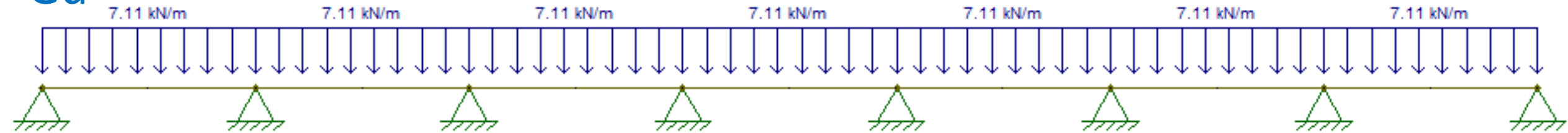


# Progetto delle armature del solaio

# Progetto delle armature del solaio

Che schemi di carico dobbiamo considerare?

Gd



E il carico variabile?

Deve essere considerato Qd in modo da massimizzare la sollecitazione

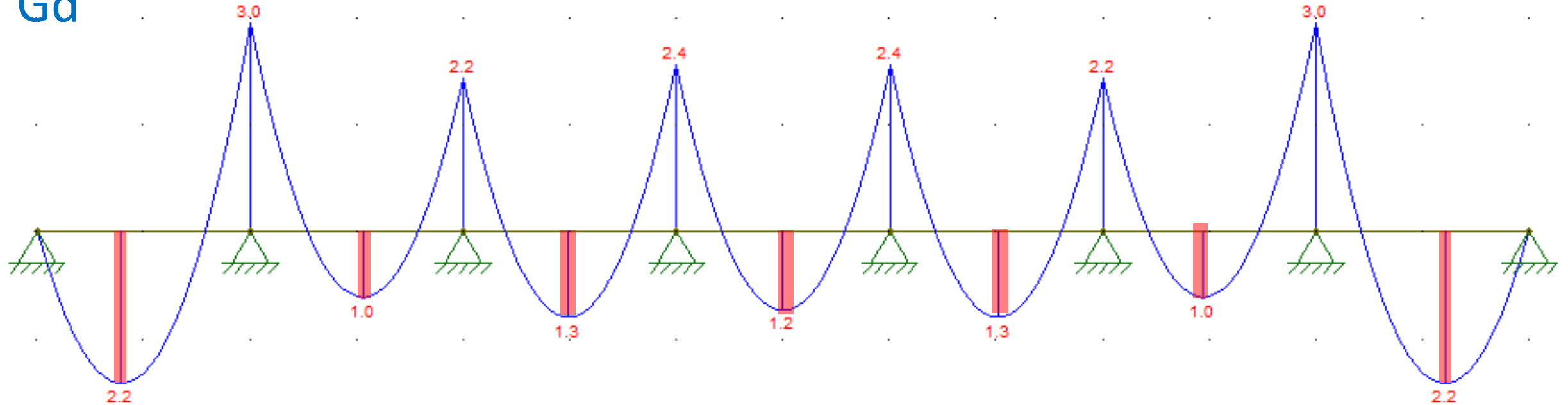


La sollecitazione in quale punto?

# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile deve essere considerato in modo da massimizzare la sollecitazione...

Gd

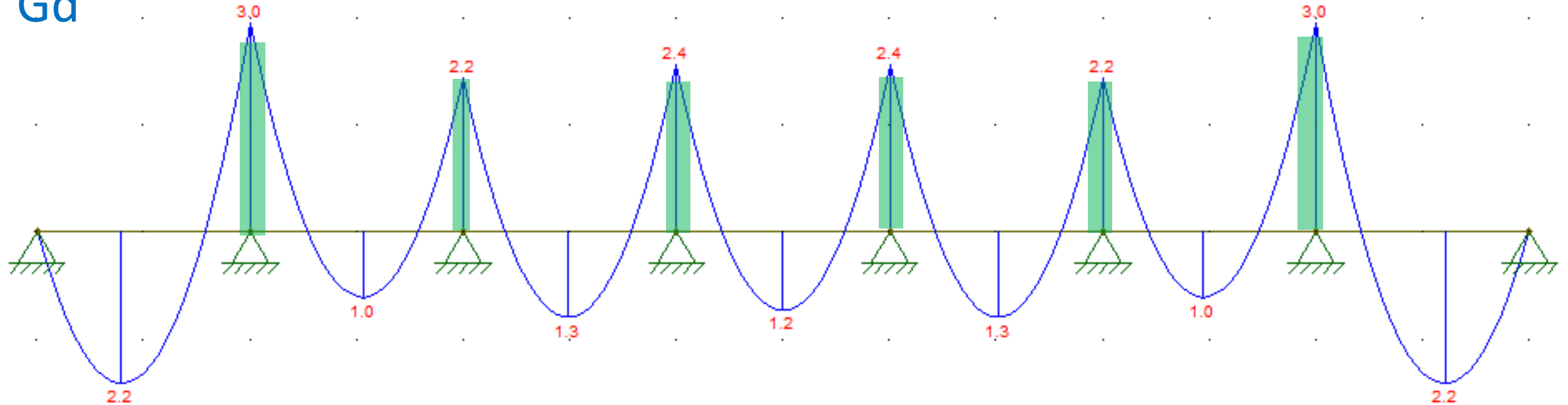


1)... delle sezioni in campata ( $M+$ )...

# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile deve essere considerato in modo da massimizzare la sollecitazione...

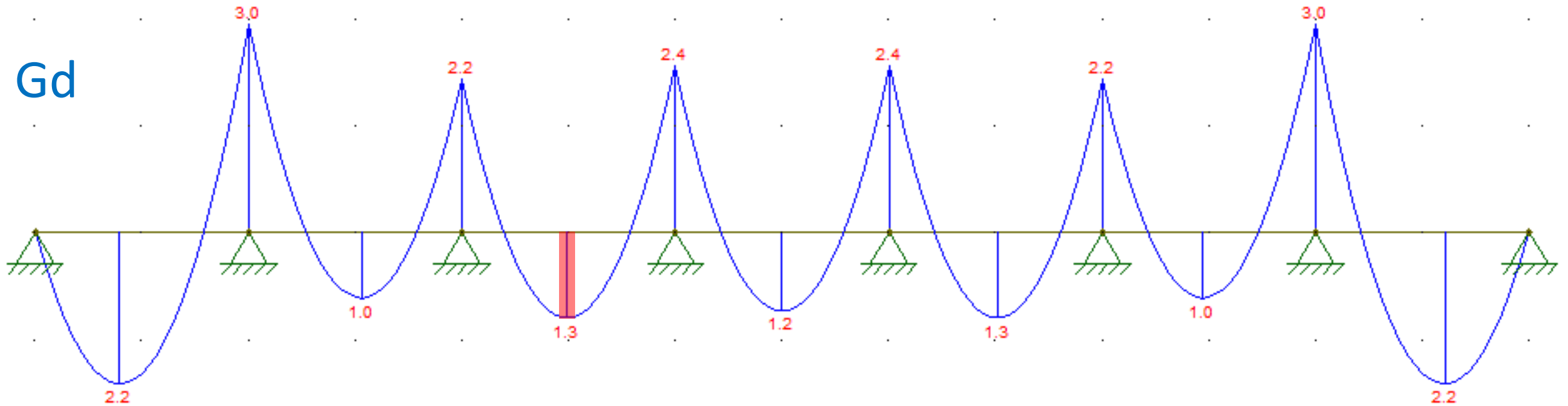
Gd



2)... e delle sezioni agli appoggi (M-).

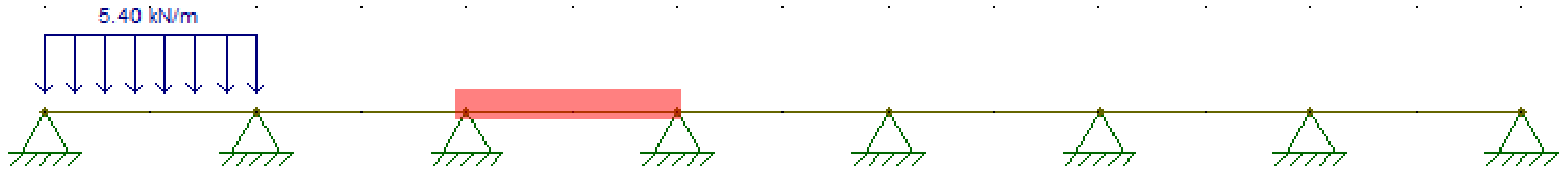
# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**

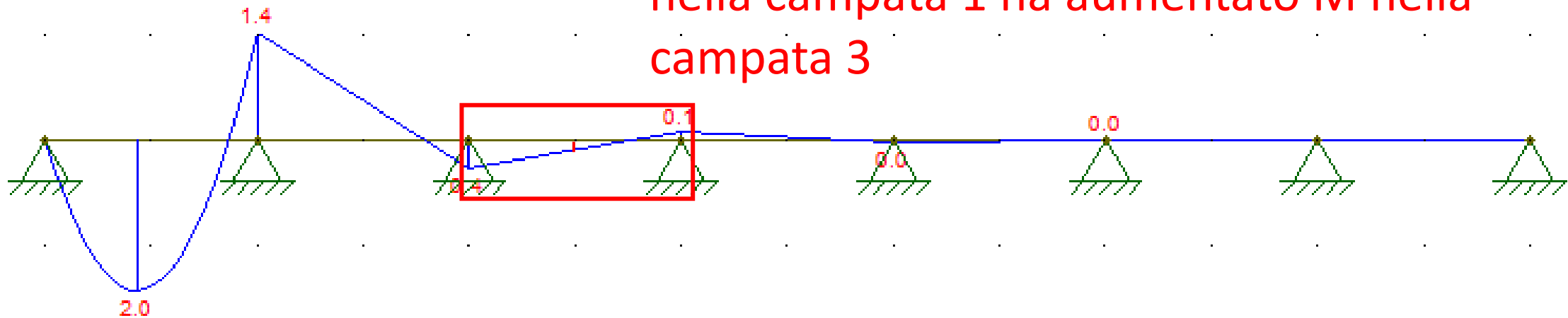


# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**

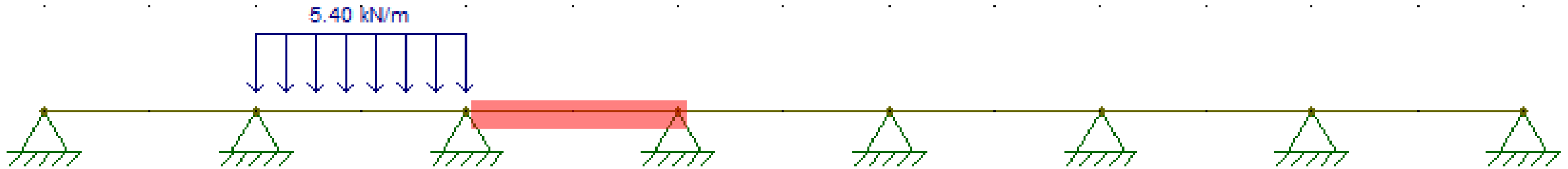


C'è un momento  $M+$  in campata  $\rightarrow$  Qd  
nella campata 1 ha aumentato  $M$  nella  
campata 3

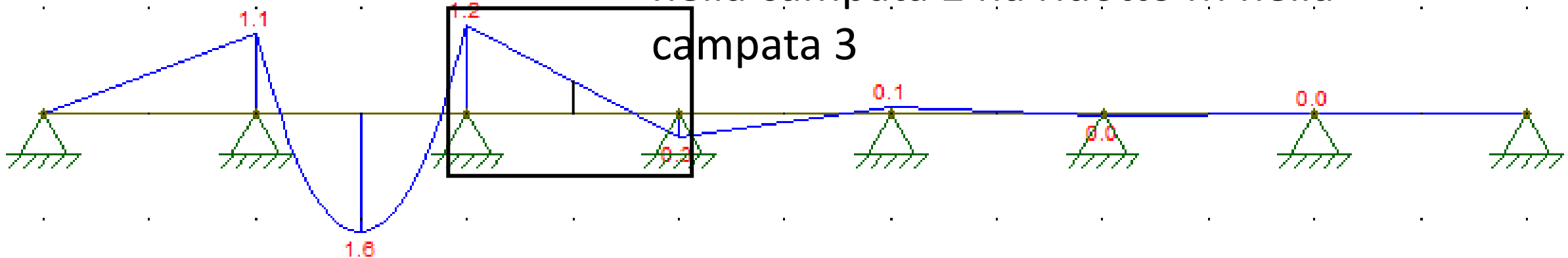


# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**



C'è un momento  $M^-$  in campata  $\rightarrow Q_d$   
nella campata 2 ha ridotto  $M$  nella  
campata 3

