

Corsi di aggiornamento

# Progettiamo insieme

## Teoria e pratica della progettazione strutturale

### 4. Progetto di edifici con pareti

03 - Edifici con pareti (singole): impostazione della struttura

Spoletto

17-18 e 24-25 giugno 2016

Aurelio Ghersi

# Impostazione della struttura

## Pareti

- L'azione sismica deve essere affidata sostanzialmente alle pareti
- Le pareti devono essere presenti a tutti i piani e mantenere dimensioni costanti lungo l'altezza o variare con gradualità
- Le pareti devono avere dimensioni nettamente maggiori a quelle dei pilastri



La scelta della tipologia deve essere chiara. Non si può arrivare alle pareti aumentando via via, a tentativi, le dimensioni di alcuni pilastri

# Impostazione della struttura

## Pareti

- È preferibile che le pareti abbiano dimensioni tra loro comparabili

La rigidezza di ciascuna parete è legata sia al momento d'inerzia (deformabilità flessionale) che all'area (deformabilità tagliante).

Avere pareti di lunghezza molto diversa rende difficile stimare bene la loro rigidezza e valutare quale aliquota dell'azione sismica porterà ciascuna

# Impostazione della struttura

## Pareti

Quante pareti?

- Impostazione tradizionale:  
un numero minimo di pareti, sufficientemente grandi (per esempio, due per ciascuna direzione)

Con le vecchie normative, poche pareti di dimensioni non eccessive erano in genere sufficienti

Con le norme attuali si rischia di avere pareti esageratamente grandi

# Impostazione della struttura

## Pareti

Quante pareti?

- Impostazione diffusa in alcune zone (Friuli):  
un numero più alto di pareti, non particolarmente grandi (per esempio, 5-6 per ciascuna direzione)

Può risultare più semplice inserire pareti piccole nell'architettonico

È più semplice garantire un vincolo d'incastro alla base

# Impostazione della struttura

## Pareti

- Le pareti devono essere disposte in modo da garantire un comportamento bilanciato, anche quando la pianta non è simmetrica
- Le pareti devono essere disposte in modo da garantire una elevata rigidezza rotazionale. Devono quindi essere disposte perimetralmente

# Impostazione della struttura

## Pareti

- Le pareti devono avere un efficace vincolo al piede (sostanzialmente un incastro)

La pareti si comportano sostanzialmente come mensole. Una mensola senza incastro è labile



Come garantire l'incastro ?

# Impostazione della struttura

## Incastro alla base

L'incastro può essere realizzato con:

- Un reticolo di travi di fondazione
  - Le travi di fondazione (in particolare quella sotto ciascuna parete) devono avere una sezione di rigidezza e resistenza comparabile a quella della parete
  - Le travi ortogonali (che formano il reticolo) distribuiscono l'azione su un'area più grande ed aiutano a limitare i cedimenti

La soluzione è accettabile se le pareti non sono molto lunghe; in caso contrario l'altezza delle travi di fondazione diventa improponibile



# Impostazione della struttura

## Incastro alla base

L'incastro può essere realizzato con:

- Travi di fondazione su pali
  - I pali saranno soggetti a forti trazioni/compressioni
  - Le travi di fondazione dovrebbero essere lunghe, per aumentare il braccio delle azioni sui pali, ma come conseguenza devono essere anche molto rigide e resistenti

La soluzione è accettabile solo in terreni che consentano di far lavorare bene i pali a trazione

# Impostazione della struttura

## Incastro alla base

L'incastro può essere realizzato con:

- Un insieme scatolare di pareti del cantinato
  - Se le pareti dell'edificio partono dalle pareti del cantinato l'incastro è facilmente garantito

È la soluzione preferibile sempre, ma in particolare quando le pareti sono molto lunghe

# Impostazione della struttura

## Incastro alla base

L'incastro può essere realizzato con:

- Un insieme scatolare di pareti del cantinato
  - Se le pareti dell'edificio poggiano su una fondazione non rigida ma sono bloccate a livello del primo impalcato, fondazione e impalcato costituiscono due appoggi sostanzialmente equivalenti a un incastro

Problemi:

- Al primo ordine brusca variazione di  $M$  e quindi taglio molto forte, spesso inaccettabile
- Azione concentrata sull'impalcato, che risulta molto sollecitato e non può più essere considerato infinitamente rigido

# Impostazione della struttura

## Pareti e telai

Idealmente il compito di pareti e telai è ben definito:

- Le pareti portano l'azione sismica
- I telai (pilastri più travi) portano i carichi verticali

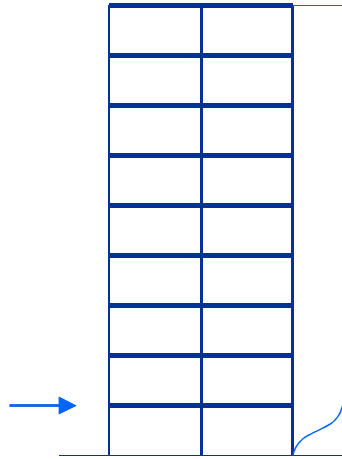
Questo consente di esaminarli separatamente nell'impostare la carpenteria

In realtà:

- Le pareti, che lavorano come mensole, ai piani superiori tendono ad appoggiarsi ai telai
- Agli ultimi piani i telai portano un'aliquota rilevante dell'azione sismica

# Pareti e telai

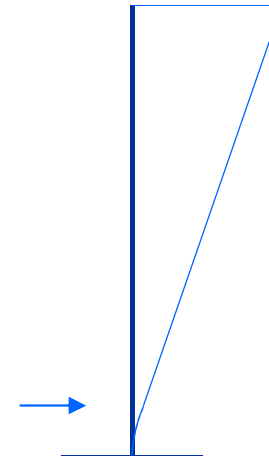
## Comportamento a mensola e comportamento a telaio



Telaio (con travi rigide)

Forze applicate ai piani inferiori  
provocano grossi spostamenti ...

... ma gli spostamenti non  
aumentano ai piani superiori



Mensole (pareti)

Forze applicate ai piani inferiori  
provocano piccoli spostamenti ...

