

Dinamica delle strutture e Progetto di costruzioni in zona sismica

Catania, 2018/19

09 – Criteri generali di impostazione
della carpenteria

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:

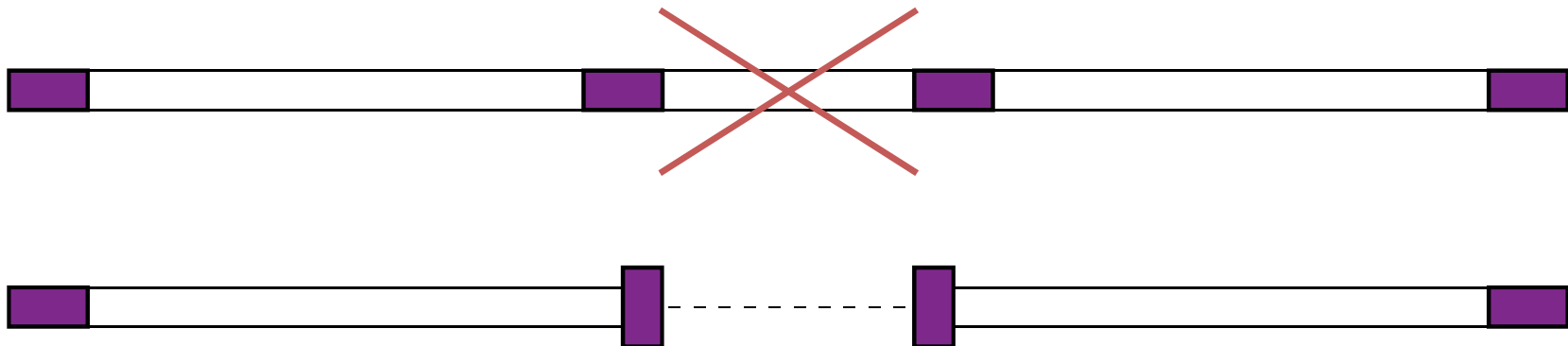
- Adottare per le luci di sbalzi, solai e travi limiti massimi leggermente inferiori a quelli consigliati in assenza di sisma

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:

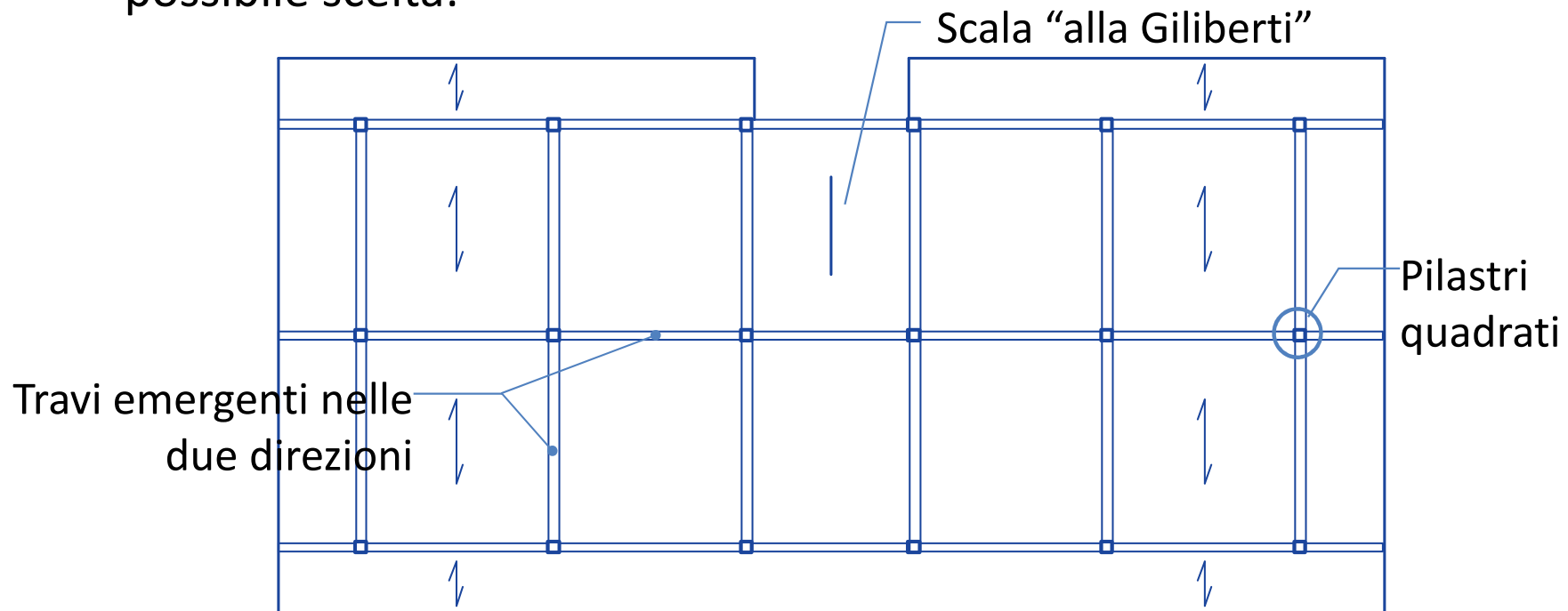
- Adottare per le luci di sbalzi, solai e travi limiti massimi leggermente inferiori a quelli consigliati in assenza di sisma
- Evitare campate di trave troppo corte, che provocherebbero concentrazione di sollecitazioni
- Evitare forti disuniformità di carico verticale sui pilastri (carichi maggiori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

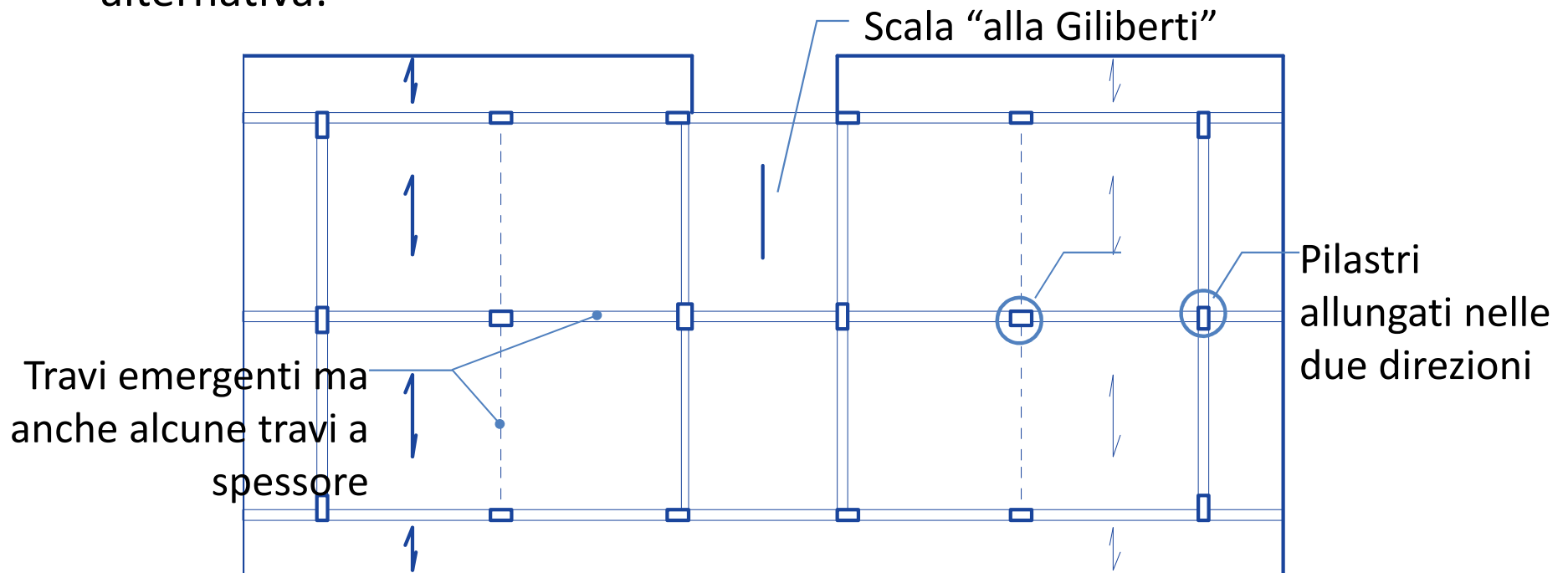
- Una valutazione più accurata della rigidezza di ciascun elemento può essere fatta solo dopo aver definito le sezioni di travi e pilastri
- Per il momento si possono fare solo valutazioni qualitative

Edifici a struttura intelaiata

Nell'impostazione per azioni orizzontali:

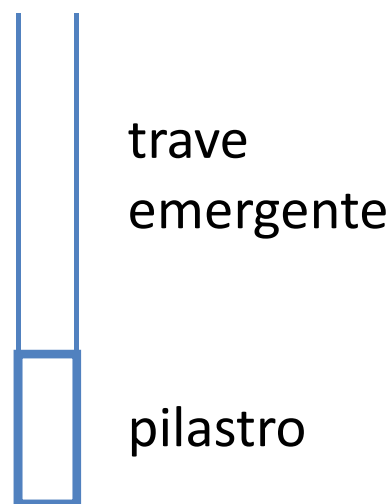
- Garantire un irrigidimento uniforme nelle due direzioni, con elementi ben distribuiti in pianta

alternativa:



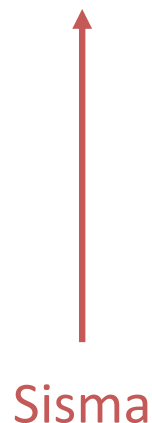
Elementi resistenti alle azioni orizzontali

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



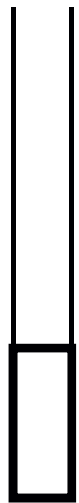
Elemento
con buona
rigidezza a
tutti i piani

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



Elemento
con buona
rigidezza a
tutti i piani



trave
a spessore

pilastro

Elemento con
rigidezza solo
al primo piano

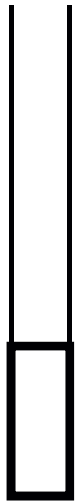


Sisma

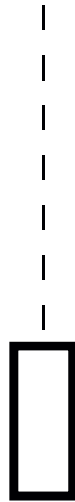
Un pilastro rigido
accoppiato
ad una trave a spessore
fornisce un contributo
basso a tutti i piani, tranne
che al primo