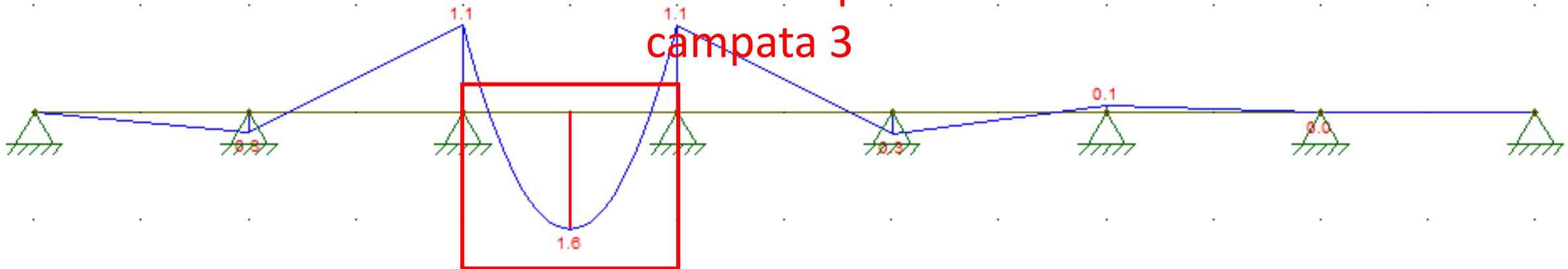


# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la sollecitazione in campata

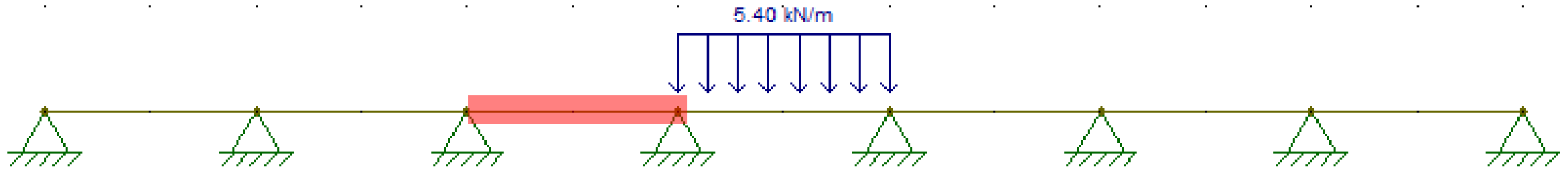


C'è un momento  $M+$  in campata  $\rightarrow$  Qd  
nella campata 3 ha aumentato  $M$  nella  
campata 3

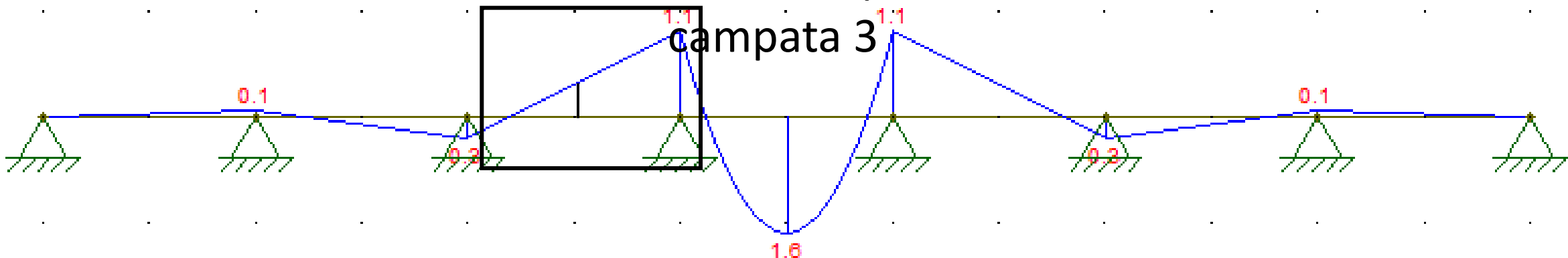


# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**

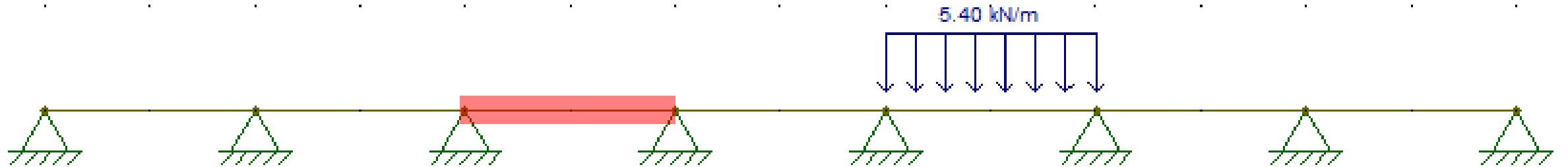


C'è un momento  $M^-$  in campata  $\rightarrow Qd$   
nella campata 4 ha ridotto  $M$  nella  
campata 3

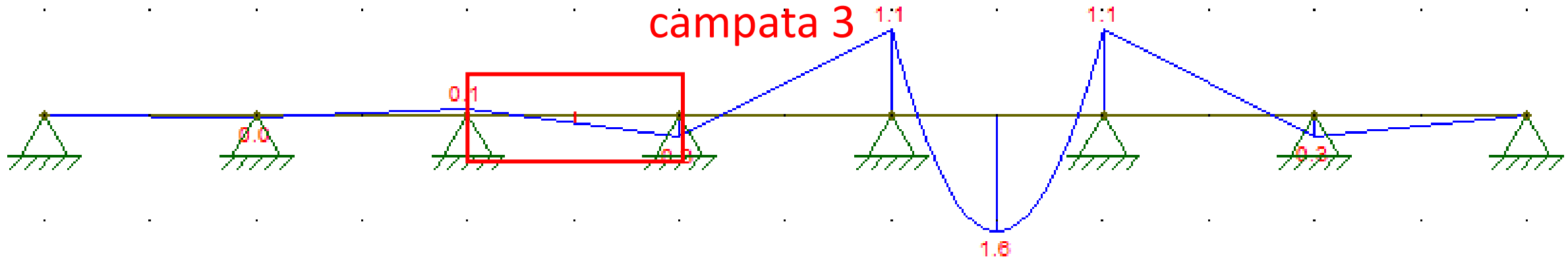


# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**



C'è un momento  $M+$  in campata  $\rightarrow$  Qd  
nella campata 5 ha aumentato  $M$  nella  
campata 3



# Progetto delle armature del solaio

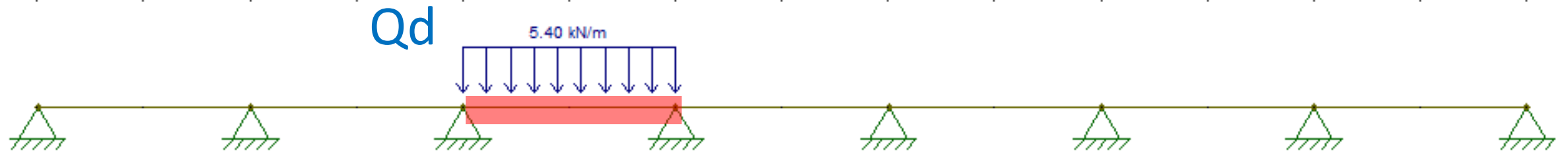
Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**



Quindi il carico  $Q_d$  nella campata  $i$ -esima aumenta il  $M+$  anche nella campata  $i-2$  e  $i+2$ .

# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**

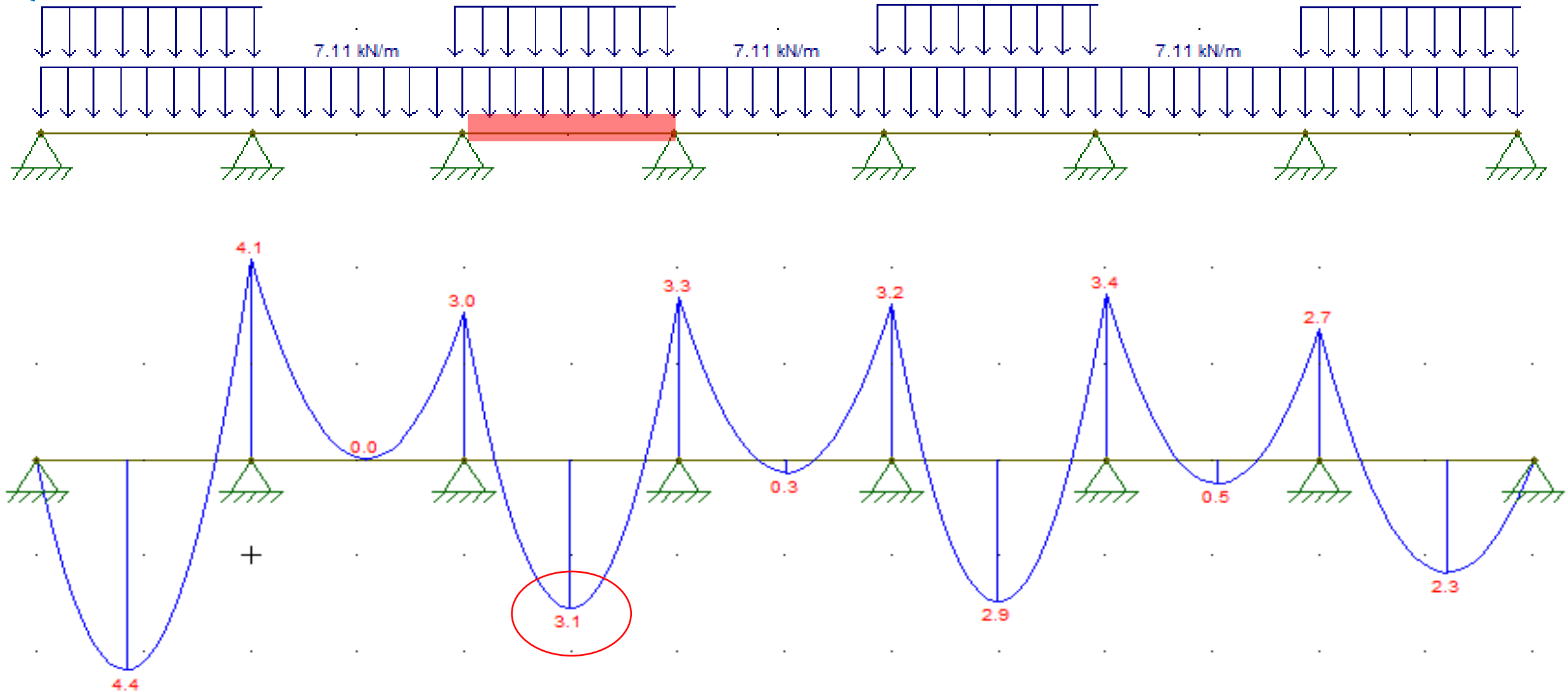


Quindi il carico  $Q_d$  nella campata  $i$ -esima aumenta il  $M+$  anche nella campata  $i-2$  e  $i+2$ .

Quindi per massimizzare il momento nella campata 3 dovrò applicare  $Q_d$  nella campata 1, 3, 5, 7....

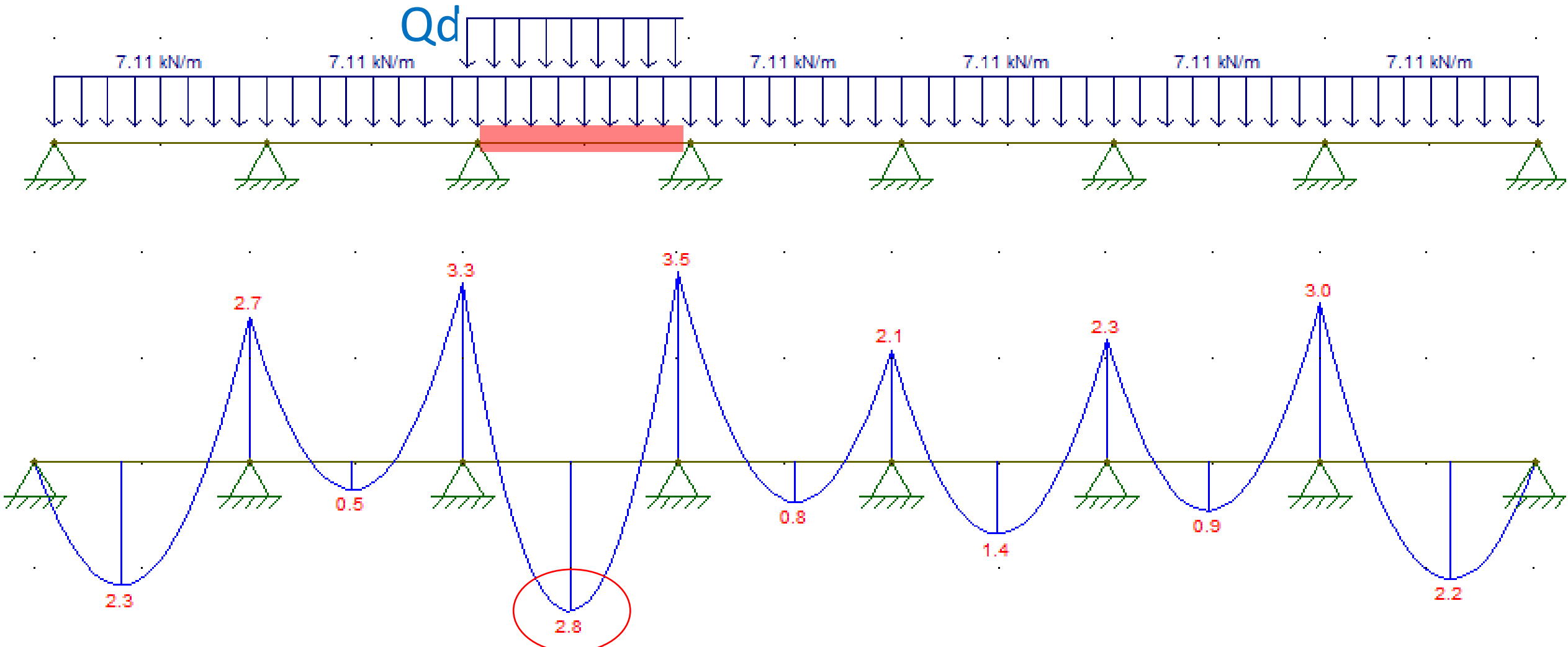
# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la sollecitazione in campata  $Q_d$



# Progetto delle armature del solaio

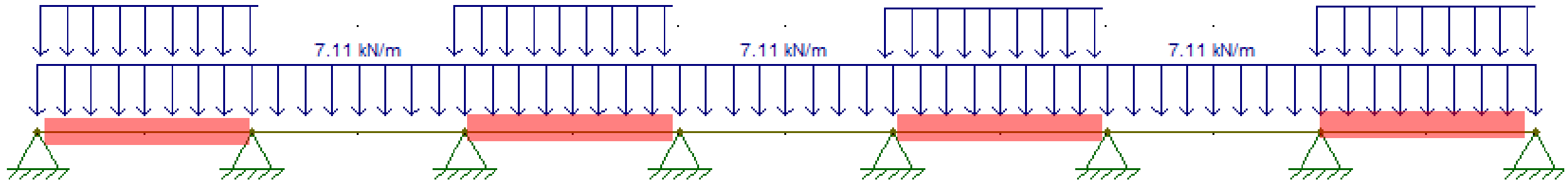
Se avessi messo solo  $Q_d$  nella campata 3 avrei avuto un  $M$  in campata più basso rispetto alla combinazione corretta!!