... ma gli spostamenti aumentano  
di molto ai piani superiori

# Impostazione della carpenteria

Travi e pilastri portano principalmente i carichi verticali ma anche modeste azioni orizzontali (più rilevanti ai piani superiori)

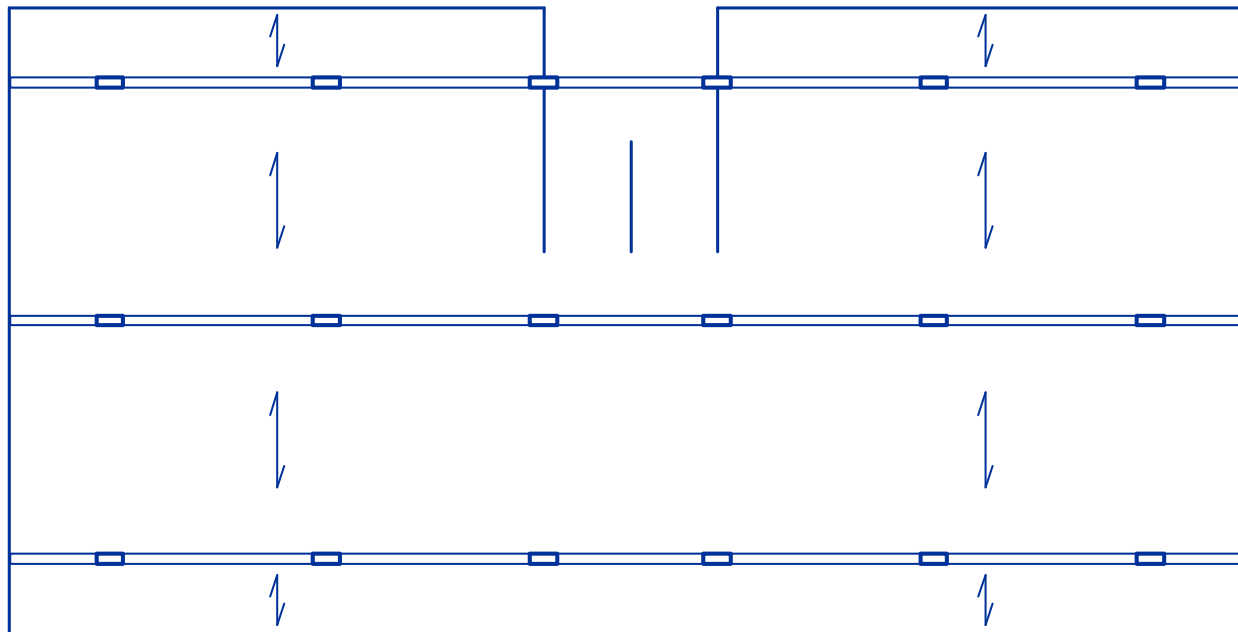
Può essere utile scindere il problema in due fasi:

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

# Carpenteria

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

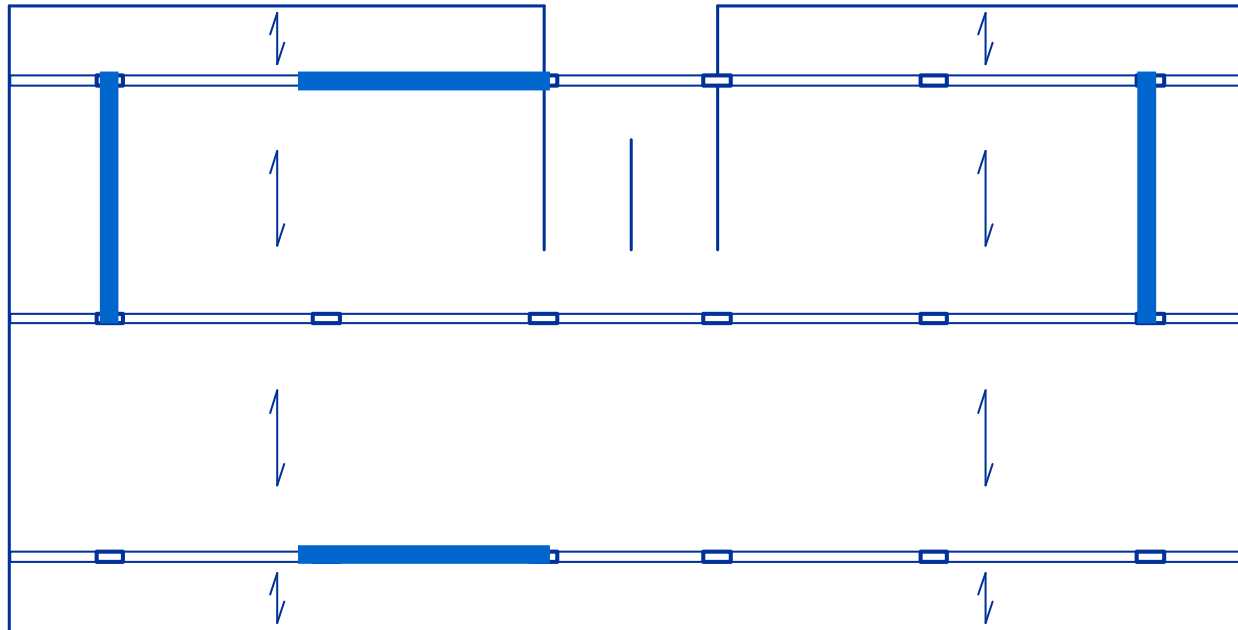
- Una carpenteria pensata per soli carichi verticali può, al limite, avere questo aspetto



# Carpenteria

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

- Occorre inserire le pareti per le azioni orizzontali
  - Le pareti sono molto resistenti e rigide e quindi ne potrebbero bastare poche

