PROGETTO DI EDIFICI ANTISISMICI IN CEMENTO ARMATO

Ascoli Piceno, 17-18 maggio 2019

04 – Impostazione della carpenteria

Docente del corso

AURELIO GHERSI

Corso organizzato da: FONDAZIONE DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

PROCESSO PROGETTUALE

2. Impostazione della carpenteria dell'edificio

FONDAZIONE INGEGNERI ASCOLI PICENO

Impostazione della carpenteria

=

Definizione dell'orditura dei solai e della posizione di travi e pilastri (per portare i carichi verticali e l'azione del sisma, ma pensando anche alla fondazione)

La struttura deve essere in grado di portare
- i carichi verticali
- le azioni orizzontali equivalenti al sisma

Obiettivo fondamentale:

- **Rendere la struttura il più regolare possibile**

In particolare:

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

  La divisione in corpi distinti è particolarmente consigliata nel caso di costruzioni di notevole estensione planimetrica

Obiettivo fondamentale:

- **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
- possibilità di introdurre una forte asimmetria nella distribuzione di rigidezze

Obiettivo fondamentale:

- **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 mai inserita nel modello
- la trave intermedia crea pilastri corti, meno duttili

Obiettivo fondamentale:

- **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 interamente 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

FONDAZIONE INGEGNERI ASCOLI PICENO

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**
  - **questo consente, almeno in prima approssimativamente, di studiare in maniera separata la disposizione di travi e pilastri e quella delle pareti**
- **Edifici a struttura intelaiata**
  - **gli elementi strutturali (travi e pilastri) portano contemporaneamente carichi verticali ed azione sismica**

Travi e pilastri portano sia carichi verticali che azioni orizzontali

Può essere utile, finché non si ha sufficiente esperienza, 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**

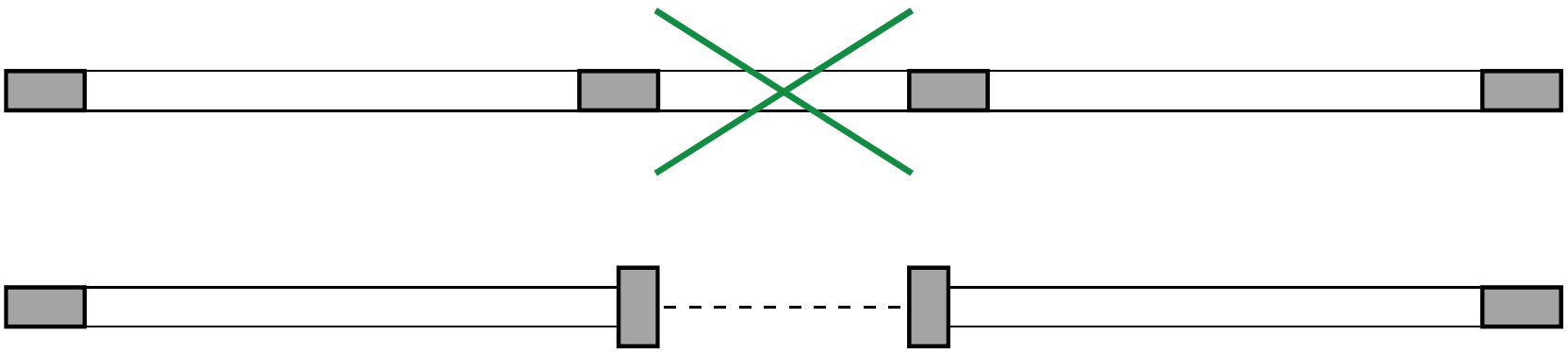
Nell'impostazione per carichi verticali:

- **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

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 e rigide, che provocherebbero concentrazione di sollecitazioni**



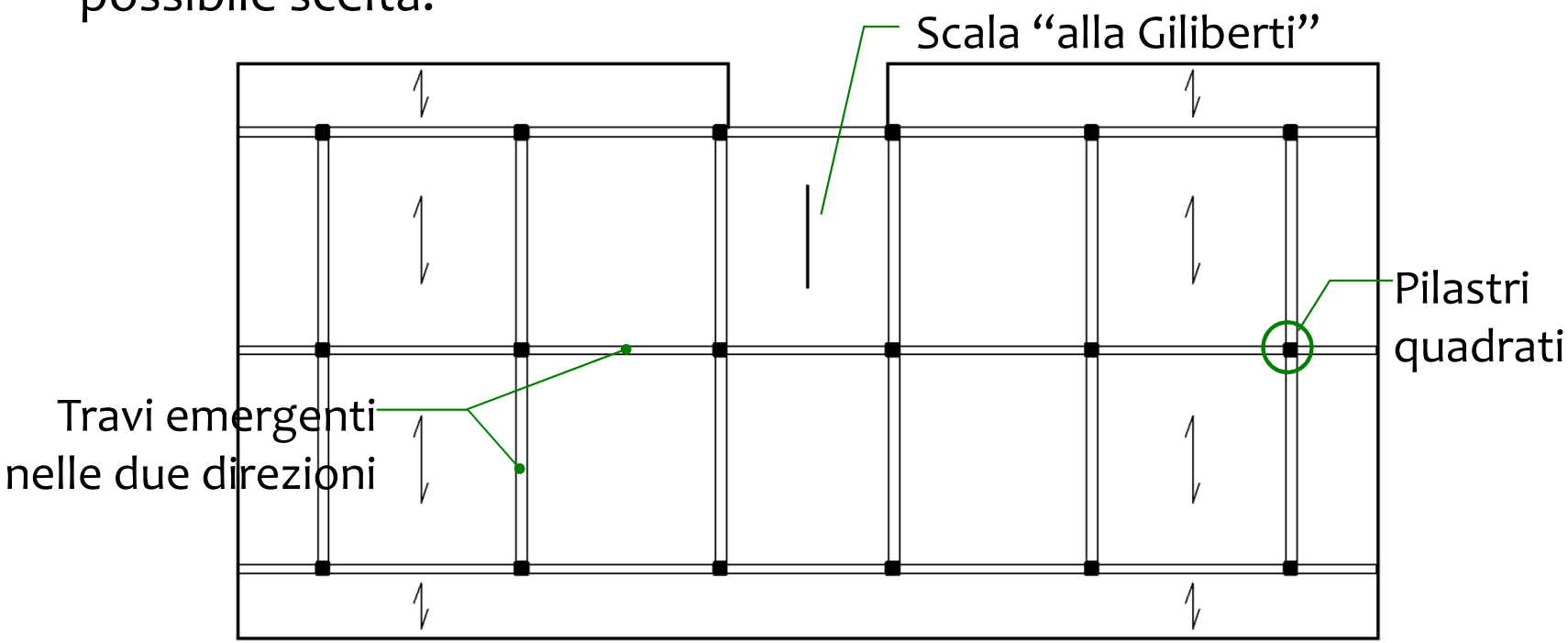
Nell'impostazione per carichi verticali:

- **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 e rigide, che provocherebbero concentrazione di sollecitazioni**
- **Evitare forti disuniformità di carico verticale sui pilastri (carichi maggiori richiedono sezioni maggiori, che provocherebbero concentrazione di sollecitazioni)**

Nell'impostazione per azioni orizzontali:

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

possibile scelta:



Nell'impostazione per azioni orizzontali:

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

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

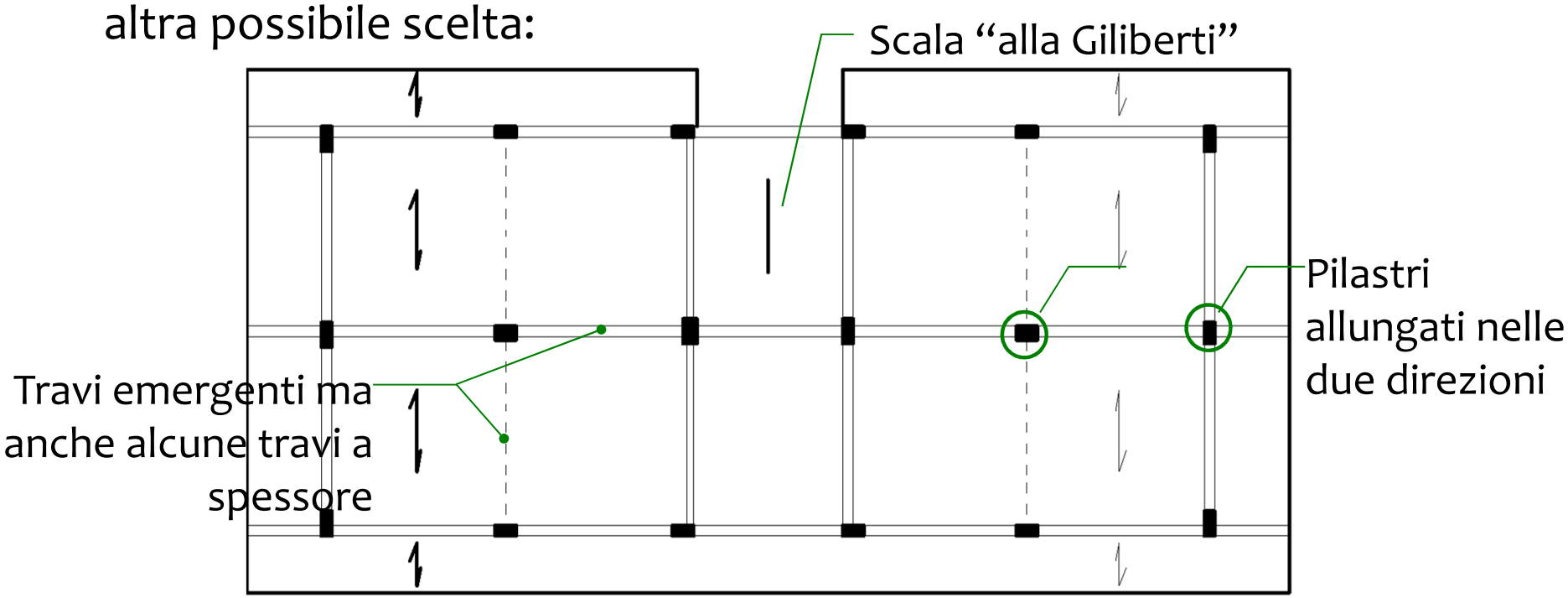
I singoli elementi assorbono un'aliquota dell'azione sismica minore o maggiore in proporzione alla loro rigidezza

- 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

Nell'impostazione per azioni orizzontali:

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

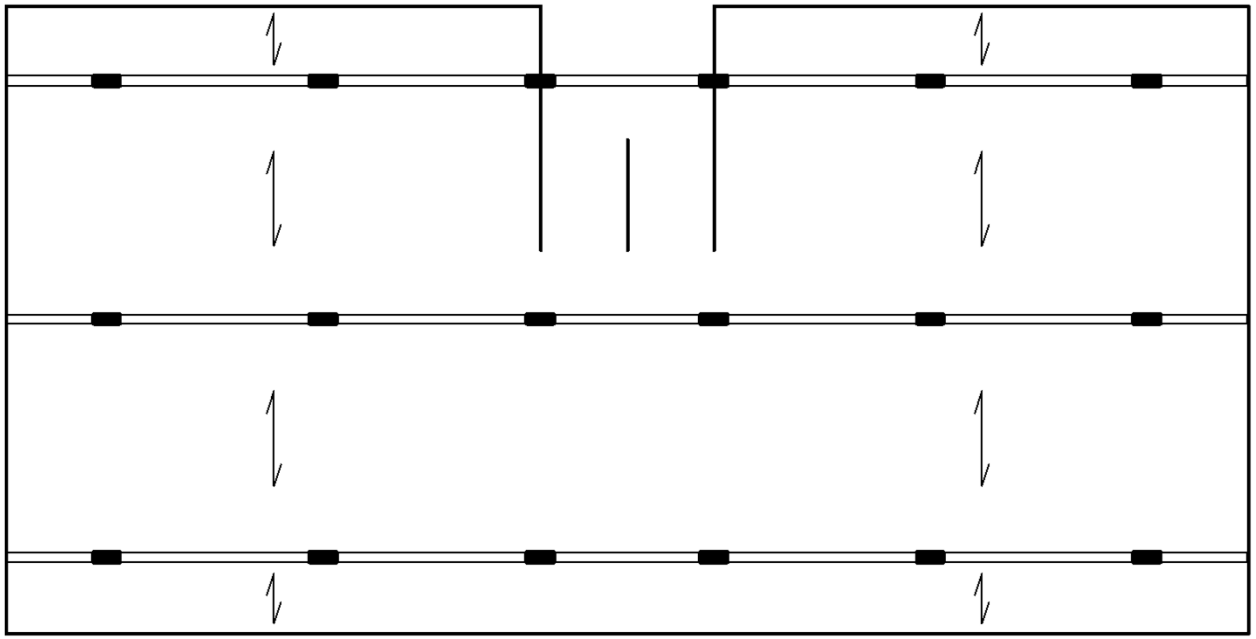
altra possibile scelta:



