

Corso di laurea in Ingegneria civile strutturale e geotecnica

# Tecnica delle costruzioni

## modulo A

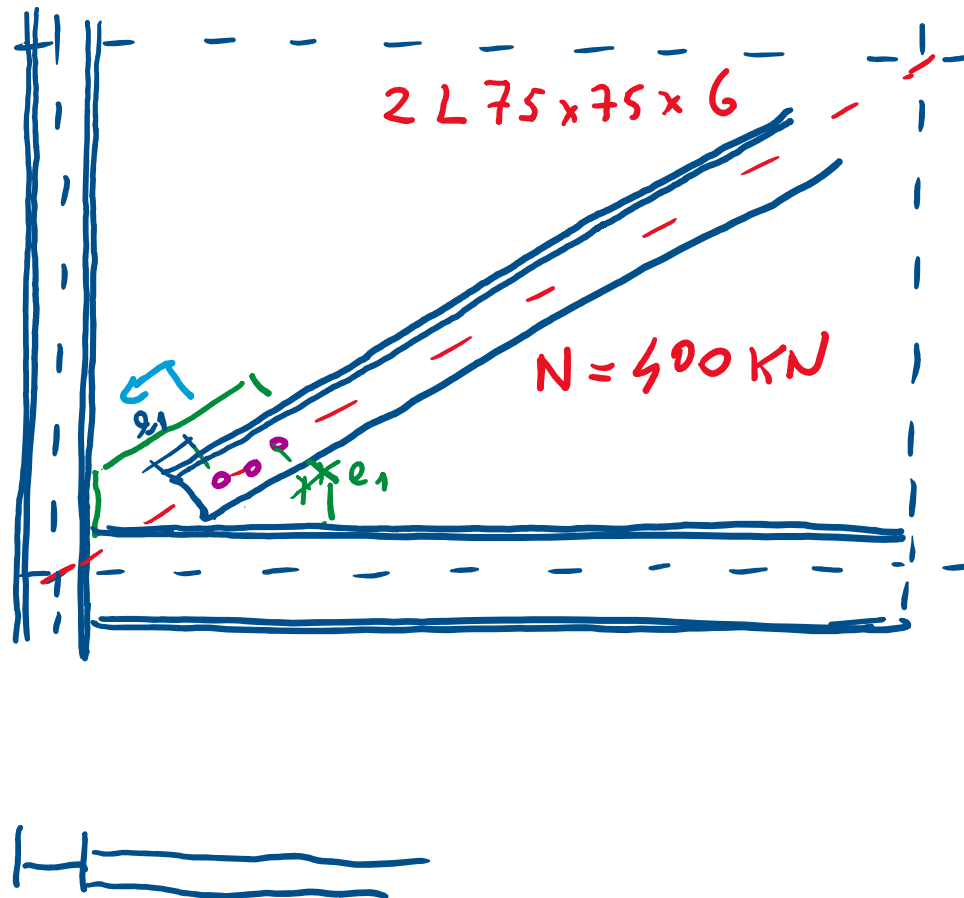
24b – Unioni bullonate

Aurelio Gherzi

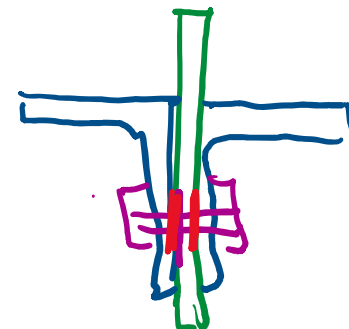
1/12/2020

# Controvento

nella struttura in acciaio, con coppia di angolari

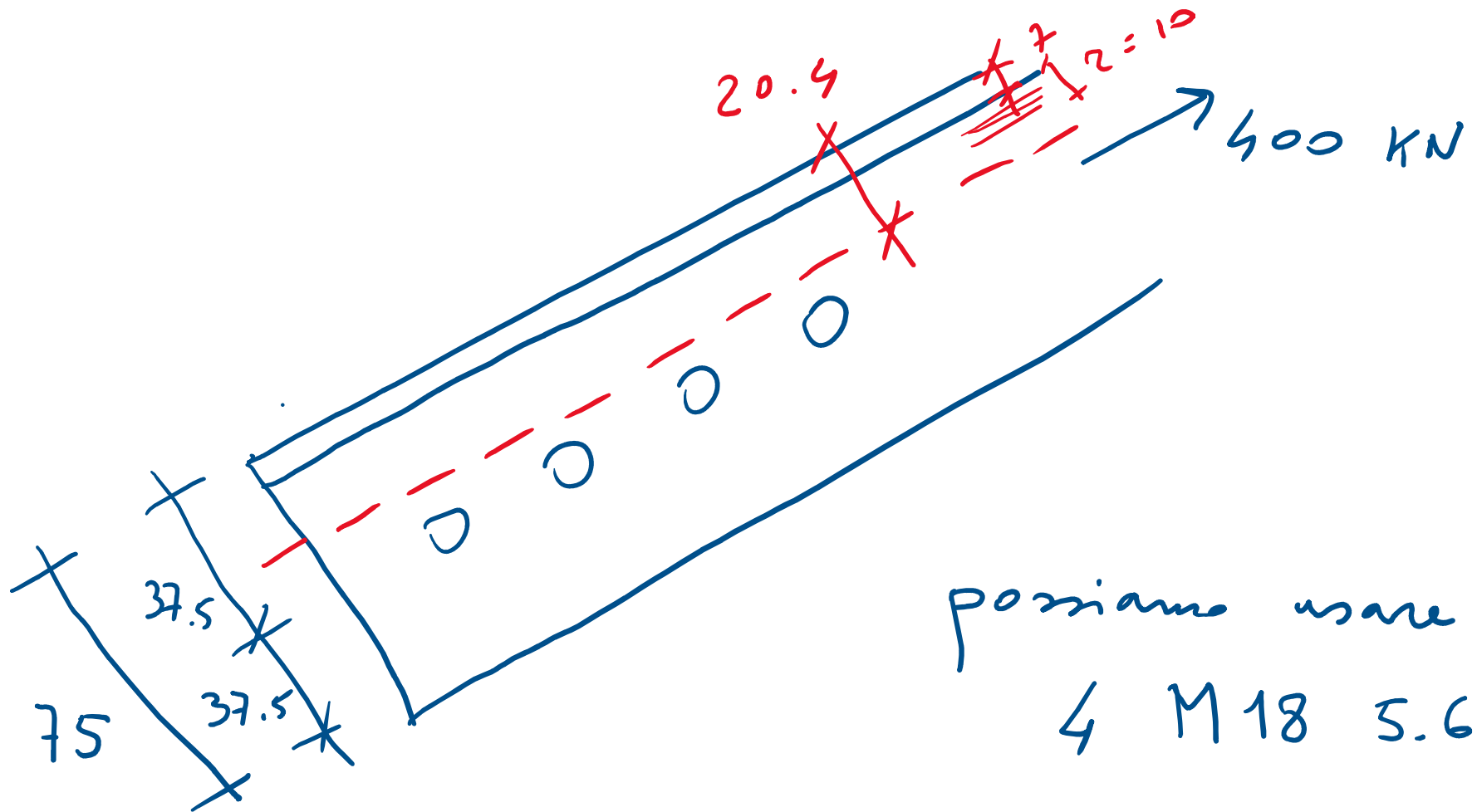


1 bulloni  
lavorano a taglio  
in quante sezioni?  
2



# Controvento

costituito da coppia di angolari

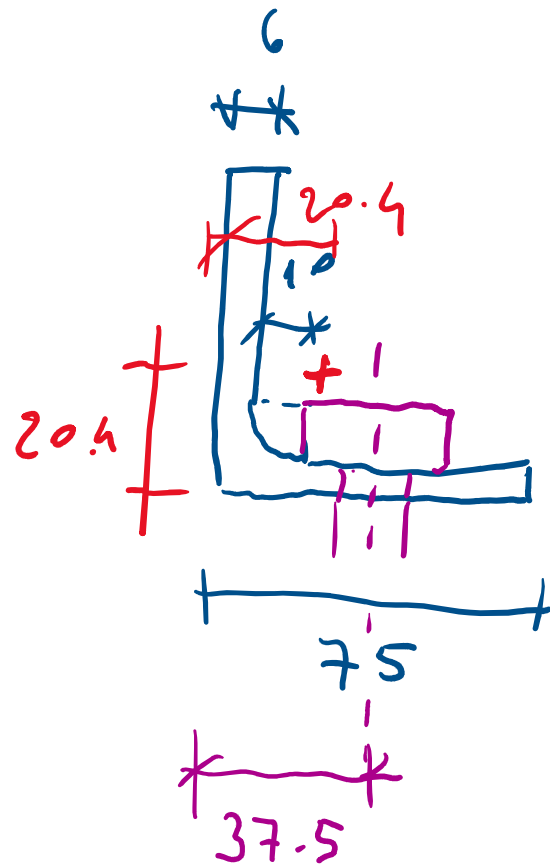


possiamo usare  
4 M 18 5.6

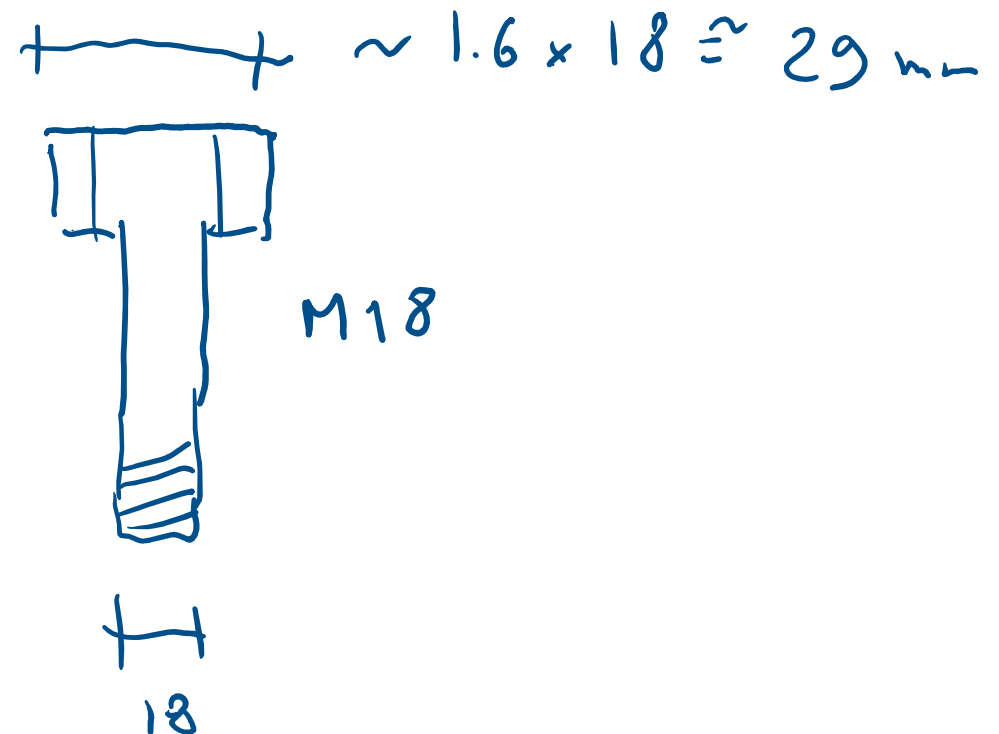
perché agisce lavoro  
in due sezioni

# Controvento

costituito da coppia di angolari



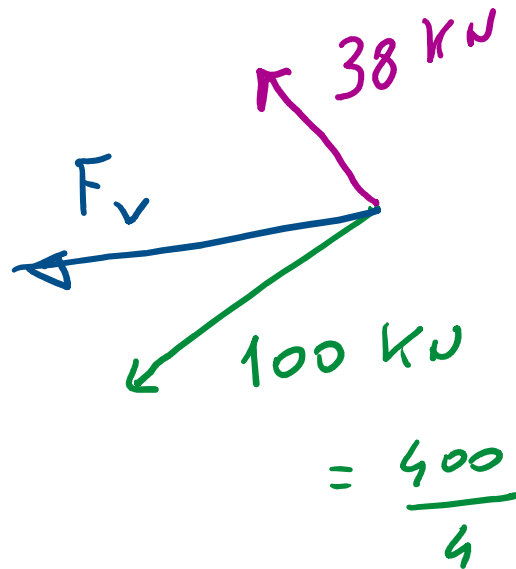
$$2 \times L 75 \times 75 \times 6$$



Non è possibile disporre i bulloni secondo la linea d'asse dell'asta, perché la testa del bullone interferirebbe con il raccordo circolare del profilo a T.  