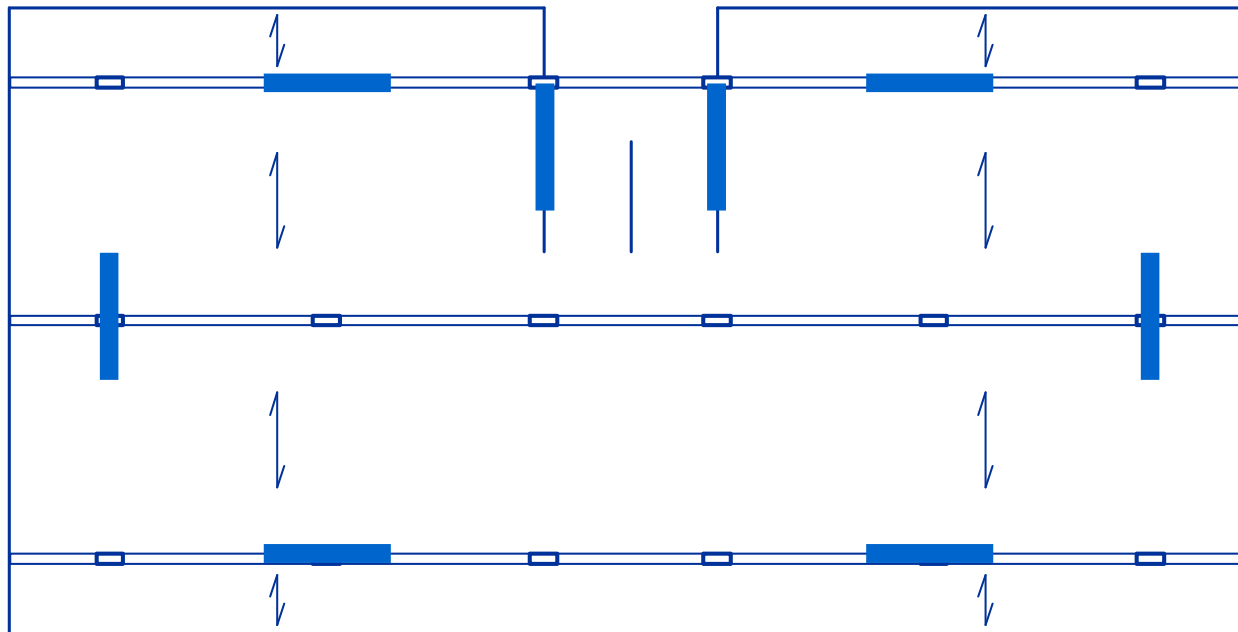




# Carpenteria

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

- Occorre inserire le pareti per le azioni orizzontali
  - Sono condizionanti la posizione delle aperture e quella dei pilastri già previsti

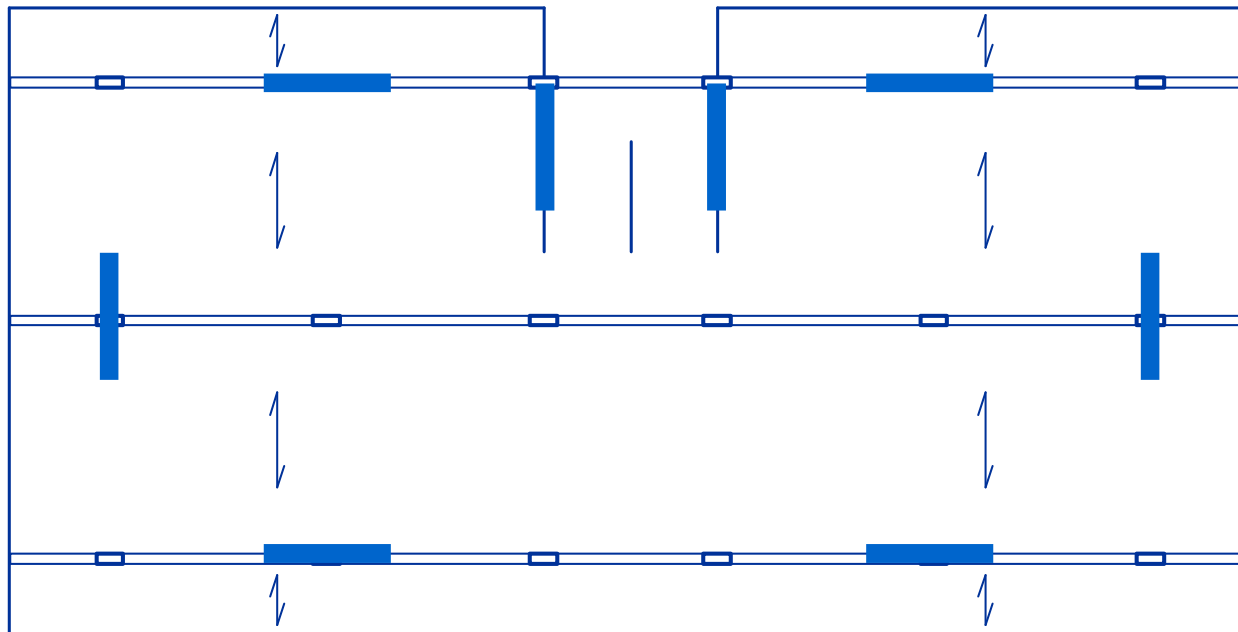


Può essere più semplice disporre un numero più alto di pareti, di dimensioni minori

# Carpenteria

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

- Occorre inserire le pareti per le azioni orizzontali
  - È bene conferire uguale rigidezza nelle due direzioni