Se la carpenteria venisse definita pensando solo ai carichi verticali probabilmente non ci sarà una adeguata rigidezza nelle due direzioni

- **Ad esempio**

Debolissimo per sisma in questa direzione

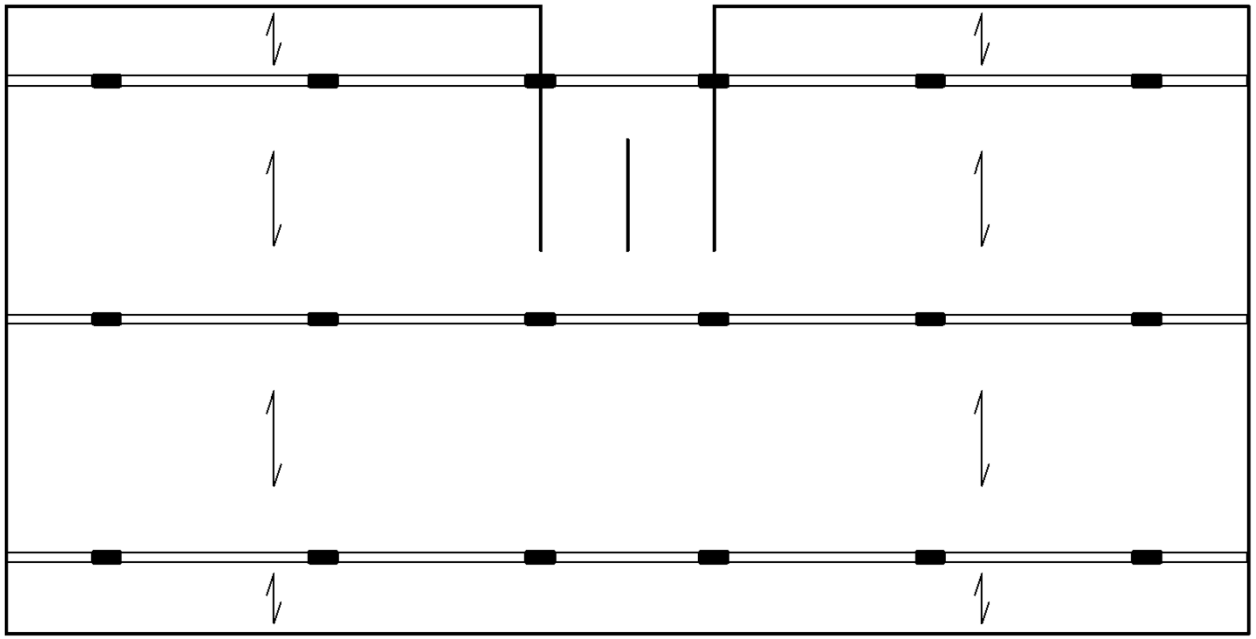


Bene per sisma in questa direzione

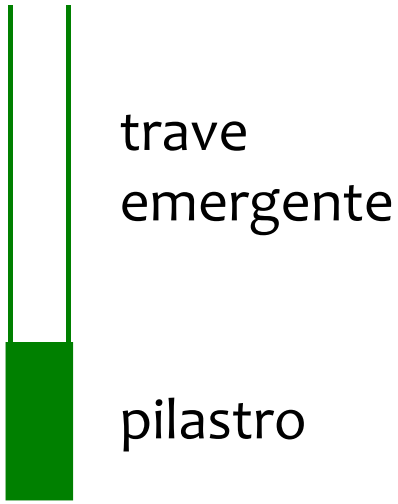
Se la carpenteria venisse definita pensando solo ai carichi verticali probabilmente non ci sarà una adeguata rigidezza nelle due direzioni

- **Ad esempio**

- **In un caso come questo la differenza tra le due direzioni è evidente, ma più in generale occorre ragionare per valutare la rigidezza degli elementi e controllarne la distribuzione**



Quando sono presenti sia travi emergenti che travi a spessore ed i pilastri hanno sezione rettangolare

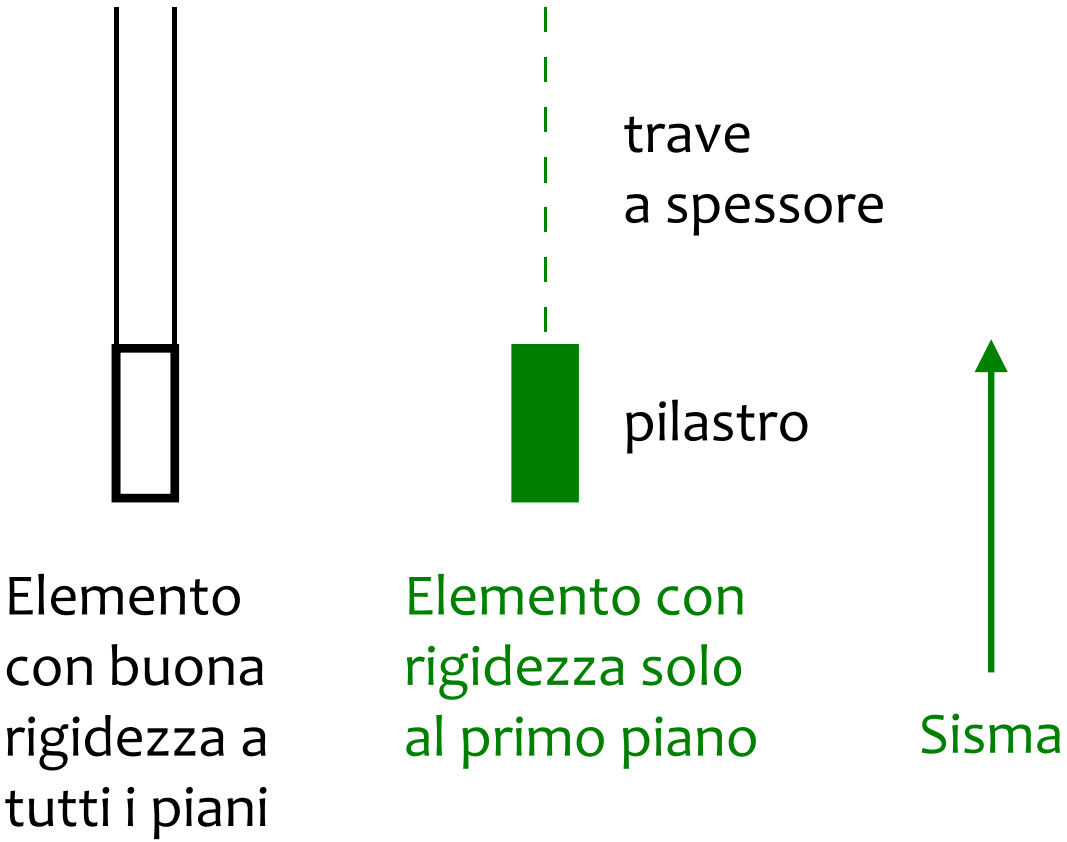


Elemento con buona rigidezza a tutti i piani

Sisma

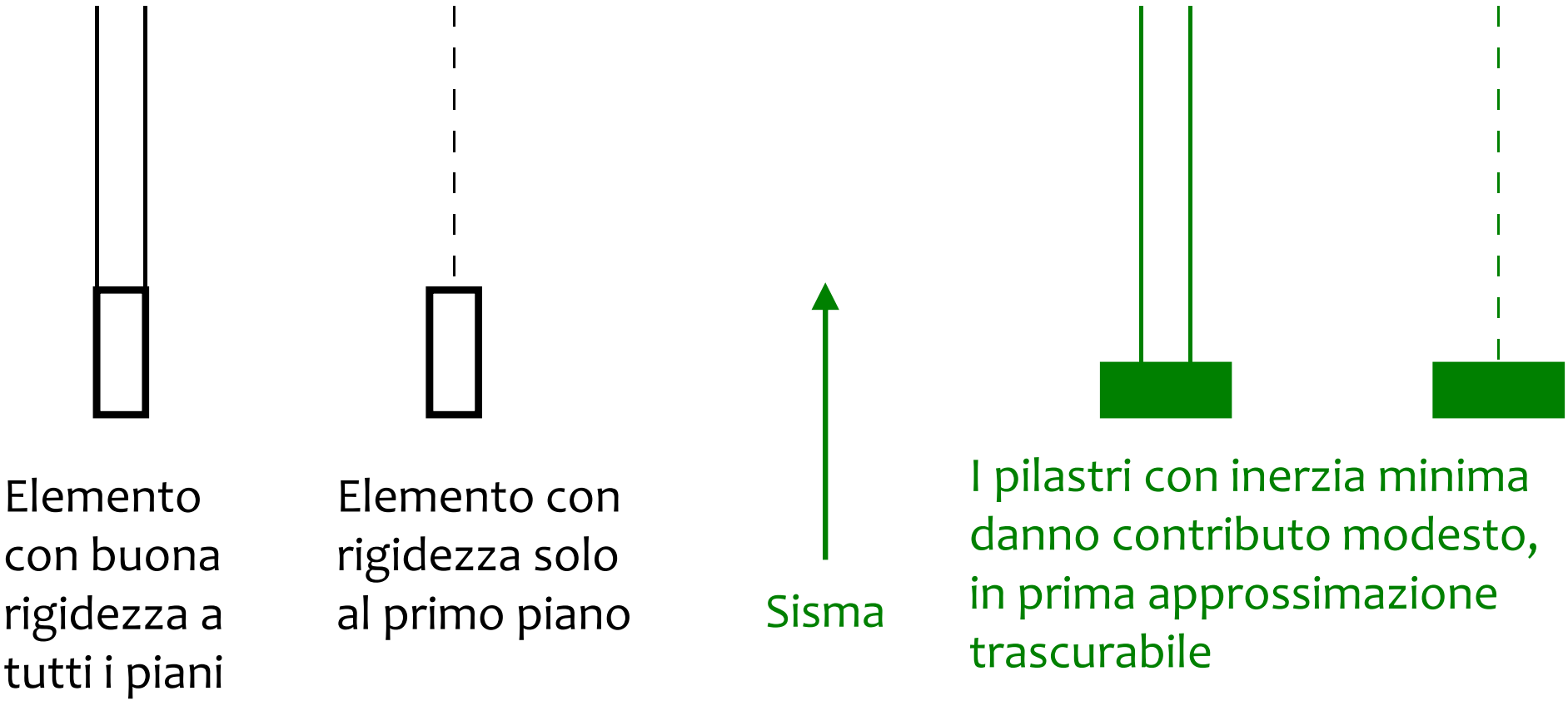
La resistenza all'azione sismica è affidata principalmente ai pilastri allungati nella direzione del sisma ed accoppiati a travi emergenti

Quando sono presenti sia travi emergenti che travi a spessore ed i pilastri hanno sezione rettangolare