Elementi resistenti alle azioni orizzontali

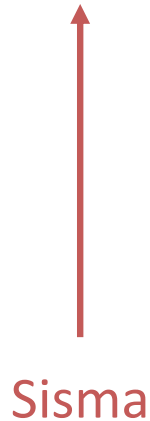
In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore e pilastri rettangolari



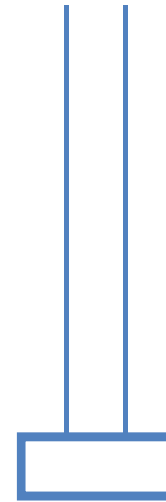
Elemento
con buona
rigidezza a
tutti i piani



Elemento con
rigidezza solo
al primo piano



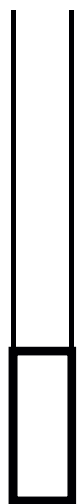
Sisma



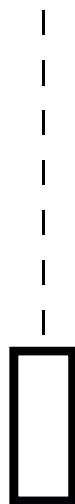
I pilastri con inerzia minima
danno contributo in prima
approssimazione
trascurabile

Elementi resistenti alle azioni orizzontali

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



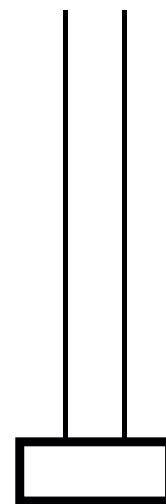
Elemento
con buona
rigidezza a
tutti i piani



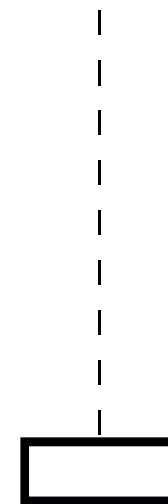
Elemento con
rigidezza solo
al primo piano



Sisma



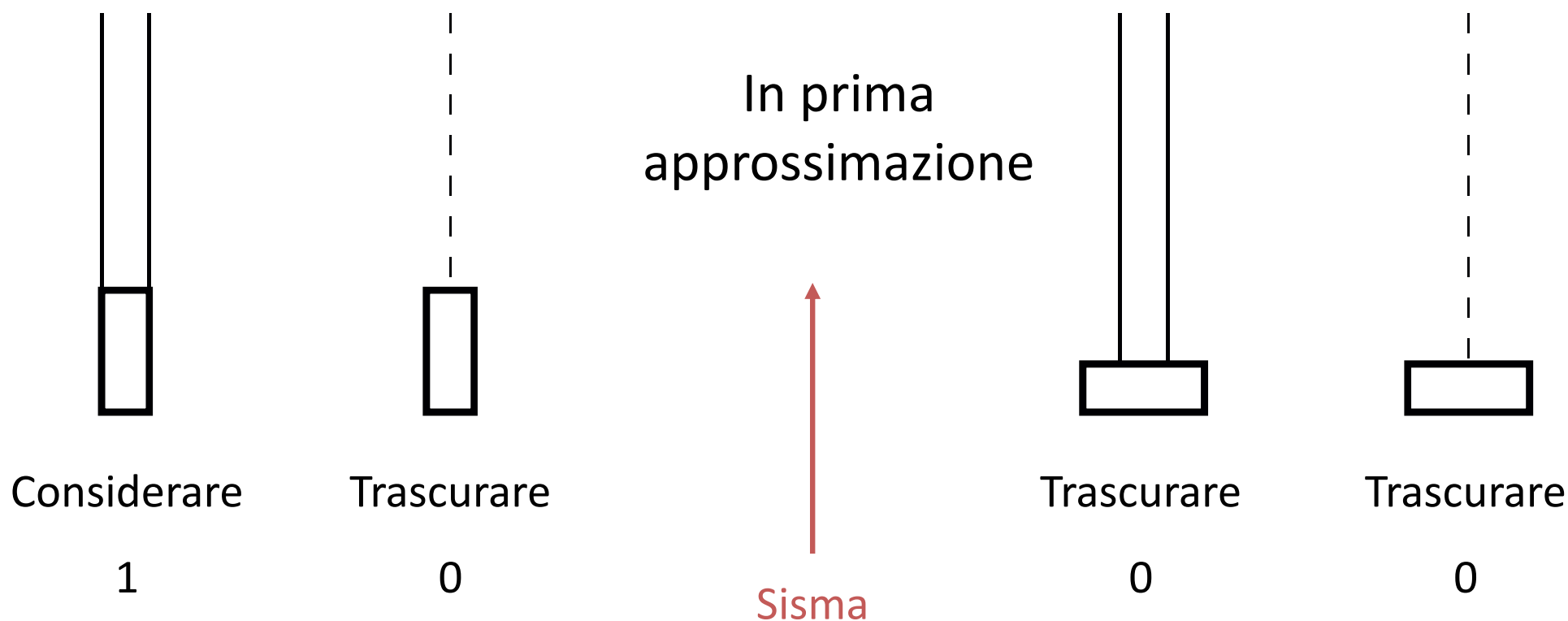
Elemento con
rigidezza
limitata a tutti
i piani



Elemento con
rigidezza
trascurabile a
tutti i piani

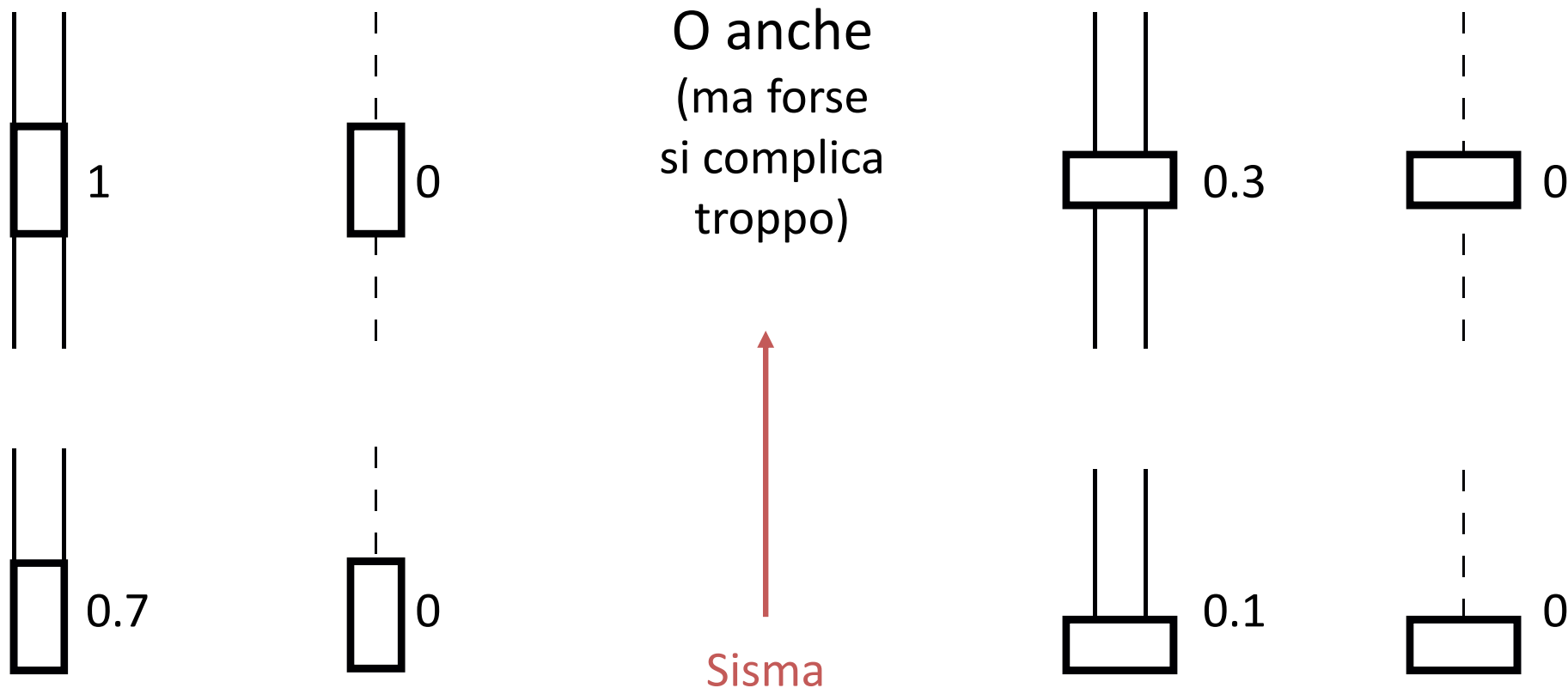
Elementi resistenti alle azioni orizzontali