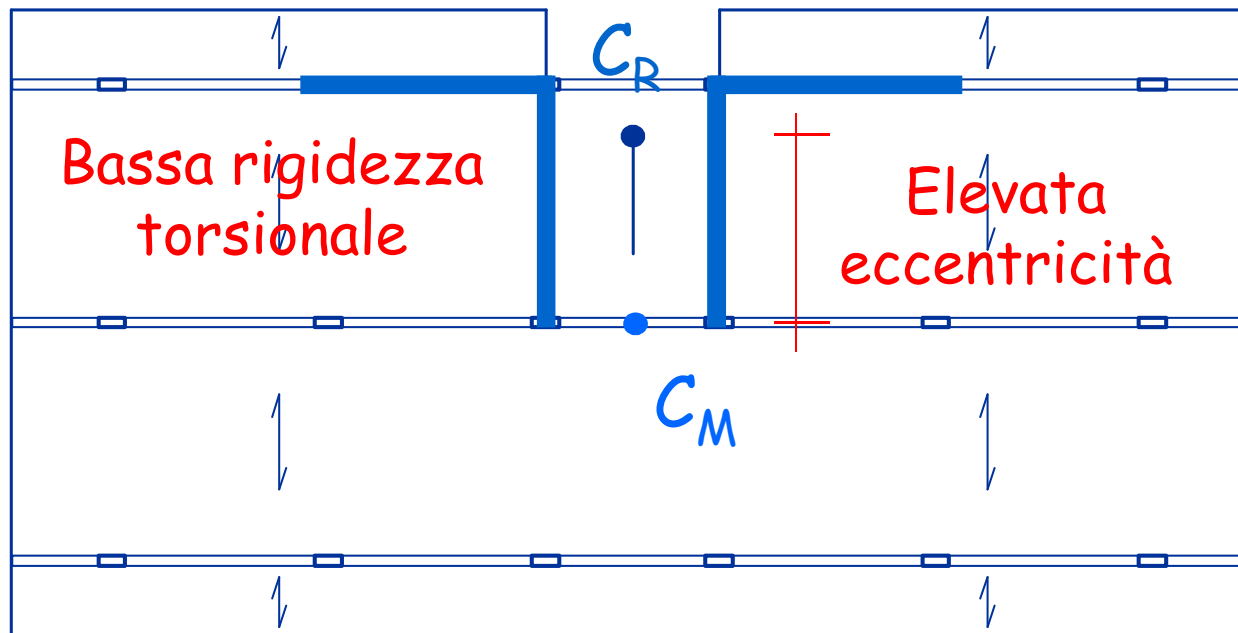


... e contemporaneamente garantire il bilanciamento e una buona rigidezza rotazionale

# Carpenteria

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

- Occorre inserire le pareti per le azioni orizzontali
  - La configurazione delle pareti deve essere bilanciata, per evitare un cattivo comportamento rotazionale

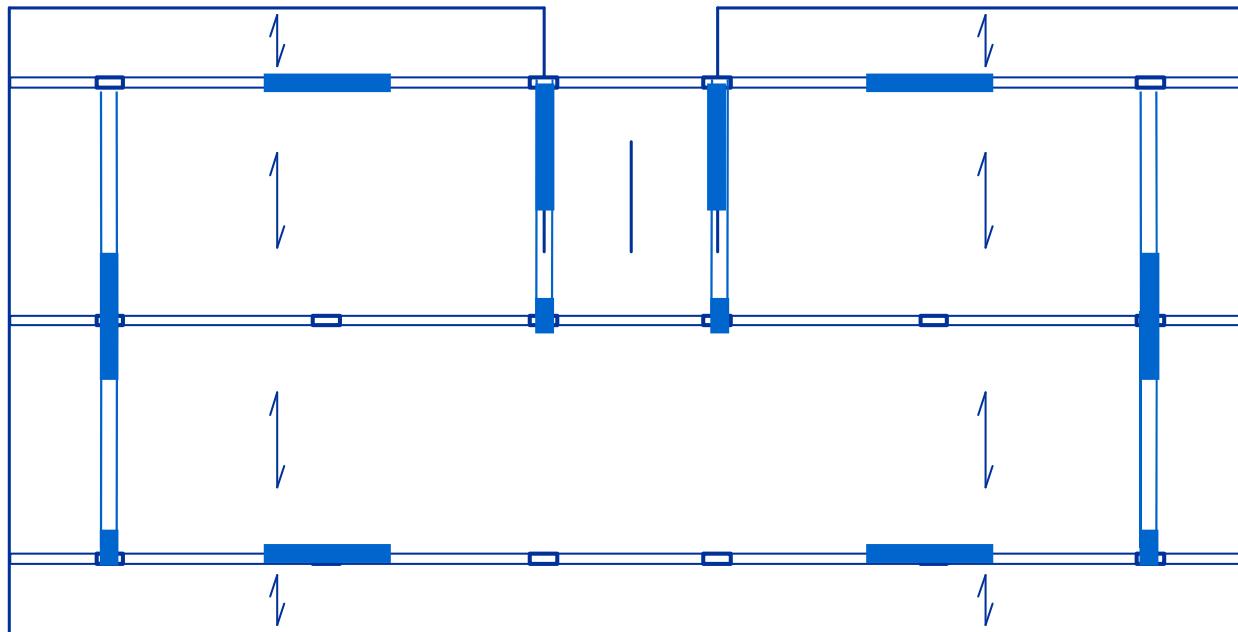


Questa configurazione non va bene

# Carpenteria

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

- Completare la struttura
  - Cercare di realizzare una configurazione bilanciata anche per i pilastri

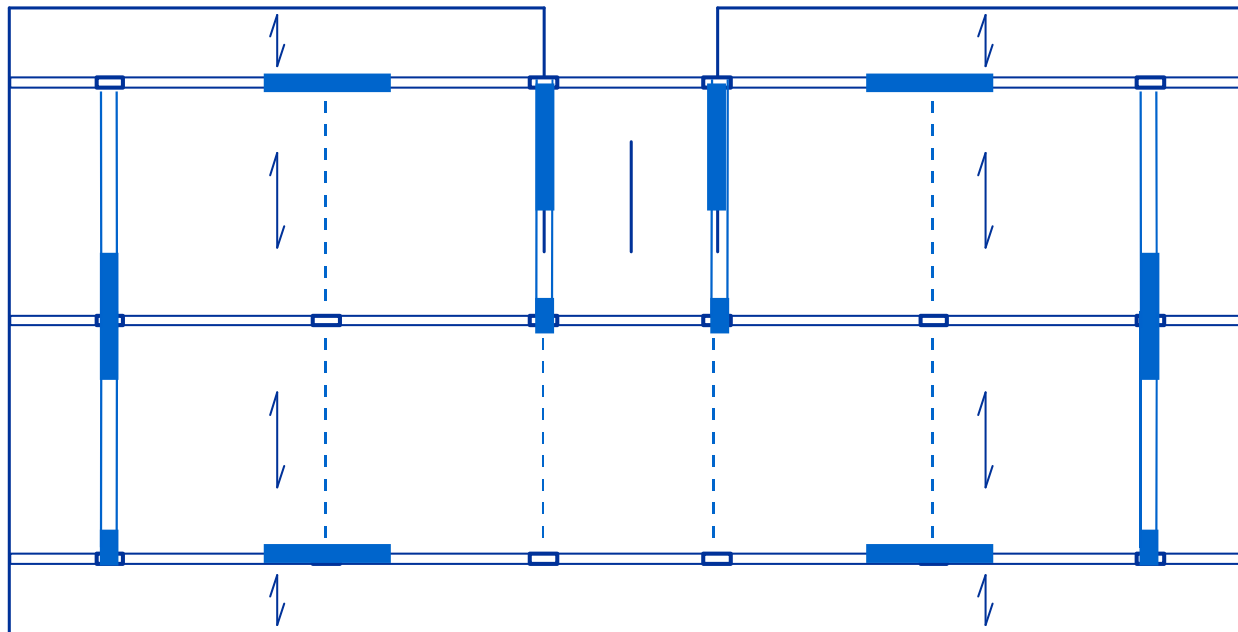


Agli ultimi piani questo potrebbe essere importante

# Carpenteria

da soli carichi verticali ad azioni orizzontali

- Completare la struttura
  - Aggiungere altre travi, a spessore, che sono però irrilevanti ai fini sismici