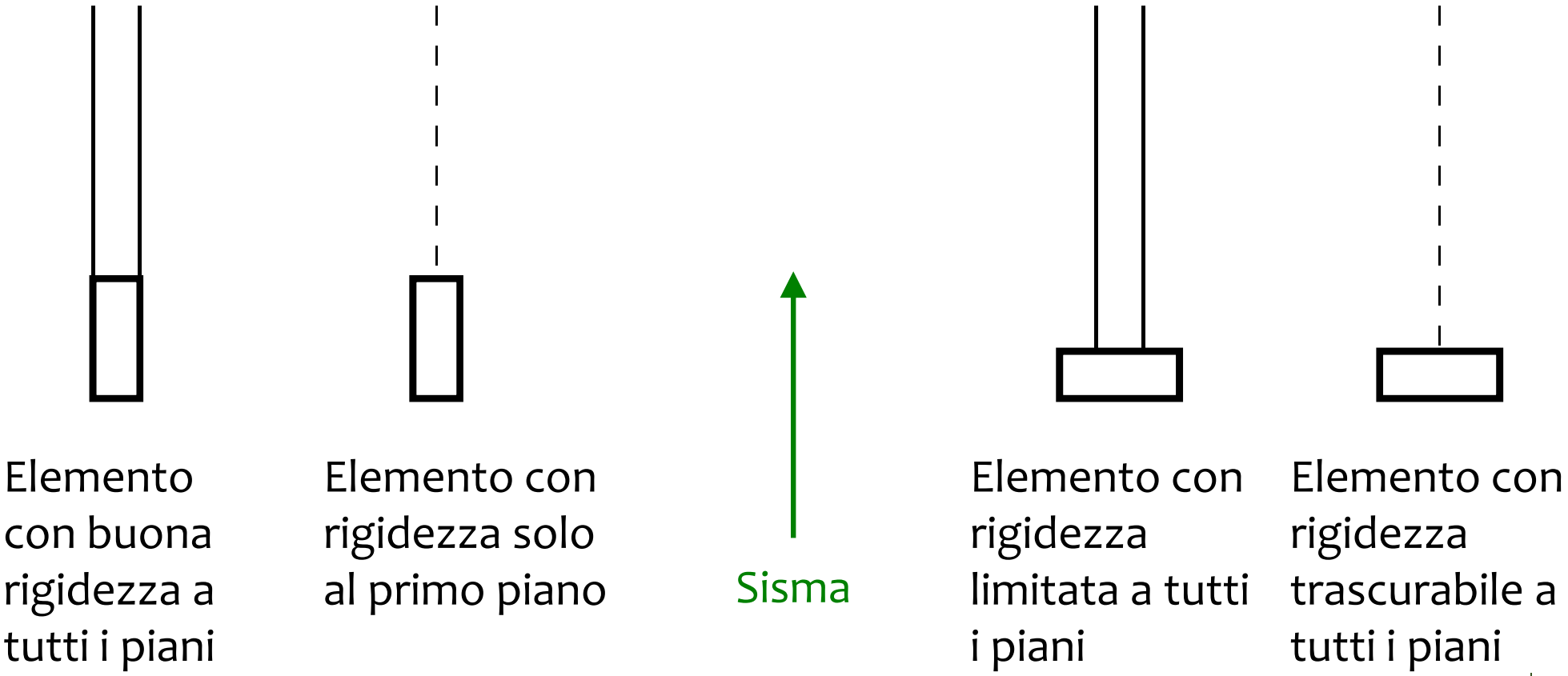


Un pilastro rigido accoppiato ad una trave a spessore fornisce un contributo basso a tutti i piani, tranne che al primo

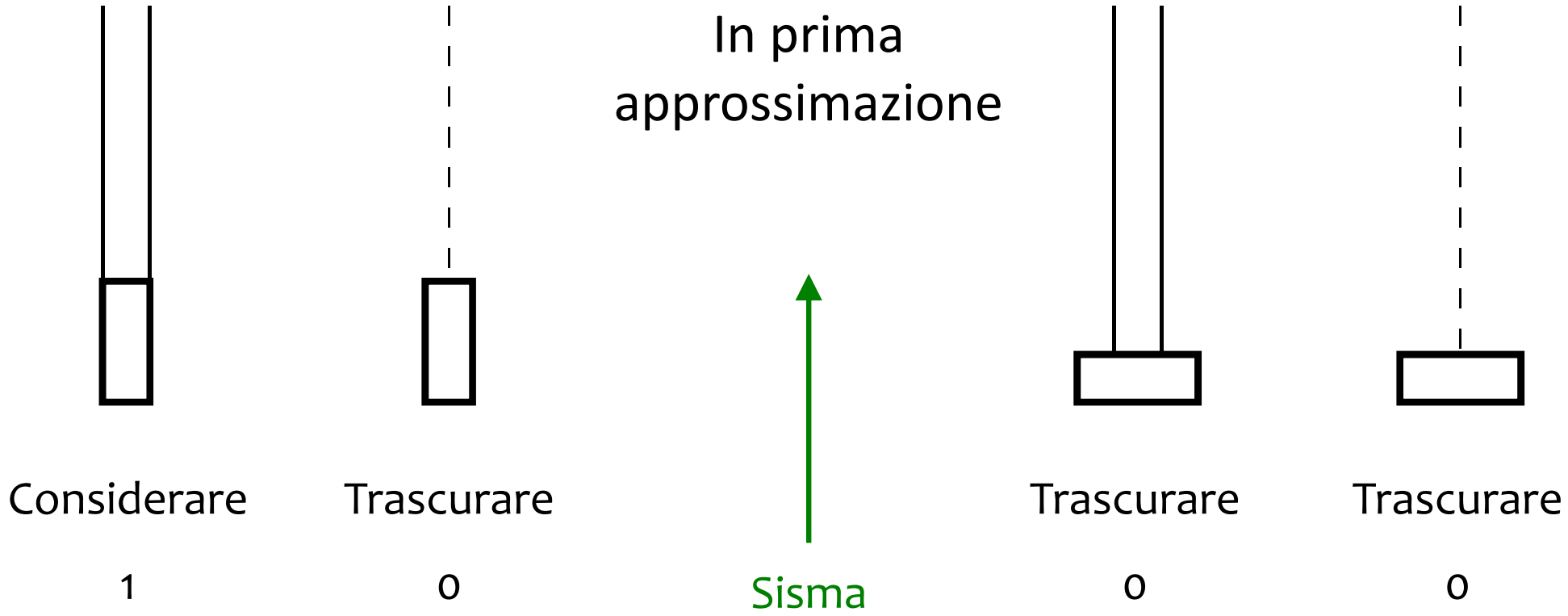
Quando sono presenti sia travi emergenti che travi a spessore ed i pilastri hanno sezione rettangolare



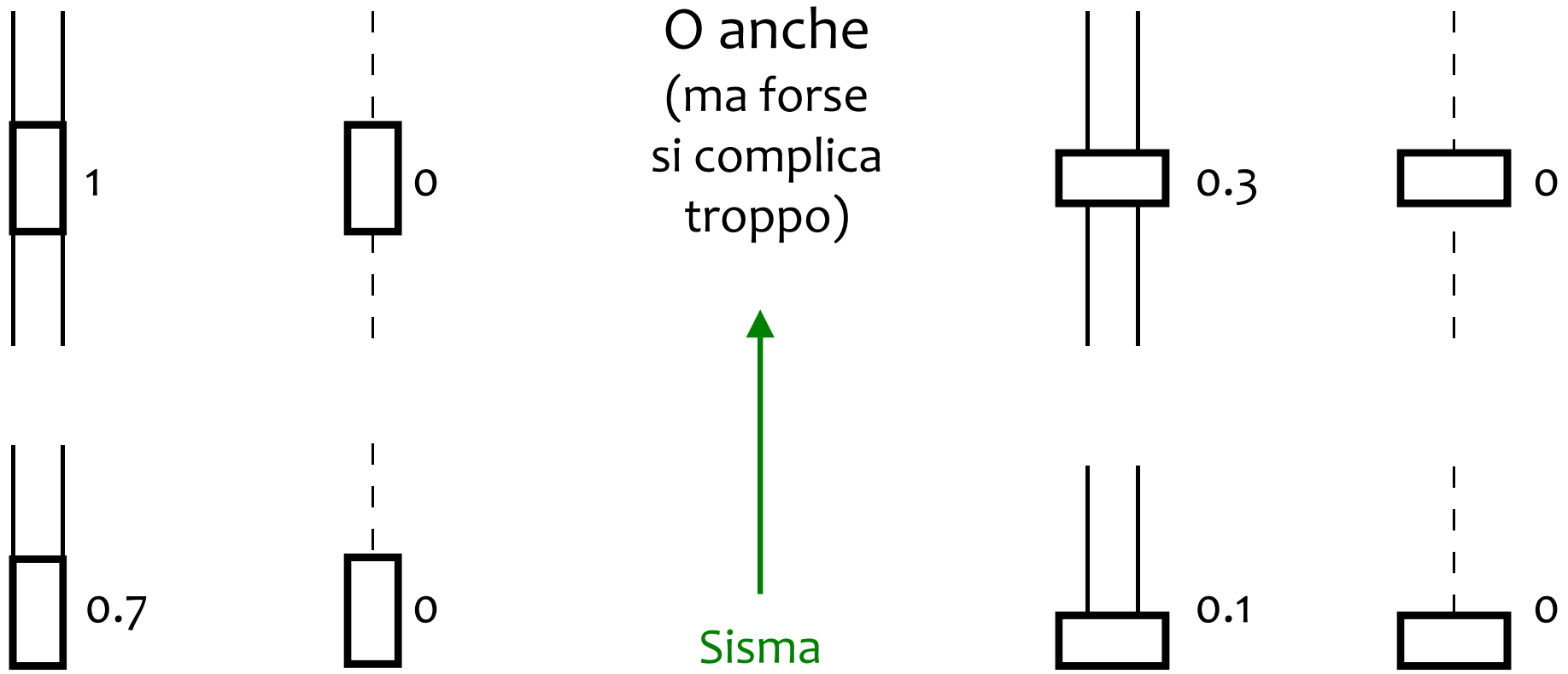
Quando sono presenti sia travi emergenti che travi a spessore ed i pilastri hanno sezione rettangolare



Quando sono presenti sia travi emergenti che travi a spessore ed i pilastri hanno sezione rettangolare

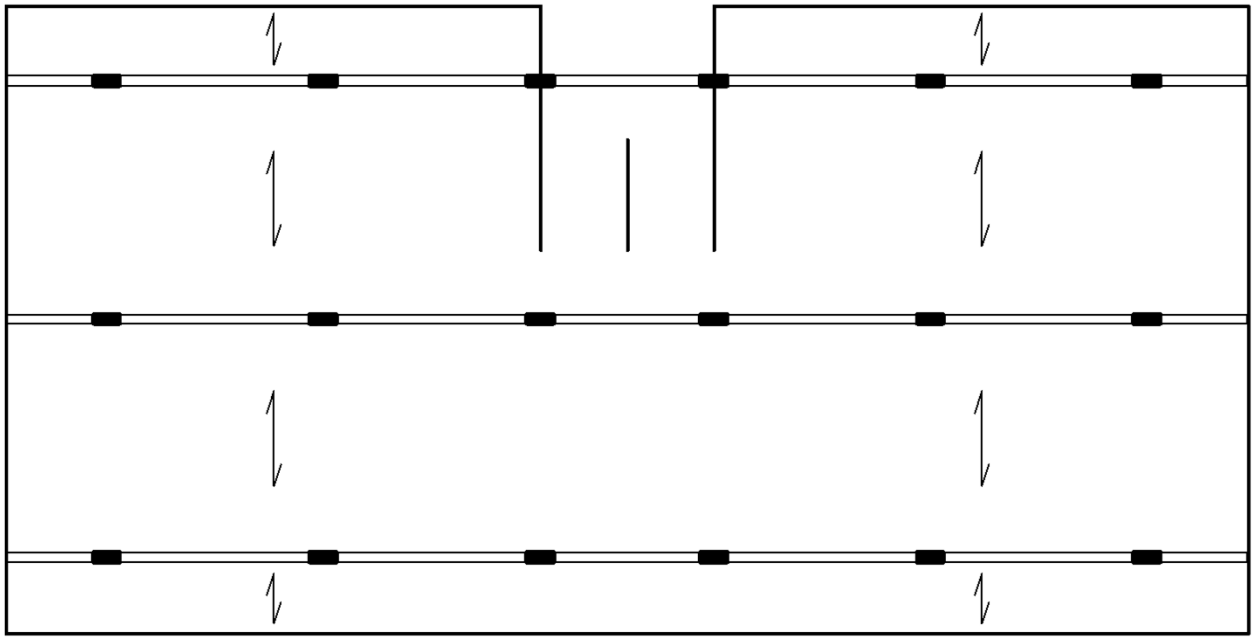


Quando sono presenti sia travi emergenti che travi a spessore ed i pilastri hanno sezione rettangolare



Sulla base di queste considerazioni si può passare da una impostazione di carpenteria fortemente carente …

