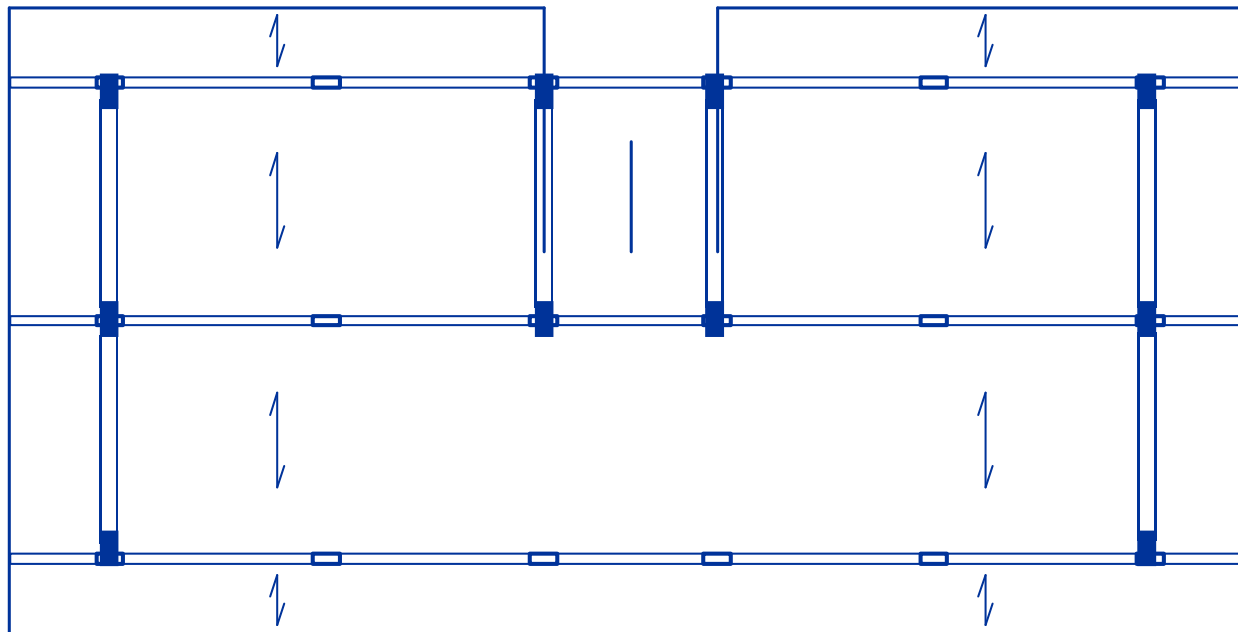
Al limite, per soli carichi verticali:



# Carpenteria:

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

Interventi, per azioni orizzontali:



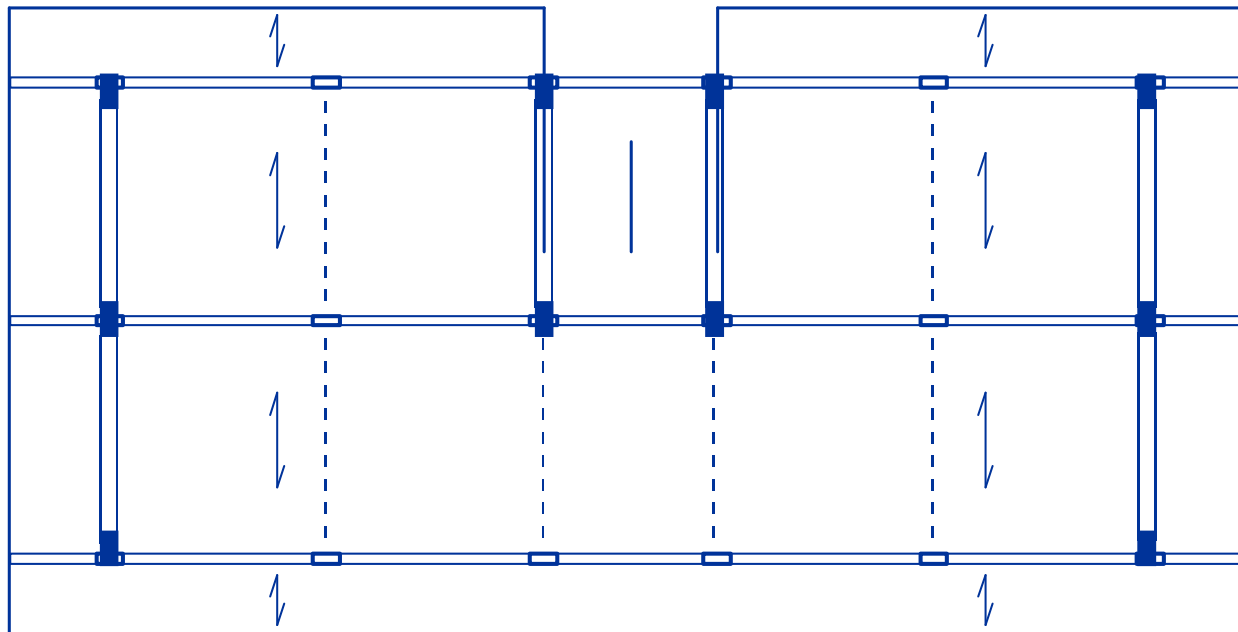
Girare un certo numero  
di pilastri

Aggiungere travi emergenti  
per renderli efficaci

## Carpenteria:

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

## Interventi, per azioni orizzontali:



Si potranno poi aggiungere altre travi, a spessore, che sono però irrilevanti ai fini sismici

Esempio

# Edificio analizzato

## Tipologia:

edificio adibito a civile abitazione, a 5 piani

## Classe dell'edificio:

classe II (costruzione con normale affollamento, senza contenuti pericolosi e funzioni sociali essenziali)

## Ubicazione:

zona sismica con  $a_g = 0.25 g$

## Categoria di suolo:

categoria C (sabbie e ghiaie mediamente addensate)