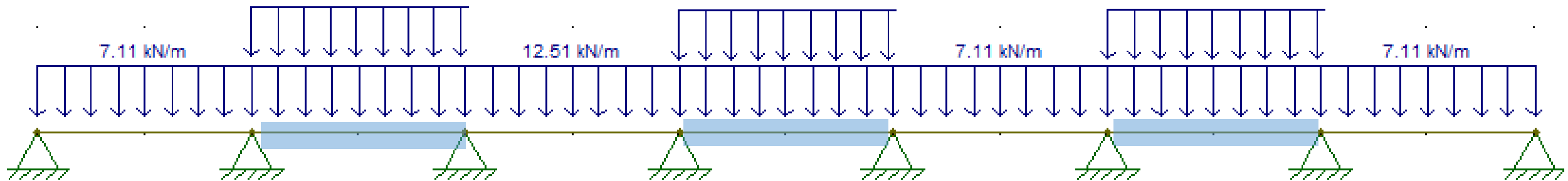
# Progetto delle armature del solaio

Quindi, per massimizzare i momenti ....

... nelle **campate dispari applico  $Q_d$  nelle campate dispari**



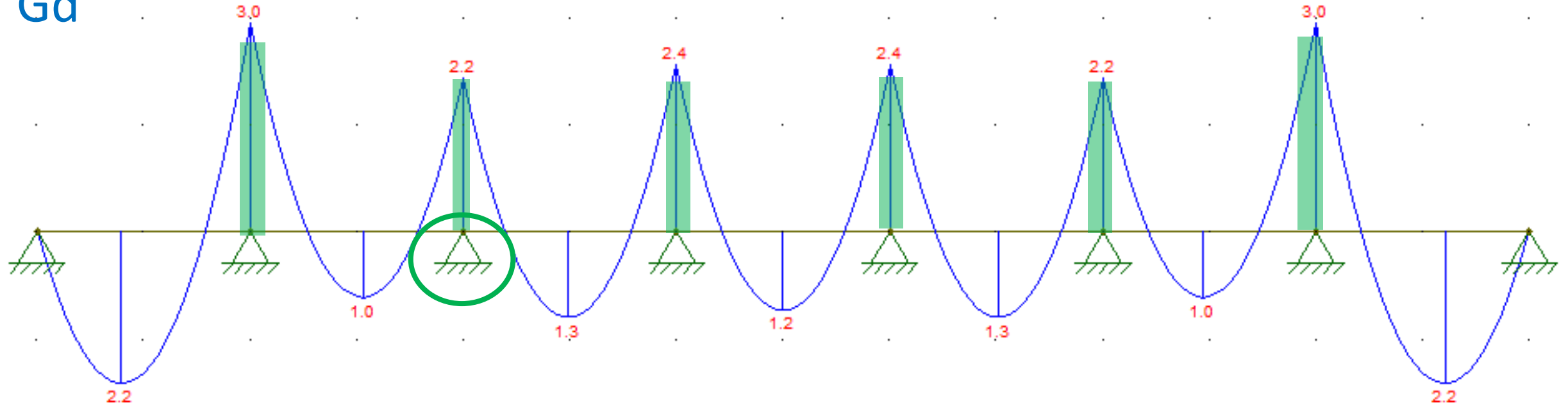
... nelle **campate pari applico  $Q_d$  nelle campate pari**



# Progetto delle armature del solaio

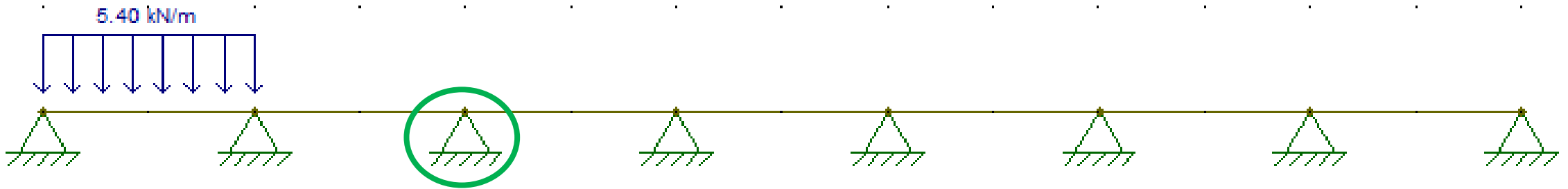
Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione agli appoggi**

Gd

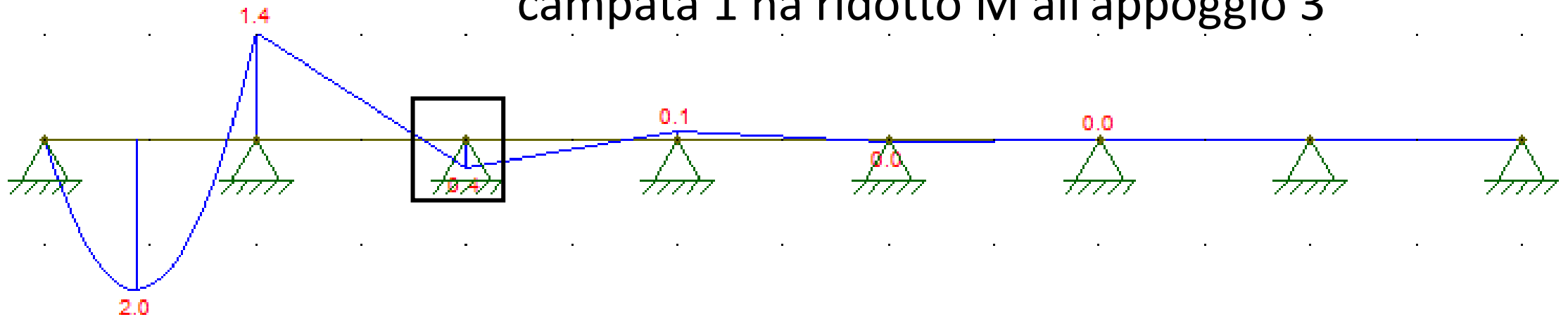


# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**

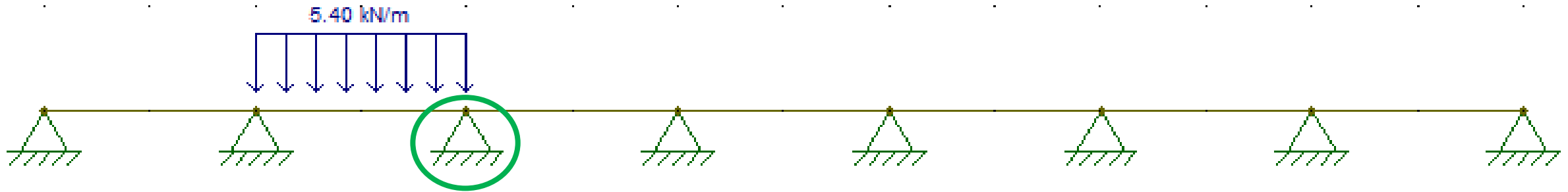


C'è un momento  $M+$  all'appoggio 3  $\rightarrow$  Qd nella campata 1 ha ridotto  $M$  all'appoggio 3



# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la sollecitazione in campata



C'è un momento  $M^-$  all'appoggio 3 →  
Qd nella campata 2 ha incrementato  $M$   
all'appoggio 3

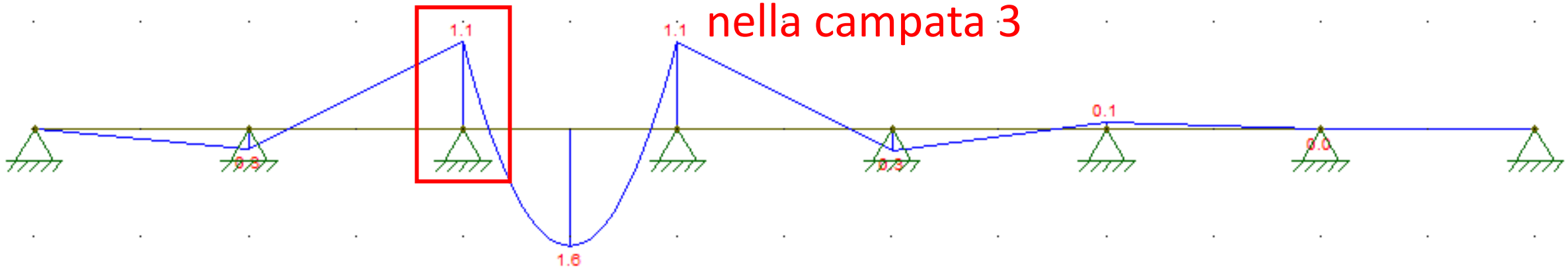


# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la sollecitazione in campata

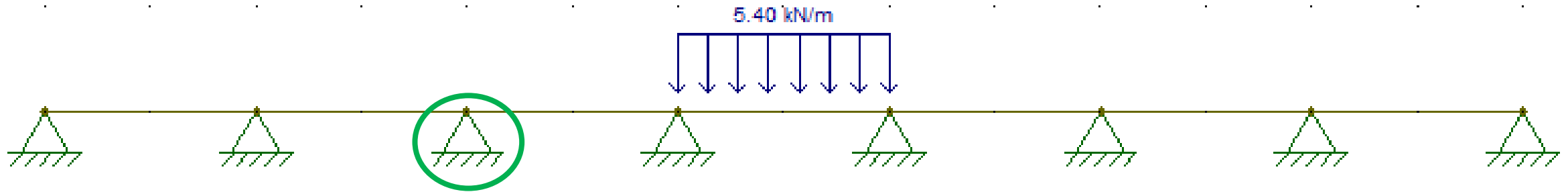


C'è un momento  $M^-$  all'appoggio 3 →  
Qd nella campata 3 ha aumentato  $M$   
nella campata 3

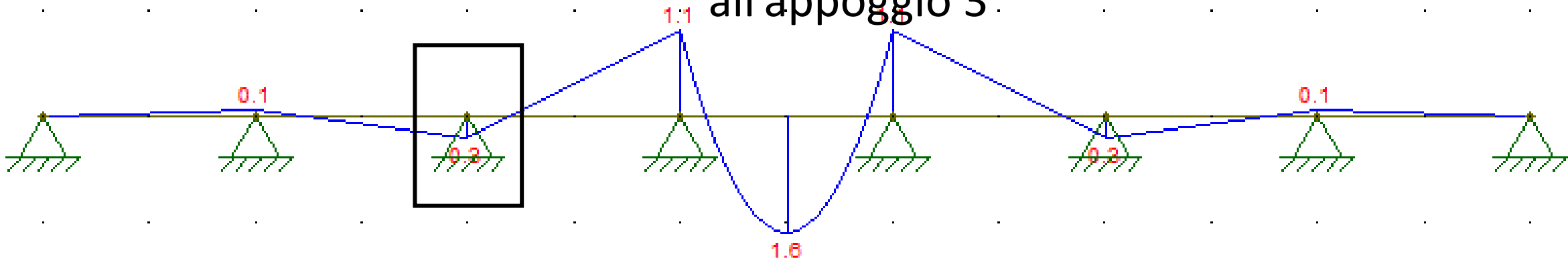


# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**

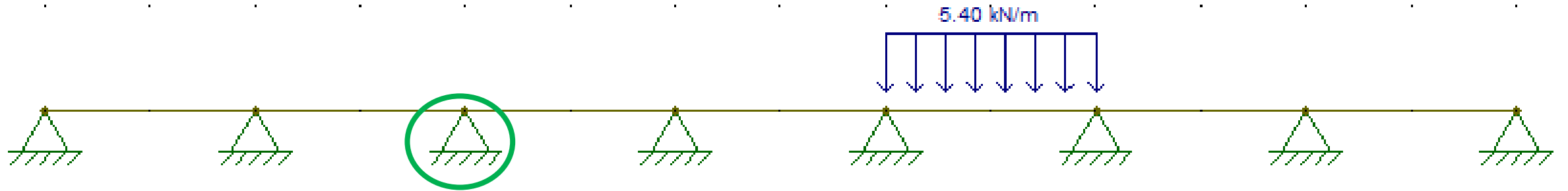


C'è un momento M- all'appoggio 3 →  
Qd nella campata 4 ha ridotto M  
all'appoggio 3.