Esempio

# Edificio analizzato

## Tipologia:

edificio adibito a civile abitazione, a 6 piani

## Classe dell'edificio:

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

## Ubicazione:

zona sismica 2 ( $a_g = 0.25\text{ g}$ )

## Categoria di suolo:

categoria C (sabbie e ghiaie mediamente addensate)

# Edificio analizzato

Struttura portante principale:  
con pareti (singole) in cemento armato

Solai:  
in latero-cemento, gettati in opera

Scale:  
a soletta rampante (tipologia "alla Giliberti")

Piano interrato e fondazioni:  
Pareti lungo il contorno del cantinato e reticolo  
di travi rovesce

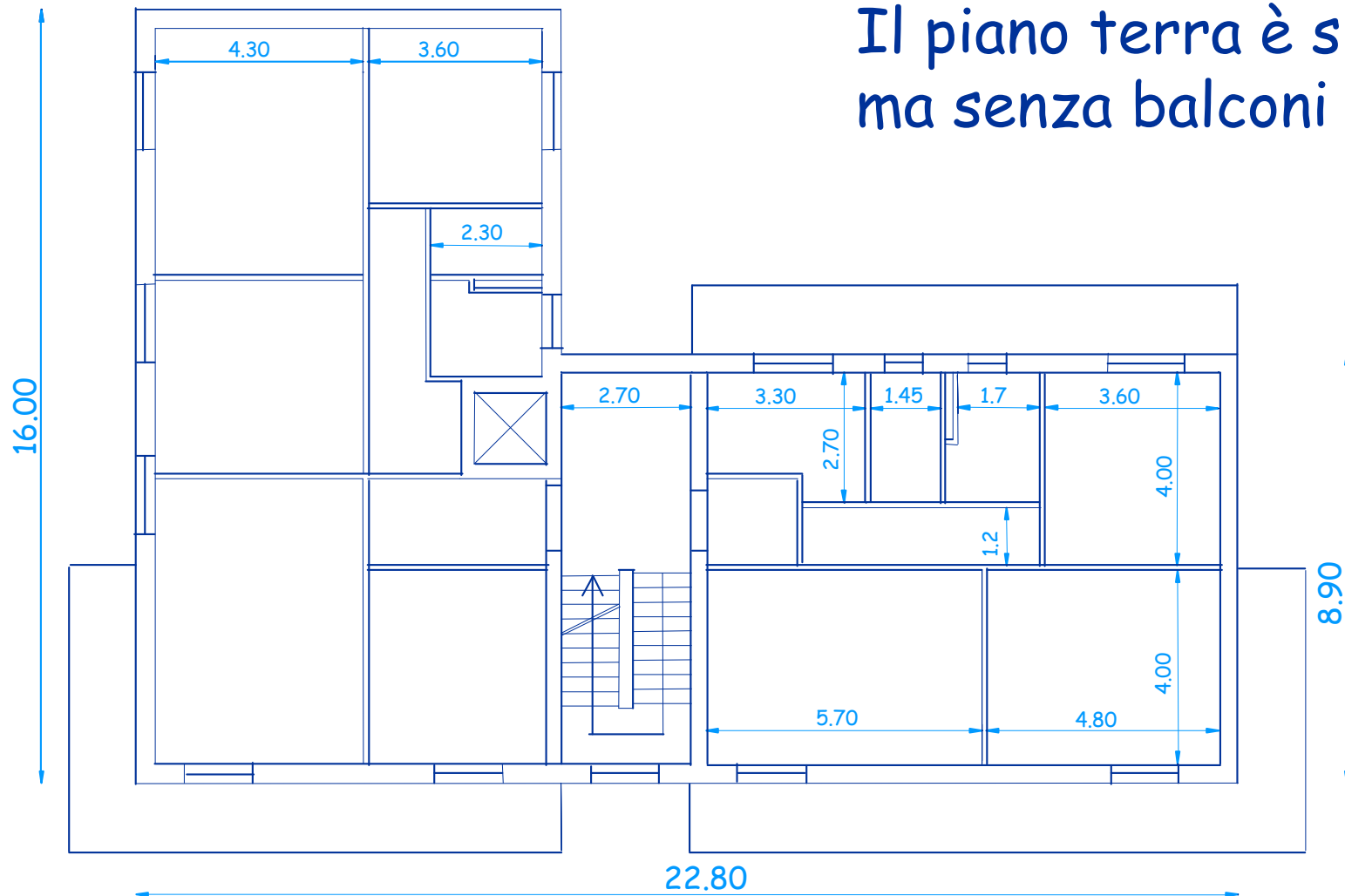
Materiali:  
calcestruzzo C25/30, acciaio B450C