# Edificio analizzato

Struttura portante principale:  
con struttura intelaiata in cemento armato

Solai:  
in latero-cemento, gettati in opera

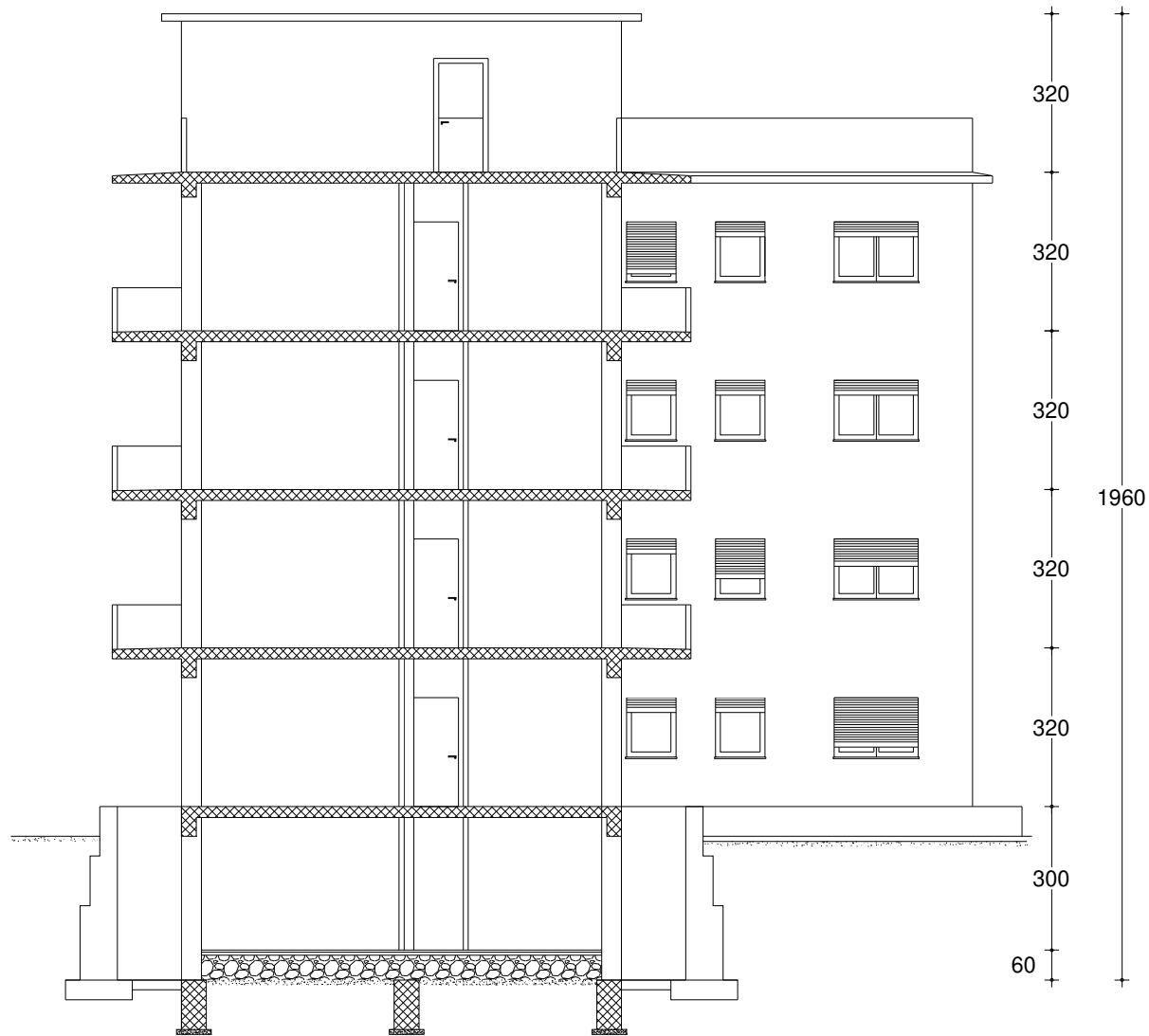
Scale:  
a soletta rampante asismica

Fondazioni:  
reticolo di travi rovesce

Materiali:  
calcestruzzo C30/37, acciaio B450C

Nota: in passato avevo fatto riferimento ad un  
calcestruzzo C25/30 ( $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{ck} = 30 \text{ MPa}$ )