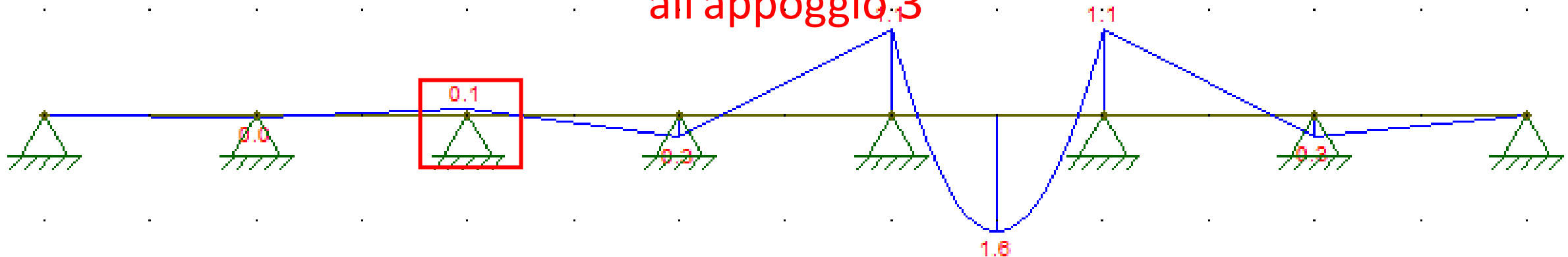


# Progetto delle armature del solaio

Il carico variabile per massimizzare la **sollecitazione in campata**

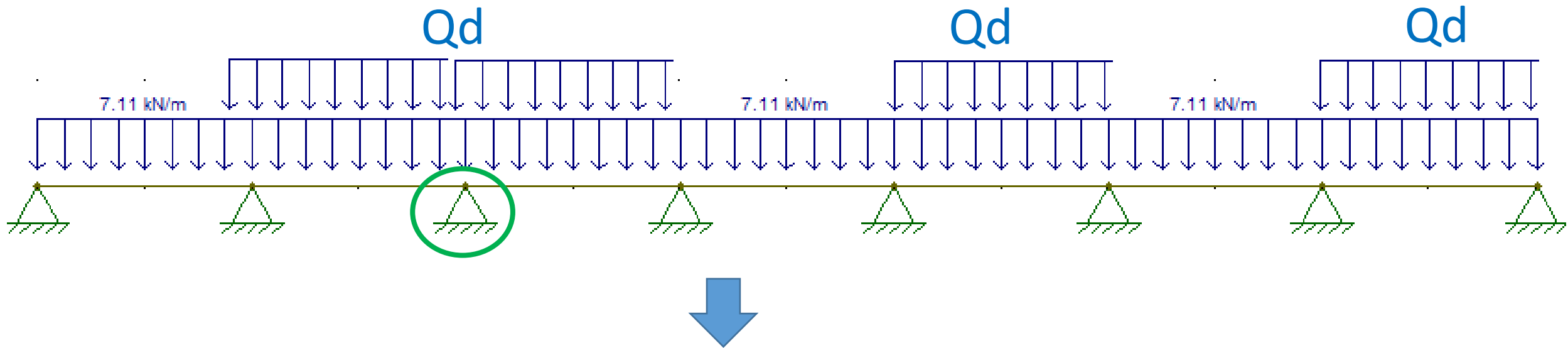


C'è un momento M- all'appoggio 3 →  
Qd nella campata 5 ha aumentato M  
all'appoggio 3



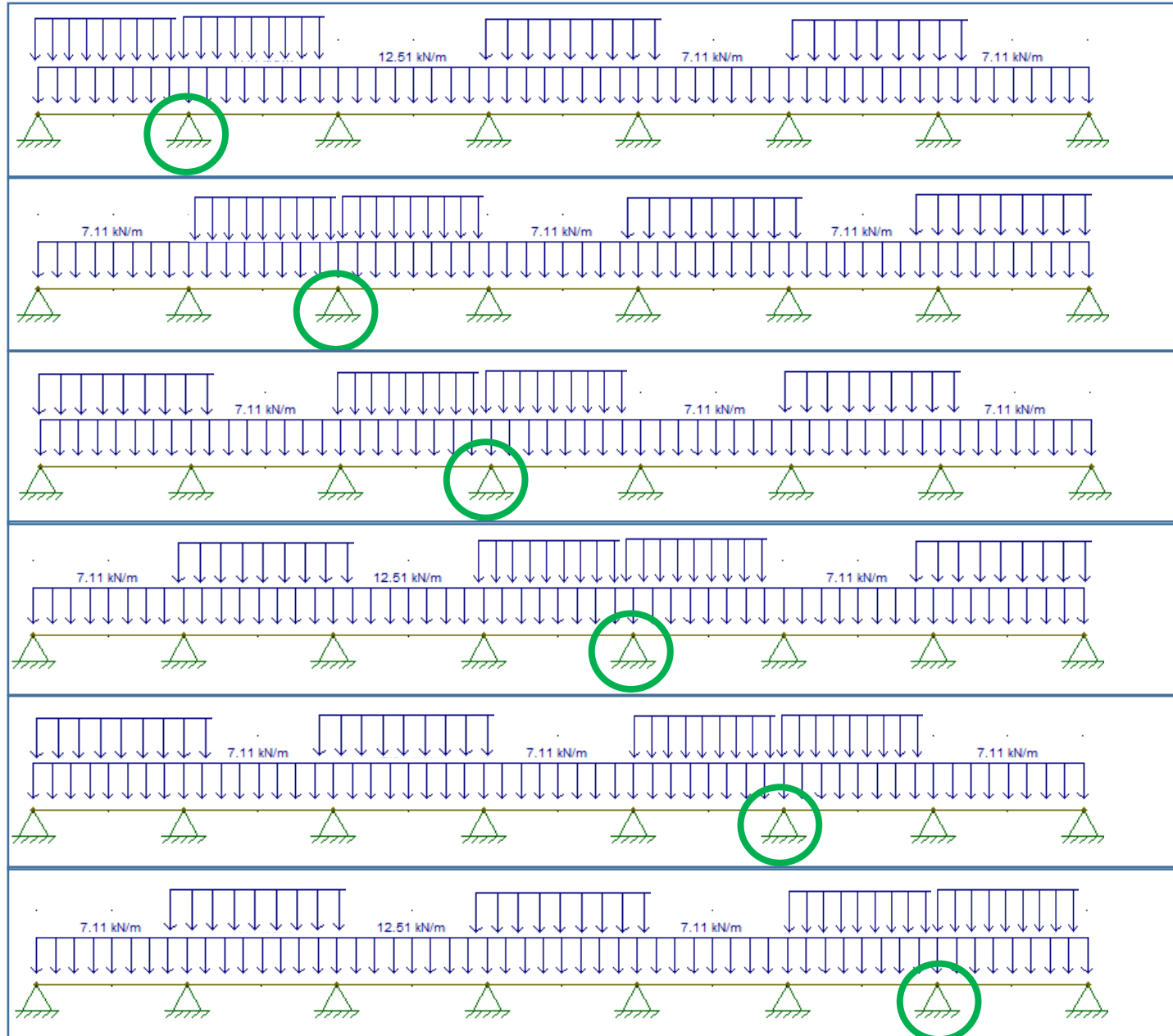
# Progetto delle armature del solaio

Per massimizzare la **sollecitazione agli appoggi** applico  $Q_d$  sulle campate adiacenti all'appoggio da massimizzare e a seguire applico  $Q_d$  su campate alterne



Quindi avrò  $n$  combinazioni di questo tipo pari al numero  $n$  di appoggi interni delle campate di trave continua

# Progetto delle armature del solaio



Travi incernierate con  $(G_d+Q_d)/2$  in ogni campata

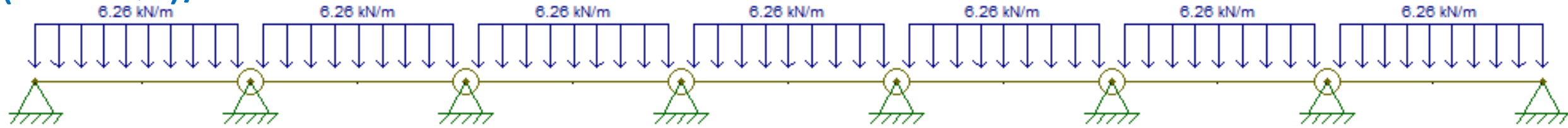
Questo schema non rappresenta un vincolo reale (le travi non saranno mai cerniere per il solaio), ma serve per assicurare di avere un  $M_{ed}^+$  in campata, e quindi un'armatura in campata sempre.

Travi incastrate con  $(G_d+Q_d)$  in ogni campata

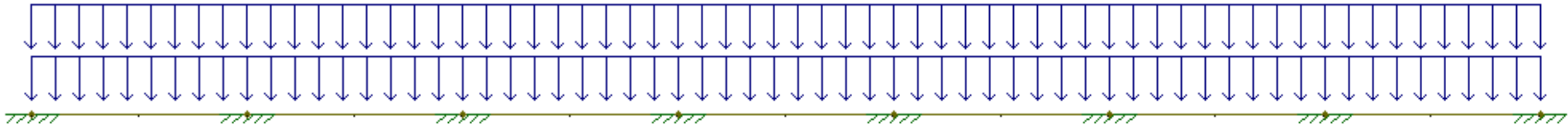
Questo schema simula il caso in cui la rigidezza torsionale delle travi è significativa grazie alla presenza dei pilastri

Travi incernierate con  $(G_d+Q_d)/2$  in ogni campata

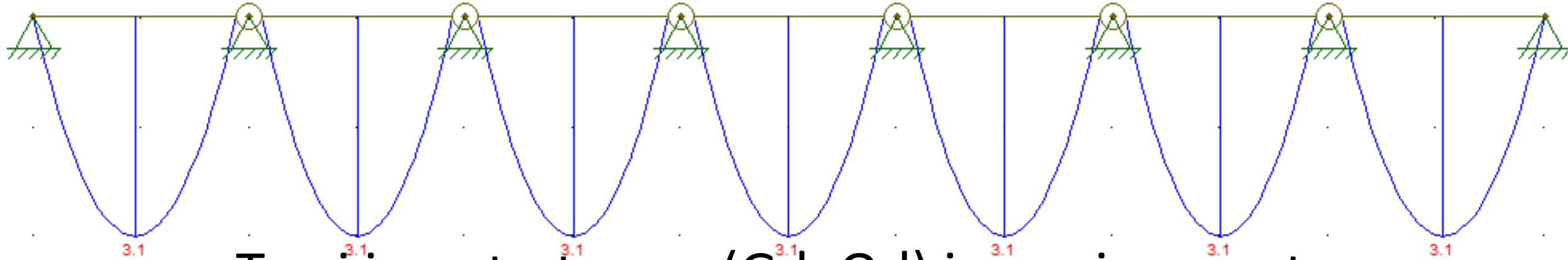
$(G_d+Q_d)/2$



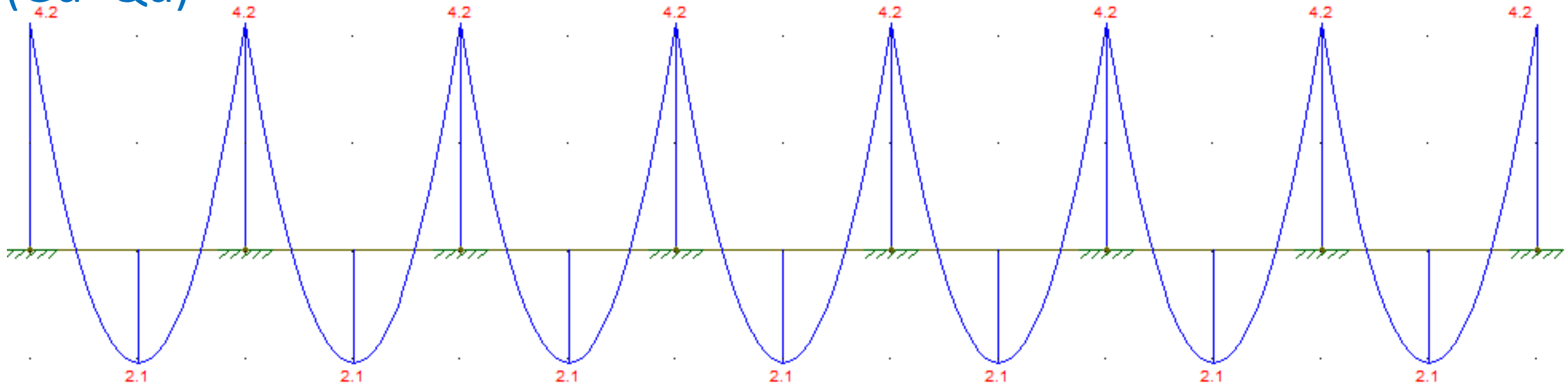
$(G_d+Q_d)$  Travi incastrate con  $(G_d+Q_d)$  in ogni campata