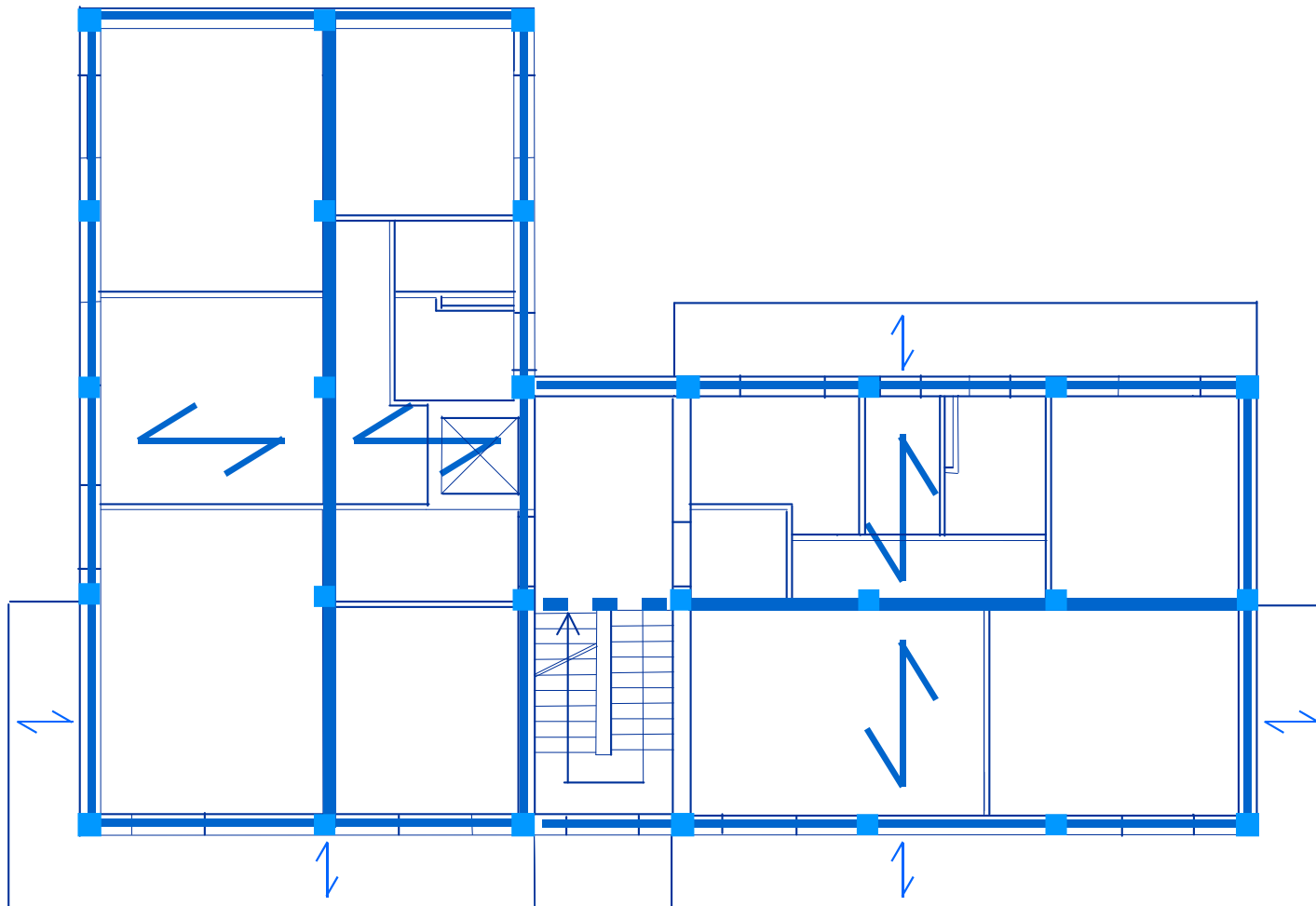


# Piano tipo

Il piano terra è simile,  
ma senza balconi



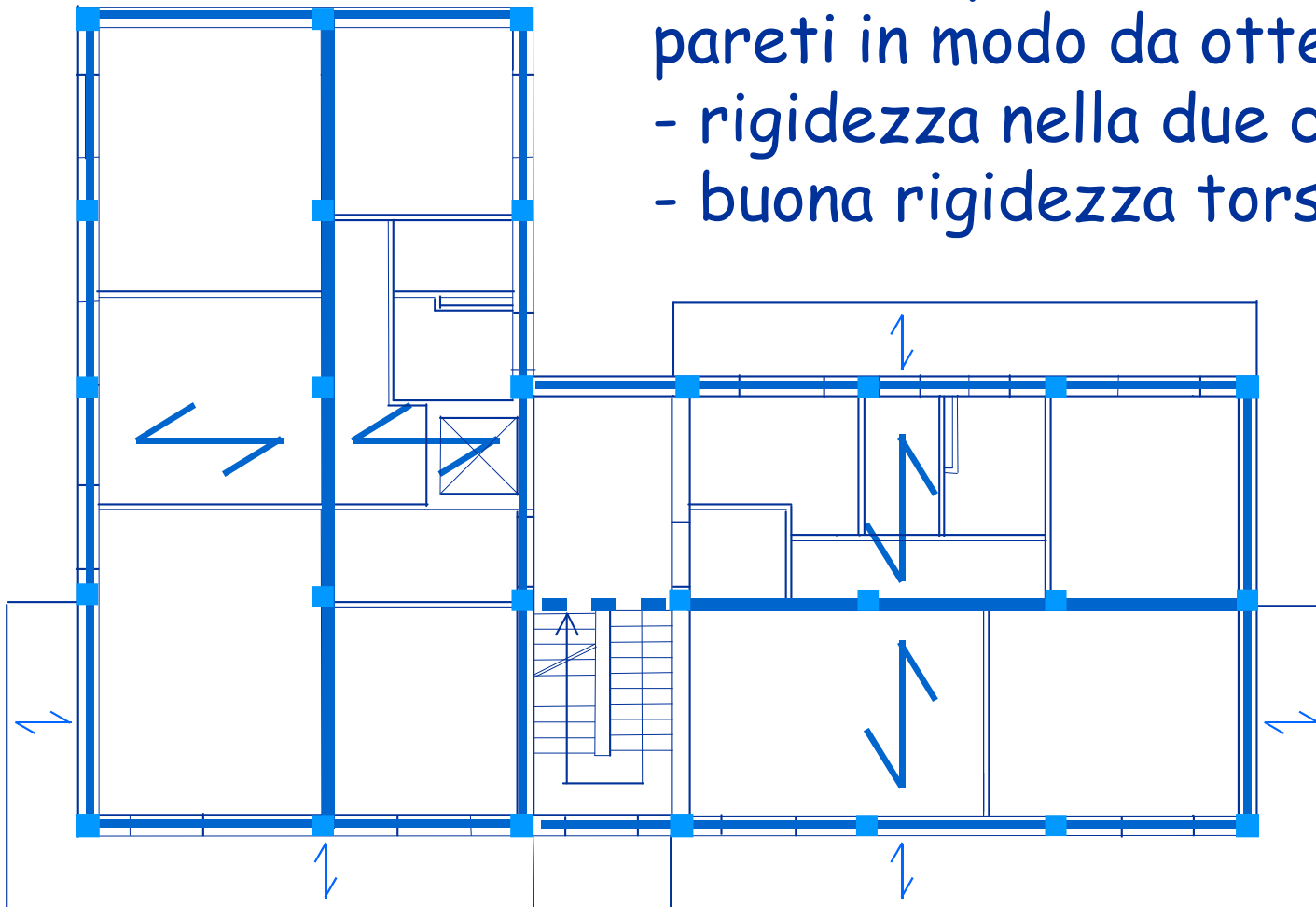
# Impostazione della carpenteria pensando ai carichi verticali