# Edificio analizzato

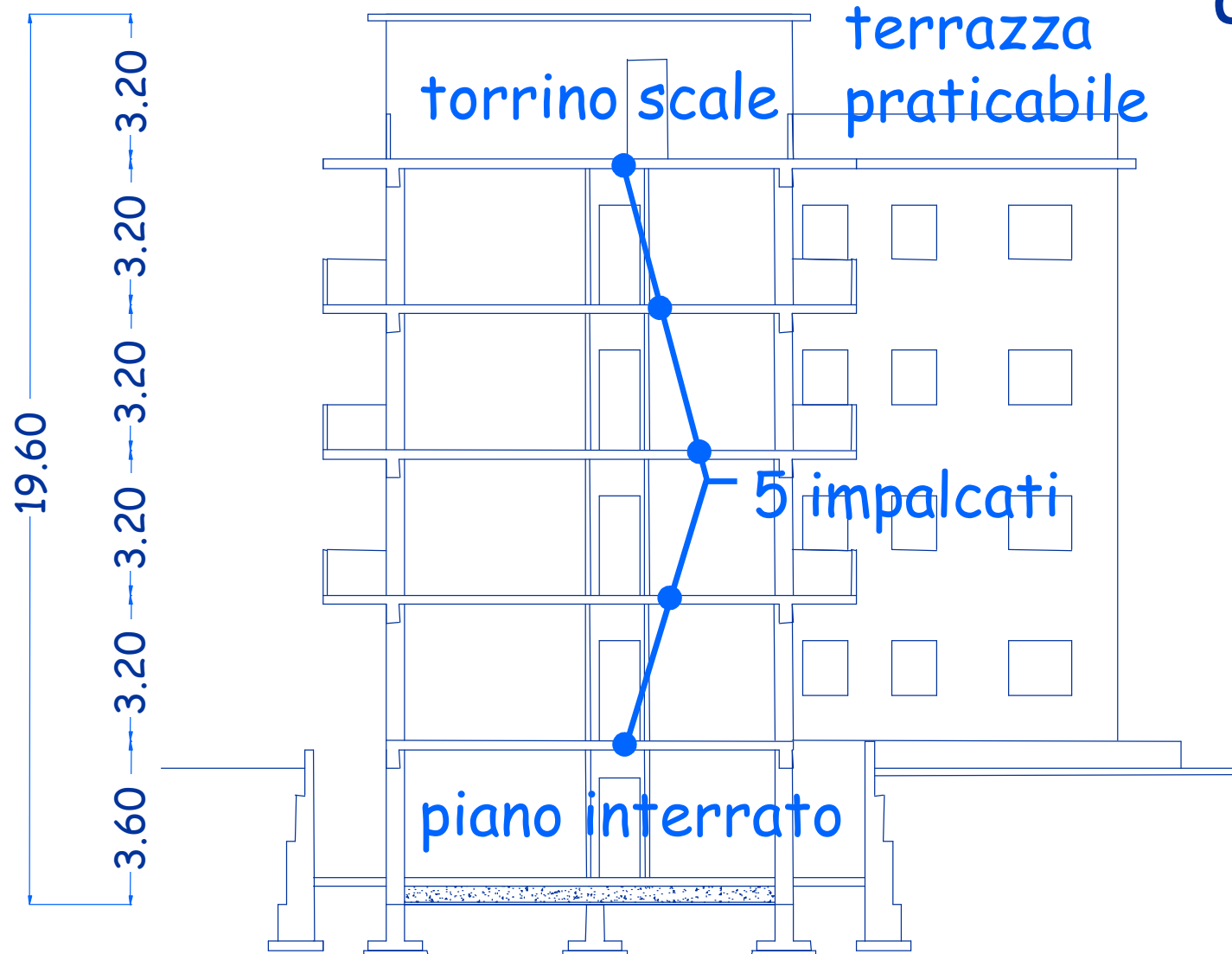


Sezione

# Edificio analizzato

Sismicità media  
= ex zona 2

Terreno  
costituito da  
sabbie e ghiaie  
mediamente  
addensate

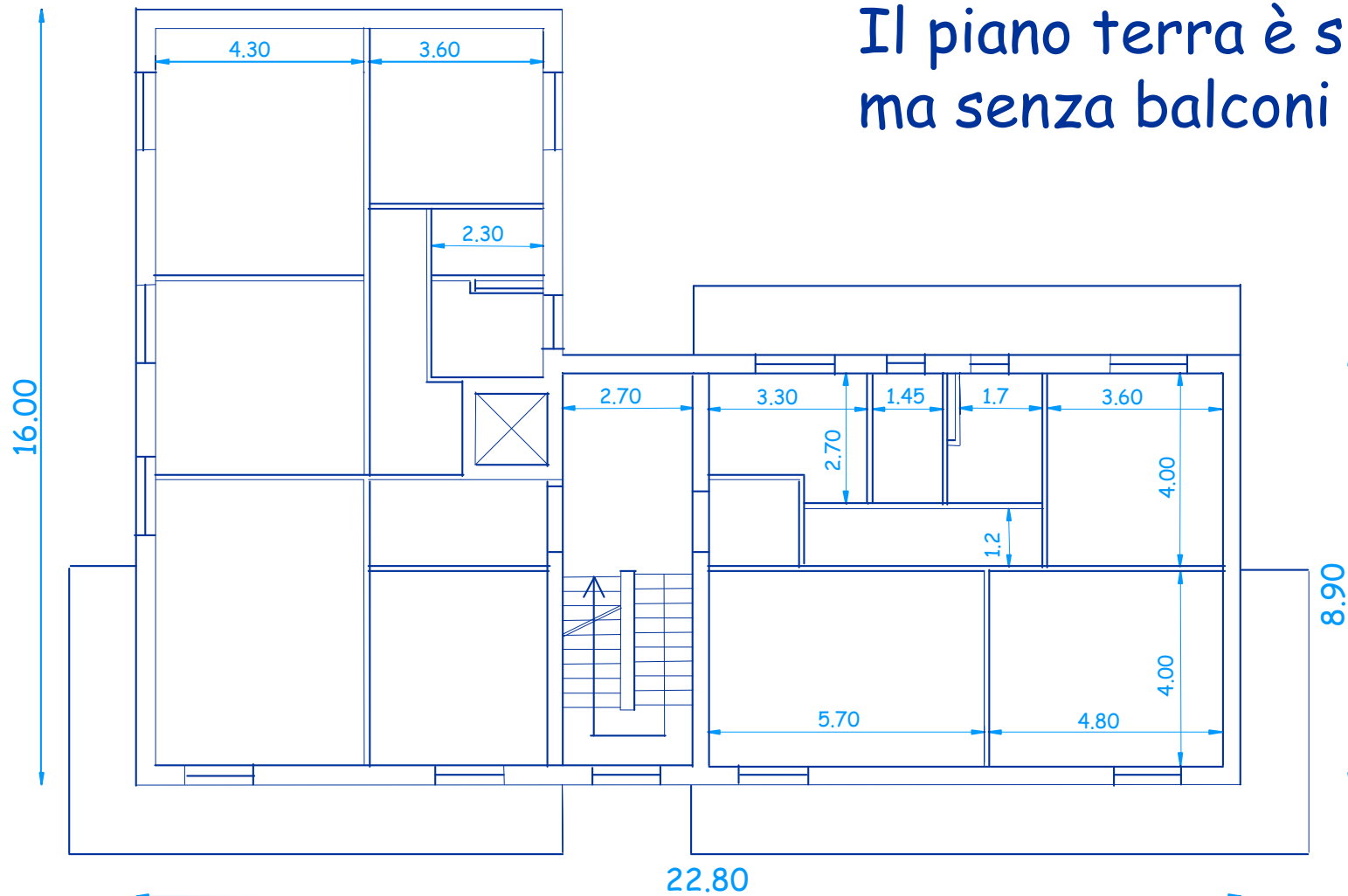


Sezione



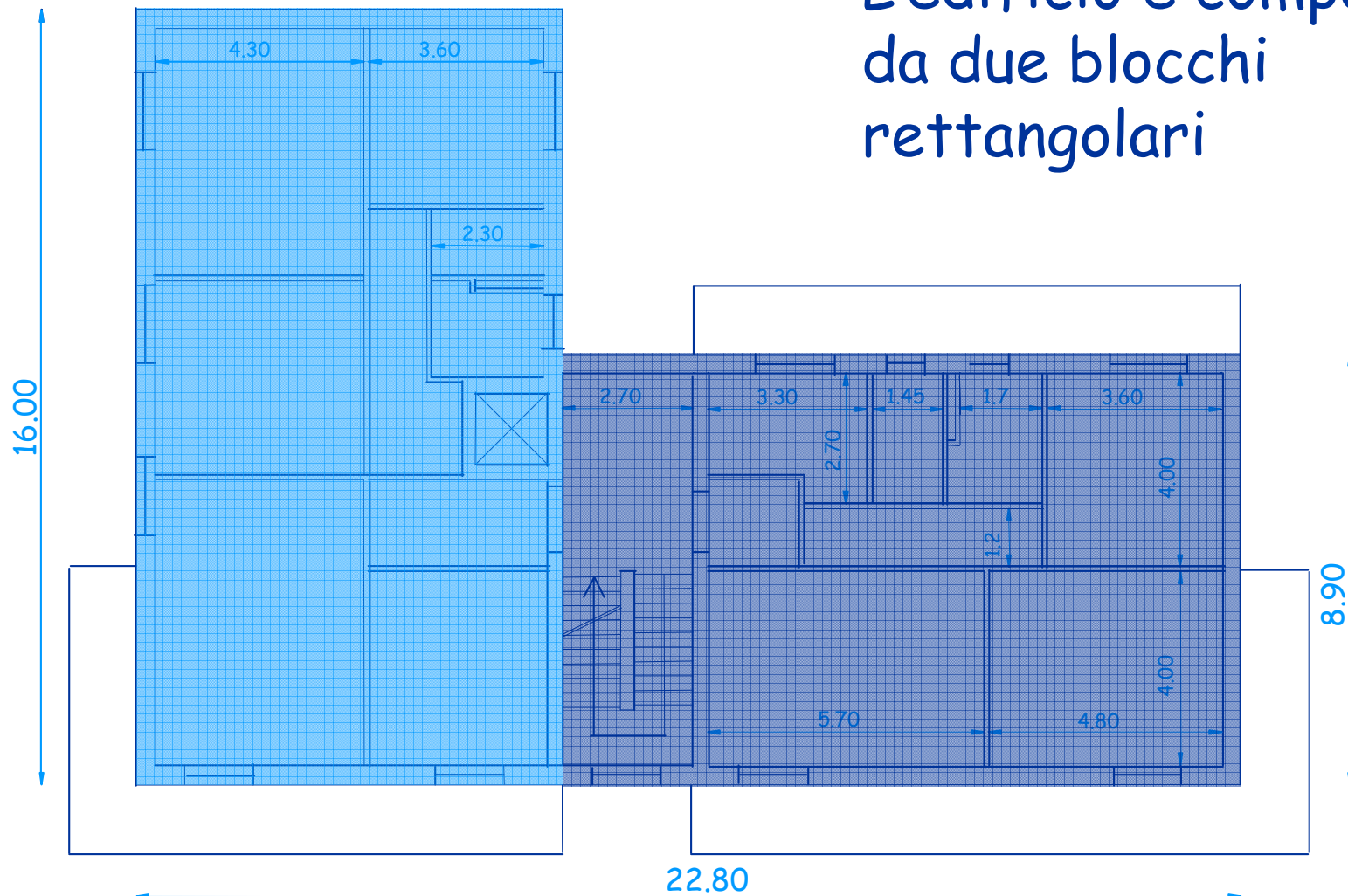
# Piano tipo

Il piano terra è simile,  
ma senza balconi