Per questo in genere i bulloni si dispongono a metà ala (l'asse dei bulloni viene detto asse di truschino)



# Verifica della sezione di un bullone

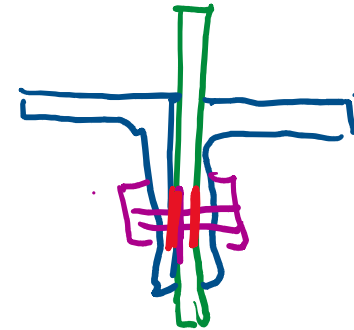


un bullone (2 sezioni)

$$F_v = \sqrt{100^2 + 38^2} = 107.0 \text{ kN}$$

per una sezione

$$F_{v,Ed} = \frac{107.0}{2} = 53.5 \text{ kN} \leq F_{v,Rd} = 61 \text{ kN}$$



# Considerazioni generali

## distribuzione delle azioni tra i bulloni

- L'acciaio è un materiale molto duttile, che raggiunto lo snervamento consente redistribuzione delle azioni tra le varie parti senza arrivare a rottura
- Il teorema statico dell'analisi limite dice che:
  - se la struttura è duttile, trovando una distribuzione di forze resistenti che garantisce l'equilibrio, la capacità ultima della struttura sarà non minore del valore così trovato
- In sostanza, possiamo ripartire tra i bulloni la forza e l'eventuale coppia da trasmettere rispettando unicamente condizioni di equilibrio

# Considerazioni generali

## distribuzione delle azioni tra i bulloni

- Possiamo ripartire tra i bulloni la forza e l'eventuale coppia da trasmettere rispettando unicamente condizioni di equilibrio
- Suggerimenti operativi:
  - In fase di progetto, trovate una qualsiasi distribuzione (coerente con il possibile movimento relativo tra i pezzi che unite) che garantisca l'equilibrio, privilegiando la semplicità di calcolo
  - Se occorre, in fase di verifica potete cercare di ottimizzare la distribuzione tra i bulloni in maniera tale da massimizzare la forza resistente  
(ma poiché questo richiede maggior fatica fatelo solo se veramente serve)