# Impostazione della carpenteria per il sisma

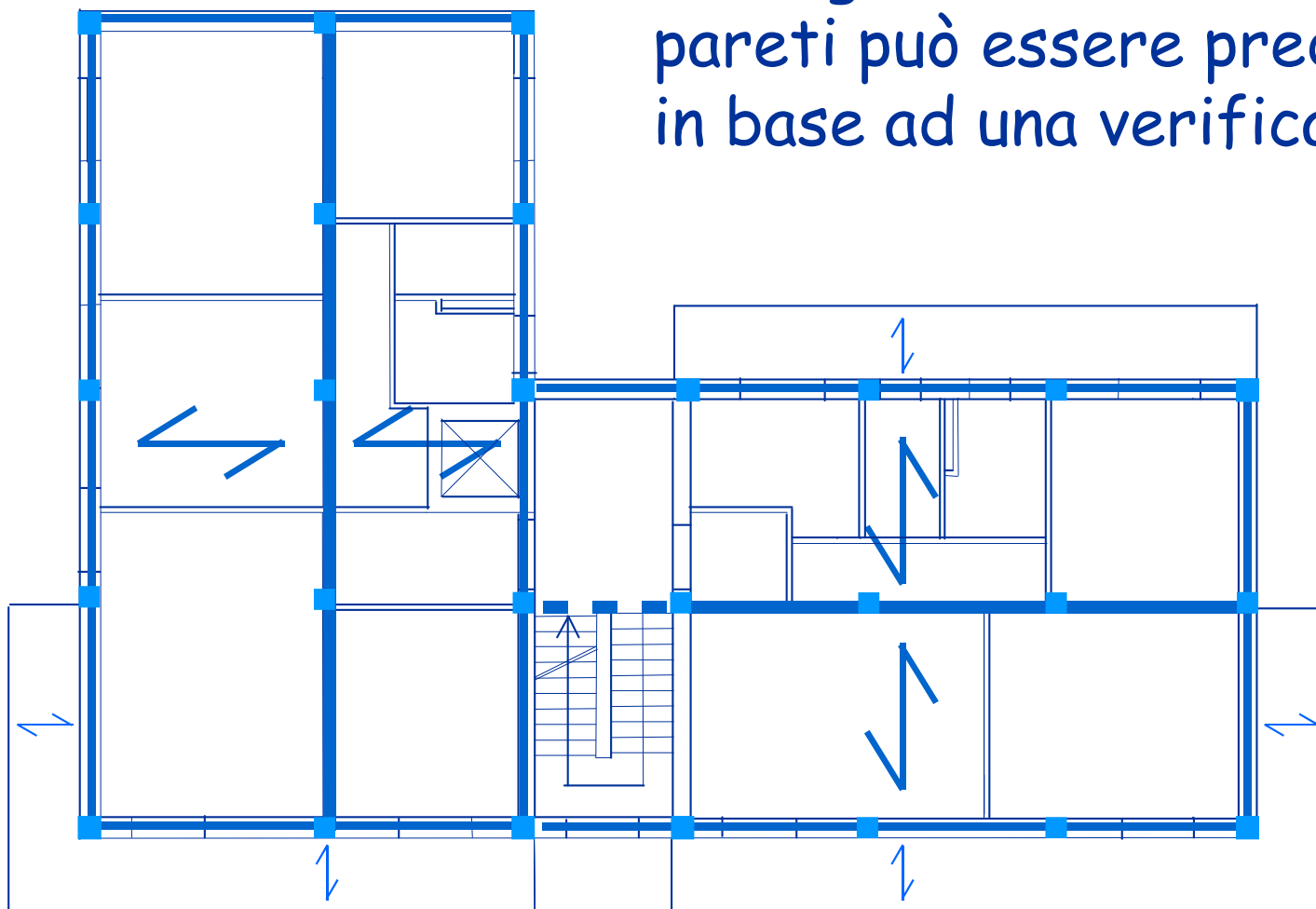
Si devono posizionare le pareti in modo da ottenere:

- rigidezza nella due direzioni
- buona rigidezza torsionale



# Impostazione della carpenteria per il sisma

La lunghezza totale delle pareti può essere predefinita, in base ad una verifica a taglio



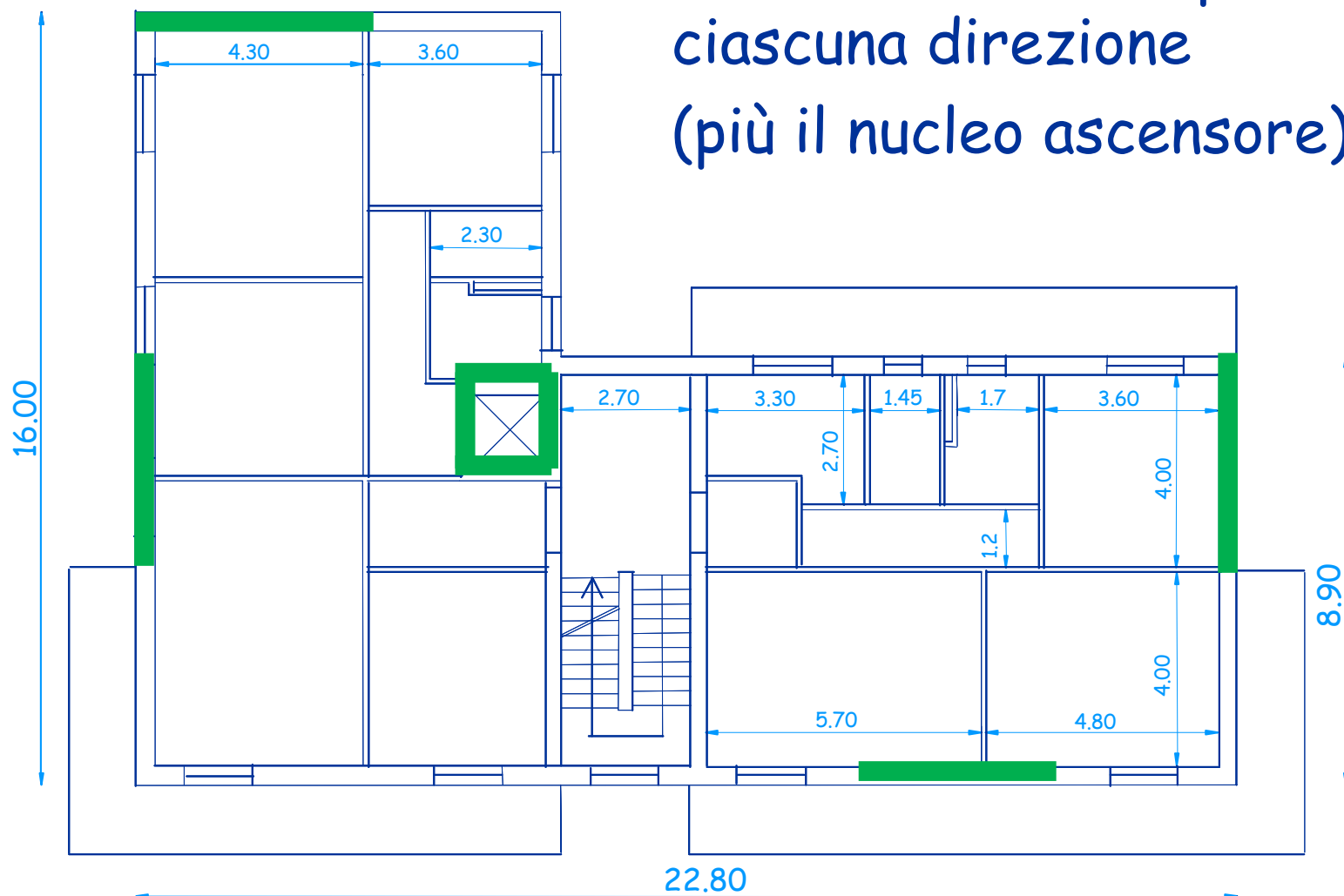
# Impostazione della carpenteria per il sisma