Debolissimo per sisma in questa direzione



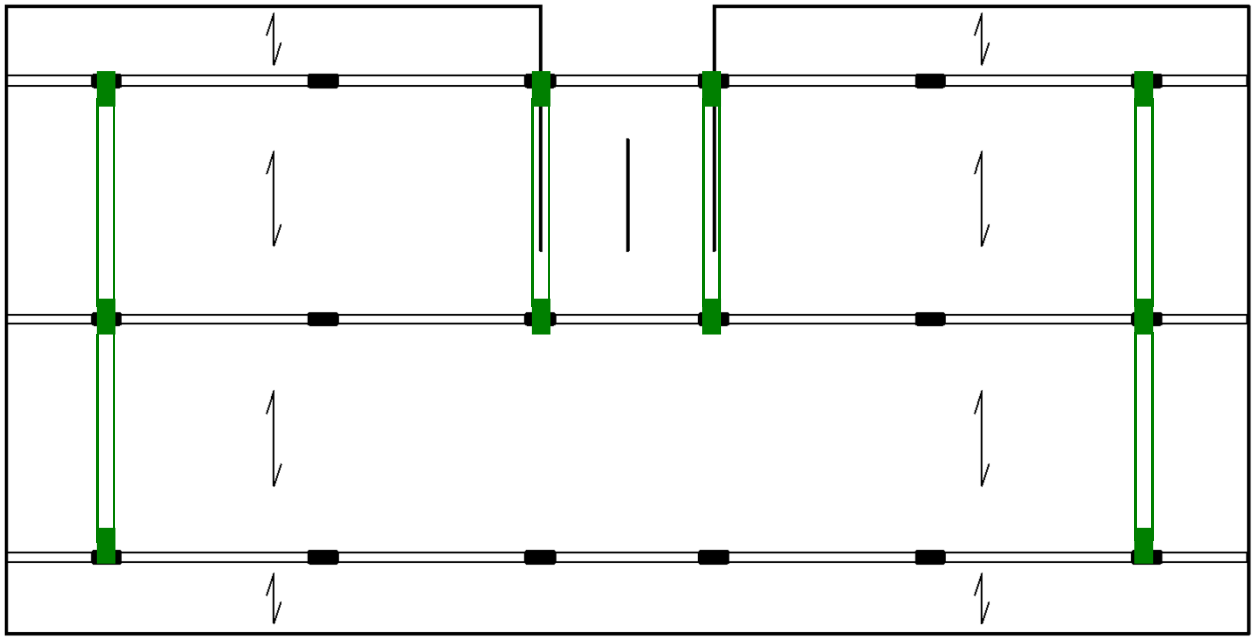
Bene per sisma in questa direzione

Sulla base di queste considerazioni si può passare da una impostazione di carpenteria fortemente carente …

… ad una carpenteria soddisfacente

Girare un certo numero di pilastri

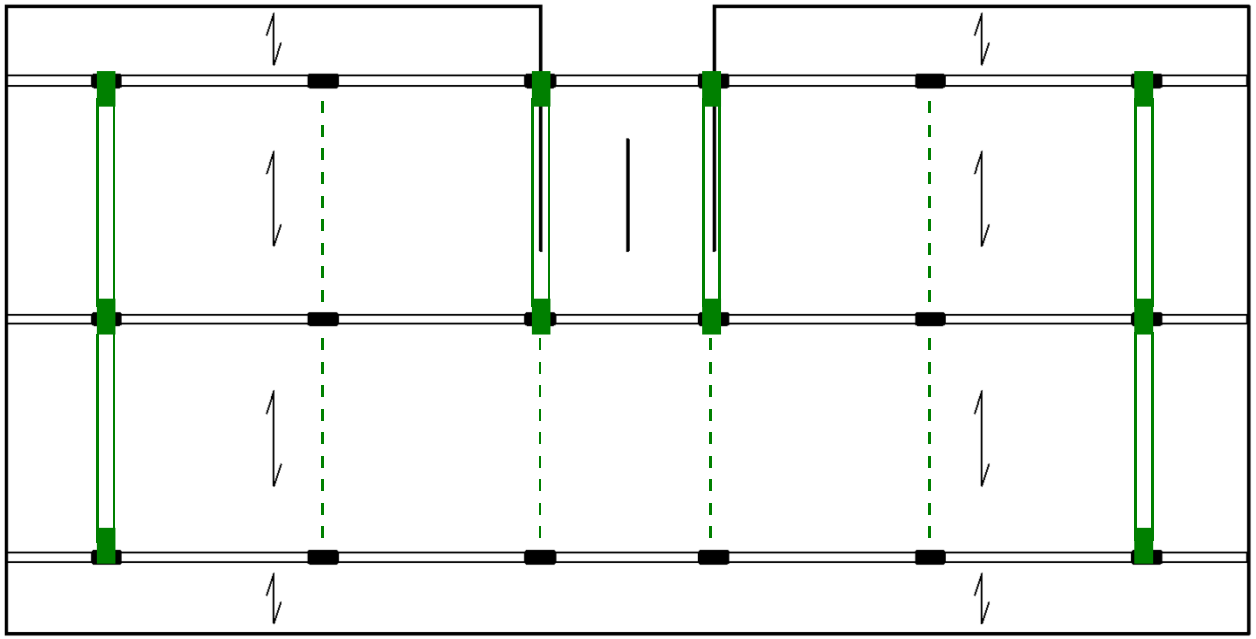
Aggiungere travi emergenti per renderli efficaci



Sulla base di queste considerazioni si può passare da una impostazione di carpenteria fortemente carente …

… ad una carpenteria soddisfacente

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



Esempio

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)

Struttura portante principale:

con struttura intelaiata in cemento armato

Solai:

in latero-cemento, gettati in opera

Scale:

a soletta rampante asismica

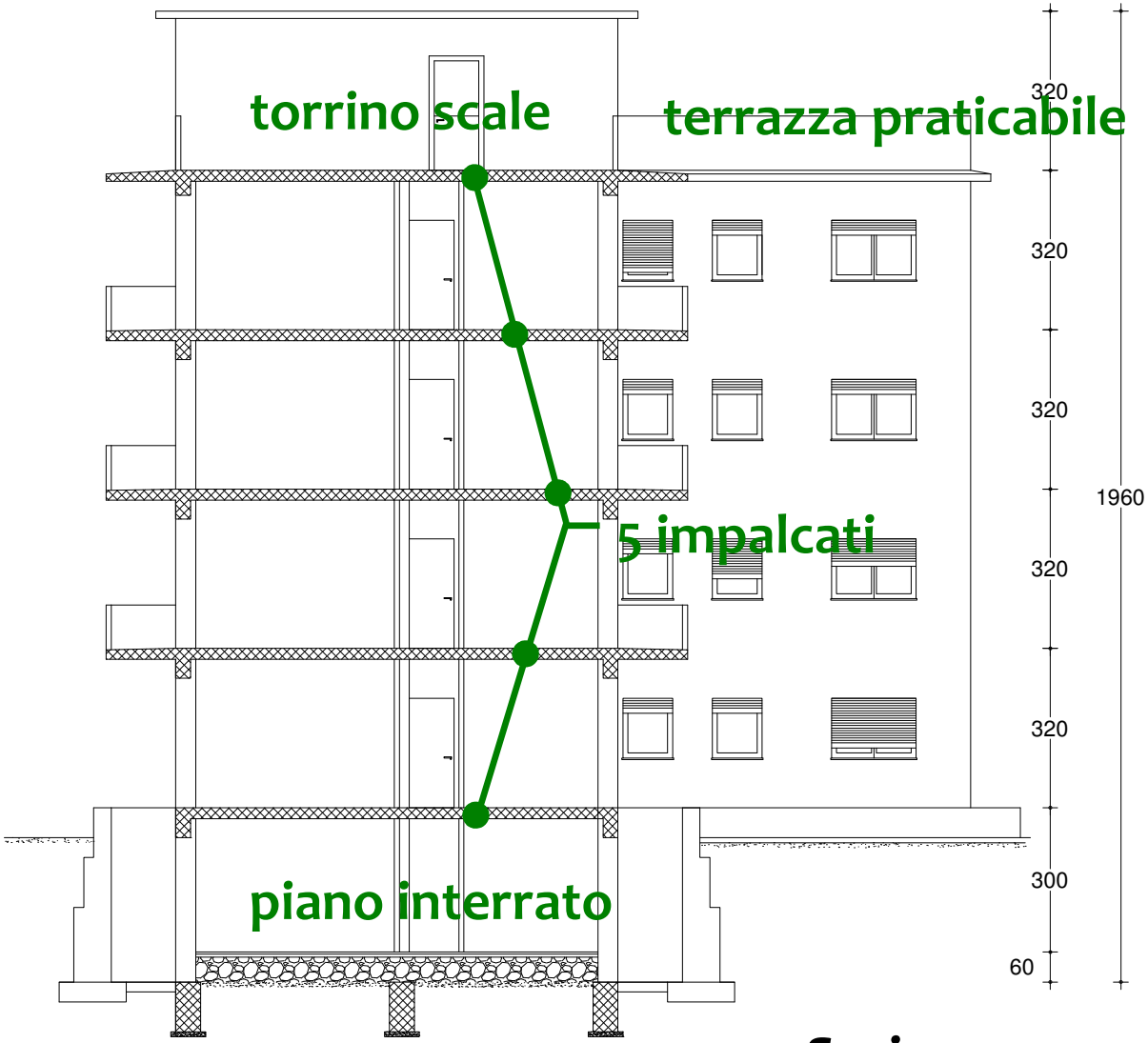
Fondazioni:

reticolo di travi rovesce

Materiali:

calcestruzzo C30/37, acciaio B450C

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



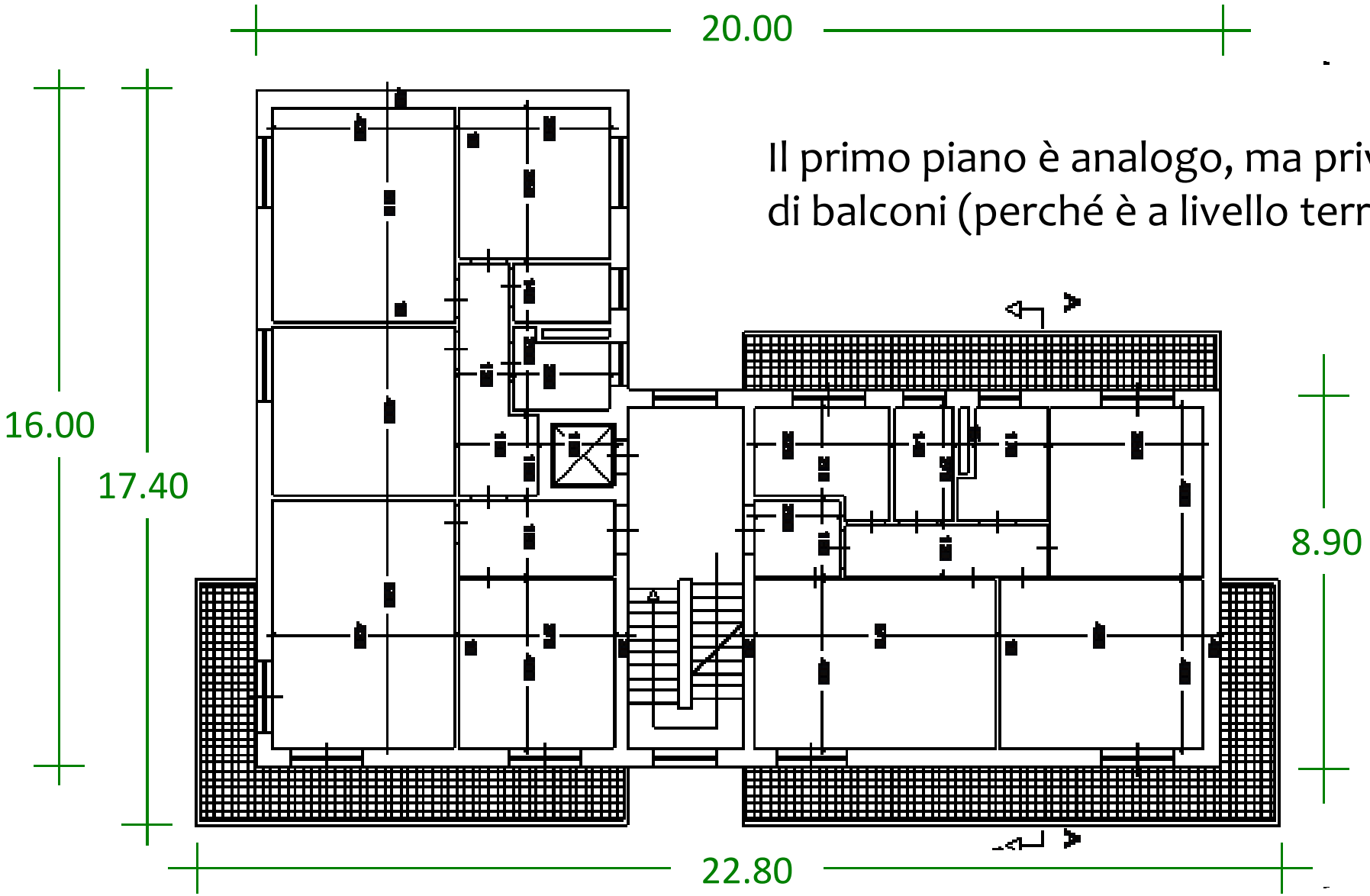
Sezione

Sismicità medio-alta

a_g = 0.25 g

Terreno costituito da sabbie e ghiaie mediamente addensate

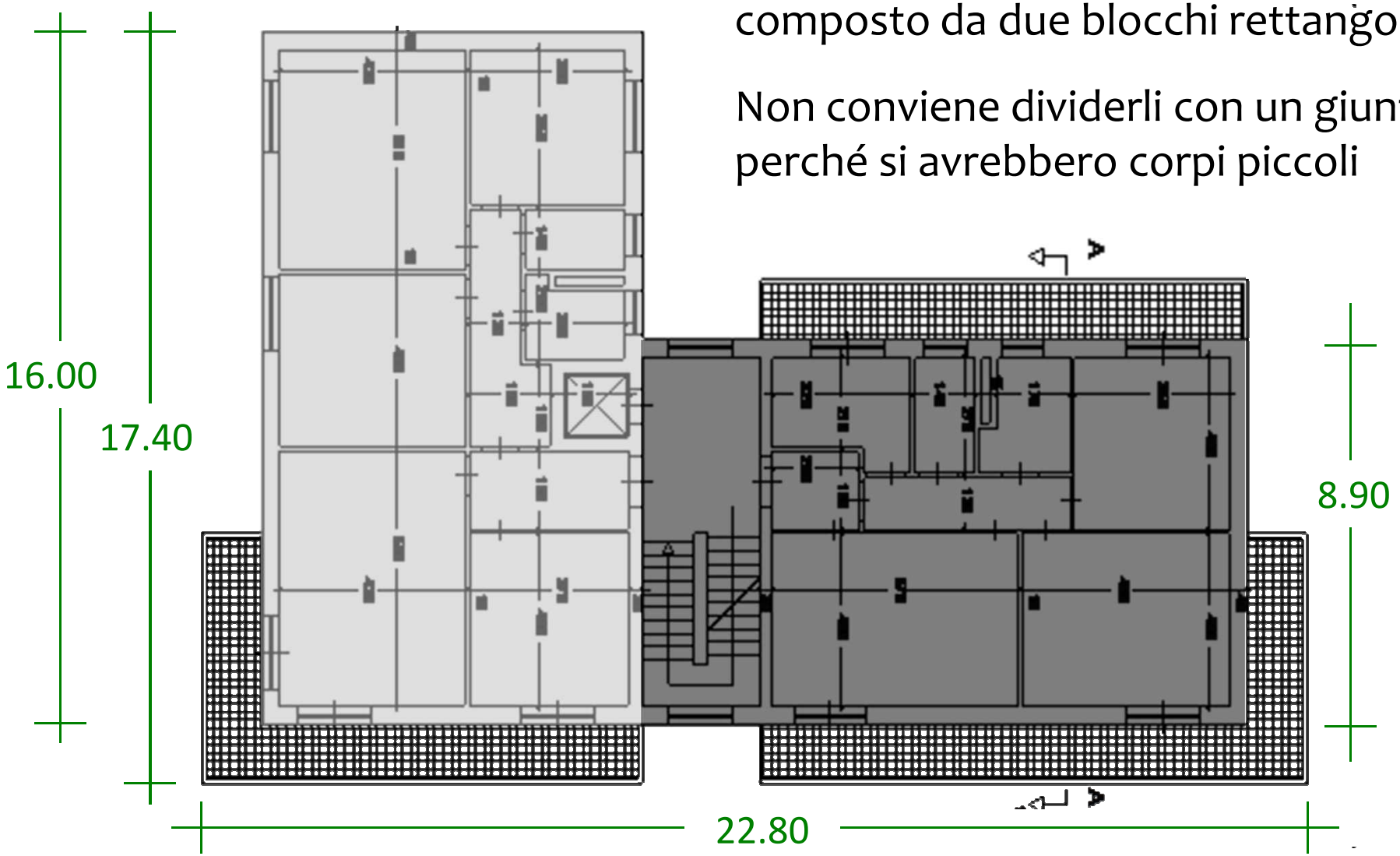
EDIFICIO ANALIZZATO



Il primo piano è analogo, ma privo di balconi (perché è a livello terra)

L'edificio può essere visto come composto da due blocchi rettangolari

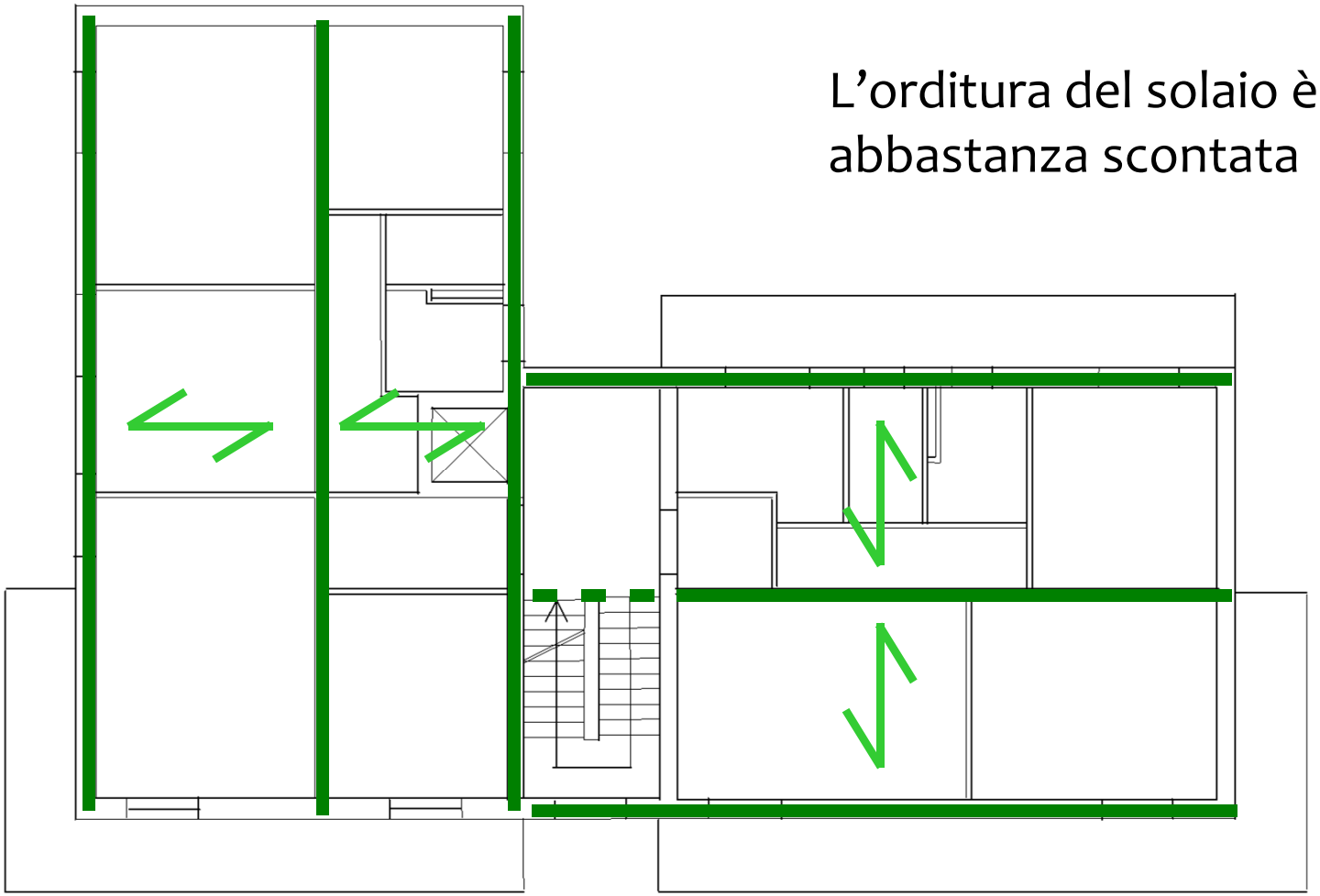
Non conviene dividerli con un giunto, perché si avrebbero corpi piccoli