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



Elementi resistenti alle azioni orizzontali

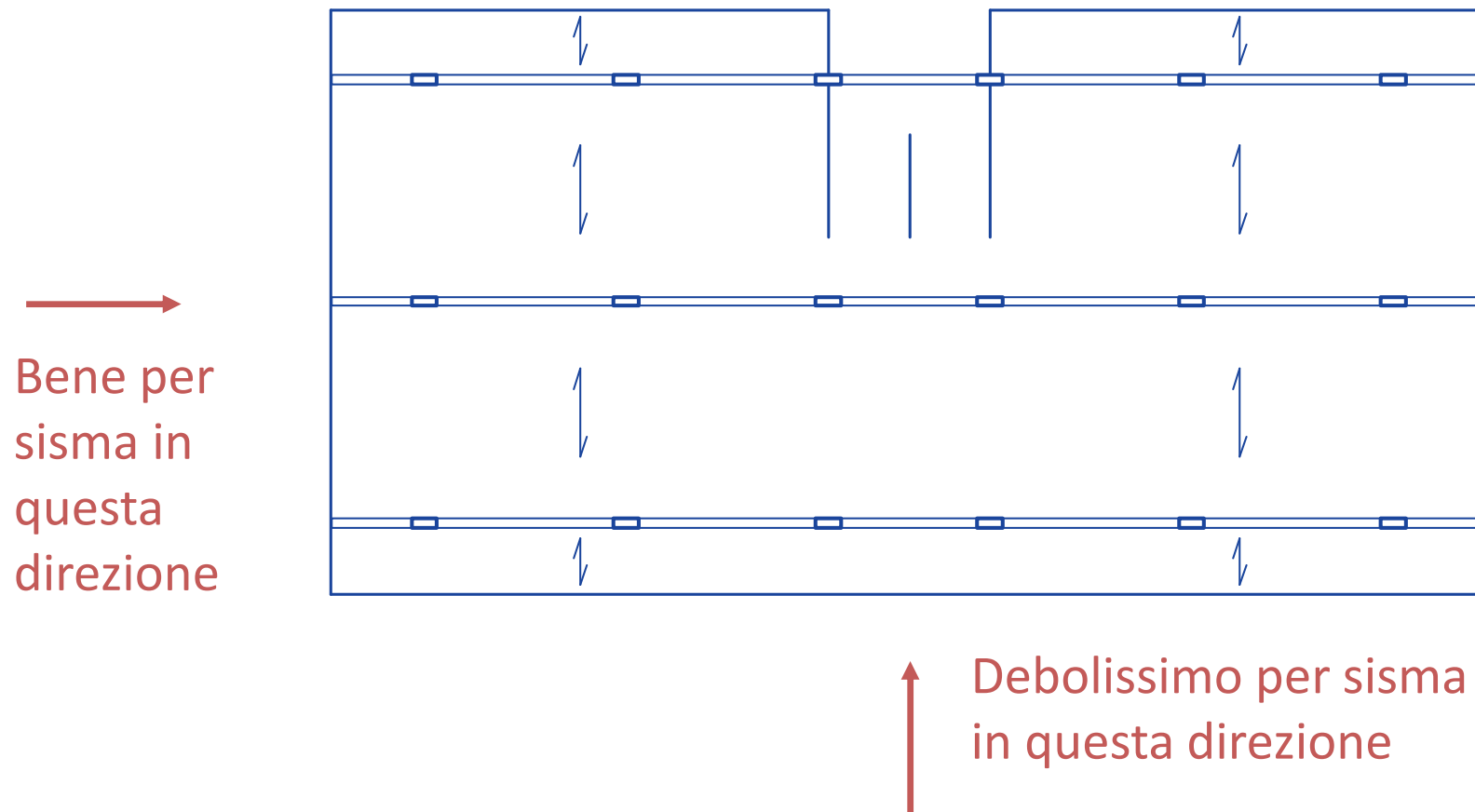
In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore e pilastri rettangolari



Carpenteria:

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

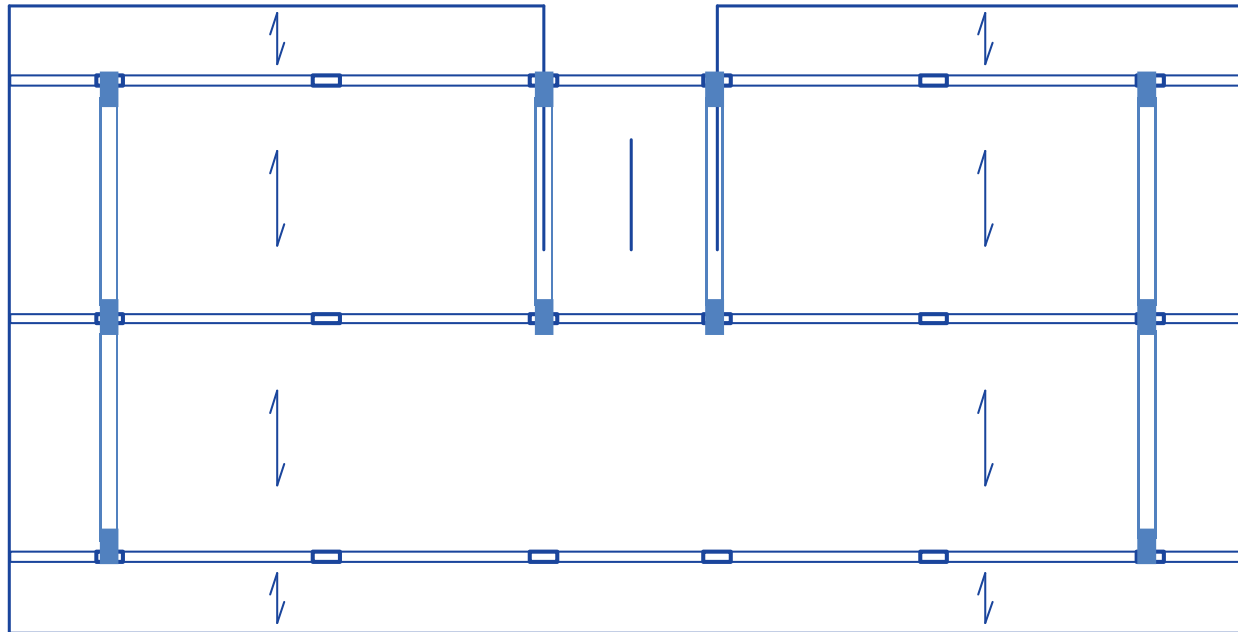
Al limite, per soli carichi verticali:



Carpenteria:

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

Interventi, per azioni orizzontali:



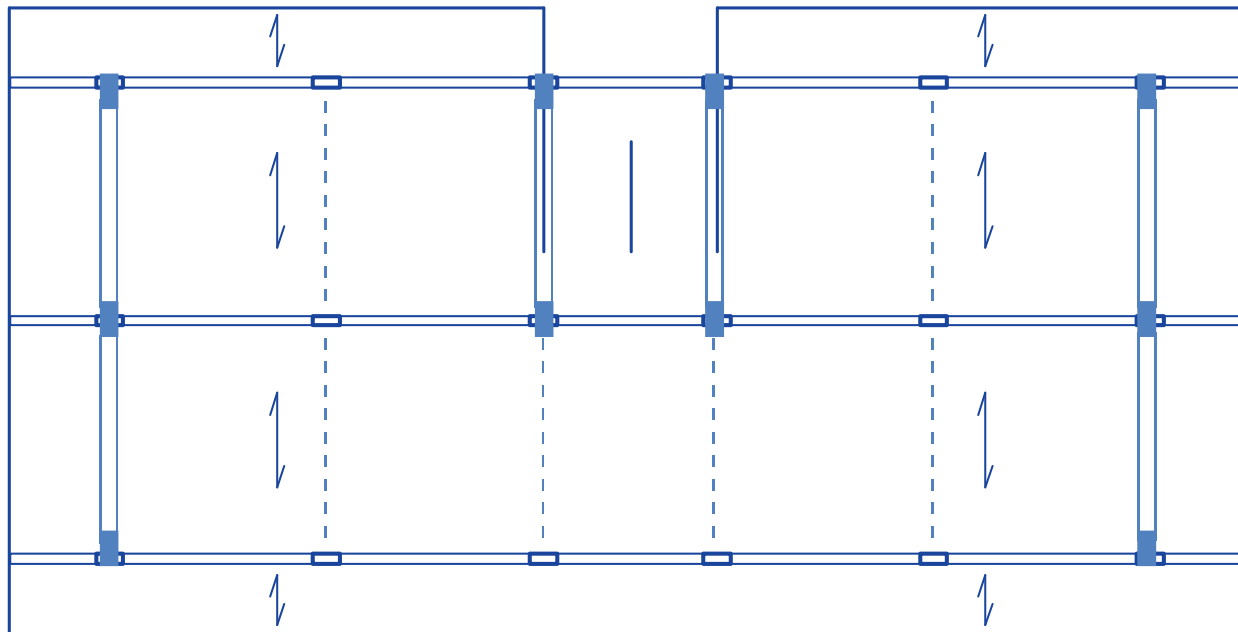
Girare un certo numero di pilastri

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:

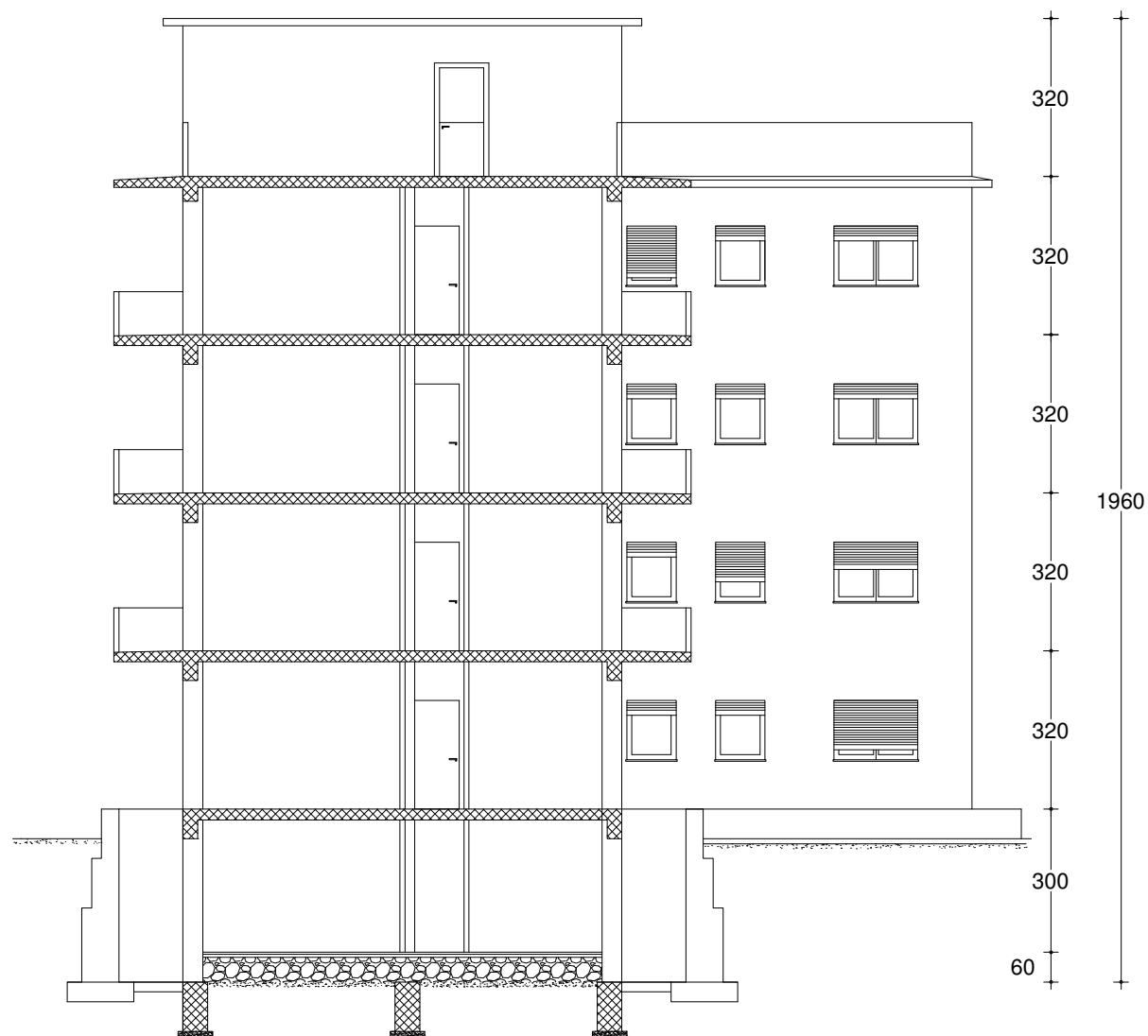
reticolo di travi rovesce

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

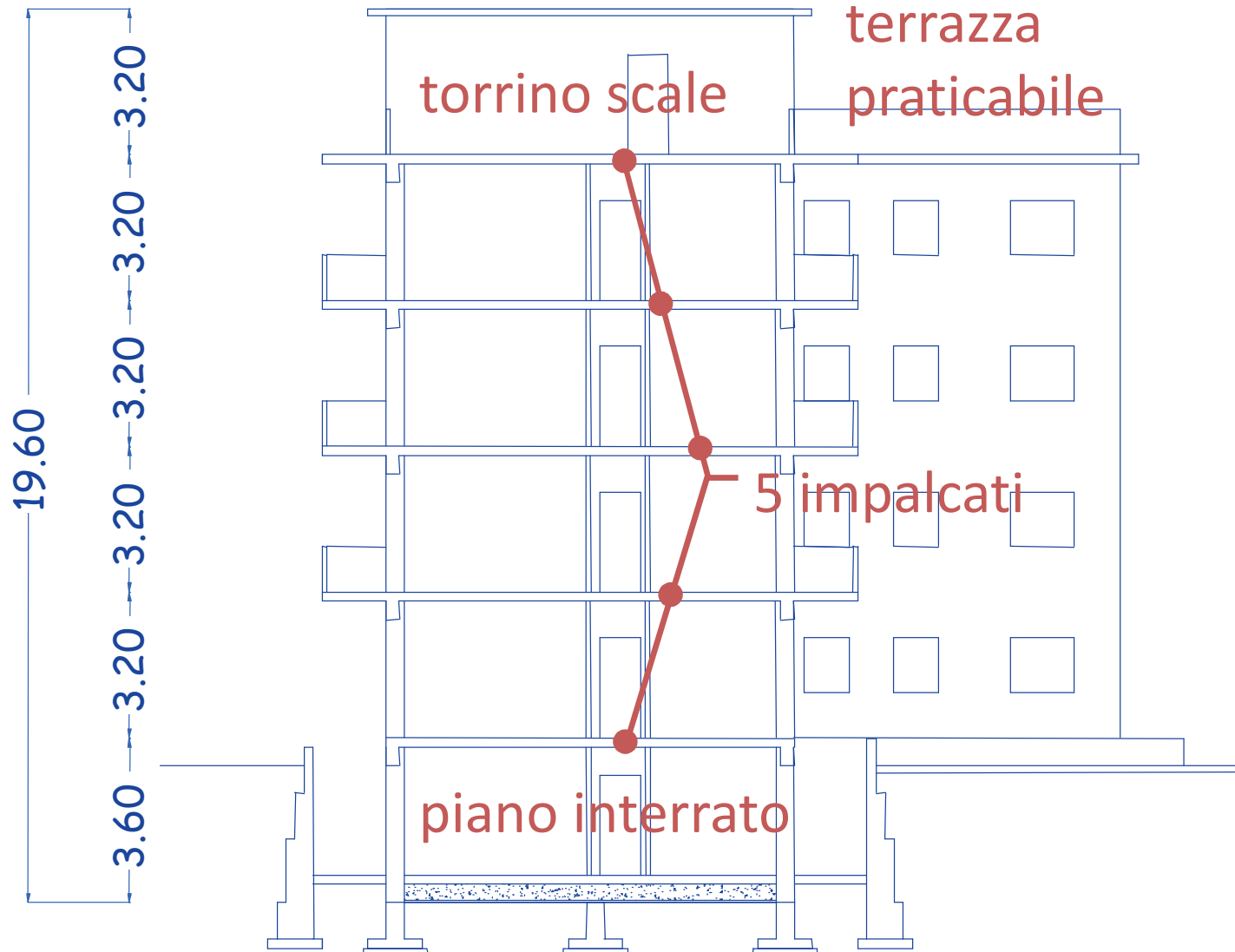


Sezione

Edificio analizzato

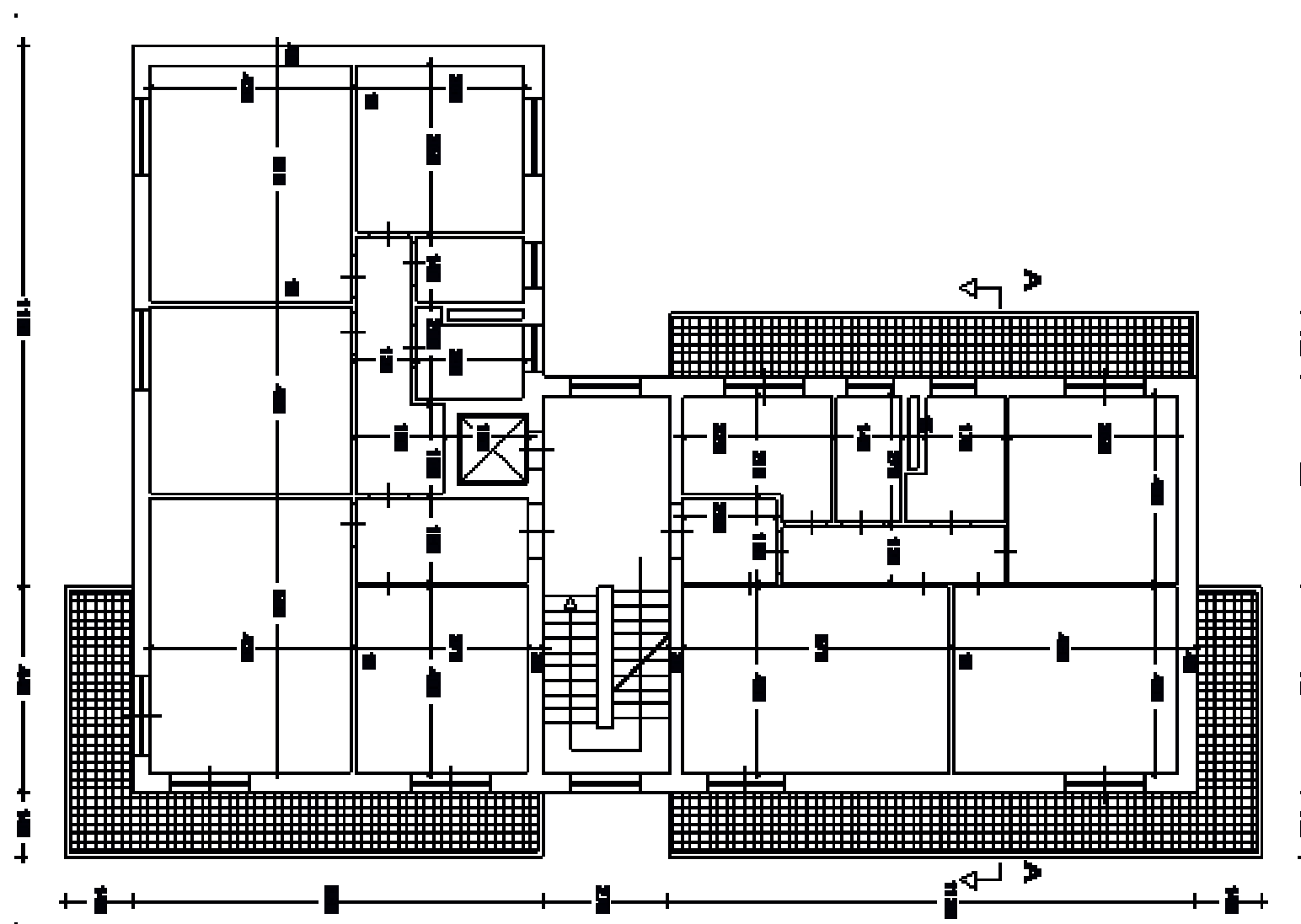
Sismicità media
= ex zona 2

Terreno costituito
da sabbie e ghiaie
mediamente