Soluzione con due pareti per  
ciascuna direzione  
(più il nucleo ascensore)



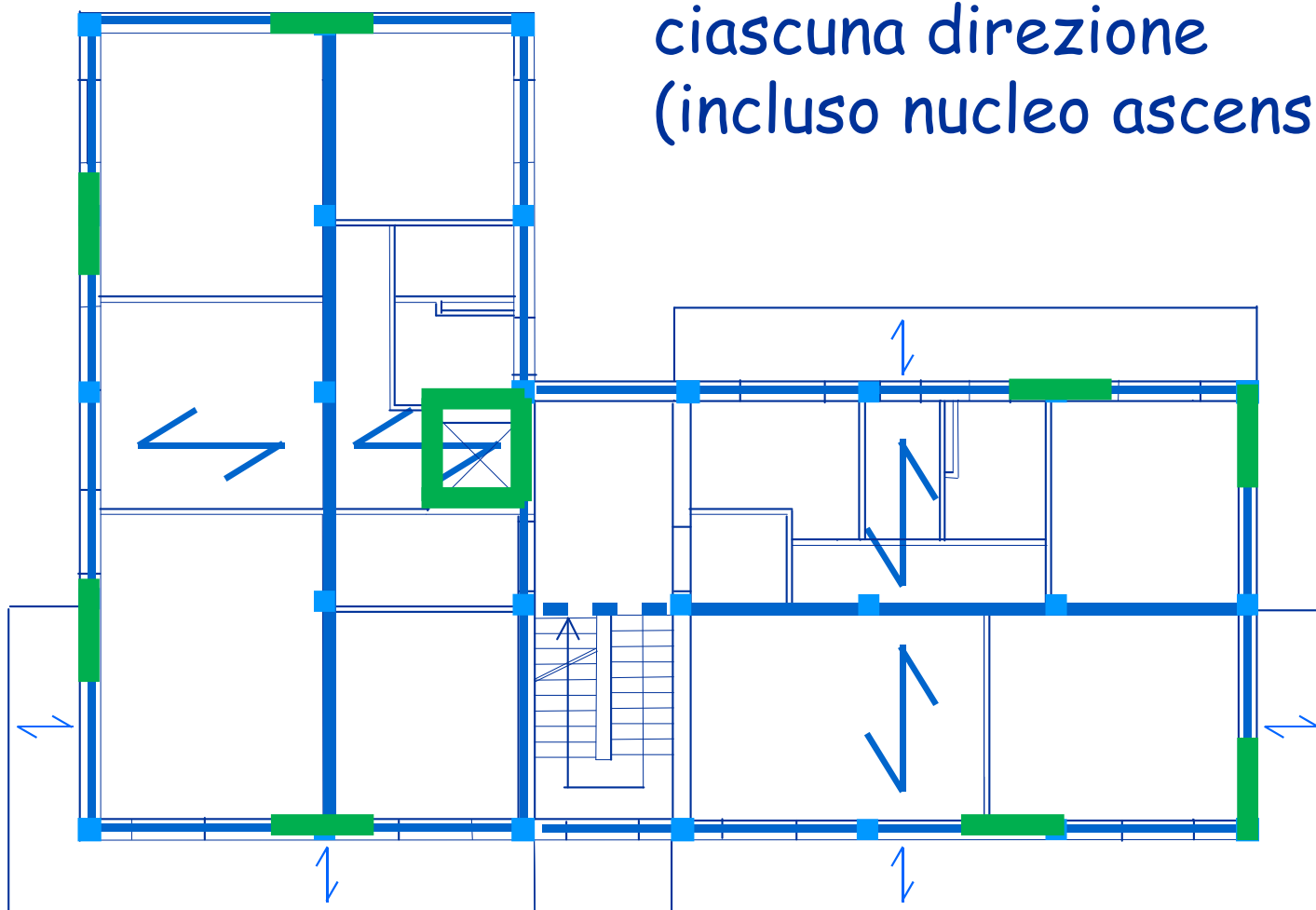
# Architettonico con le pareti

Soluzione con due pareti per  
ciascuna direzione  
(più il nucleo ascensore)



# Impostazione della carpenteria per il sisma

Soluzione con più pareti per ciascuna direzione  
(incluso nucleo ascensore)





# Architettonico con le pareti

Soluzione con più pareti per  
ciascuna direzione  
(incluso nucleo ascensore)

Tutte le pareti partono dalla scatola  
rigida (anche il nucleo ascensore)