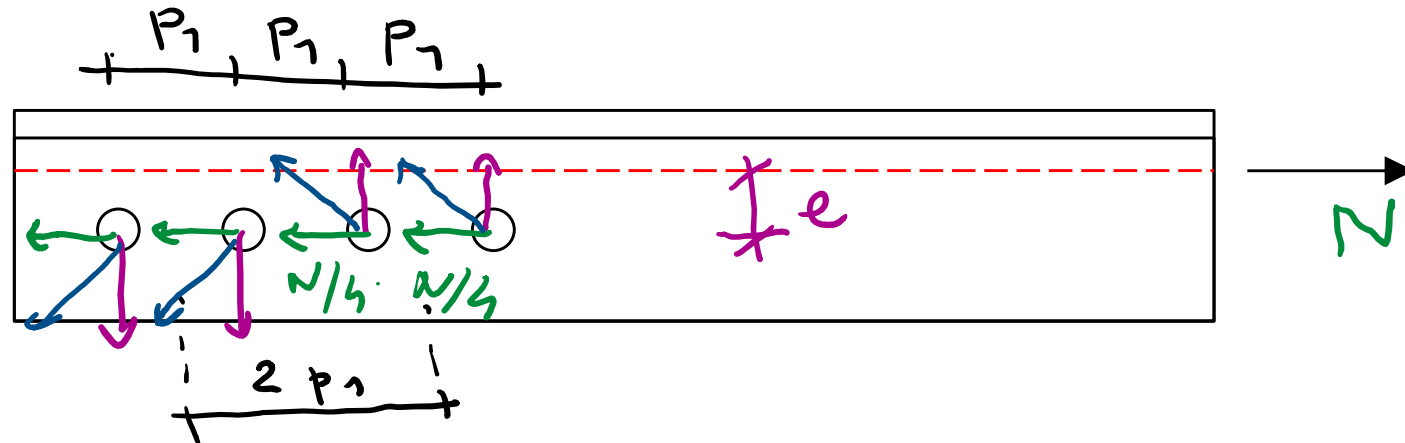


# Considerazioni generali

## distribuzione delle azioni tra i bulloni

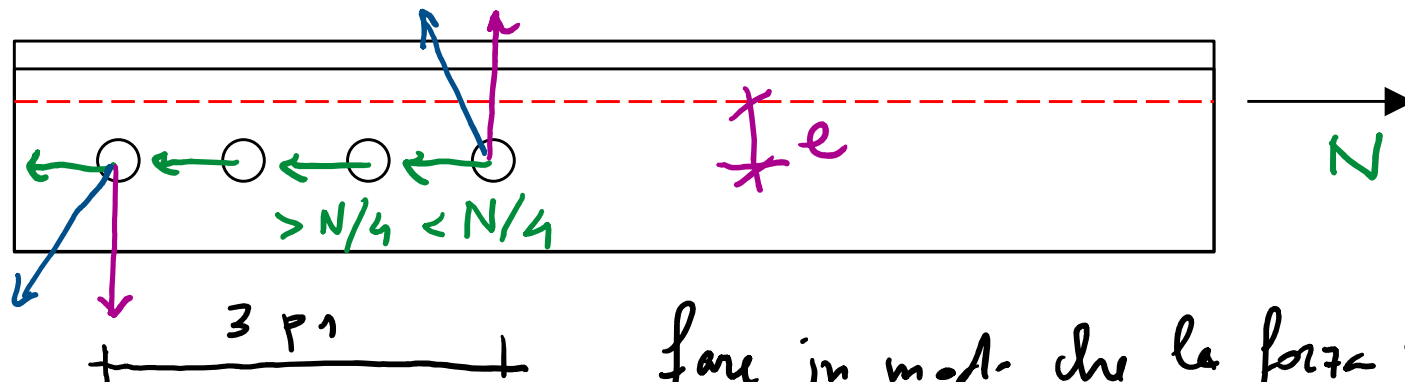
- Esempio: collegamento di angolari con 4 bulloni

Più semplice



oppure

Meno semplice  
Fornisce  $N$   
maggiore



*fare in modo che la forza nei bulloni  
di estremità sia uguale a quella nei centrali*