addensate



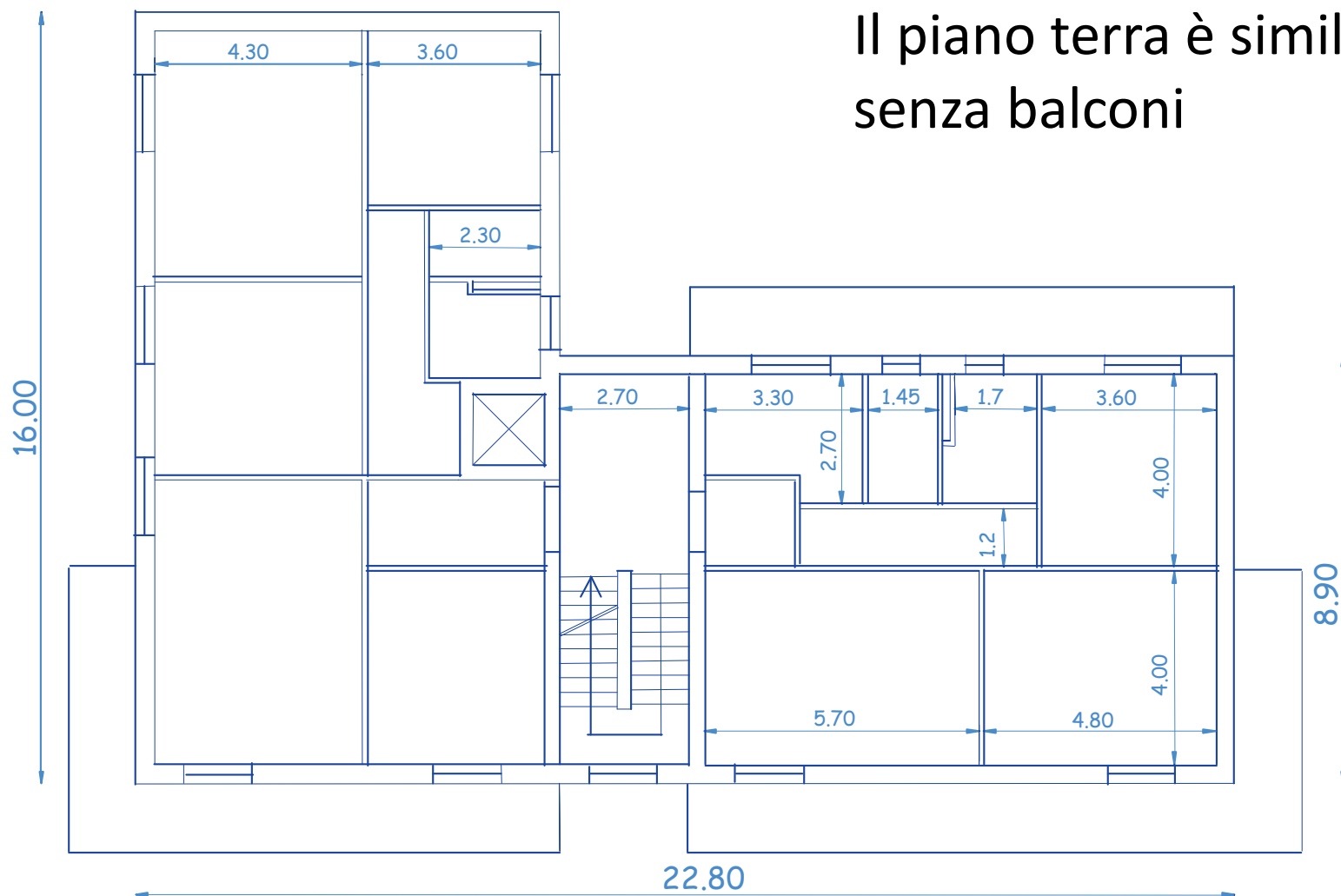
Sezione

Piano tipo



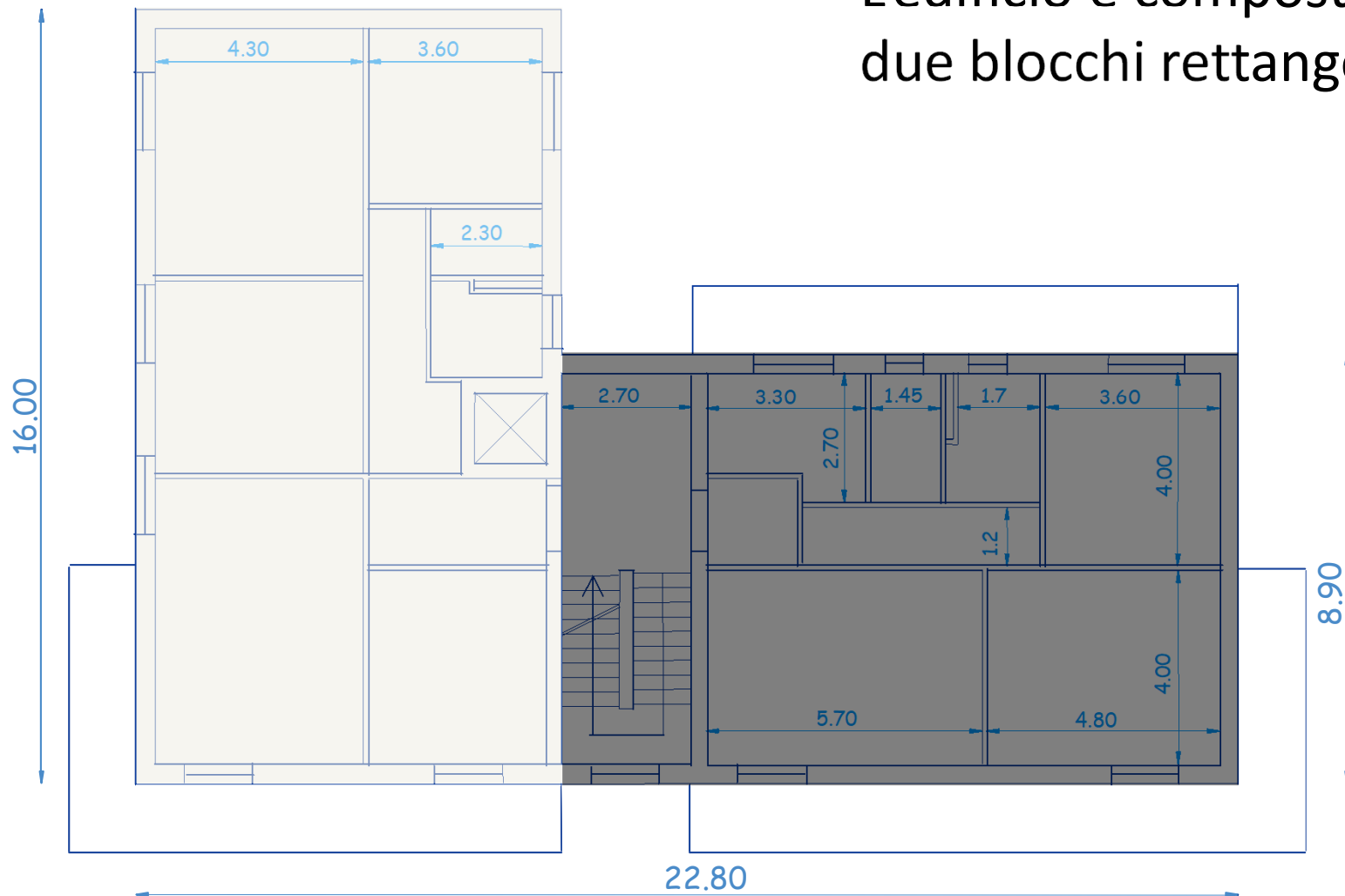
Piano tipo

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

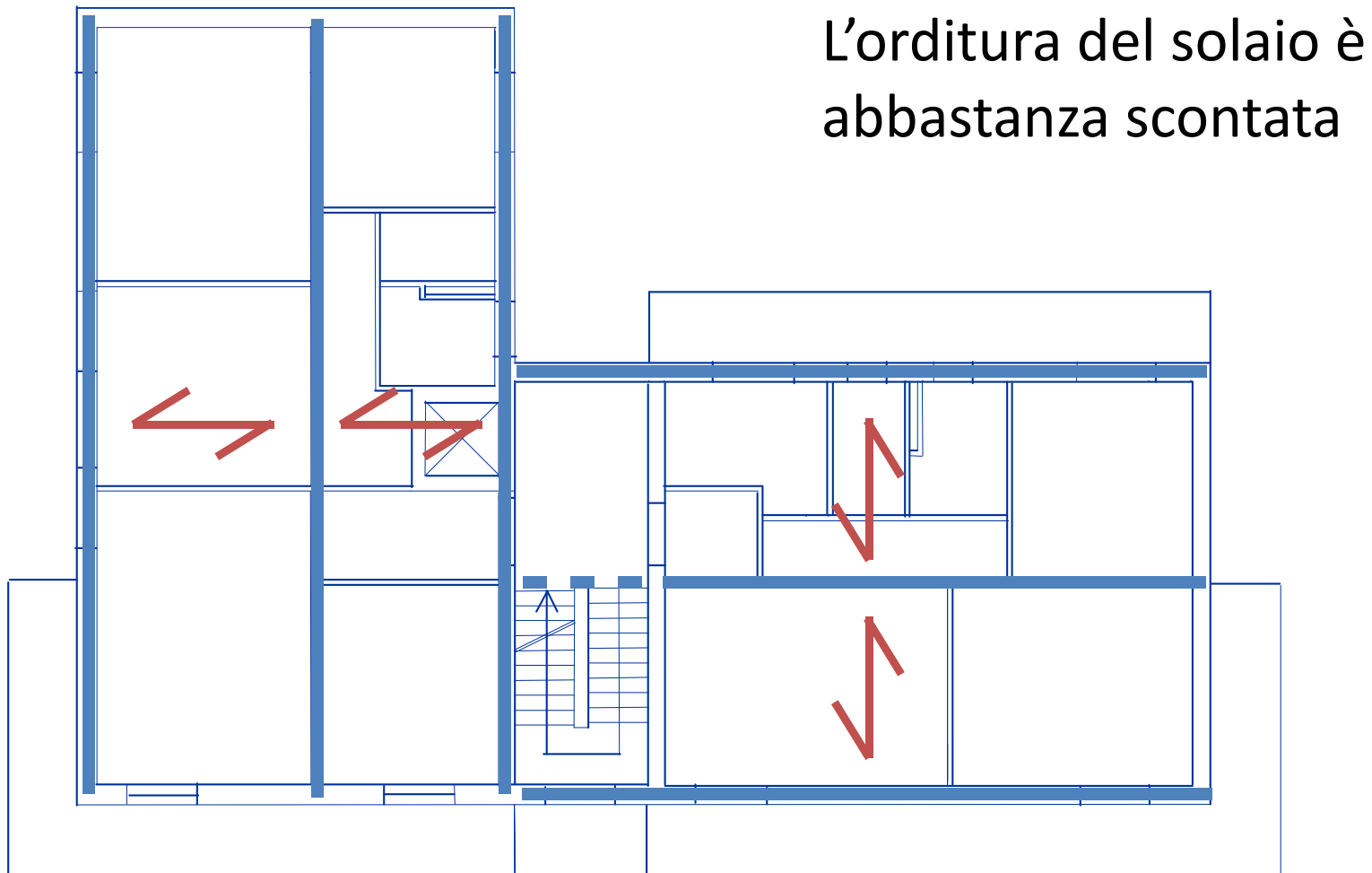


Impostazione della carpenteria pensando ai carichi verticali

Esistono chiari
allineamenti per le travi