Travi incernierate con  $(G_d+Q_d)/2$  in ogni campata  
 $(G_d+Q_d)/2$



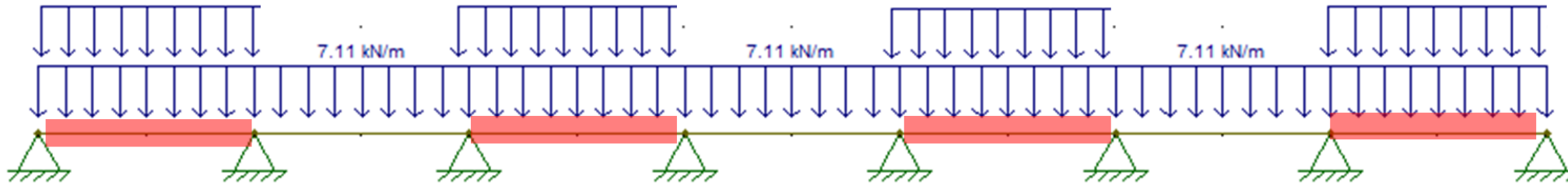
$(G_d+Q_d)$  Travi incastrate con  $(G_d+Q_d)$  in ogni campata



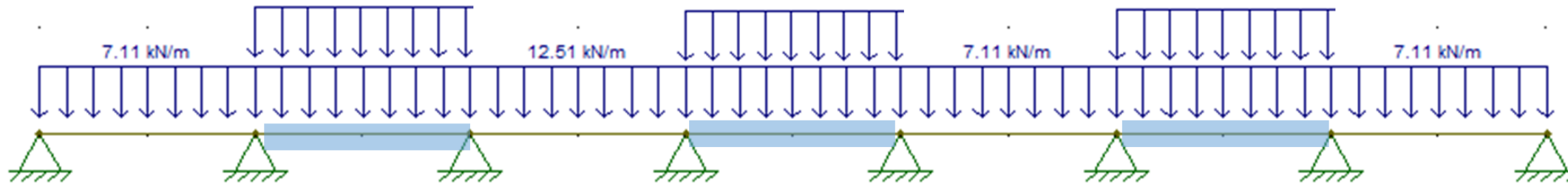
# Riepiloghiamo

## Combinazioni di carico da svolgere

1) Max momento in campate dispari



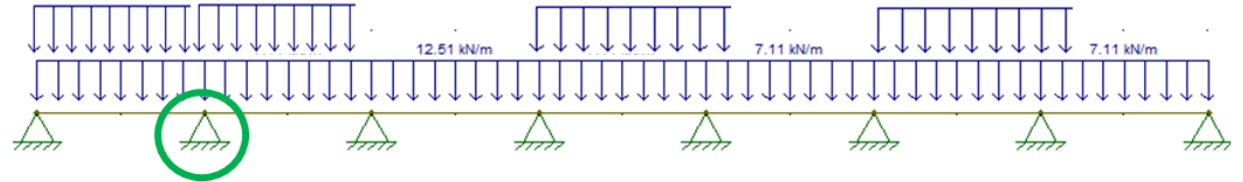
2) Max momento in campate pari



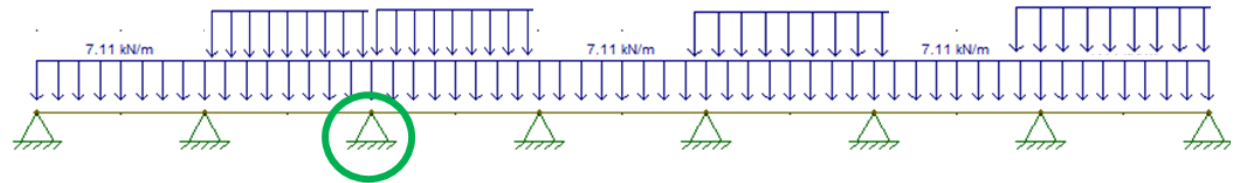
# Riepiloghiamo

## Combinazioni di carico da svolgere

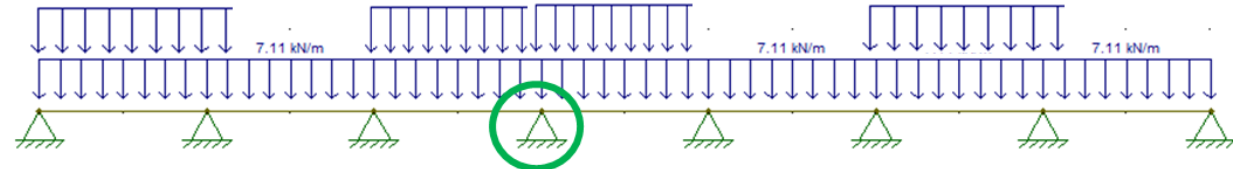
3) Max momento all'appoggio 2



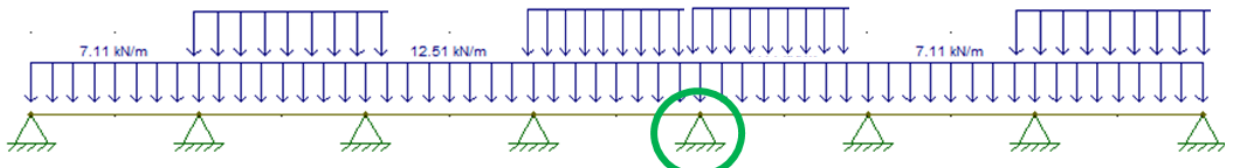
4) Max momento all'appoggio 3



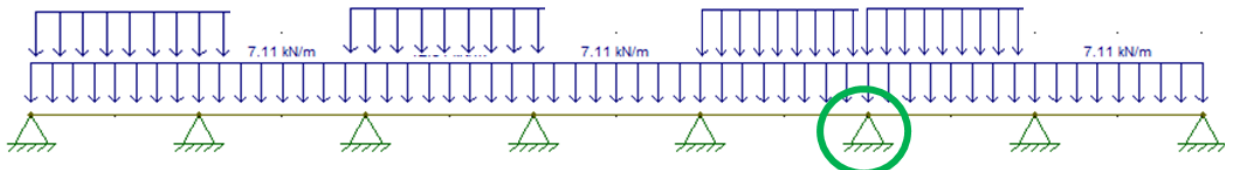
5) Max momento all'appoggio 4



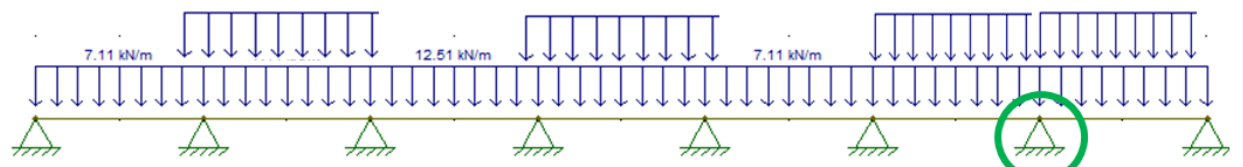
6) Max momento all'appoggio 5



7) Max momento all'appoggio 6



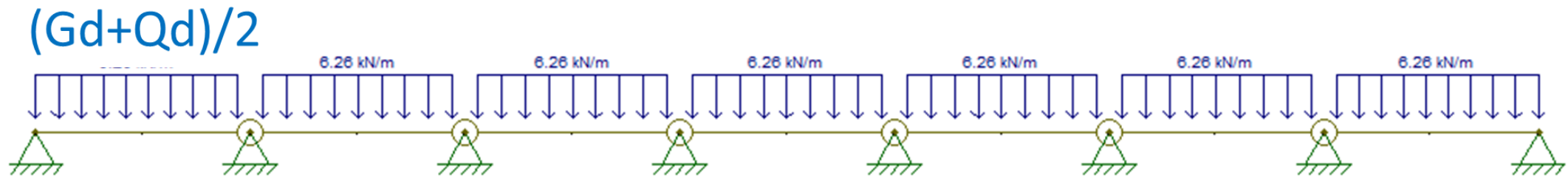
8) Max momento all'appoggio 7



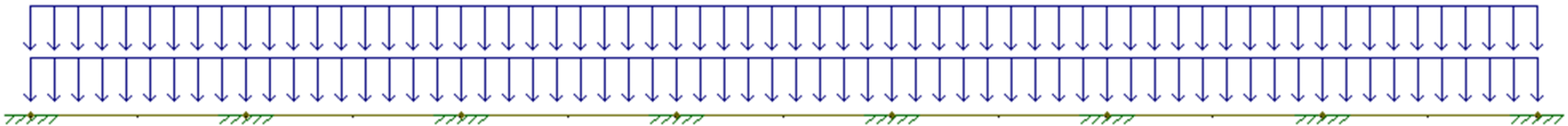