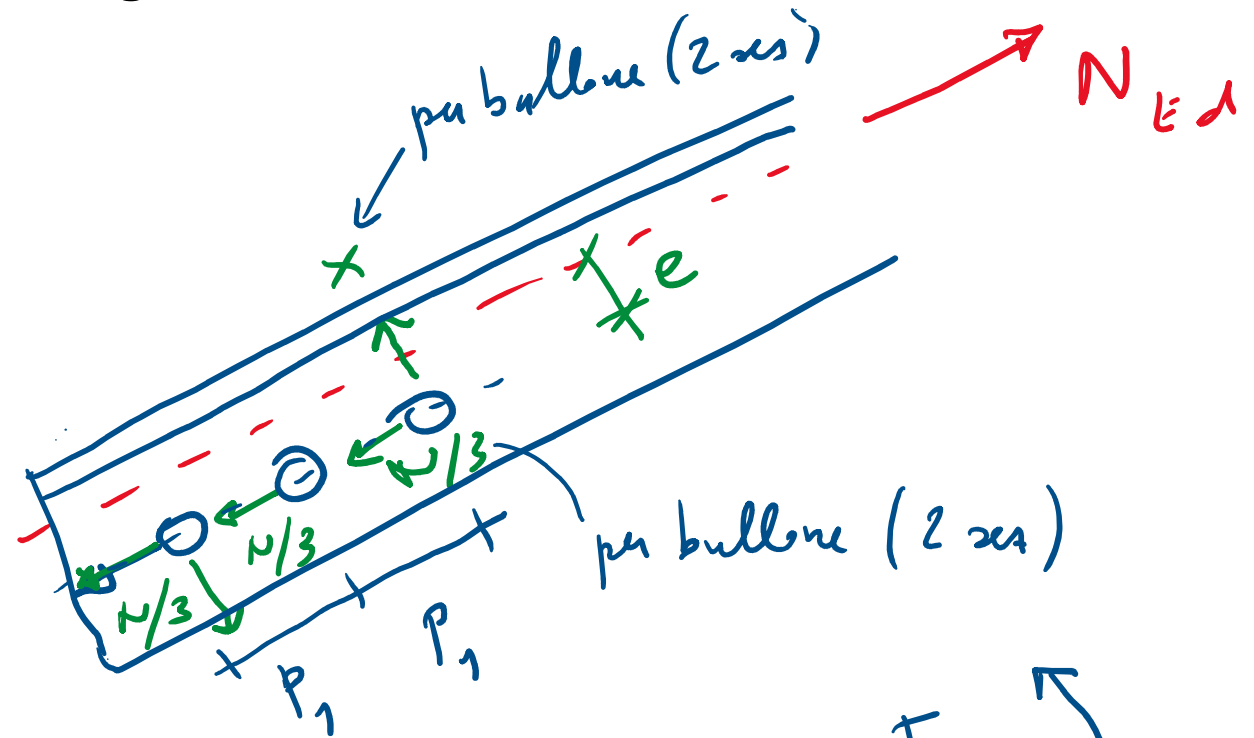
# Controvento

coppia di angolari, con 3 bulloni

Teorema statico dell'analisi

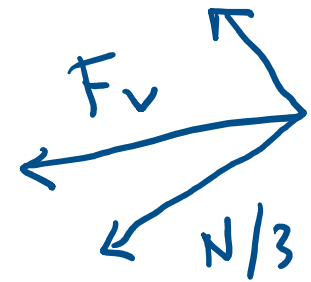
limite:

Se la struttura è duttile, trovando una distribuzione di forze resistenti che garantisce l'equilibrio, la capacità ultima della struttura sarà non minore del valore così trovato



$$x \cdot 2 p_1 = N_{Ed} \cdot e \Rightarrow x$$

ho creato differenze tra bulloni di estremità e bullone centrale



per 1 sezione

$$F_{v,Ed} = \frac{F_v}{2}$$

# Controvento

coppia di angolari, con 3 bulloni

Più semplice:

Distribuisco N in parti uguali tra i bulloni

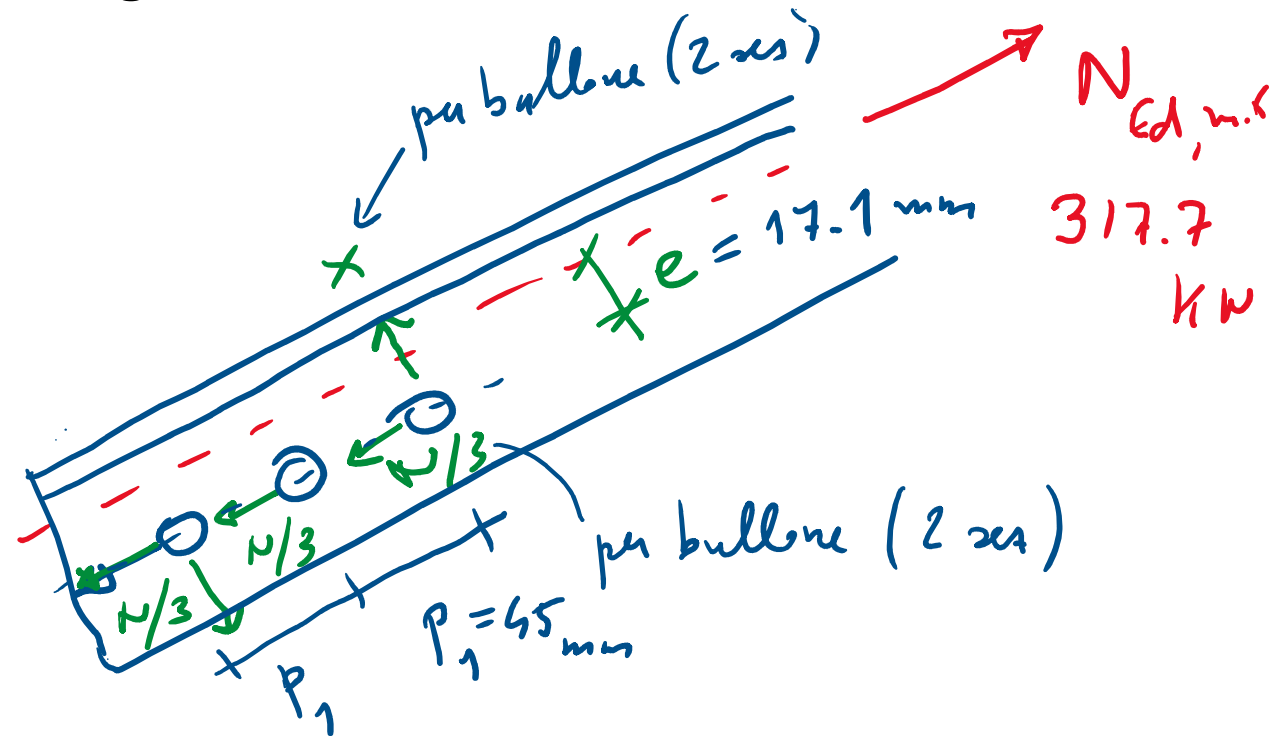
Faccio portare la coppia dai bulloni di estremità

$$\frac{N}{3} = 0.333 N$$

$$X = \frac{N e}{2 P_1} = 0.19 N$$

bullone centrale 0.333 N

bulloni estremi 0.384 N  
(risultante)