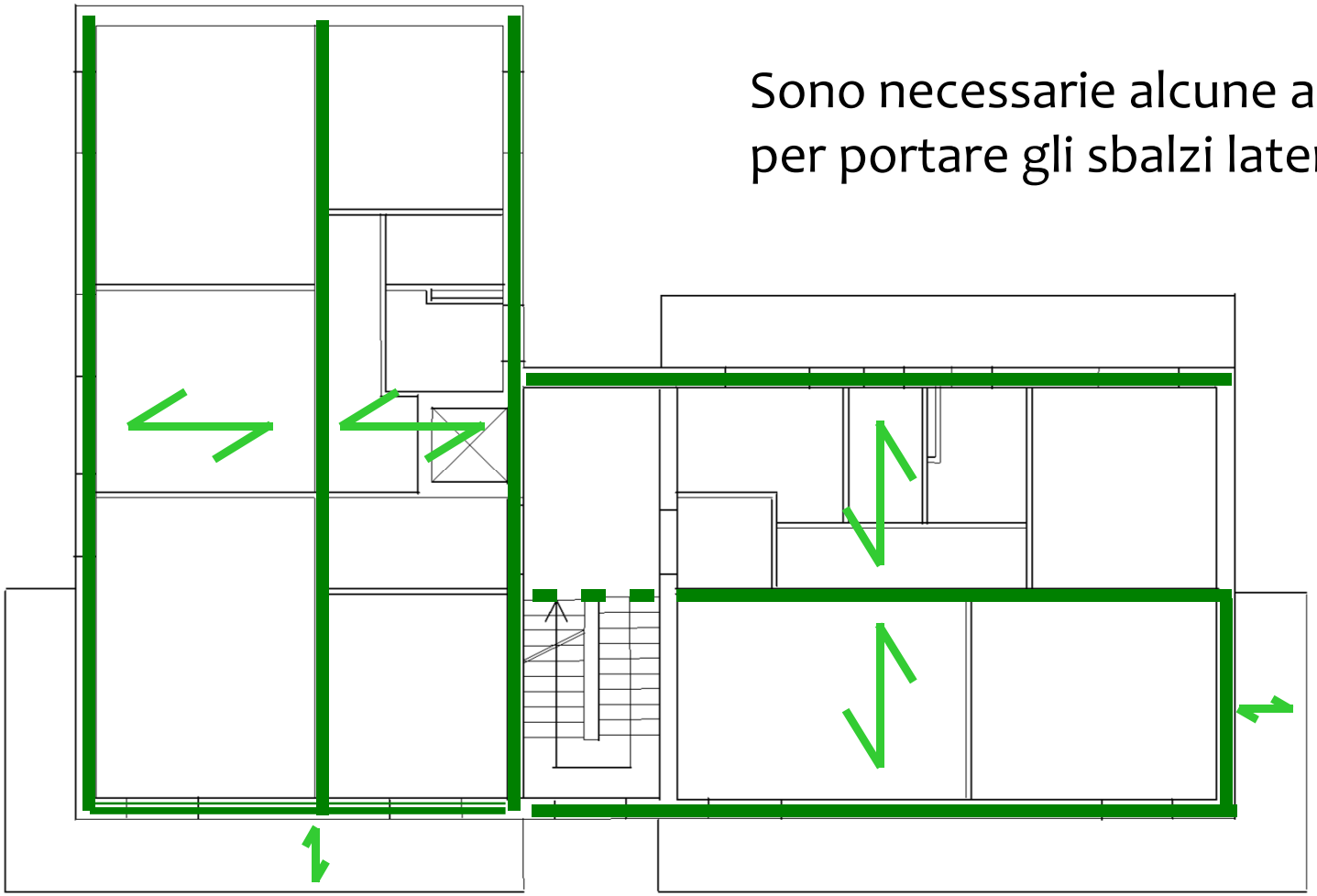
CARPENTERIA – PER CARICHI VERTICALI

Esistono chiari allineamenti per le travi

CARPENTERIA – PER CARICHI VERTICALI

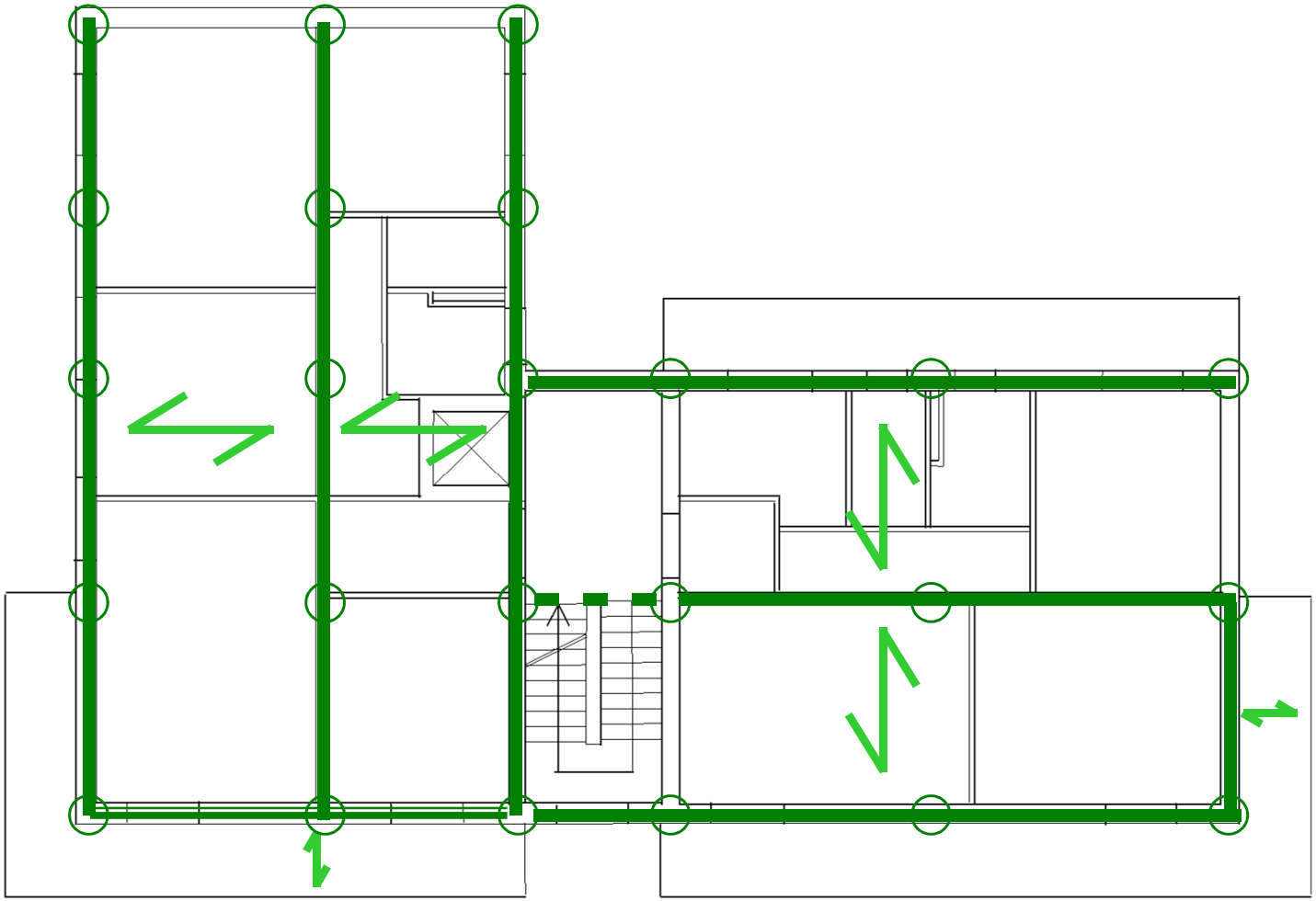


L'orditura del solaio è abbastanza scontata



Sono necessarie alcune altre travi per portare gli sbalzi laterali

La posizione dei pilastri è abbastanza ovvia

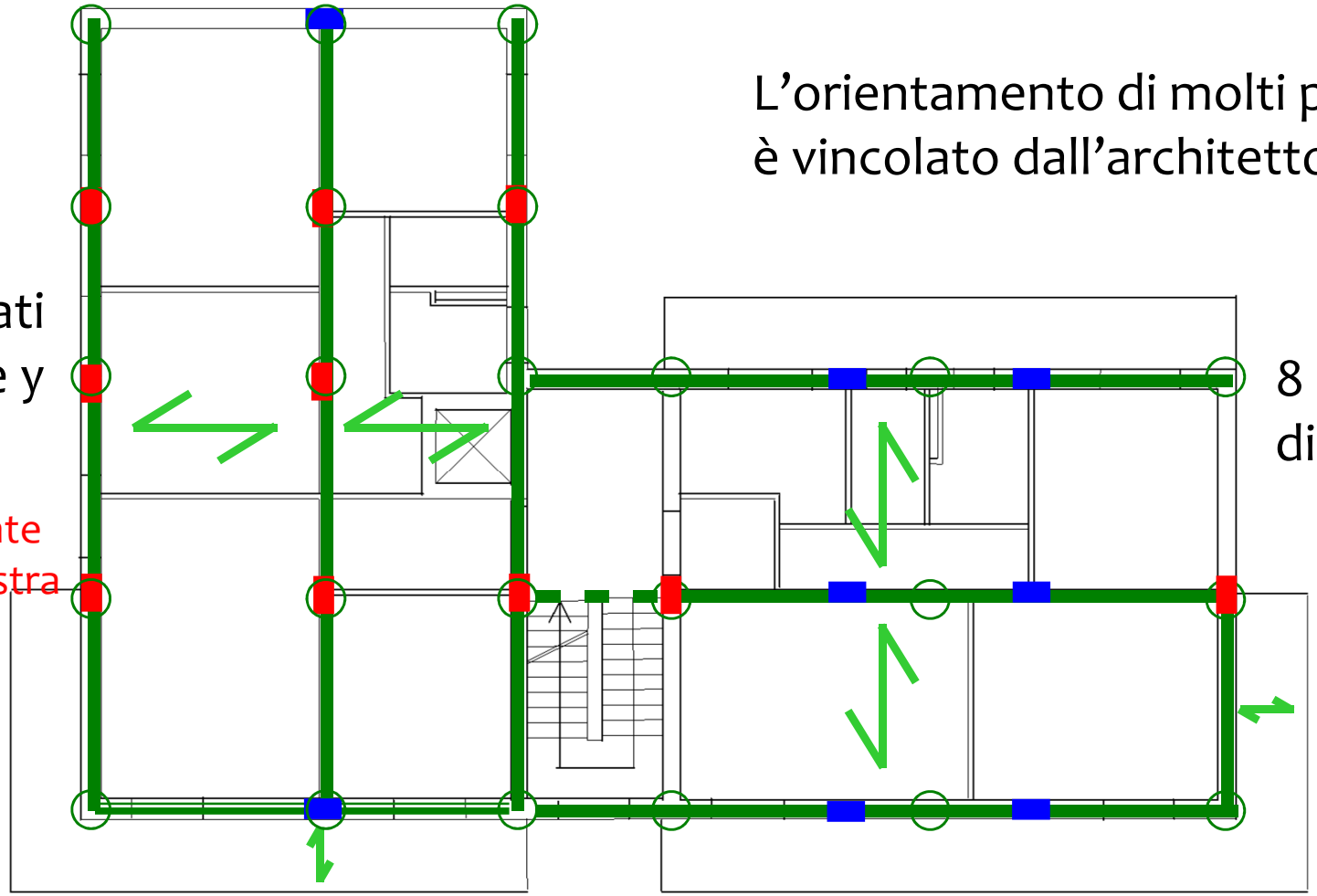


La posizione dei pilastri è abbastanza ovvia

L'orientamento di molti pilastri è vincolato dall'architettonico