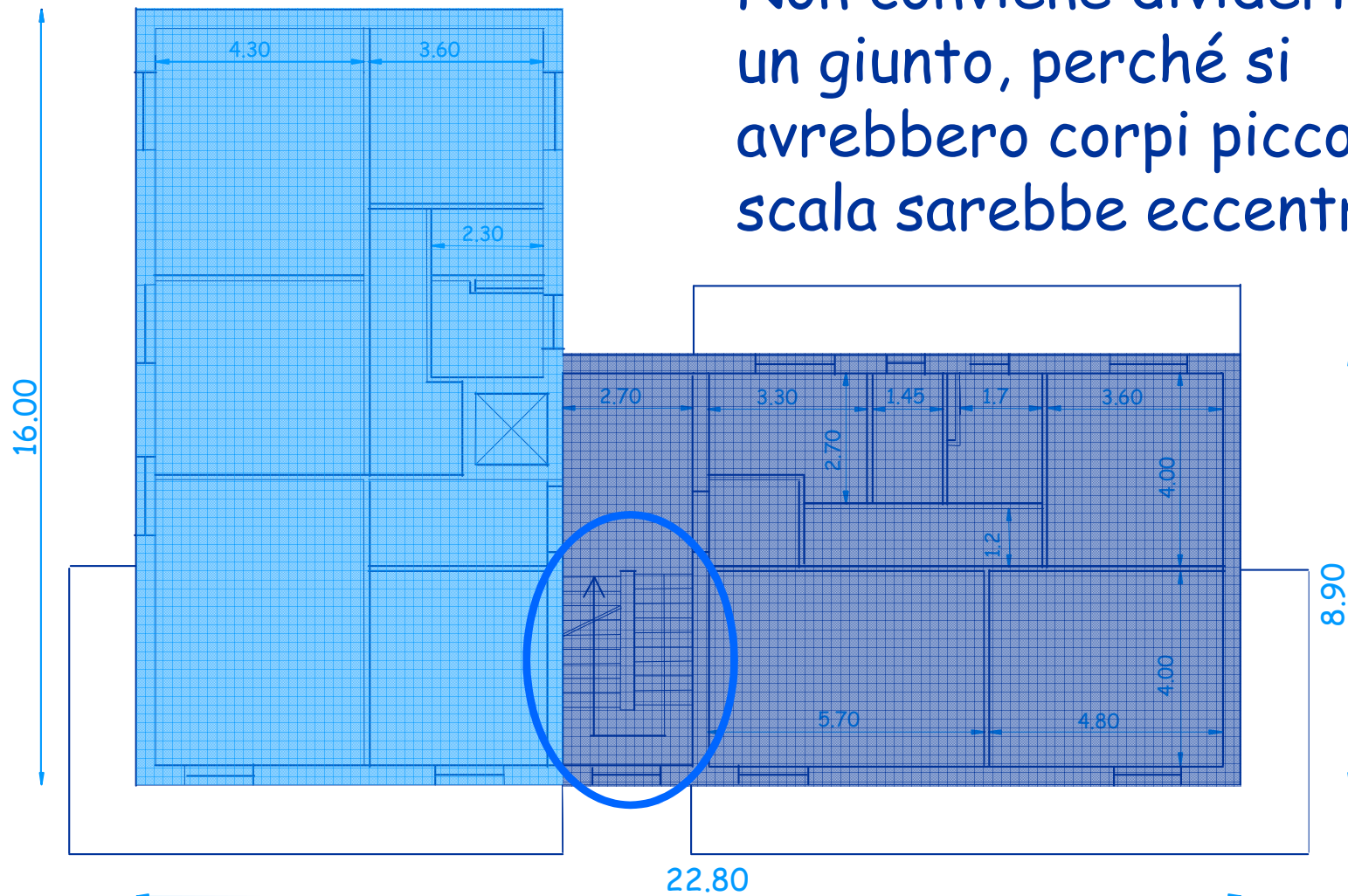
# Piano tipo

L'edificio è composto da due blocchi rettangolari



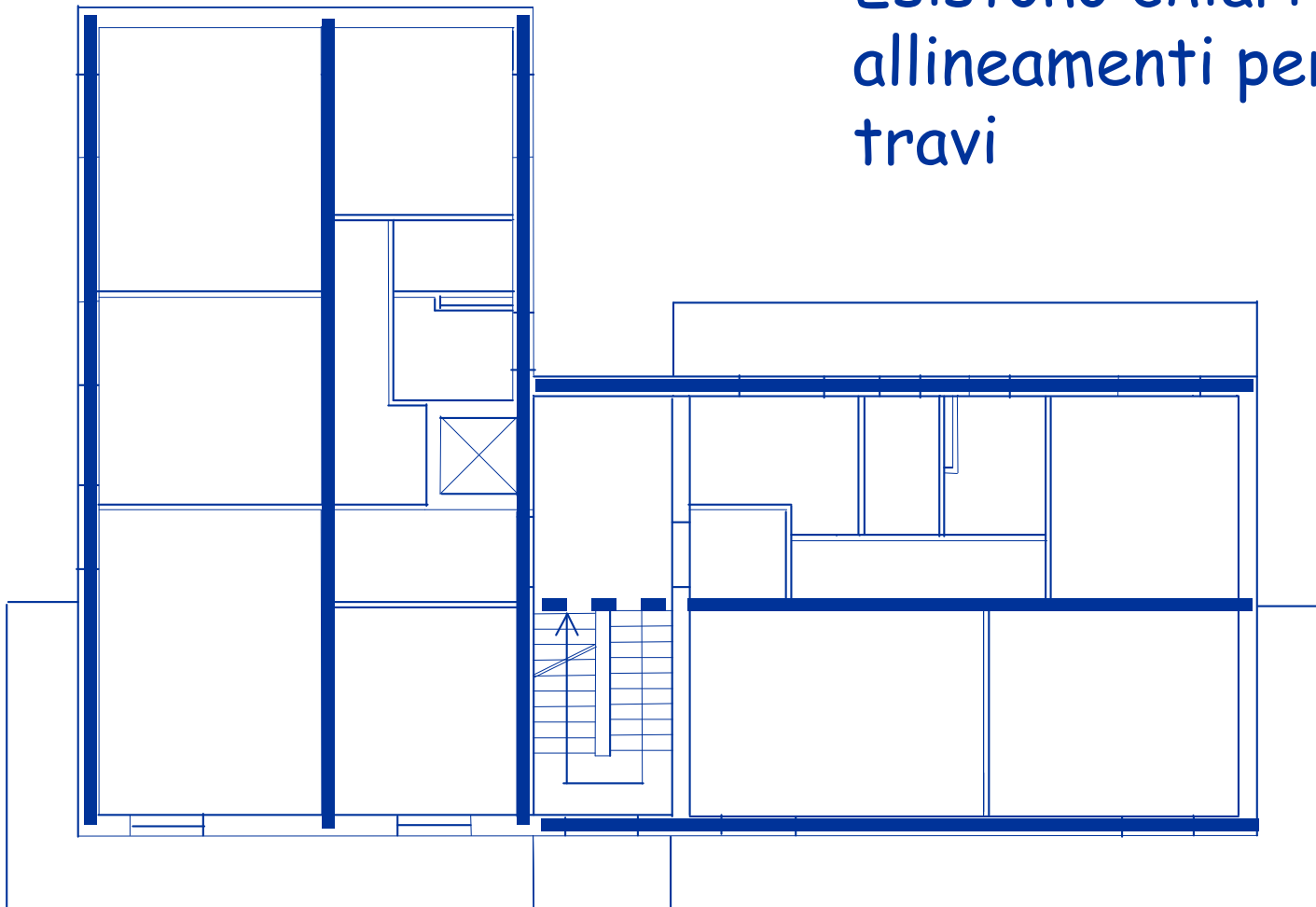
# Piano tipo

Non conviene dividerli con un giunto, perché si avrebbero corpi piccoli e la scala sarebbe eccentrica



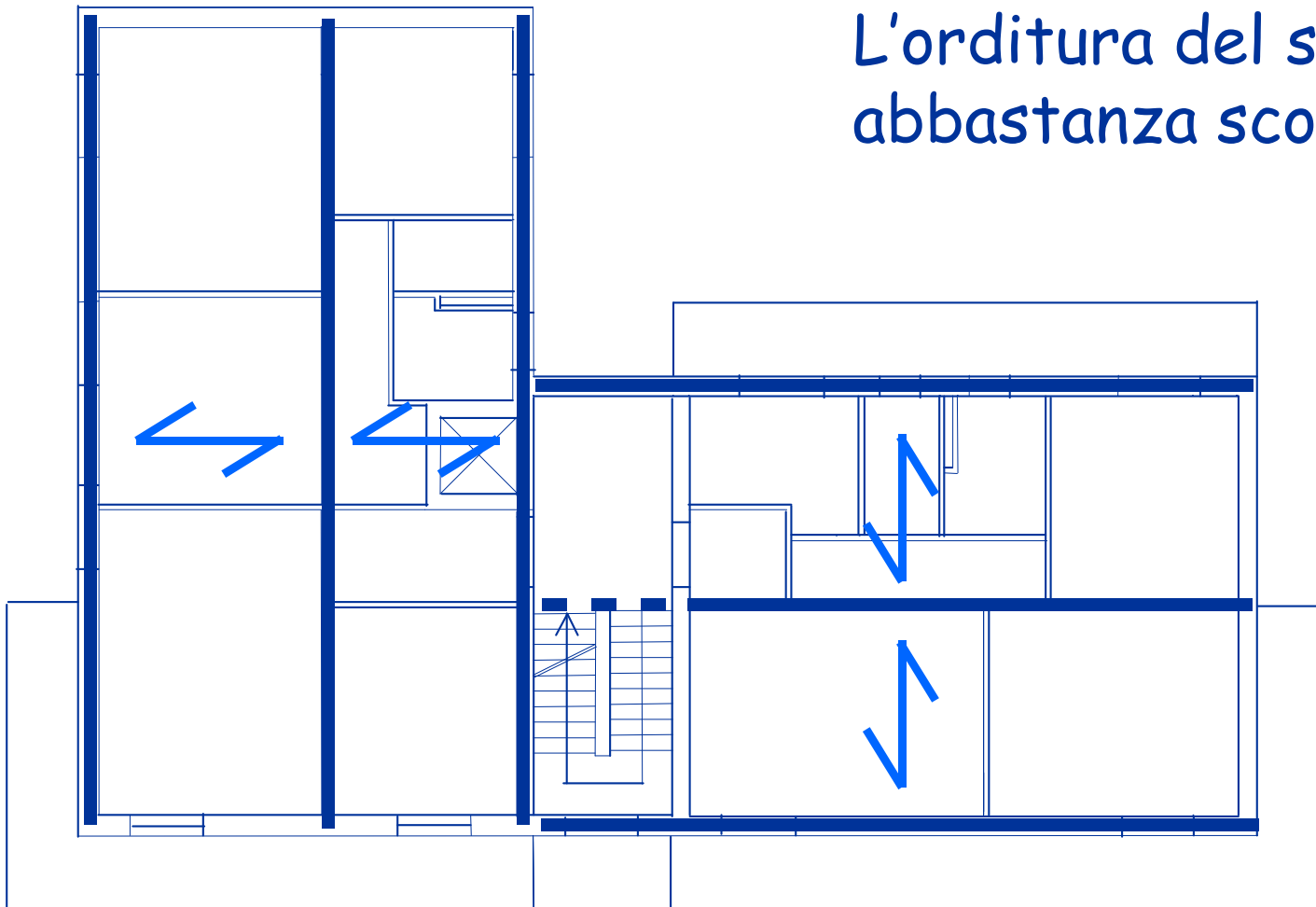
# Impostazione della carpenteria pensando ai carichi verticali