# Riepiloghiamo

## Combinazioni di carico da svolgere

### 9) Travi incernierate con $(G_d+Q_d)/2$

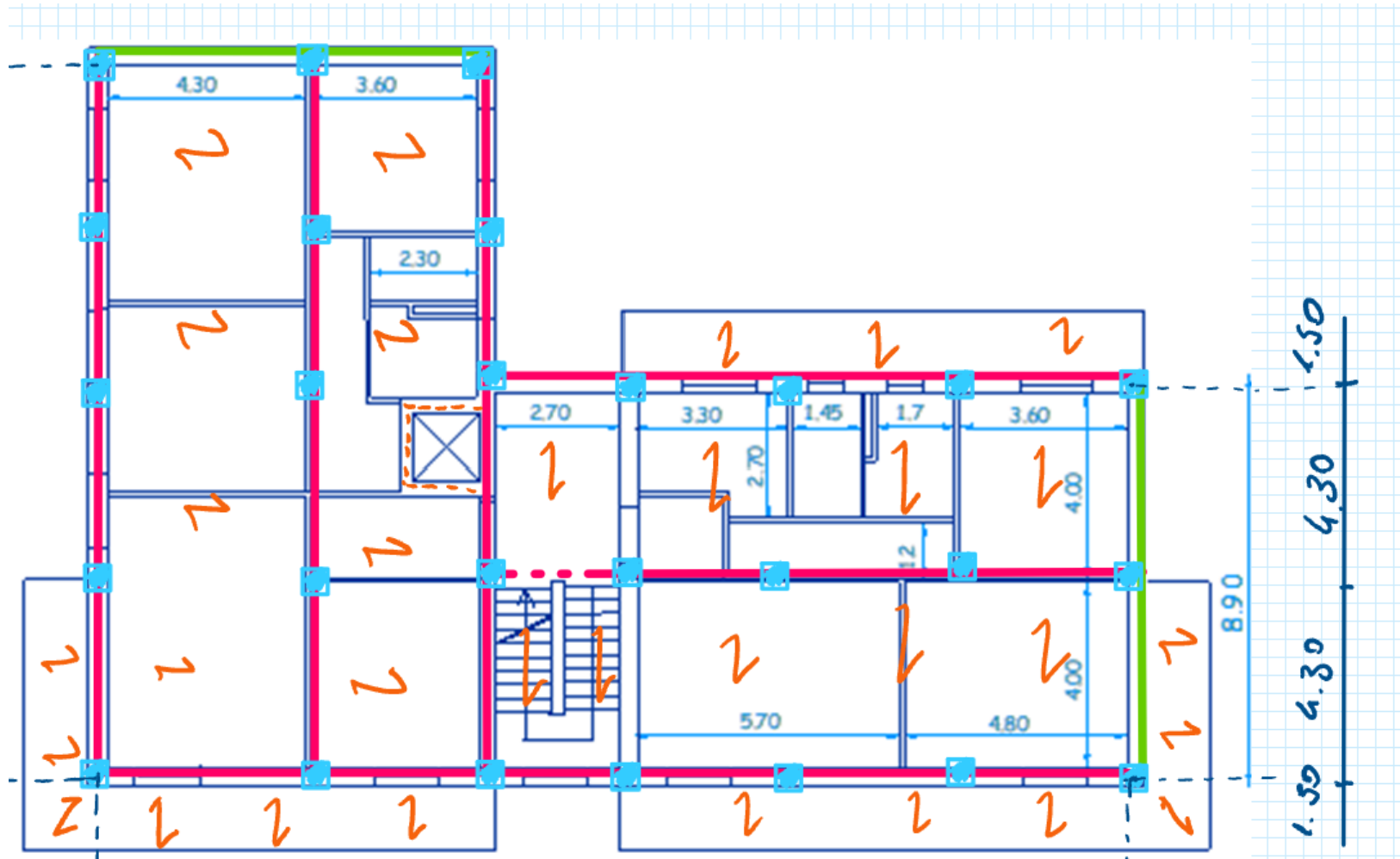


### 10) Travi incastrate $(G_d+Q_d)$

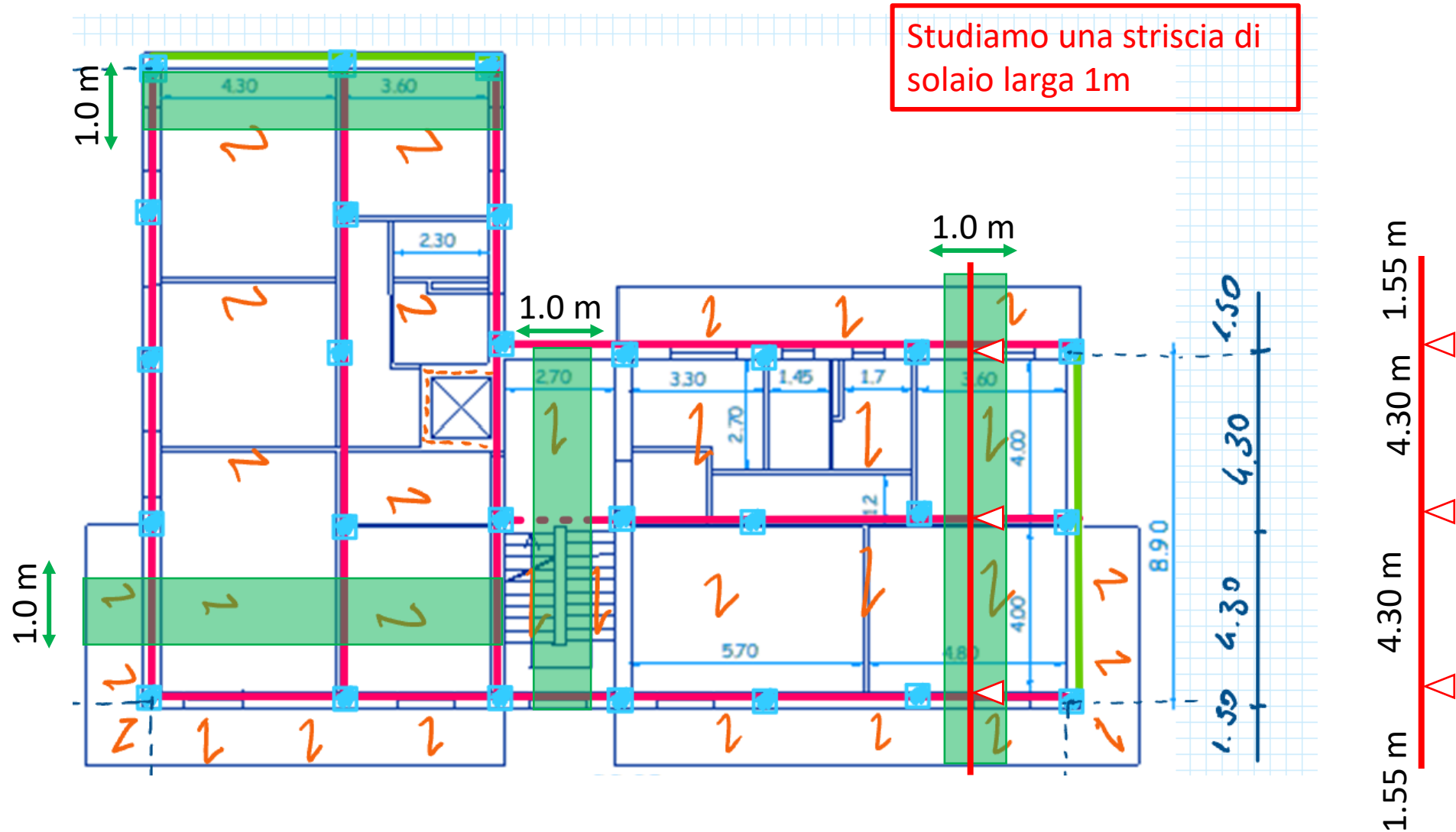


FINE

# Esempio di progetto



# Esempio di progetto



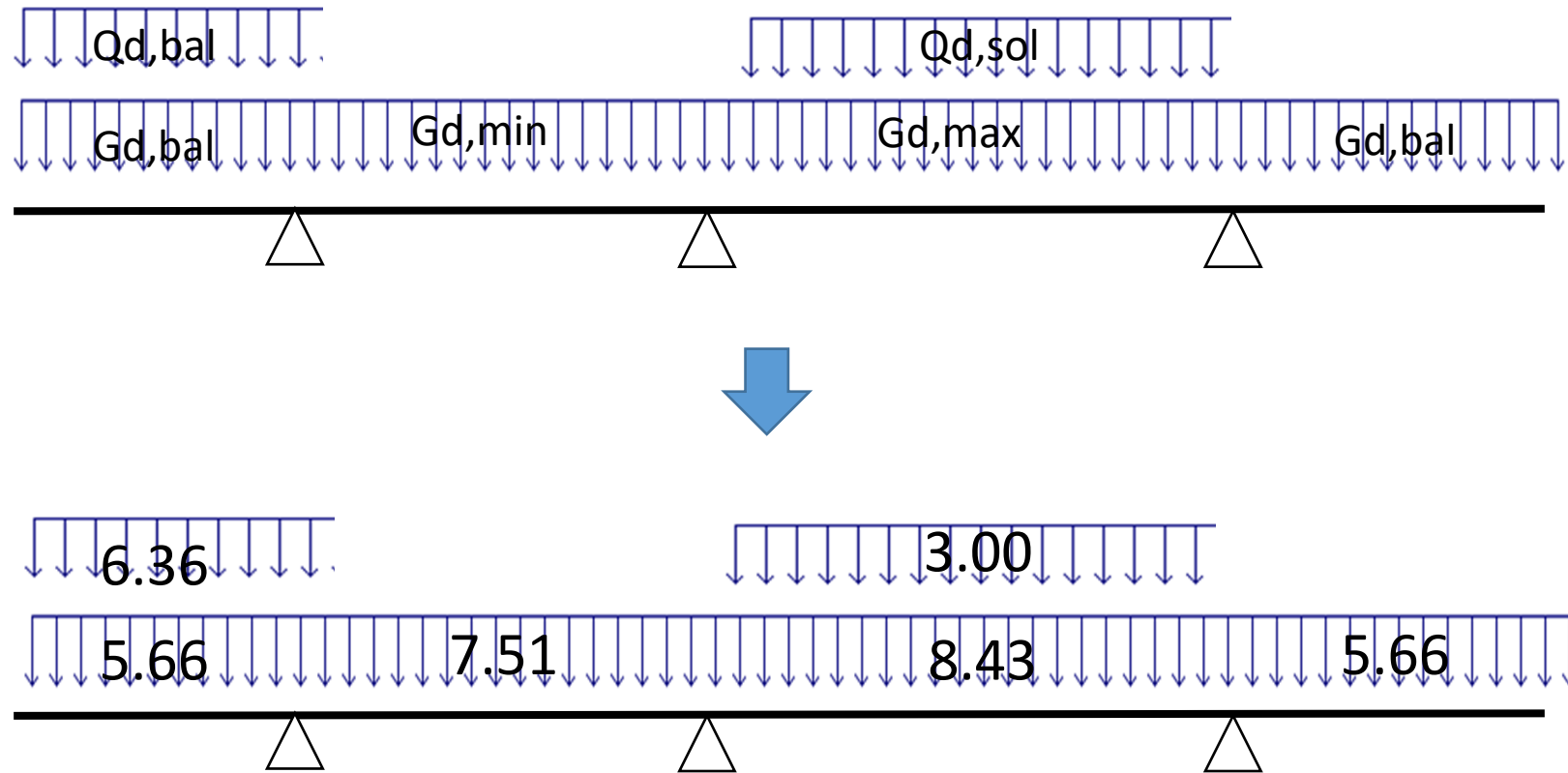
# Esempio di progetto

	Valori caratteristici			Valori di progetto		
	$g_{1k}$	$g_{2k}$	$q_k$	$g_{dmin}$	$g_{dmax}$	$q_d$
Solaio tipo	5.10	1.2	2.0	7.51	8.43	3.0
Solaio copertura	5.1	/	2.24	6.63		3.36
Balcone	4.36	/	4.24	5.66		6.36
Scala	6.9	/	4.0	8.97		6.0
Tamponatura	4.13	/	/	5.37		/
Trave 30x50	2.88	/	/	3.74		/
Trave 60x24	1.71	/	/	2.22		/

# Esempio di progetto

Se devo massimizzare il momento nelle **campate dispari** (1 e 3) :

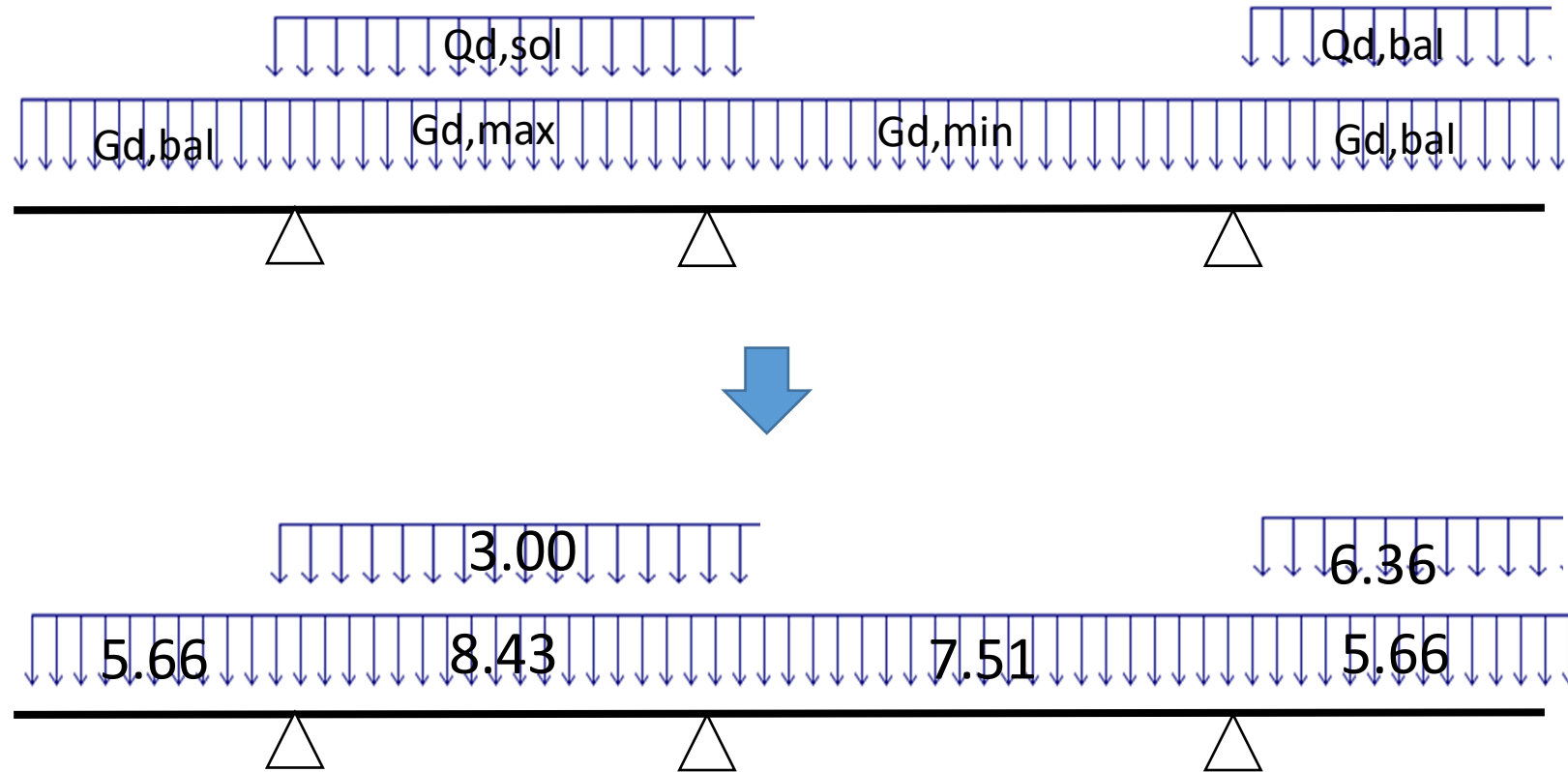
Max M nella  
campata dispari



# Esempio di progetto

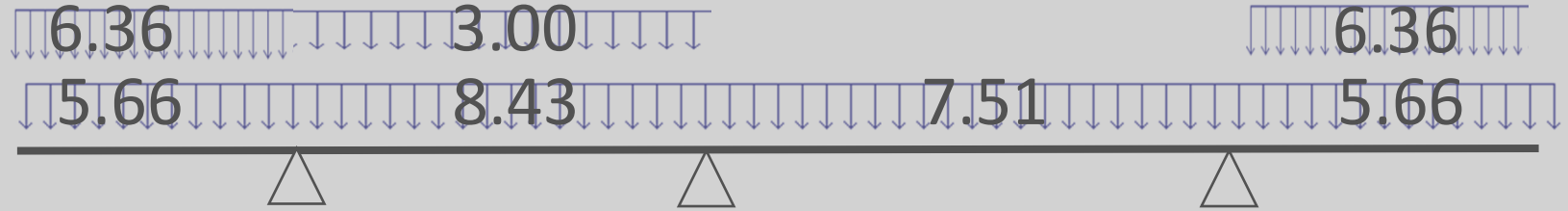
Se devo massimizzare il momento nelle **campate pari** (2 e 4) :