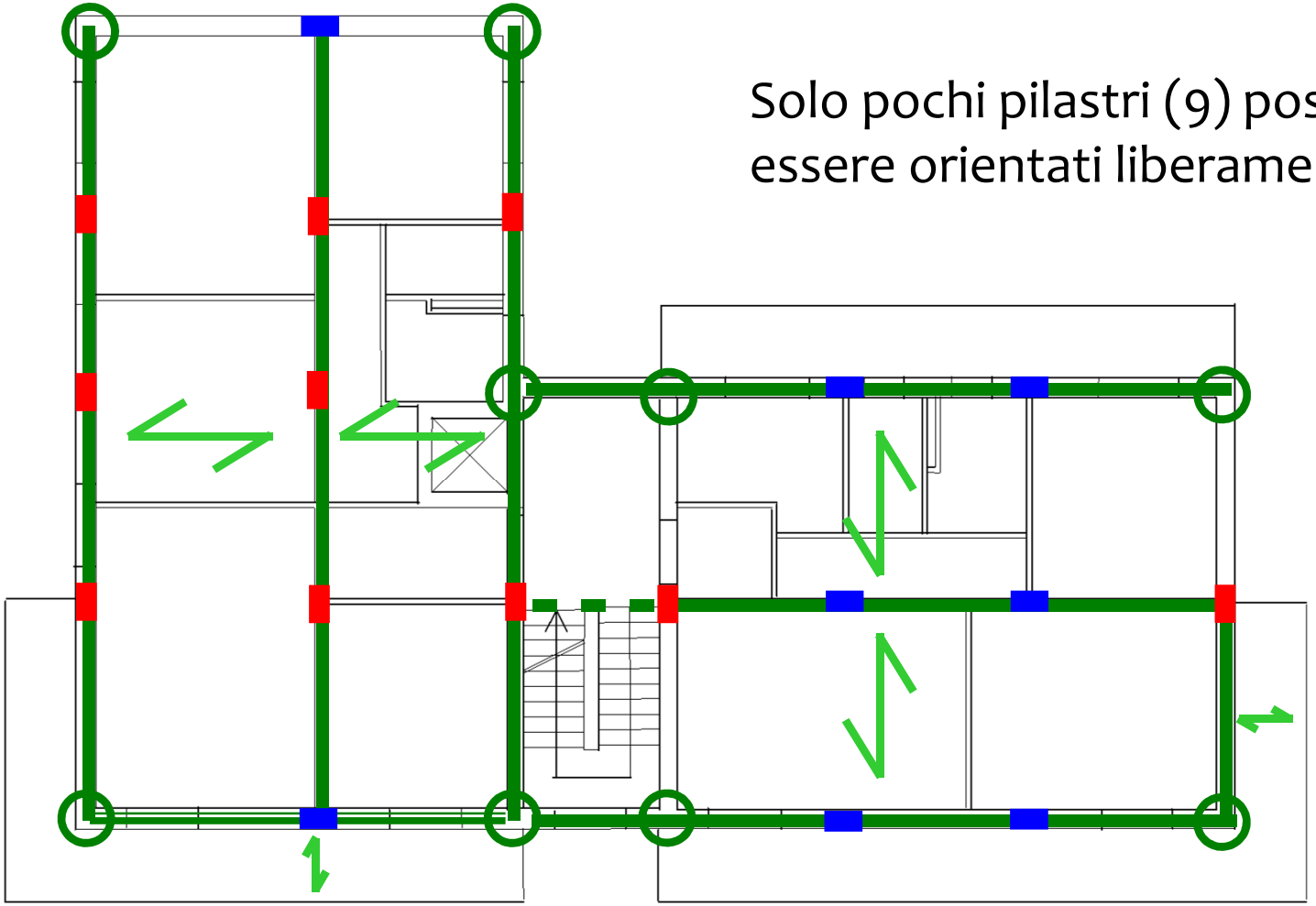
10 allungati in direzione y

prevalentemente nella parte sinistra del fabbricato



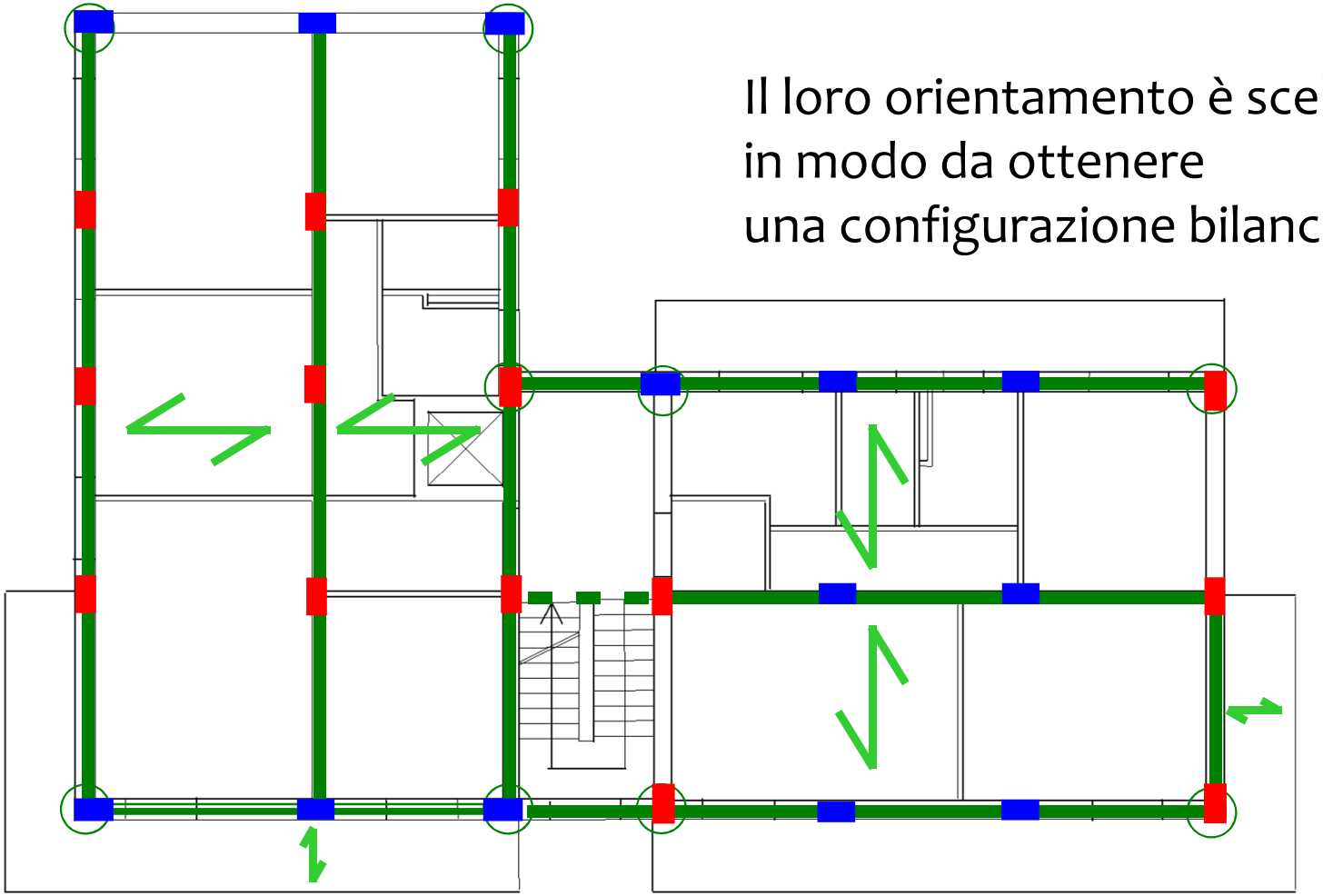
8 allungati in direzione x

La posizione dei pilastri è abbastanza ovvia

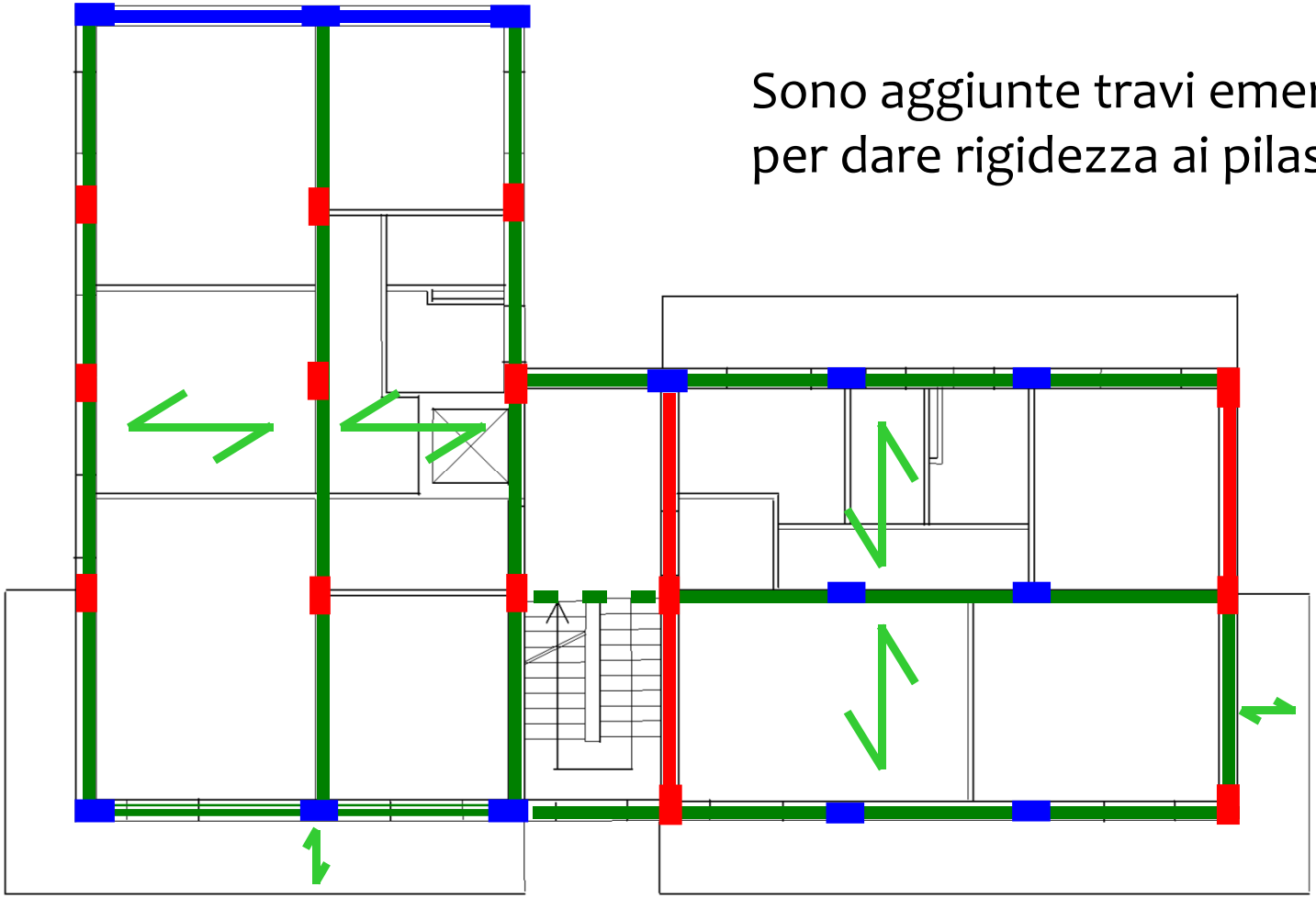


Solo pochi pilastri (9) possono essere orientati liberamente

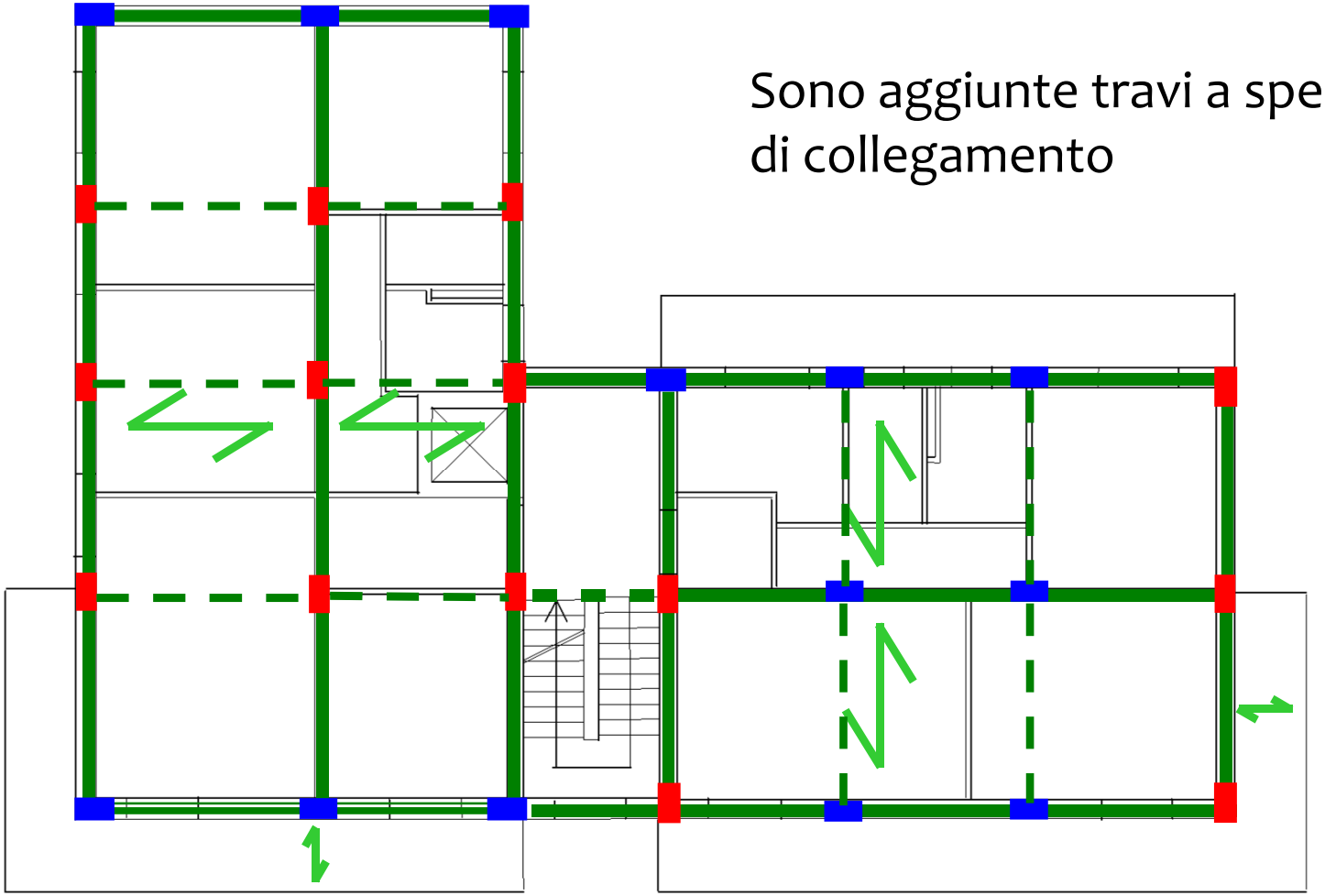
La posizione dei pilastri è abbastanza ovvia



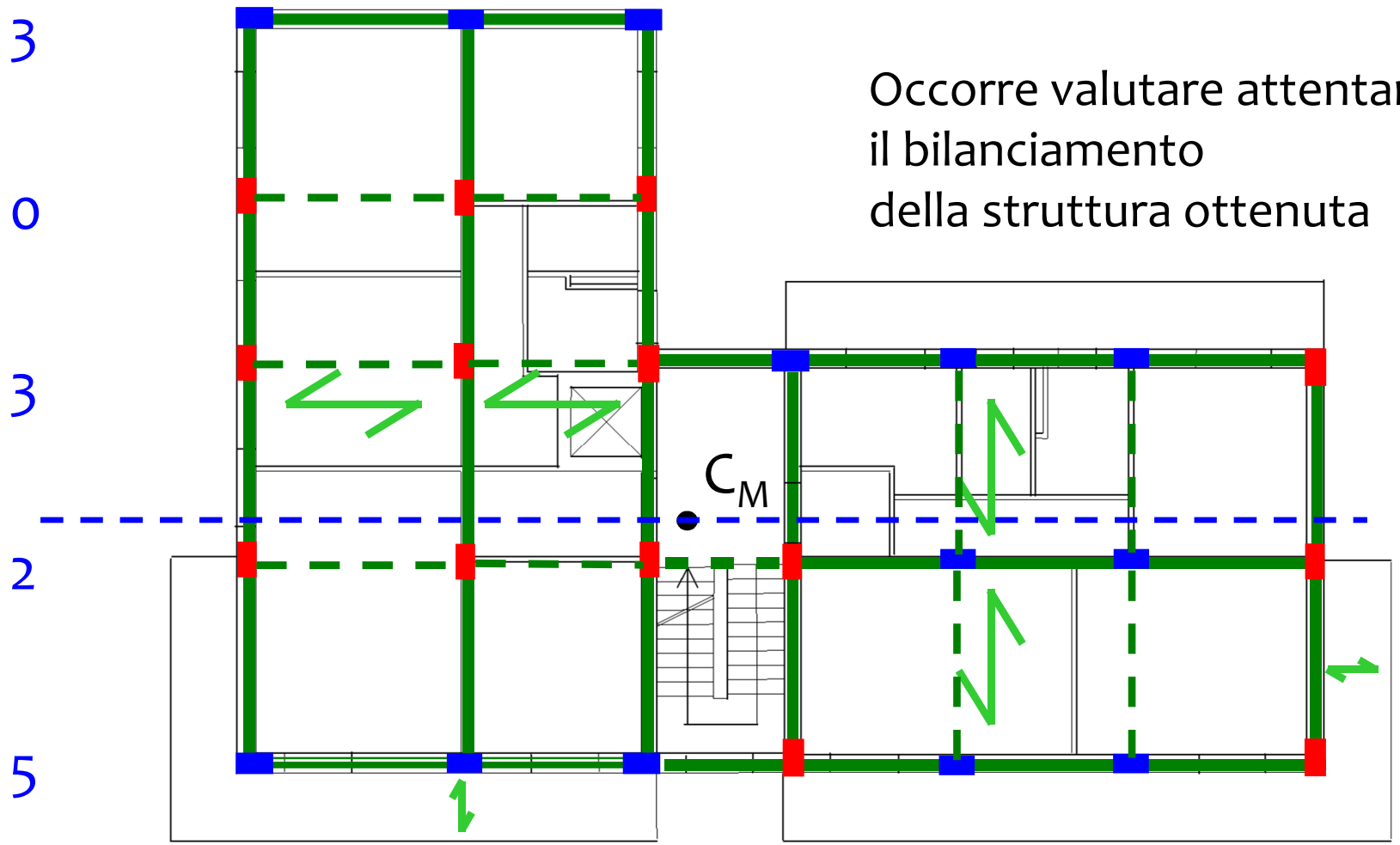
Il loro orientamento è scelto
in modo da ottenere
una configurazione bilanciata