Esistono chiari  
allineamenti per le  
travi

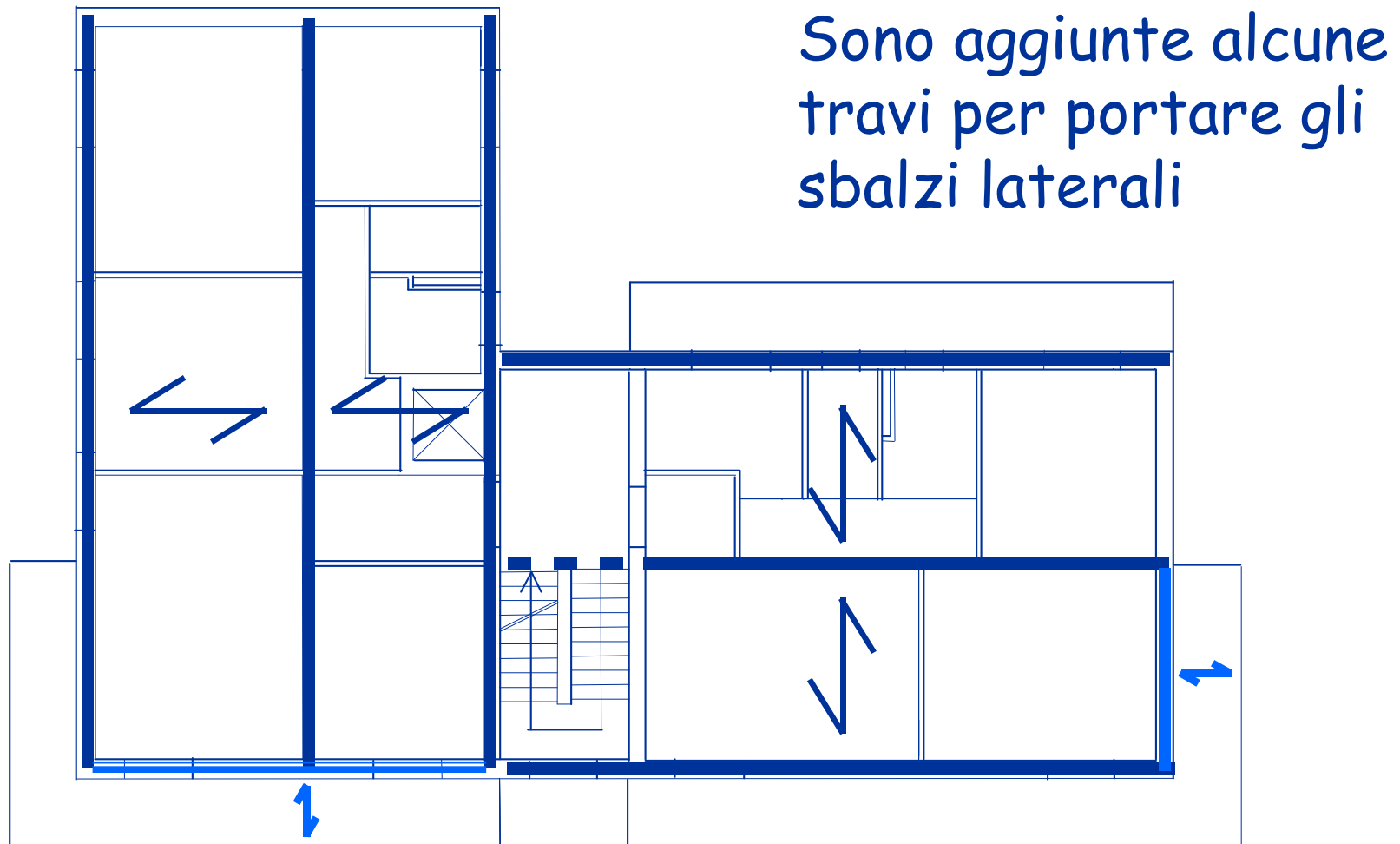


# Impostazione della carpenteria pensando ai carichi verticali

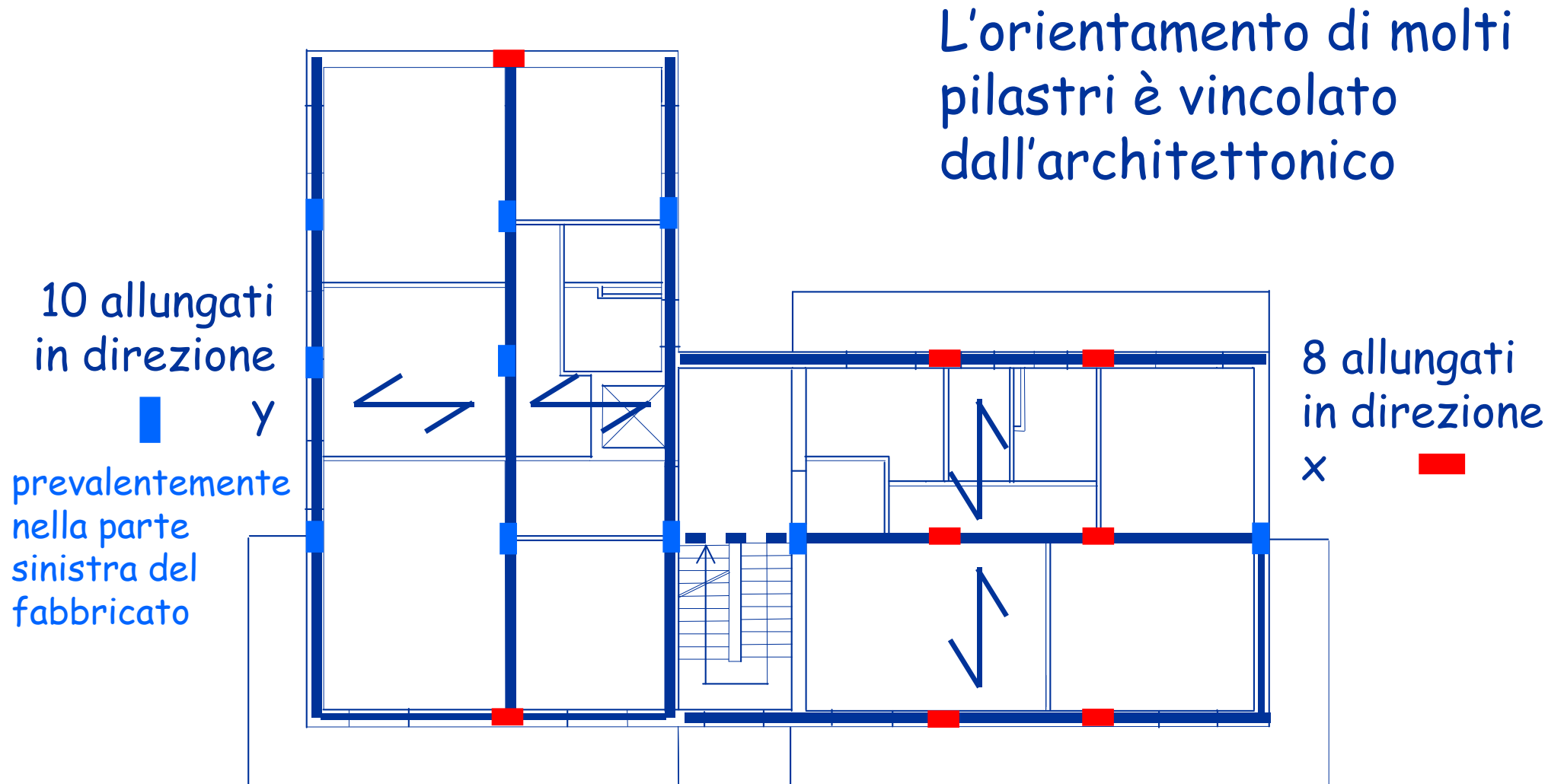
L'orditura del solaio è abbastanza scontata