$$F_{V,Rd} = 61.0 \text{ KN} \times 2 = 122 \text{ KN}$$

2 angoli                      bulloni

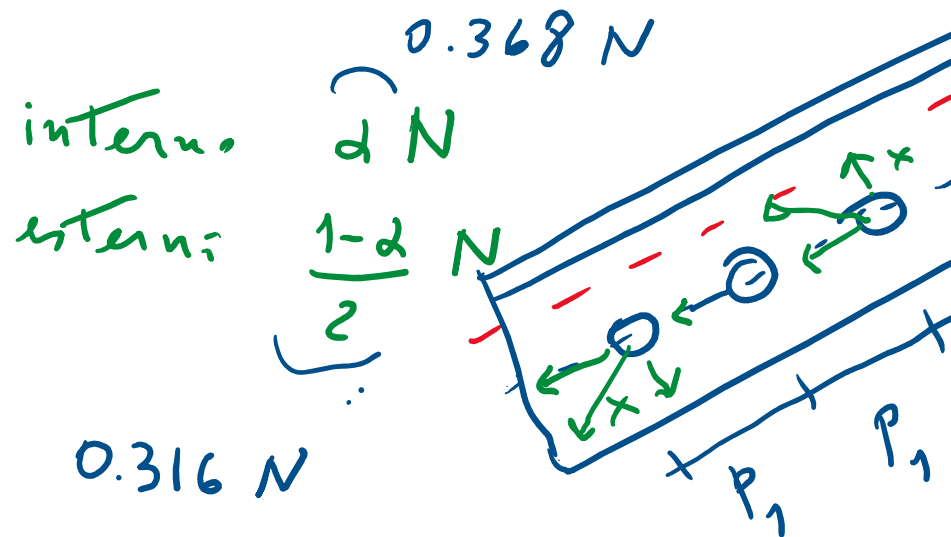
$$N_{Ed,max} = \frac{122}{0.384} = 317.7 \text{ KN}$$

# Controvento

coppia di angolari, con 3 bulloni

Meno semplice:

Distribuisco N in parti disuguali tra i bulloni



$$N_{ed, max} = \frac{122}{0.368} = 331.5 \text{ kN}$$

$$0.25(1-\alpha)^2 + 0.0361 = \alpha^2$$

$$0.25 - 0.5\alpha + 0.25\alpha^2 + 0.0361 = \alpha^2$$

$$0.75\alpha^2 + 0.5\alpha - 0.2861 = 0$$

$$\alpha = \frac{-0.5 \pm \sqrt{0.5^2 - 4 \times 0.75 \times (-0.2861)}}{2 \times 0.75} =$$

$$= 0.368$$

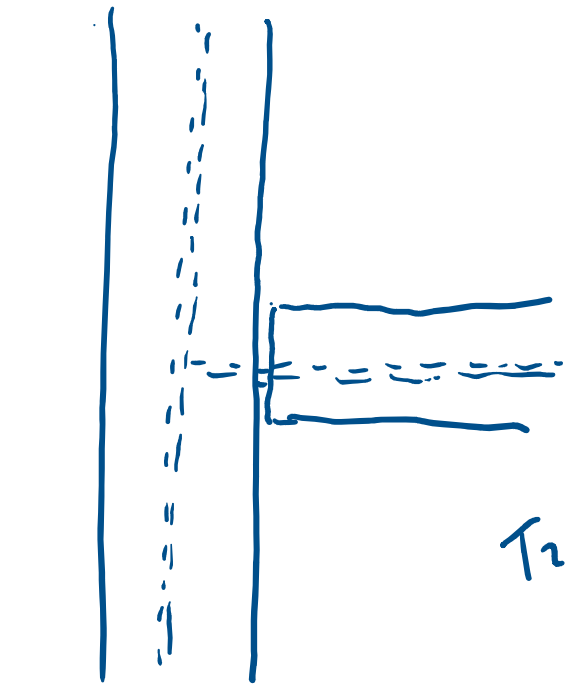
$$X = 0.19 N$$

bullo. esteri.

$$\sqrt{\left(\frac{1-\alpha}{2} N\right)^2 + (0.19 N)^2} = \sqrt{0.25(1-\alpha)^2 + 0.0361} N = \alpha N$$