Sono aggiunte travi emergenti per dare rigidezza ai pilastri

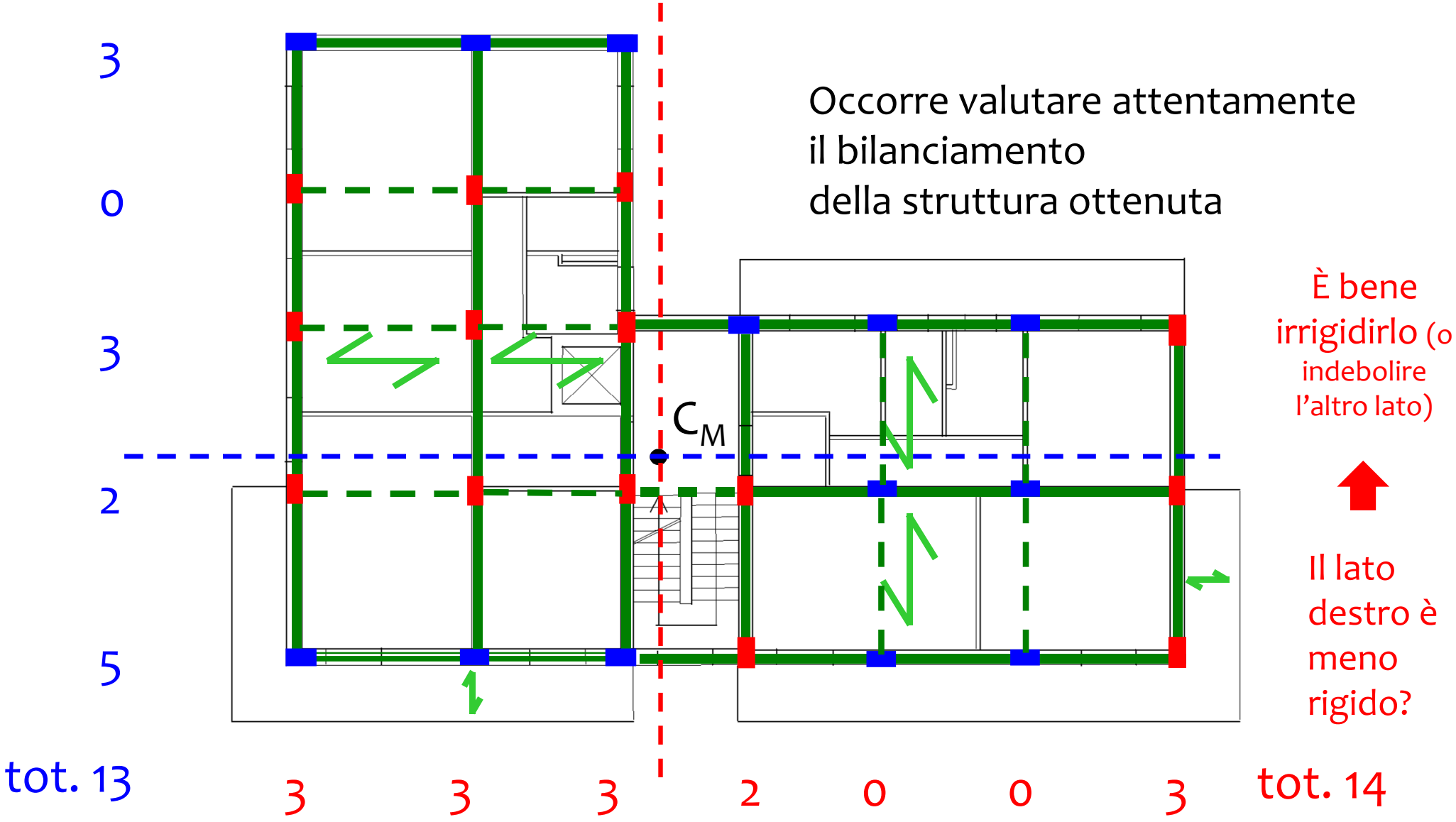


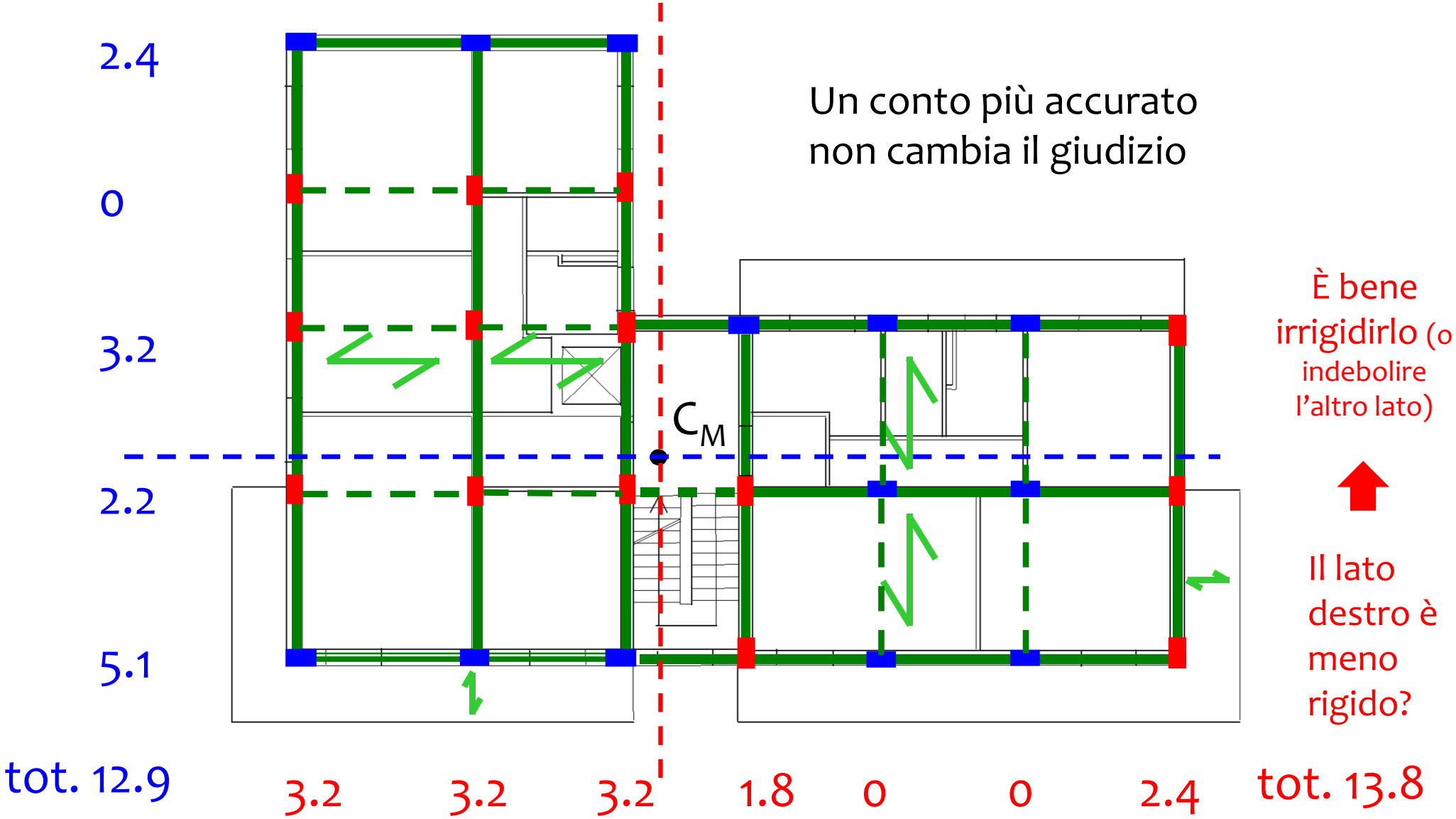
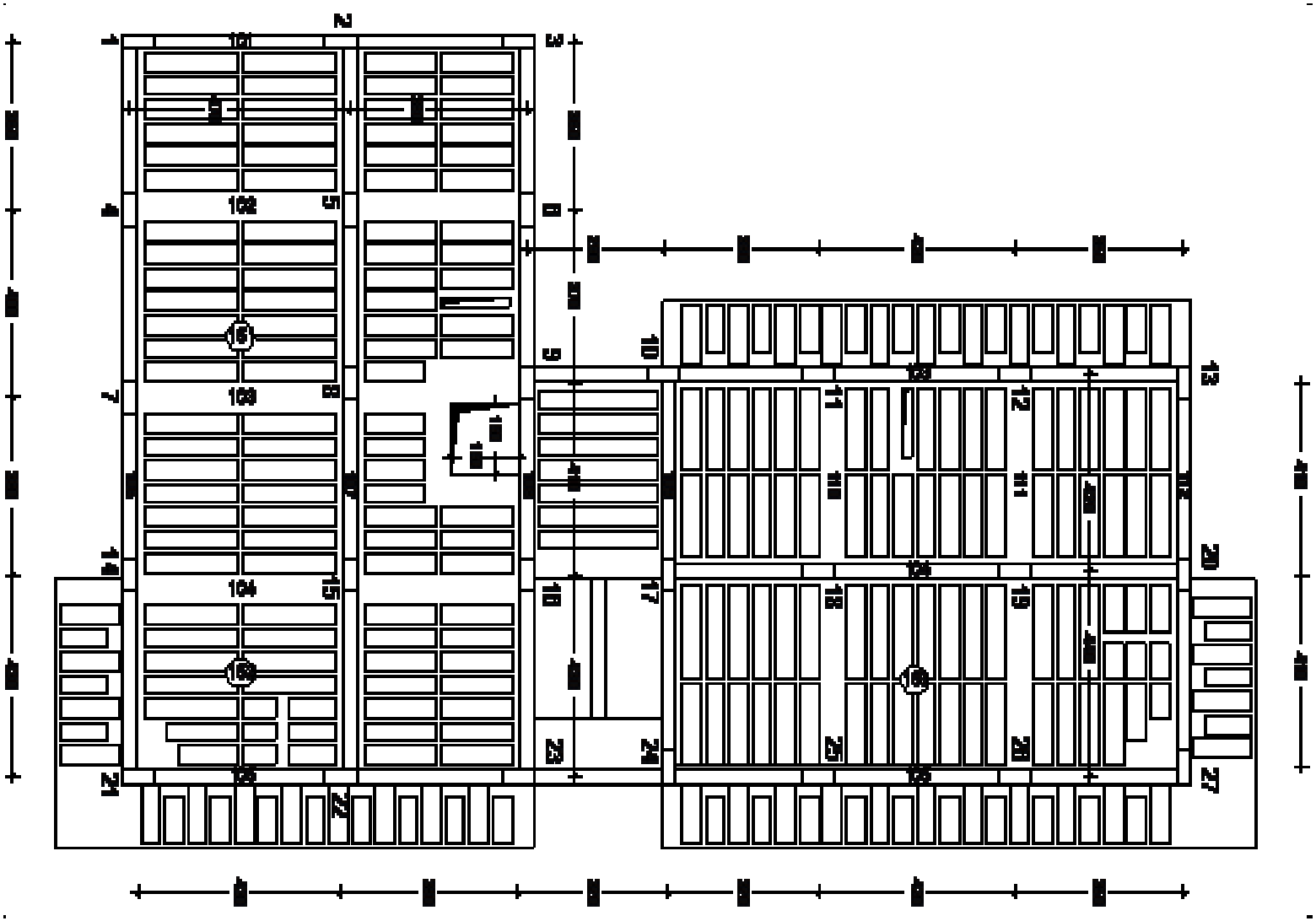
Sono aggiunte travi a spessore, di collegamento



Occorre valutare attentamente
il bilanciamento
della struttura ottenuta

tot. 13 Sostanzialmente bilanciato


3
0
3
2
5
tot. 13
3
3
3
2
0
0
3
tot. 14
C_M
Occorre valutare attentamente il bilanciamento della struttura ottenuta
È bene irrigidirlo (o indebolire l'altro lato)
Il lato destro è meno rigido?


2.4
0
3.2
2.2
5.1
tot. 12.9
Un conto più accurato
non cambia il giudizio
C_M
È bene
irrigidirlo (o
indebolire
l'altro lato)
Il lato
destro è
meno
rigido?
3.2
3.2
3.2
1.8
0
0
2.4
tot. 13.8

CARPENTERIA DEFINITIVA DEL PIANO TIPO