Max M nella  
campata pari

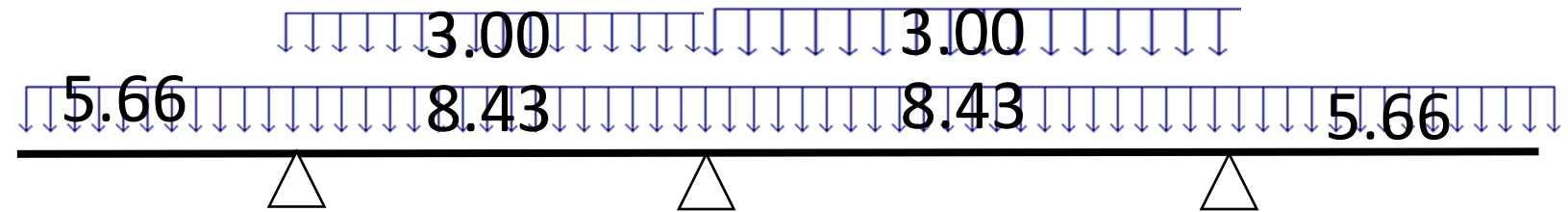


# Esempio di progetto

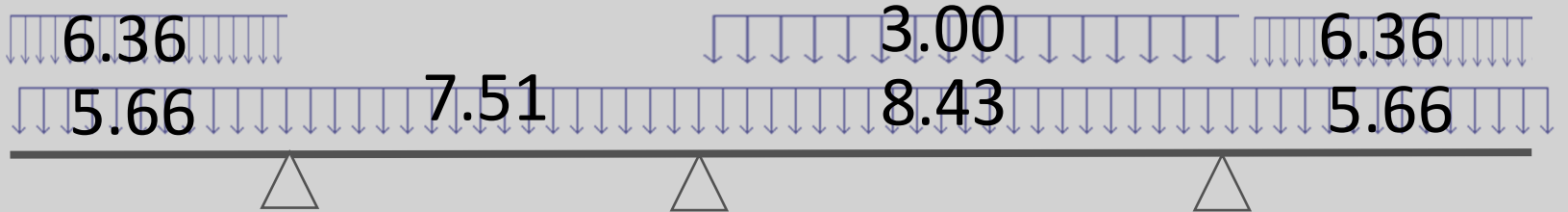
Max M  
all'appoggio 1



Max M  
all'appoggio 2

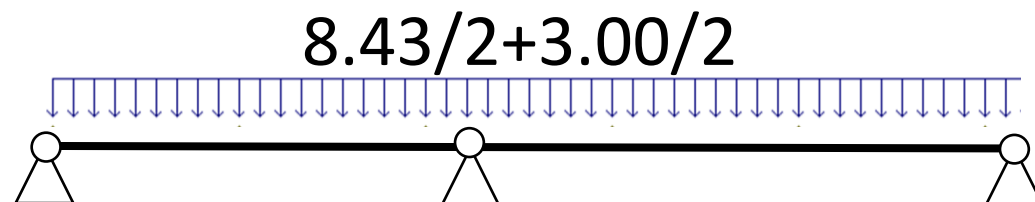


Max M  
all'appoggio 3

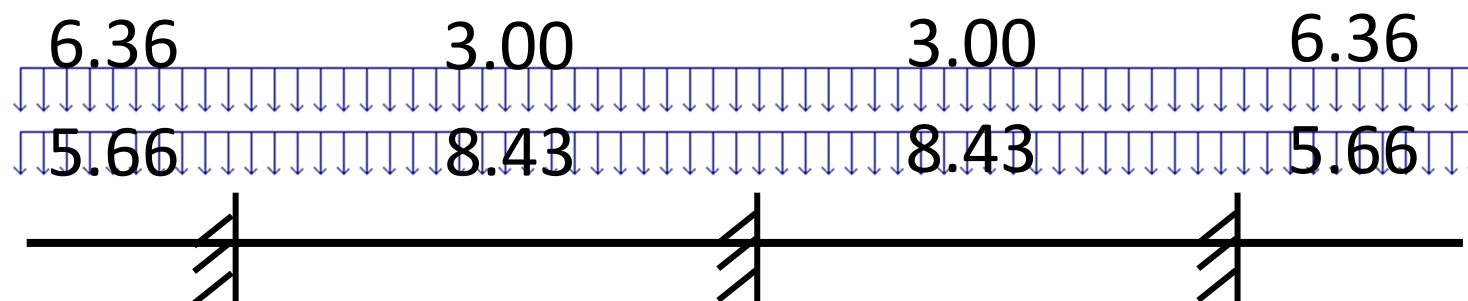


# Esempio di progetto

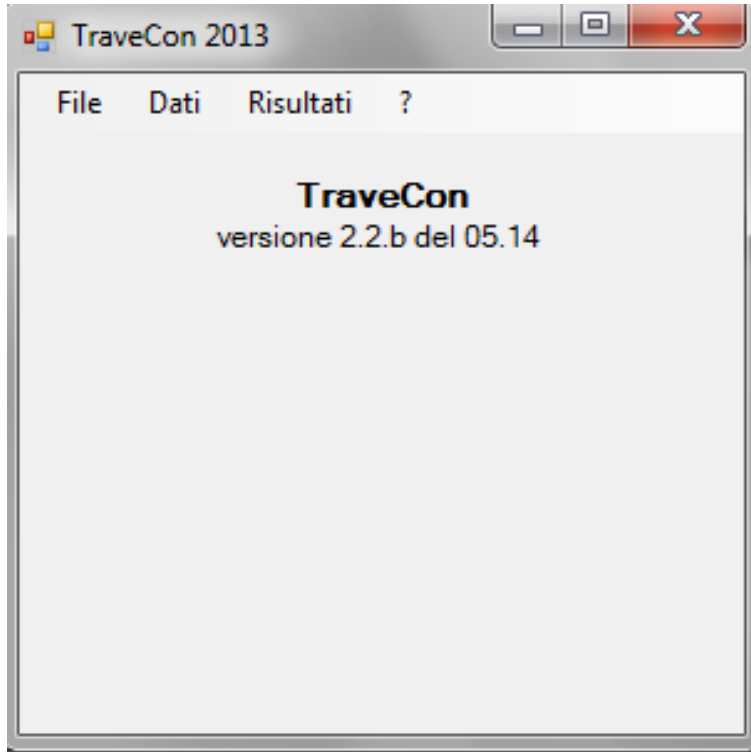
Schema  
incernierato



Schema con  
incastri



# Esempio di progetto



Risolve lo schema di trave continua e disegna diagrammi di M in dxf.



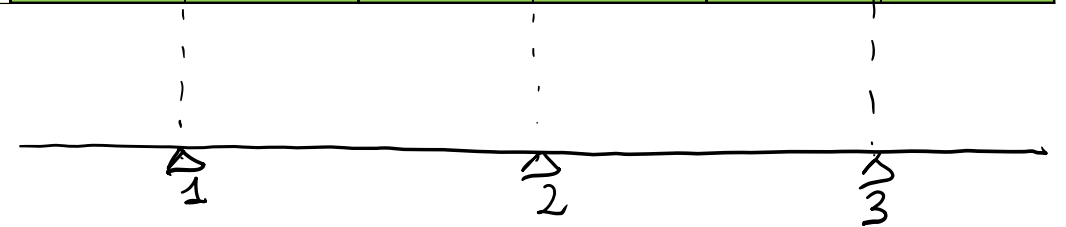
Disegna di diagrammi di M in dxf dati i valori dei momenti.

# Esempio di progetto

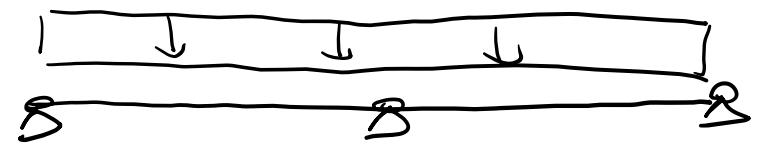
	Schema	L1 sbalzo	L2 solaio	L3 solaio	L4 sbalzo
comb lim 1	Incarnierato	-	5.72	5.72	-
comb lim 2	Incastrato	12.03	11.43	11.43	12.03
Per TraveCon	Trave continua				
comb 1	Max Camp disp	12.03	7.59	11.43	5.67
comb 2	Max Camp par	5.67	11.43	7.59	12.03
comb 3	Max App 1	12.03	11.43	7.59	12.03
comb 4	Max App 2	5.67	11.43	11.43	5.67
comb 5	Max App 3	12.03	7.59	11.43	12.03

# Esempio di progetto

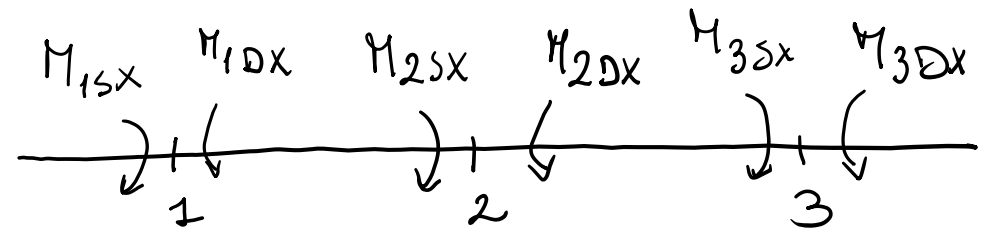
						Per MomCAD					
	Schema	L1 sbalzo	L2 solaio	L3 solaio	L4 sbalzo	M1_sx	M1_dx	M2_sx	M2_dx	M3_sx	M3_dx
comb lim 1	Incernierato	-	5.72	5.72	-	0	0	0	0	0	0
comb lim 2	Incastrato	12.03	11.43	11.43	12.03	M1_sx $ql^2/2$	M1_dx $ql^2/12$	M2_sx $ql^2/12$	M2_dx $ql^2/12$	M3_sx $ql^2/12$	M3_dx $ql^2/2$
						13.53	17.61	17.61	17.61	17.61	13.53



comb. 1)

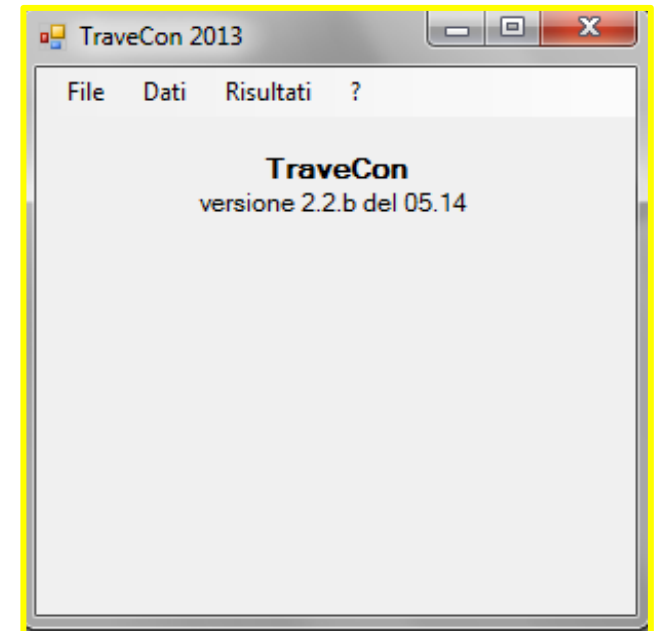


comb. 2)