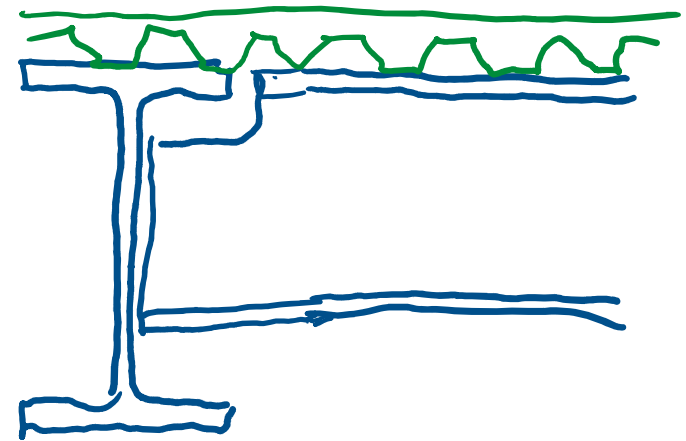
# Collegamento

trave principale – trave secondaria



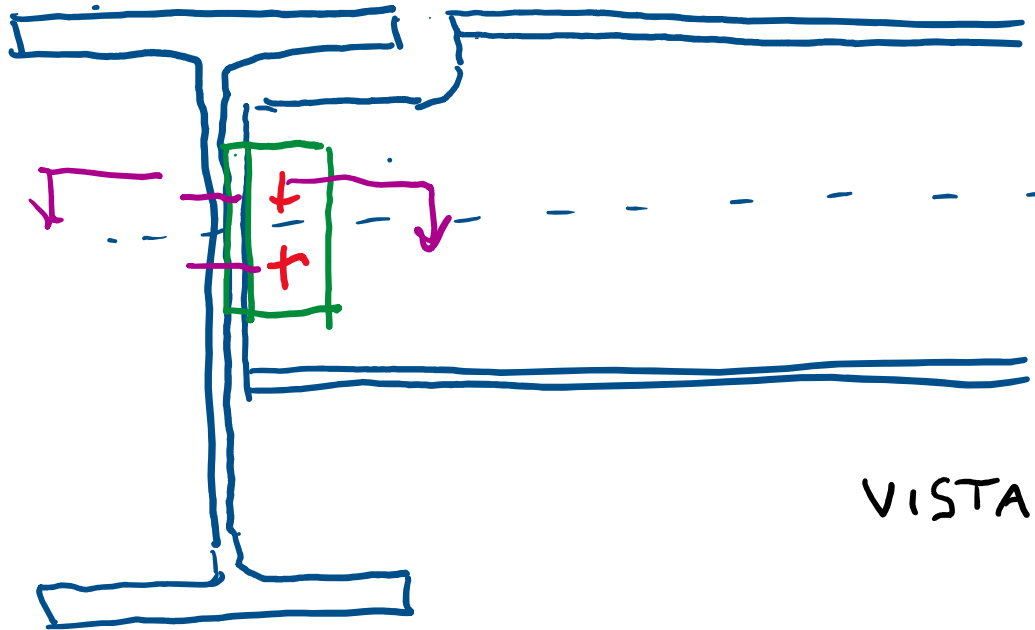
trave secondaria

trave  
principale



# Collegamento

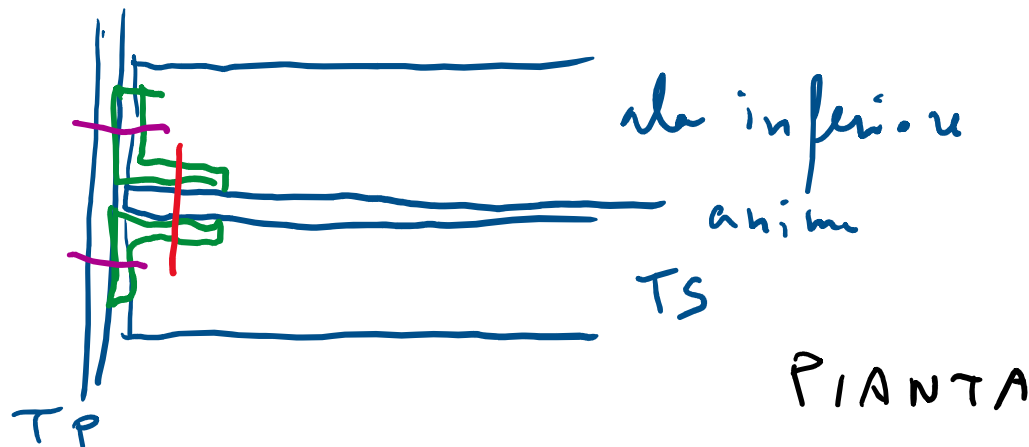
trave principale – trave secondaria



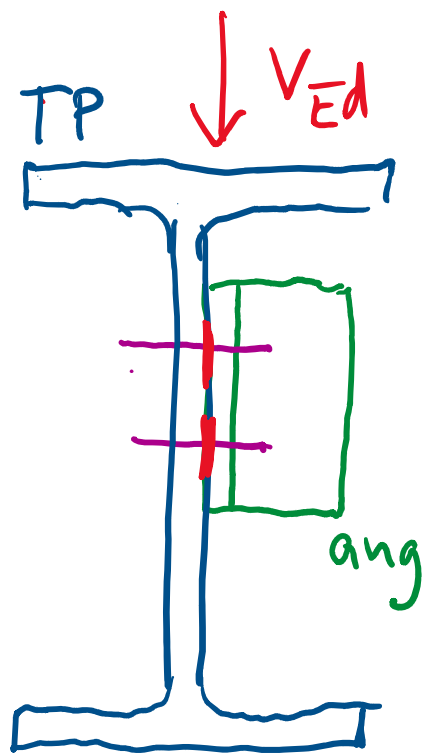
VISTA LATERALE

bulloni TS-ang  
2

bulloni ang-TP  
4 (2 per angolo)