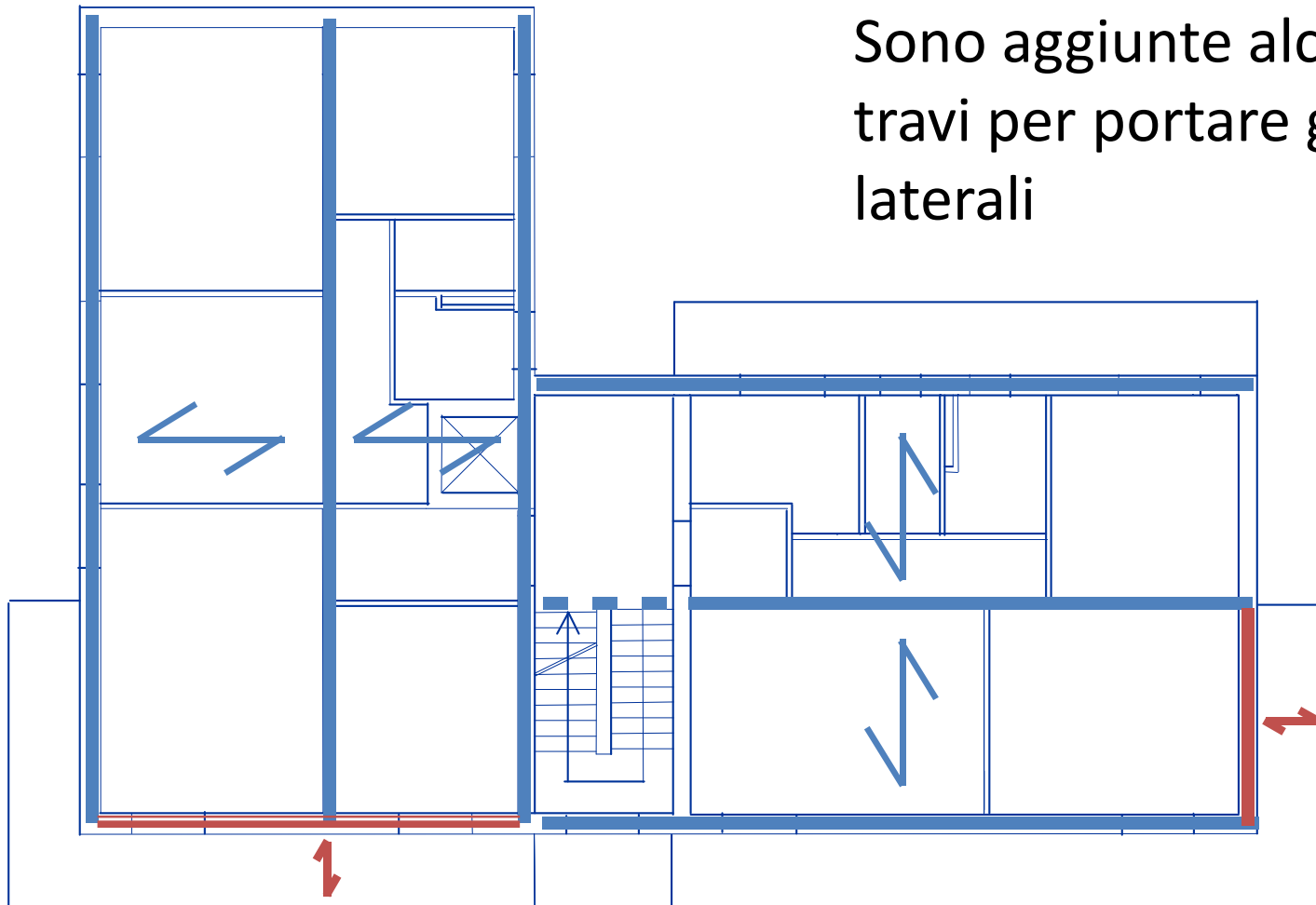


Impostazione della carpenteria pensando ai carichi verticali

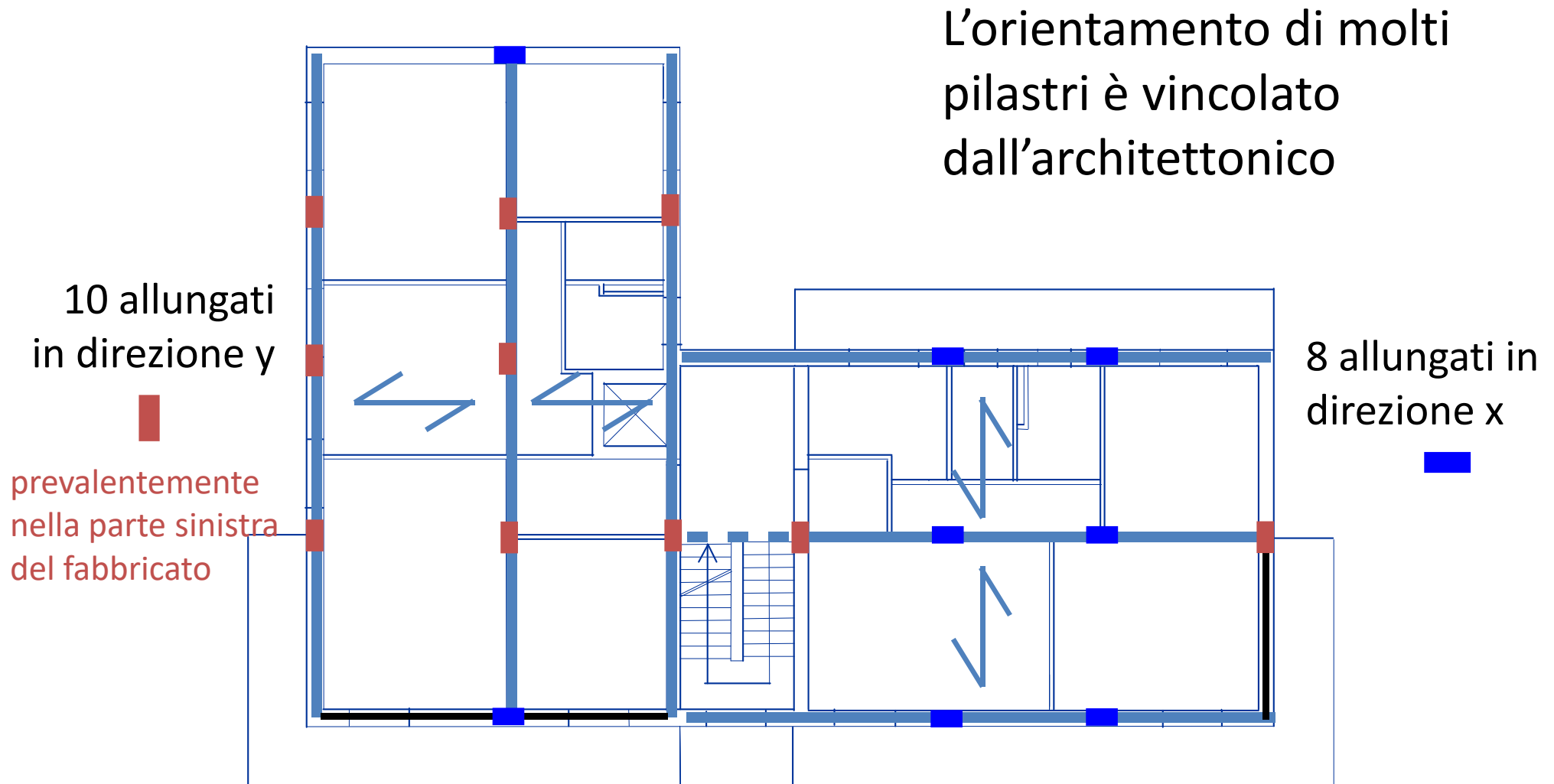


Impostazione della carpenteria pensando ai carichi verticali

Sono aggiunte alcune
travi per portare gli sbalzi
laterali

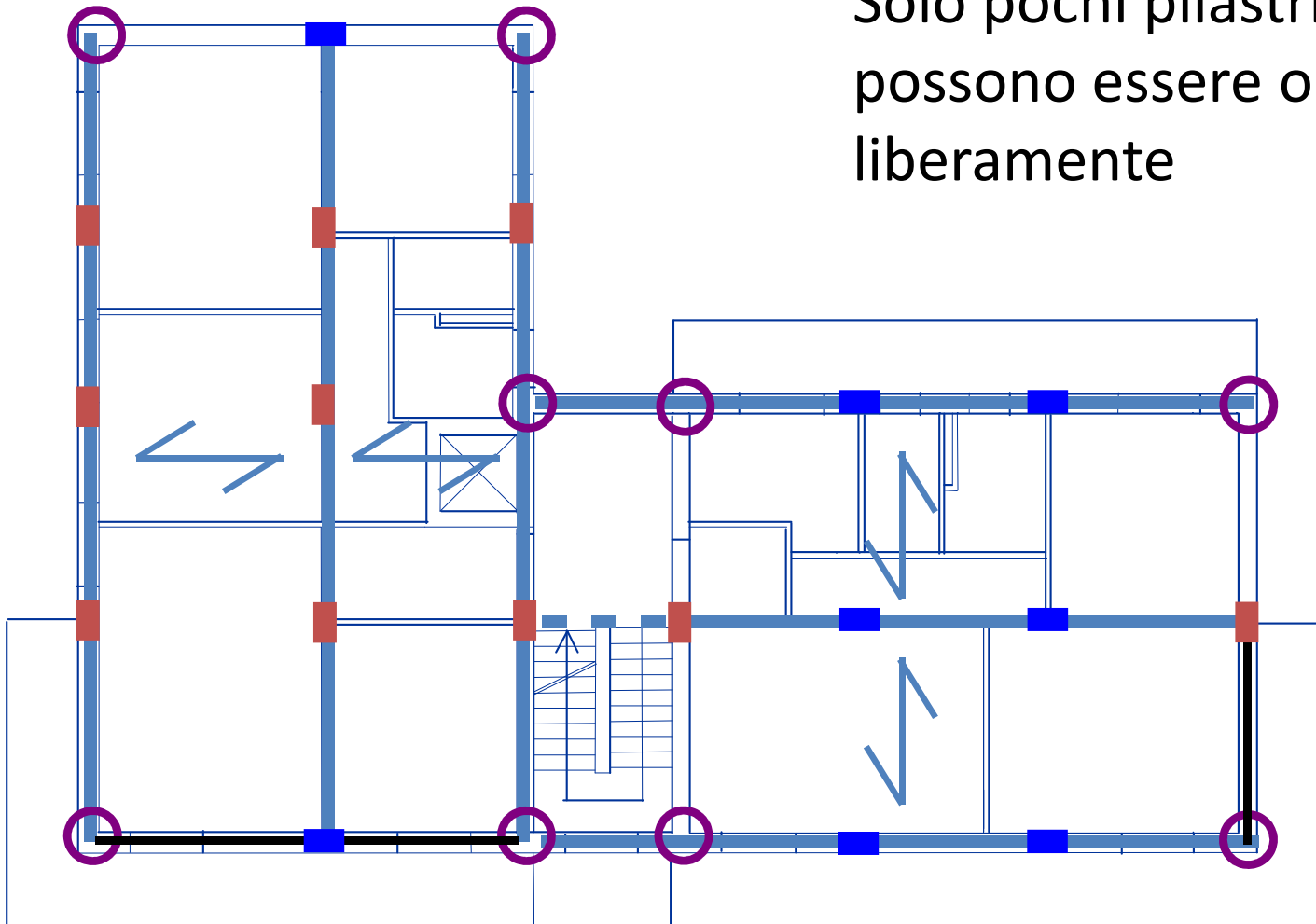


Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali



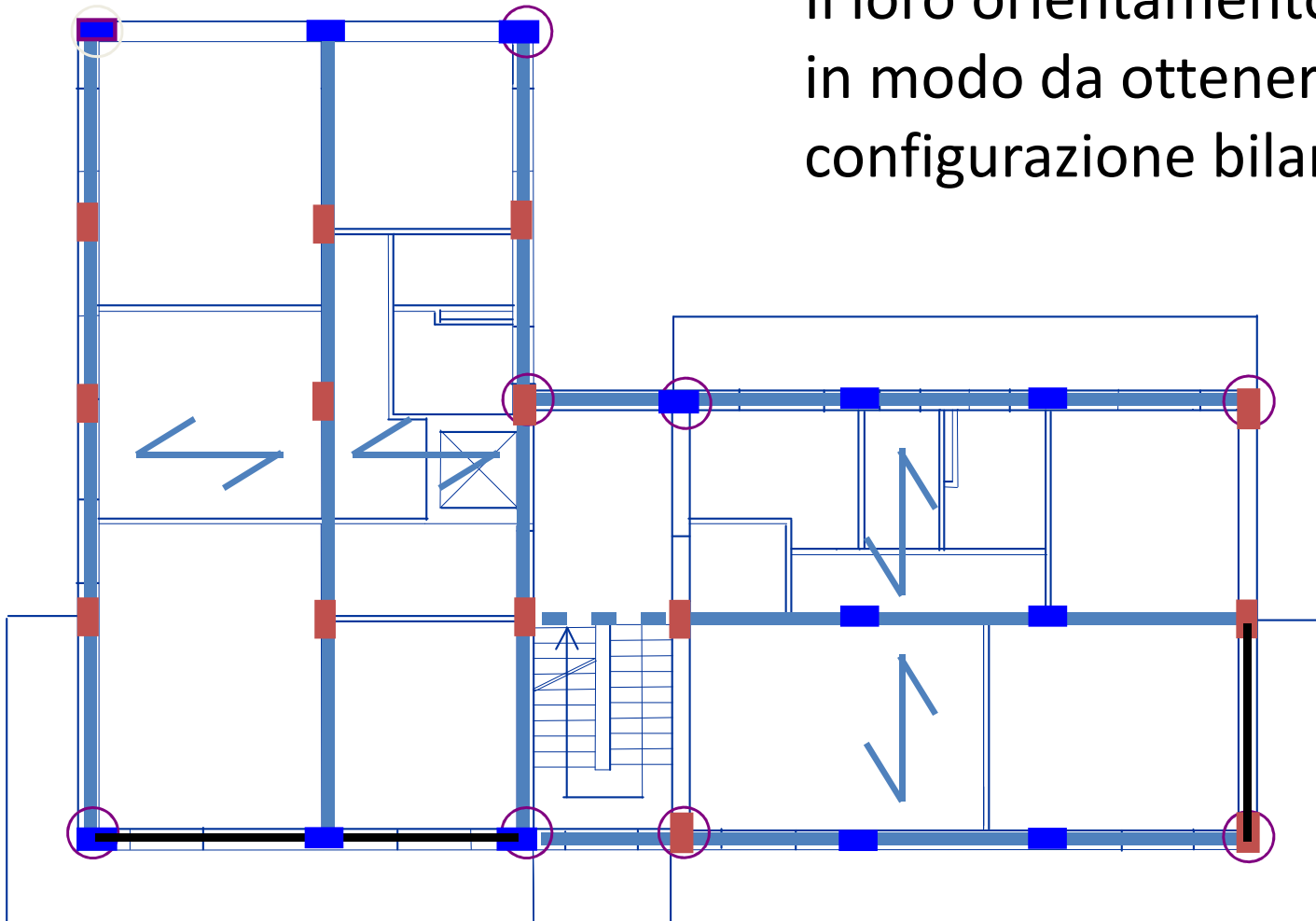
Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali

Solo pochi pilastri (9)
possono essere orientati
liberamente



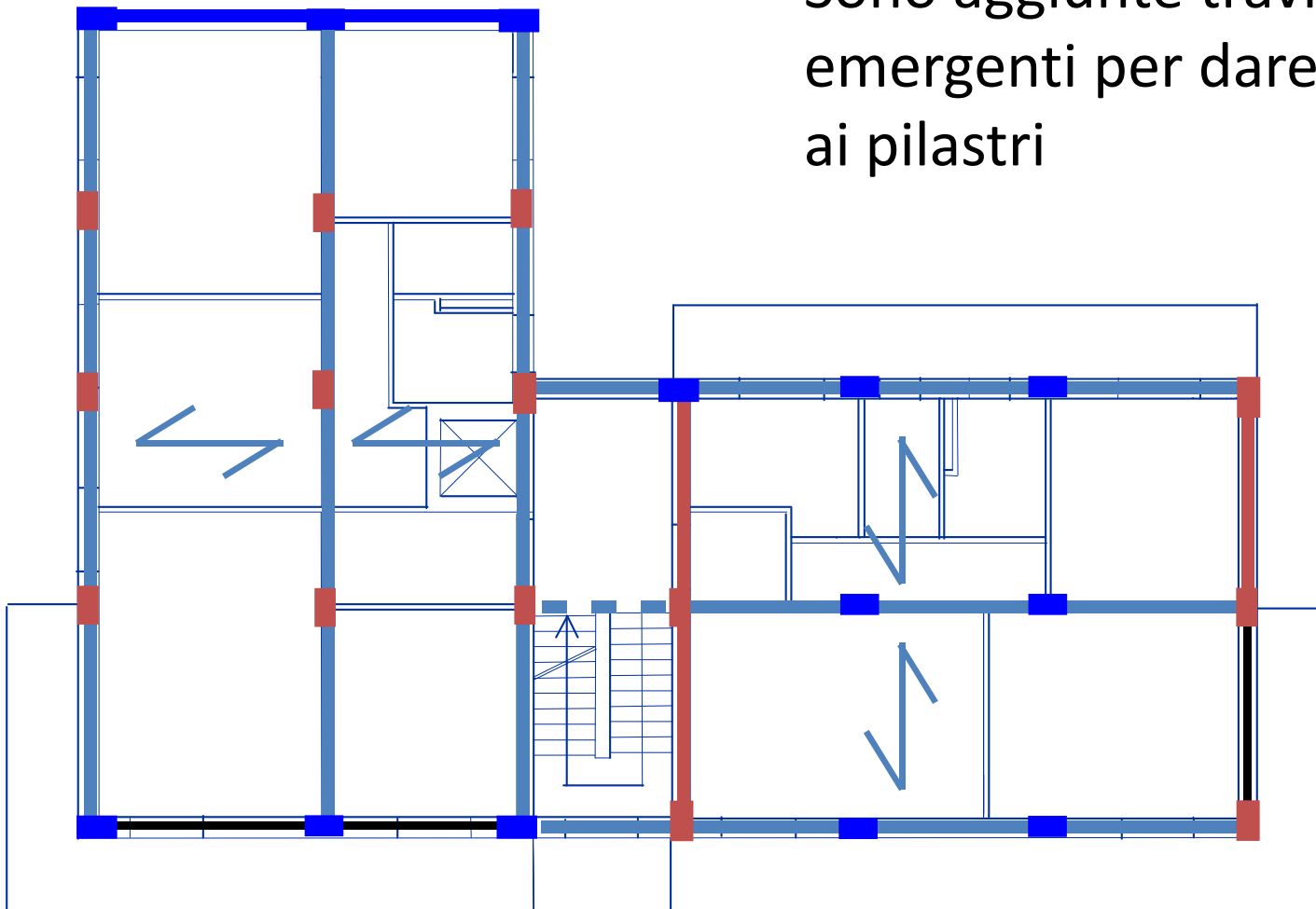
Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali

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



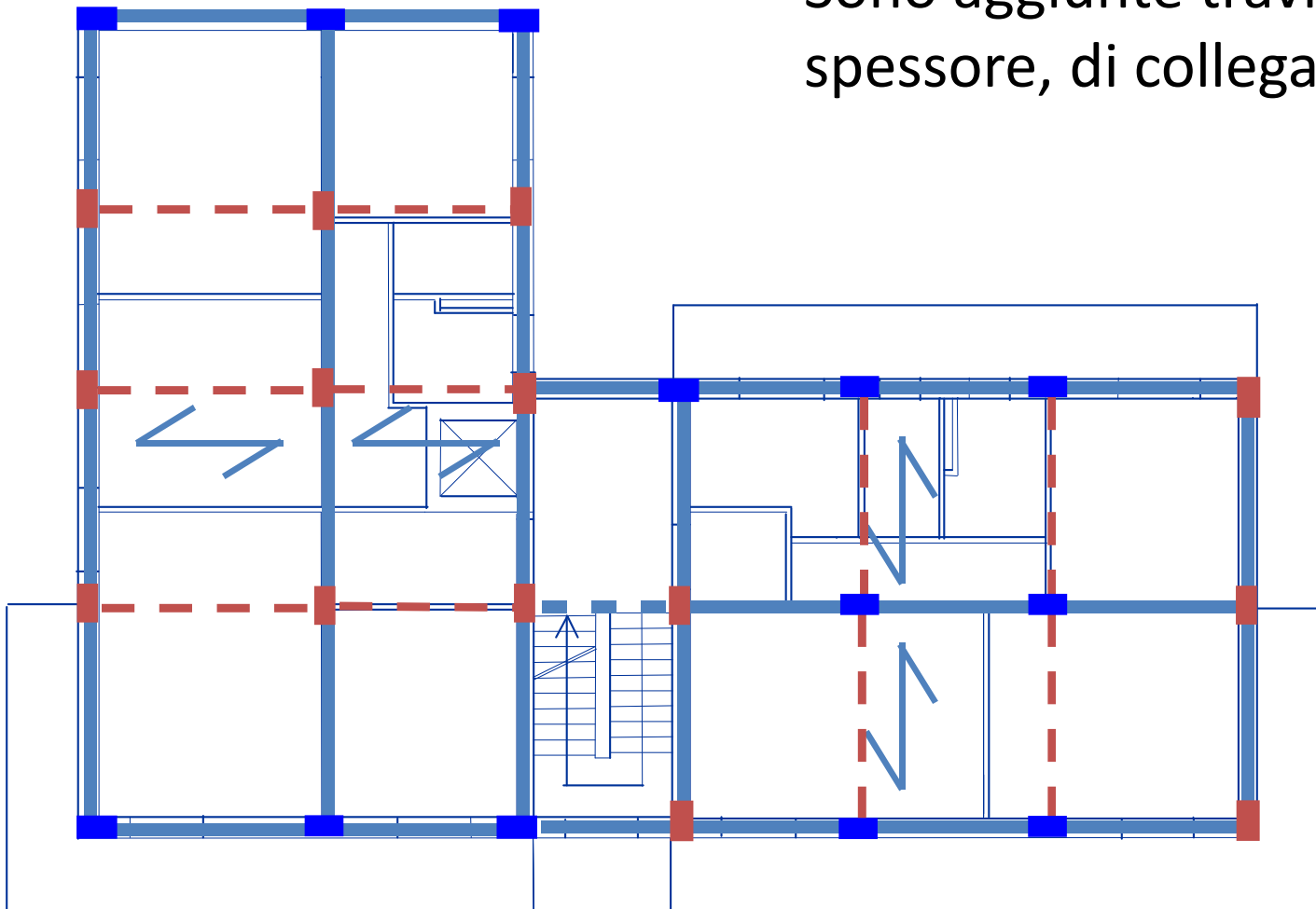
Impostazione della carpenteria pensando alle azioni orizzontali

Sono aggiunte travi
emergenti per dare rigidità
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

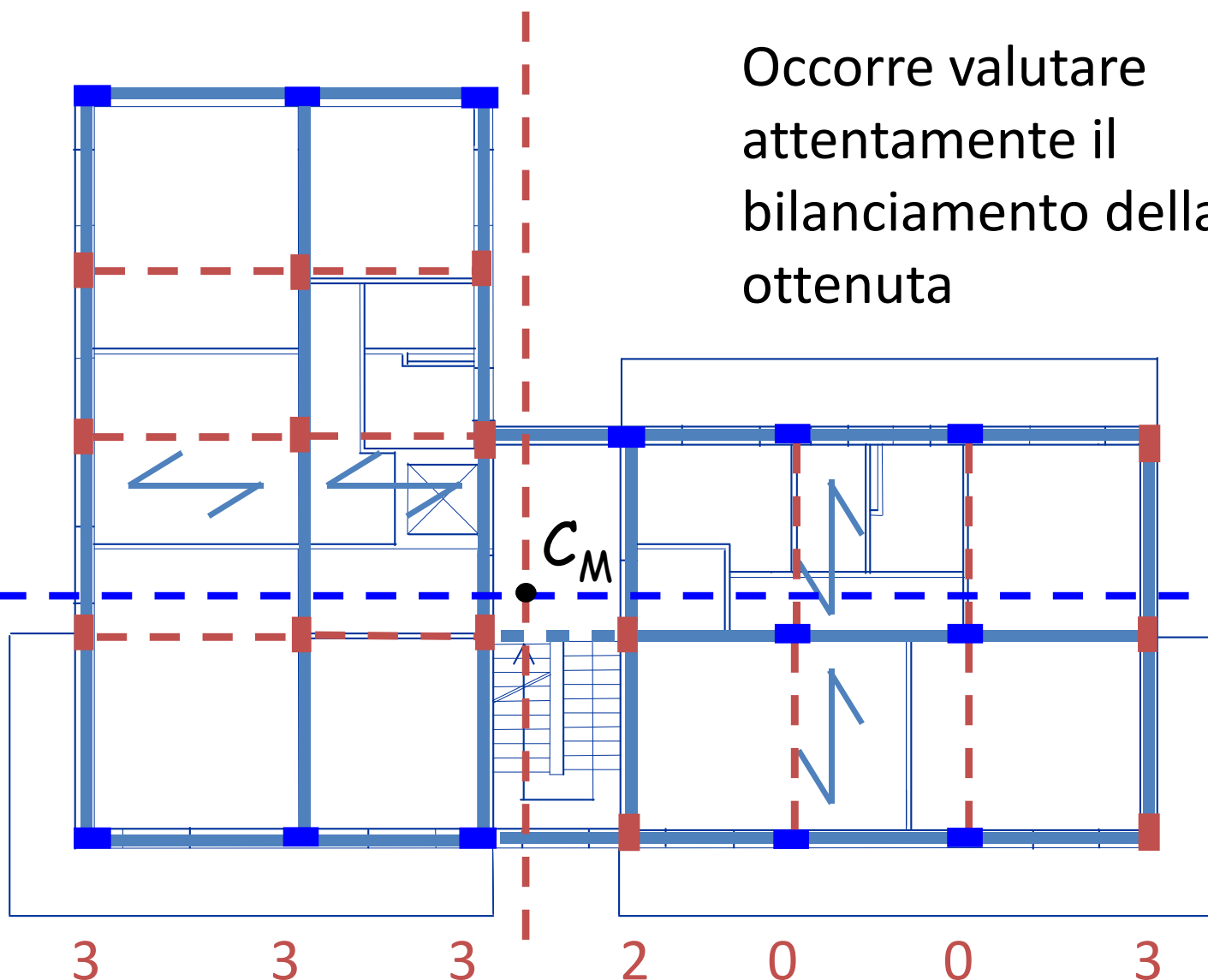
3

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

3.2

3.2

3.2

1.8

0

0

2.4

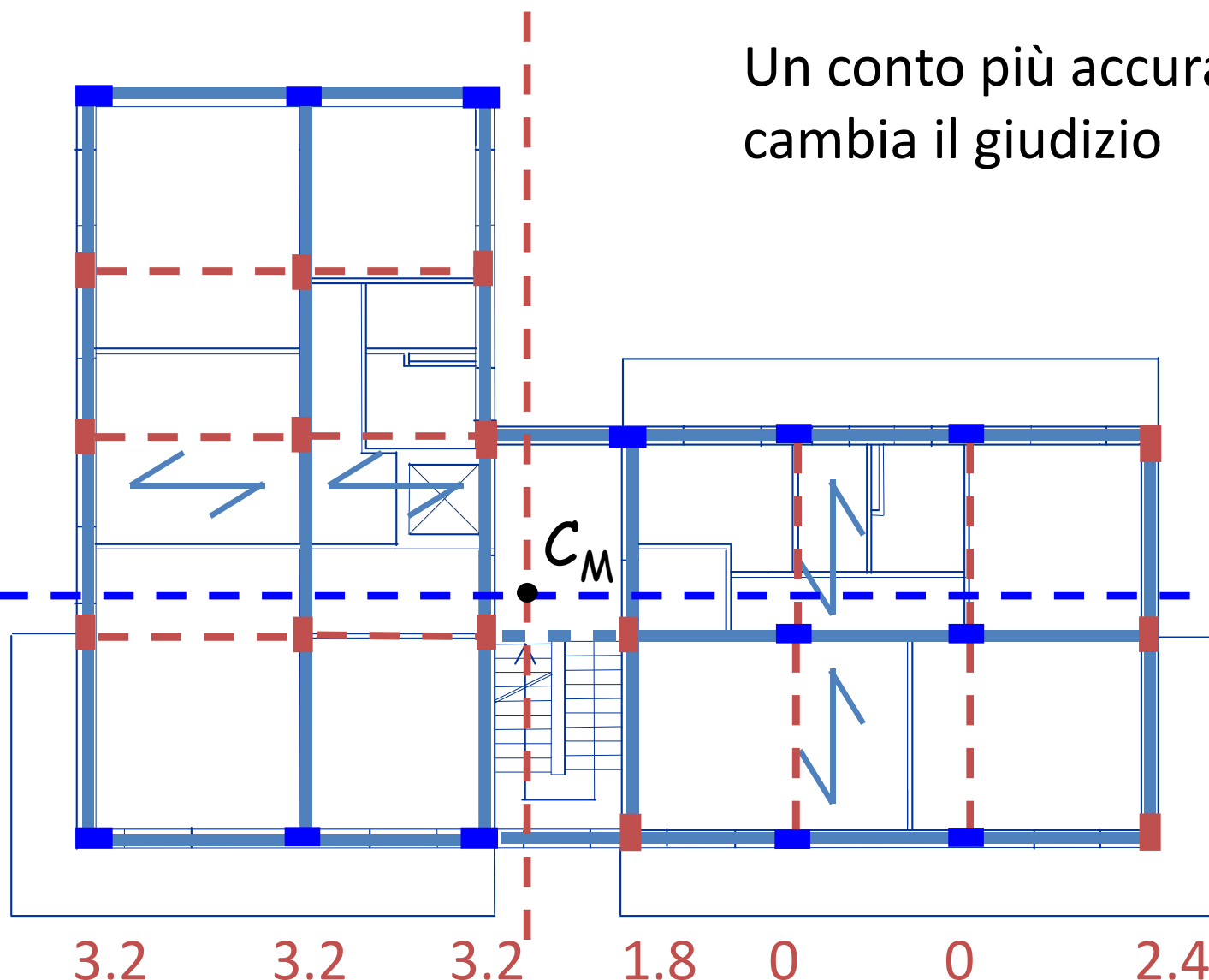
tot. 13.8

Un conto più accurato non
cambia il giudizio

Il lato
destro è
meno
rigido?



È bene
irrigidirlo (o
indebolire
l'altro lato)



Carpenteria del piano tipo