# Impostazione della carpenteria pensando ai carichi verticali

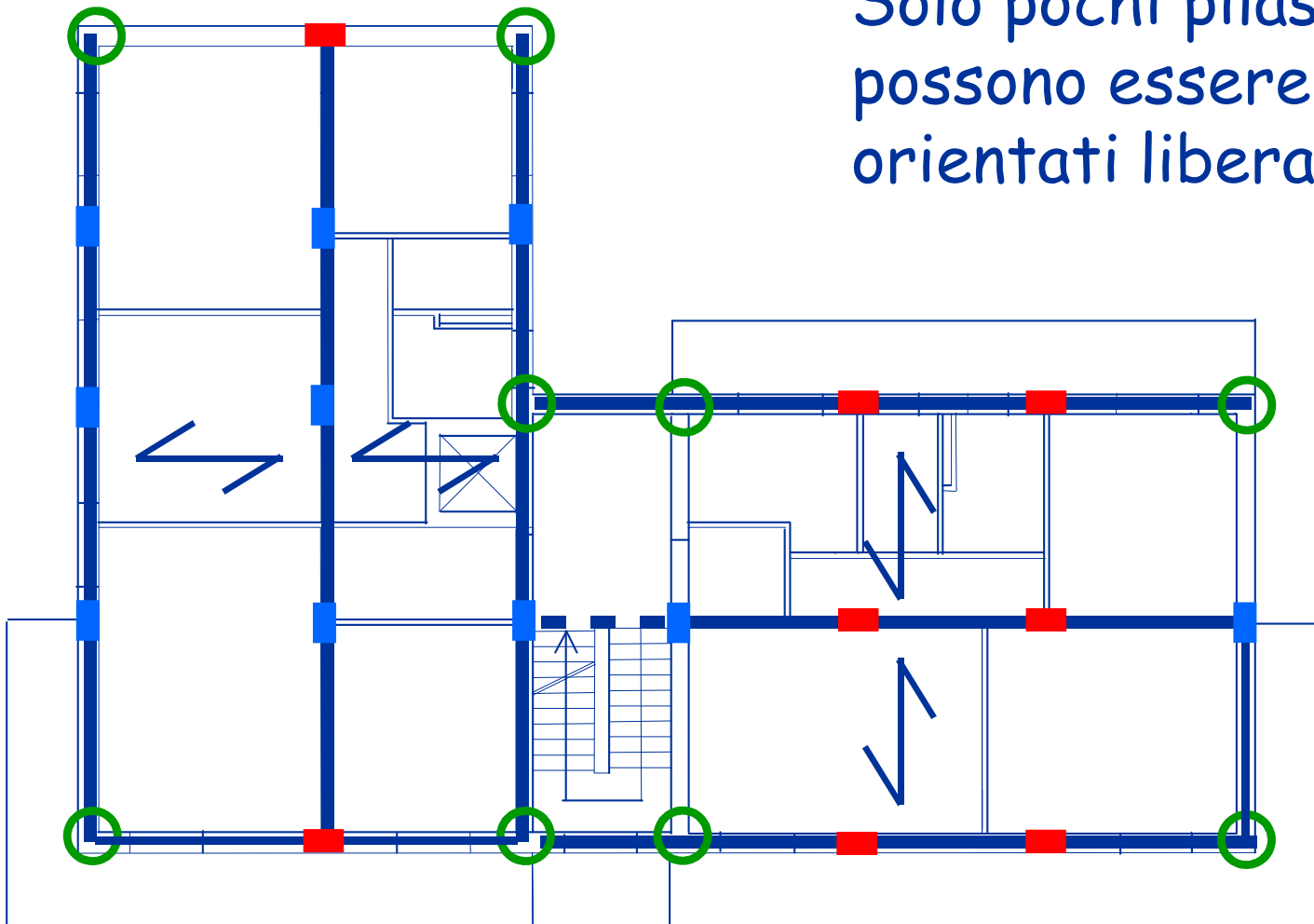


# Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali



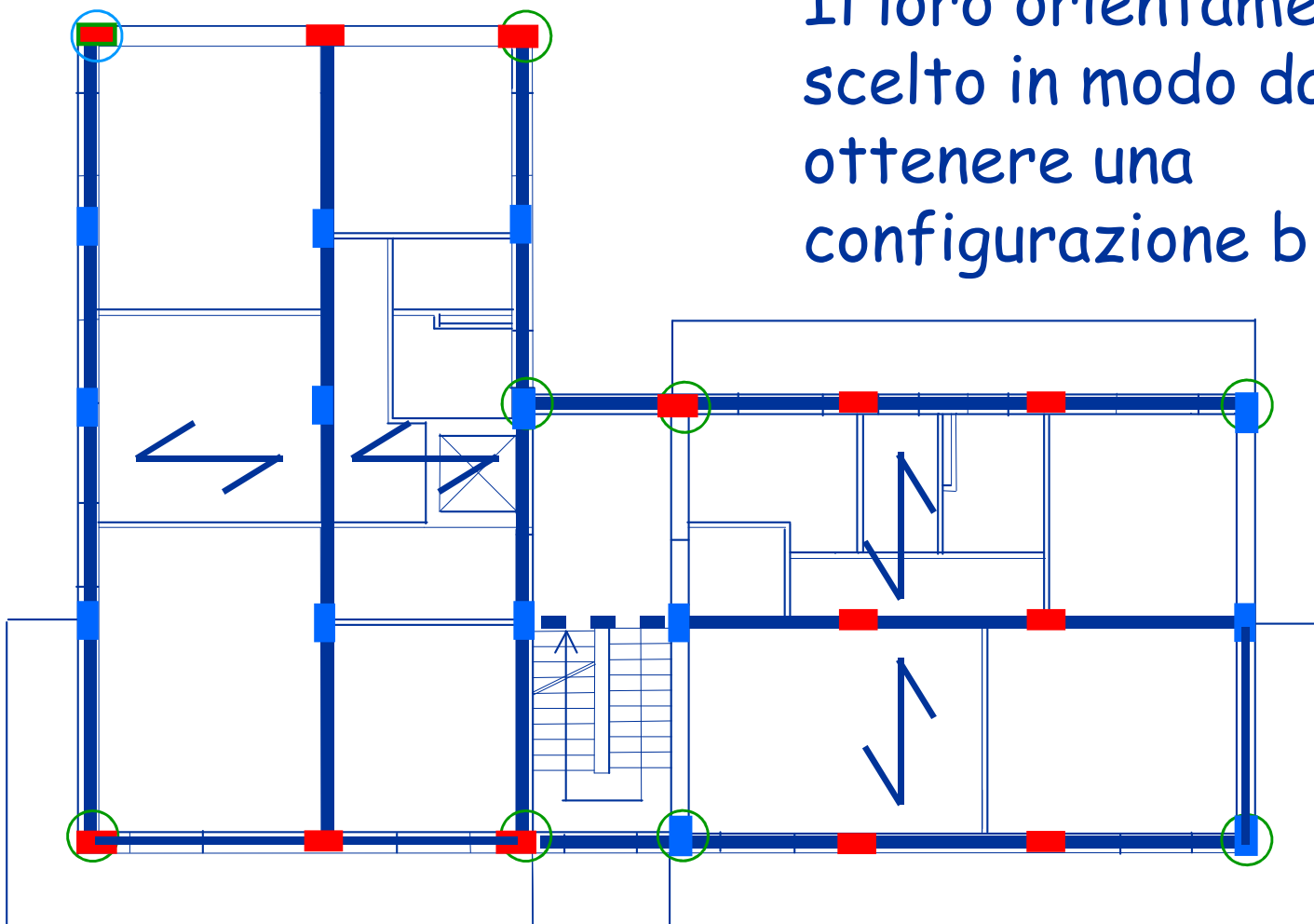
# Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali

Solo pochi pilastri (9)  
possono essere  
orientati liberamente



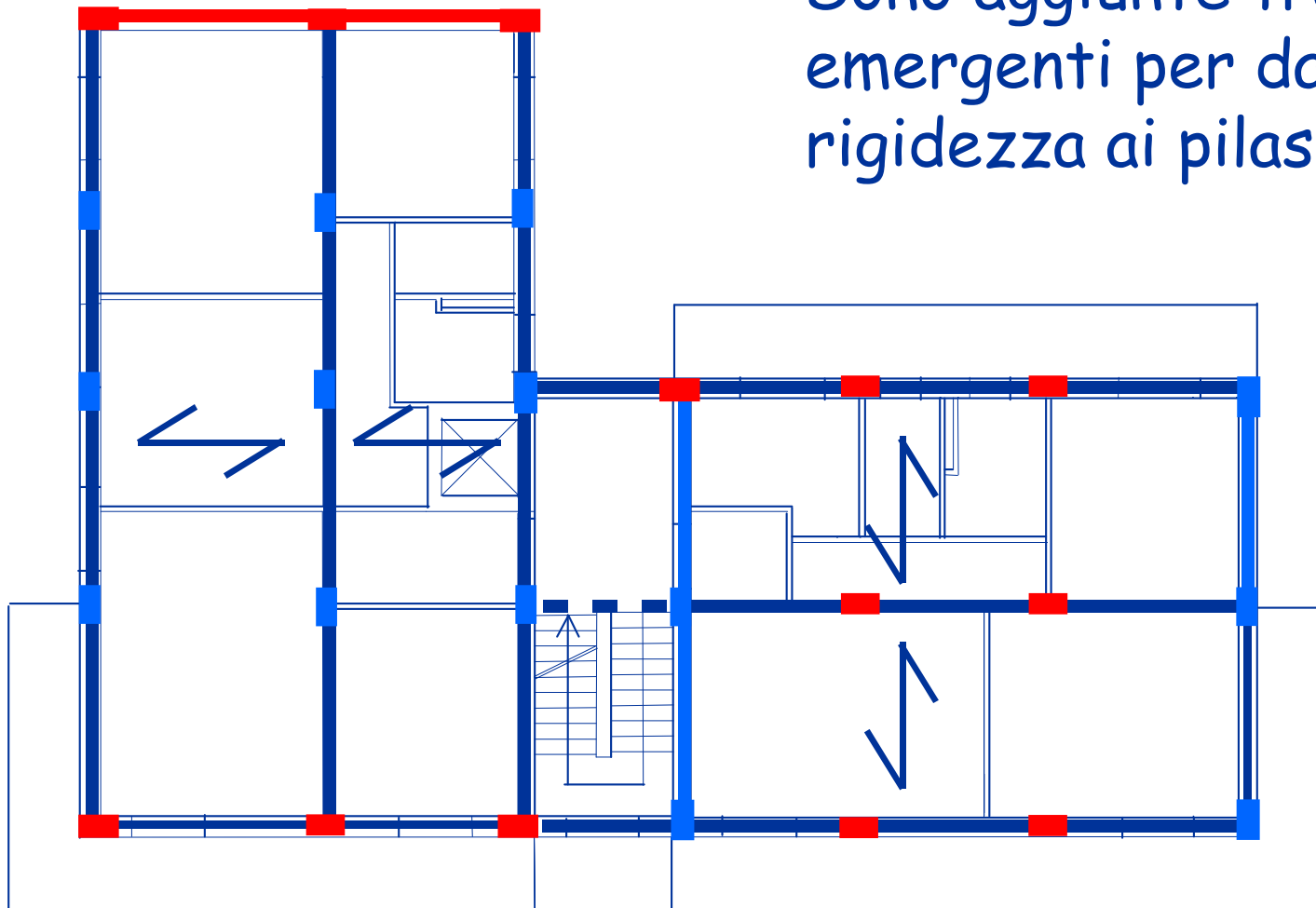
# Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali

Il loro orientamento è  
scelto in modo da  
ottenere una  
configurazione bilanciata



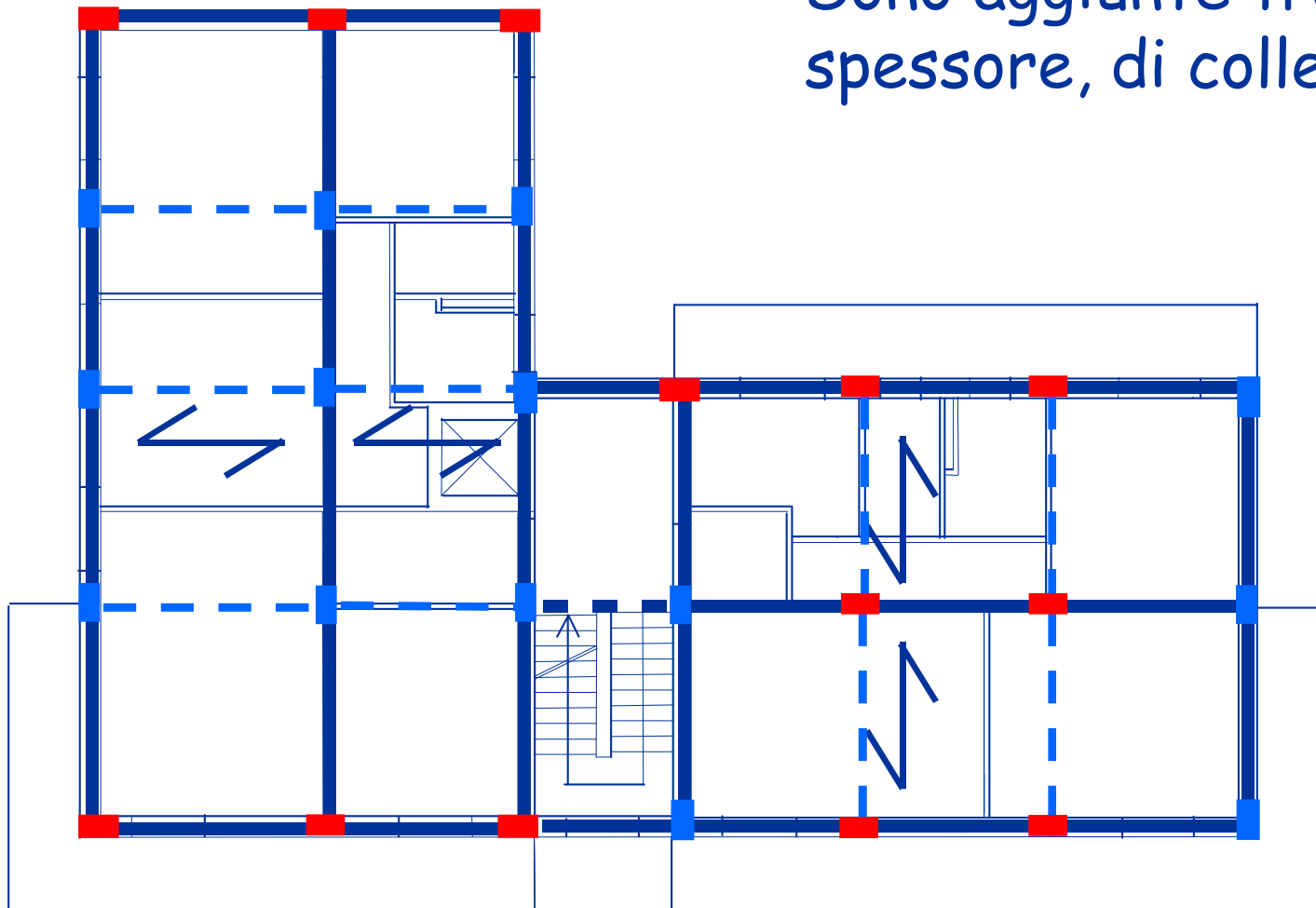
# Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali

Sono aggiunte travi  
emergenti per dare  
rigidezza ai pilastri



# Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali

Sono aggiunte travi a spessore, di collegamento



# Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali

tot. 13

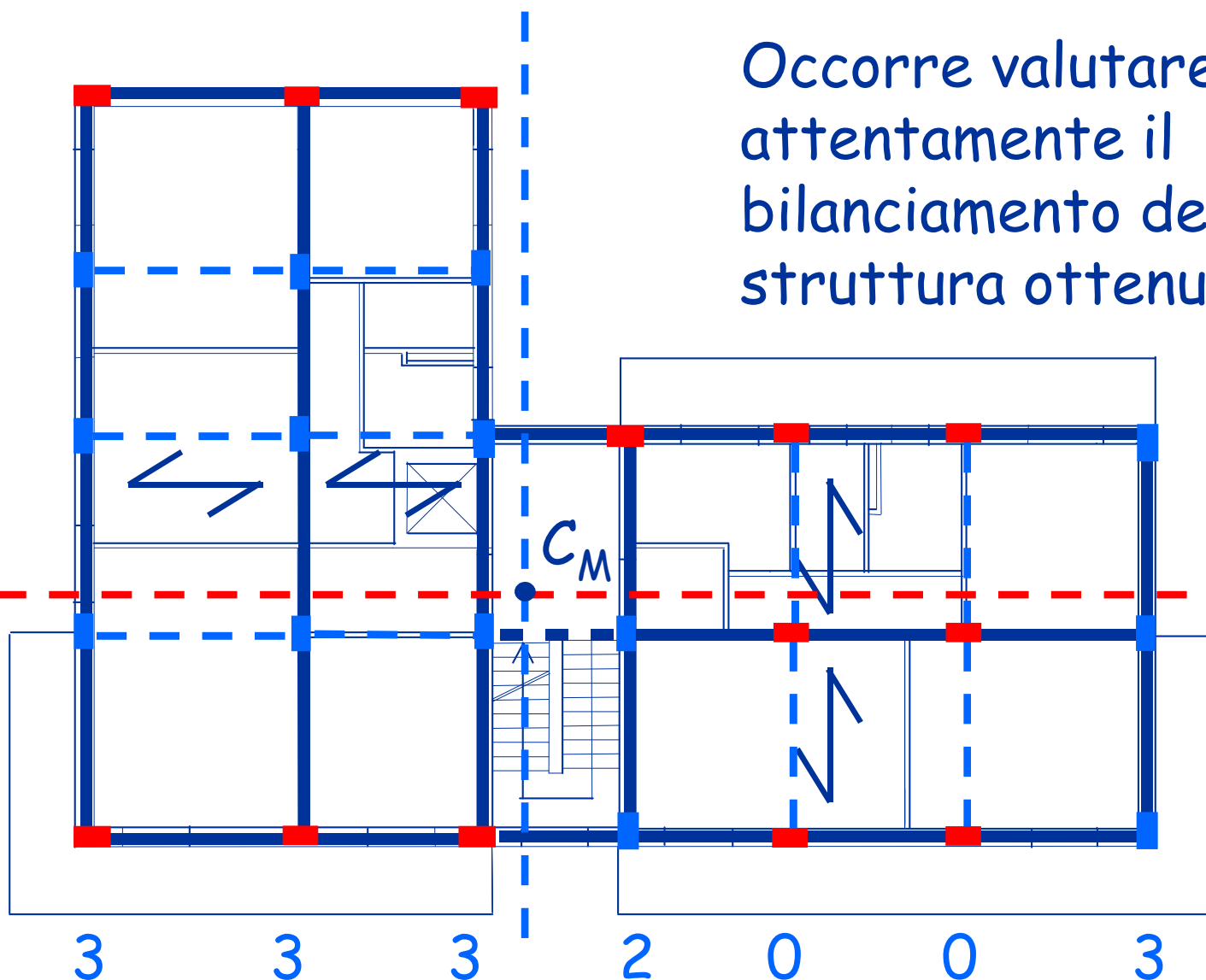
3

0

3

2

5



Occorre valutare attentamente il bilanciamento della struttura ottenuta

Il lato destro è meno rigido?



È bene irrigidirlo (o indebolire l'altro lato)

tot. 14

# Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali

tot. 12.9

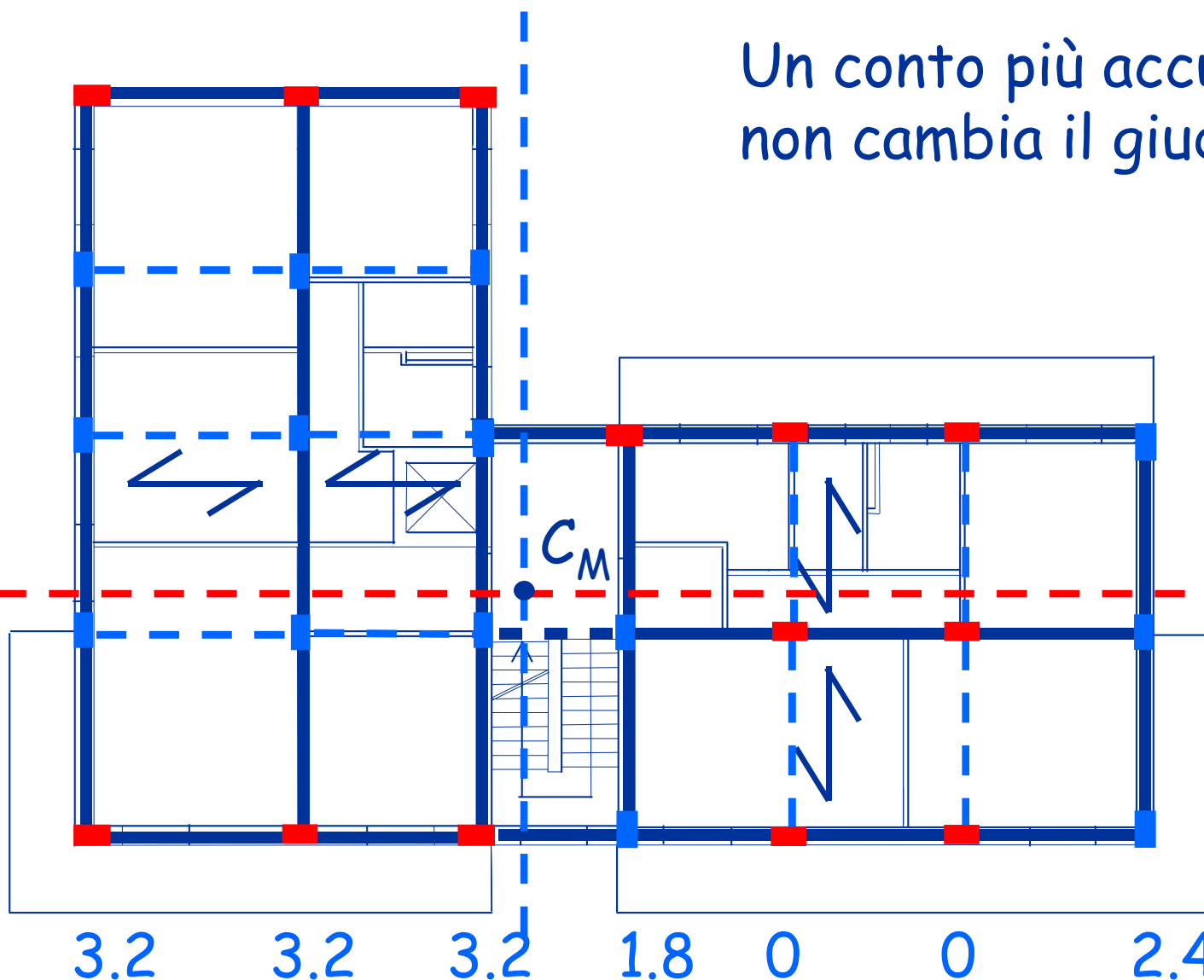
2.4

0

3.2

2.2

5.1



Un conto più accurato  
non cambia il giudizio

Il lato  
destro è  
meno  
rigido?



È bene  
irrigidirlo  
(o indebolire  
l'altro lato)

tot. 13.8

# Carpenteria del piano tipo