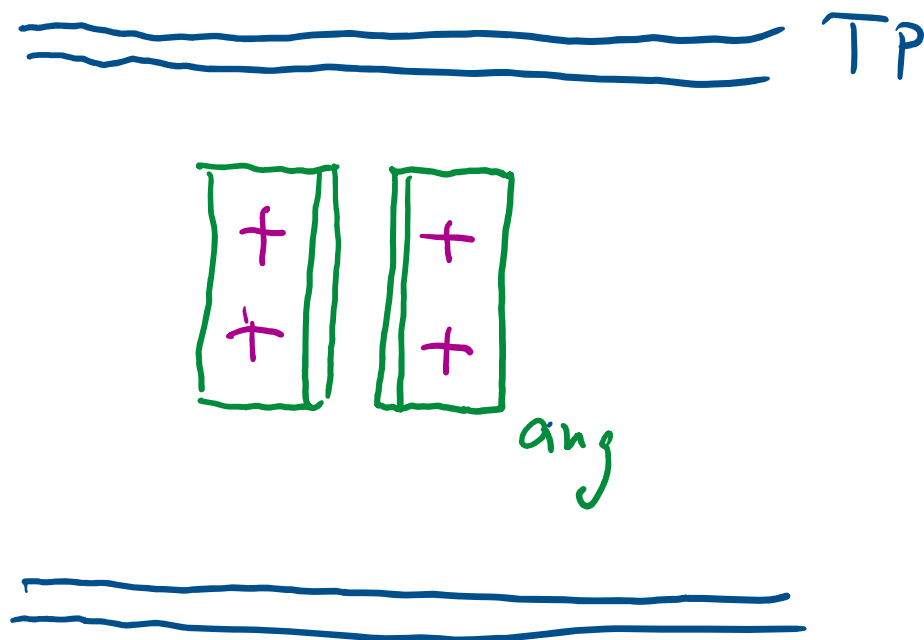


dobbiamo trasmettere  
da TS a TP  
il Taglio  $V_{Ed}$   
attraverso l'angolo



azione da trasmettere

$V_{Ed}$  di TS



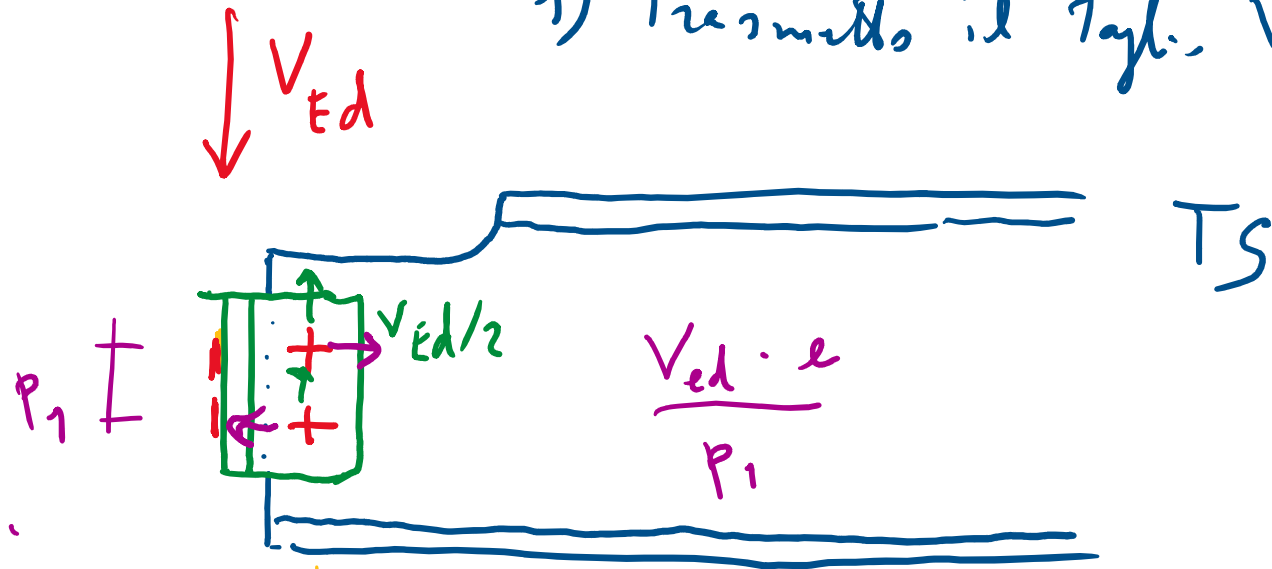
i bulloni lavorano a tagli.

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{4}$$

1) Trasmetto il Taglio  $V_{Ed}$

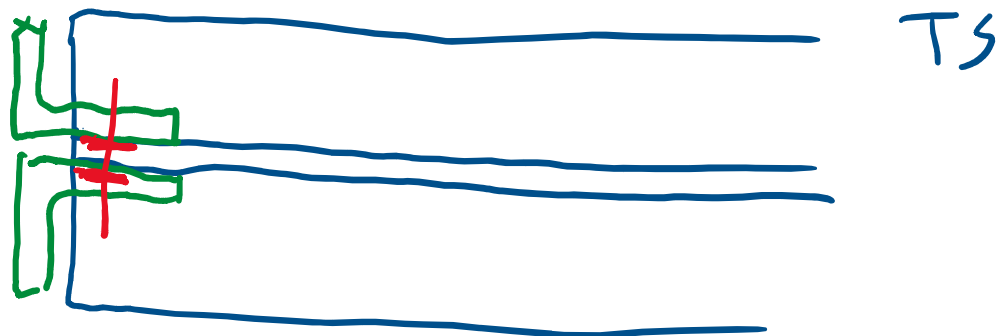
2 bulloni

2 mt./bullone



$e$  eccentricità

VISTA LATERALE



PIANTA

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{4}$$

2) c'è anche un (piccolo) momento parasistematico