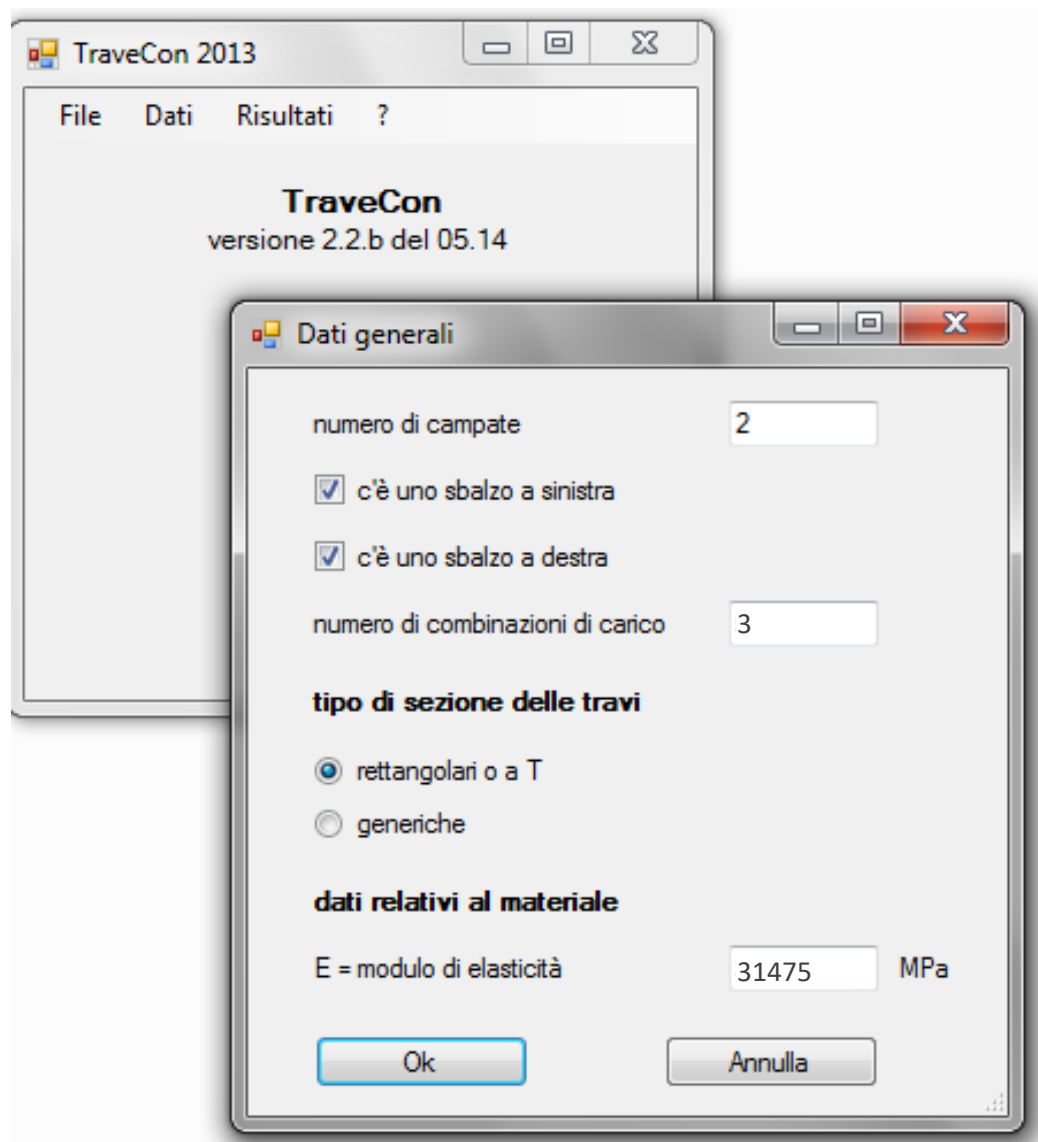
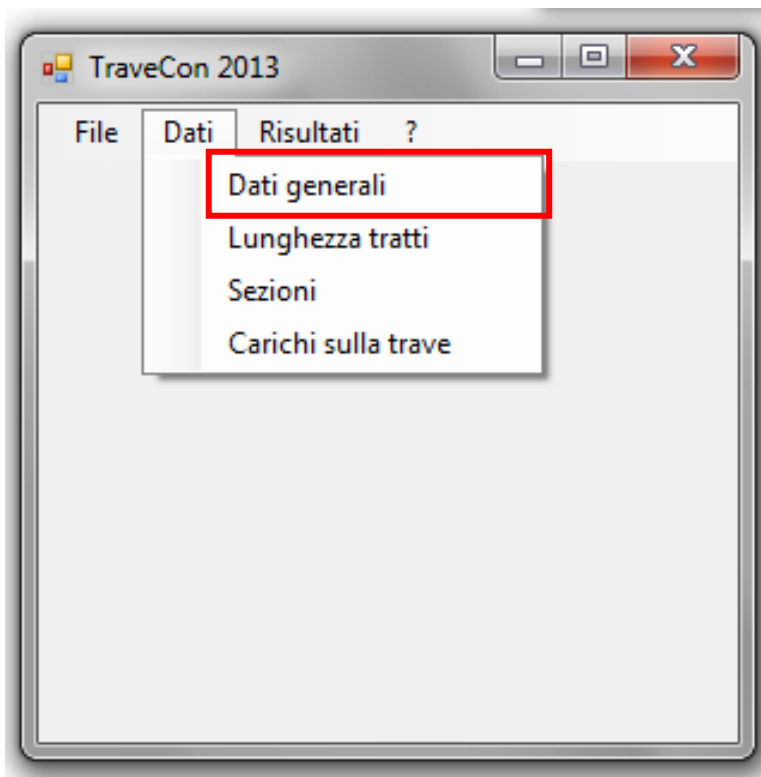
# Esempio di progetto

Per TraveCon	Trave continua				
comb 1	Max Camp disp	12.03	7.59	11.43	5.67
comb 2	Max Camp par	5.67	11.43	7.59	12.03
comb 3	Max App 1	12.03	11.43	7.59	12.03
comb 4	Max App 2	5.67	11.43	11.43	5.67
comb 5	Max App 3	12.03	7.59	11.43	12.03



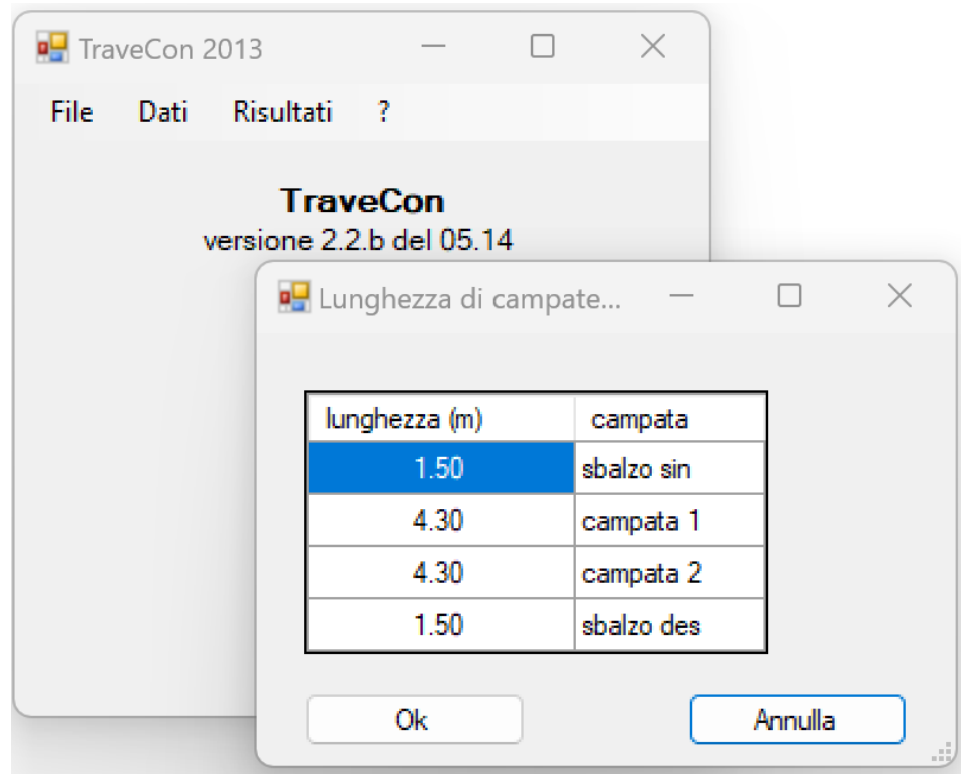
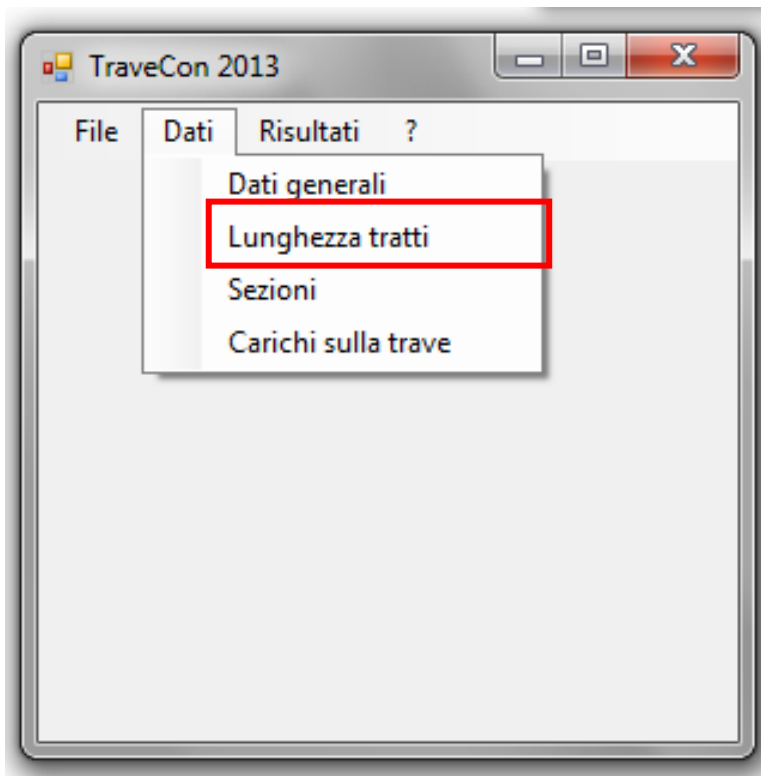
# TRAVECON

## Esempio di progetto



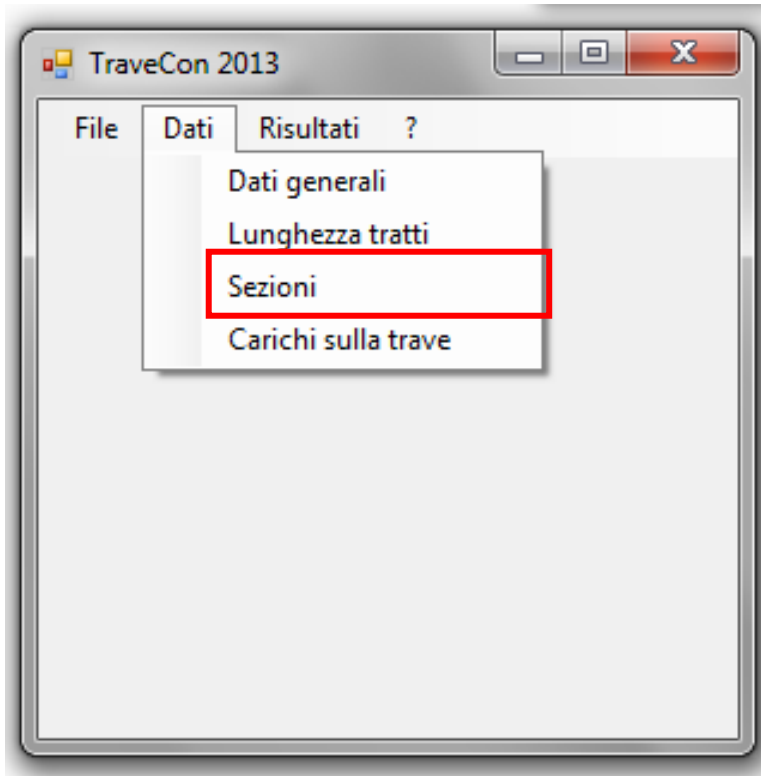
# TRAVECON

## Esempio di progetto



# TRAVECON

## Esempio di progetto

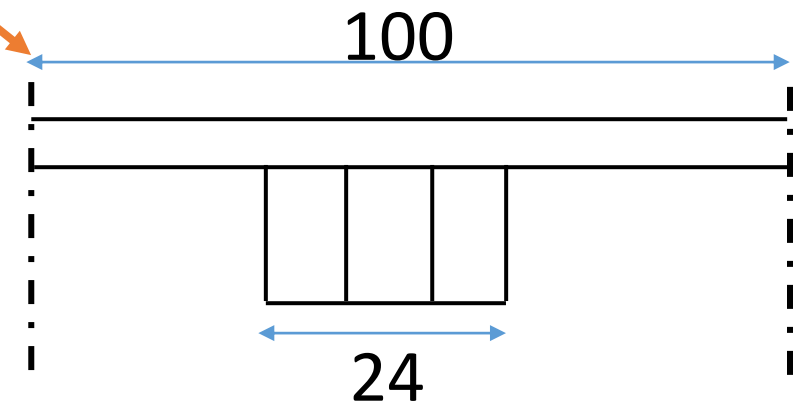
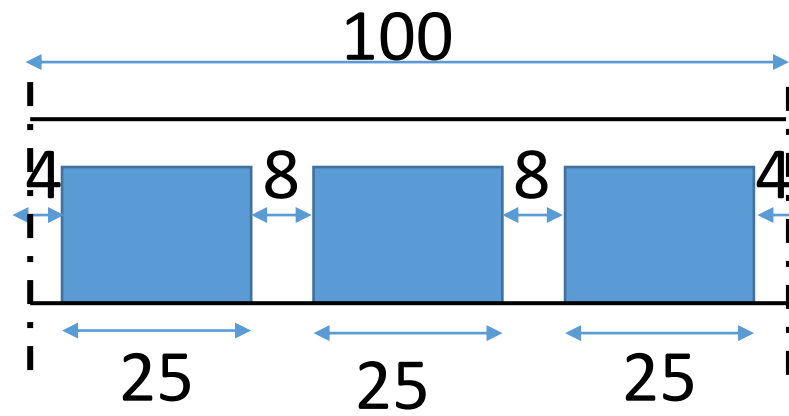


The 'Sezioni a T o rettangolari' dialog box contains a table with the following data:

b anima [cm]	h totale (cm)	b ala [cm]	h ala [cm]	campata
24	23	100	5	sbalzo sin
24	23	100	5	campata 1
24	23	100	5	campata 2
24	23	100	5	sbalzo des

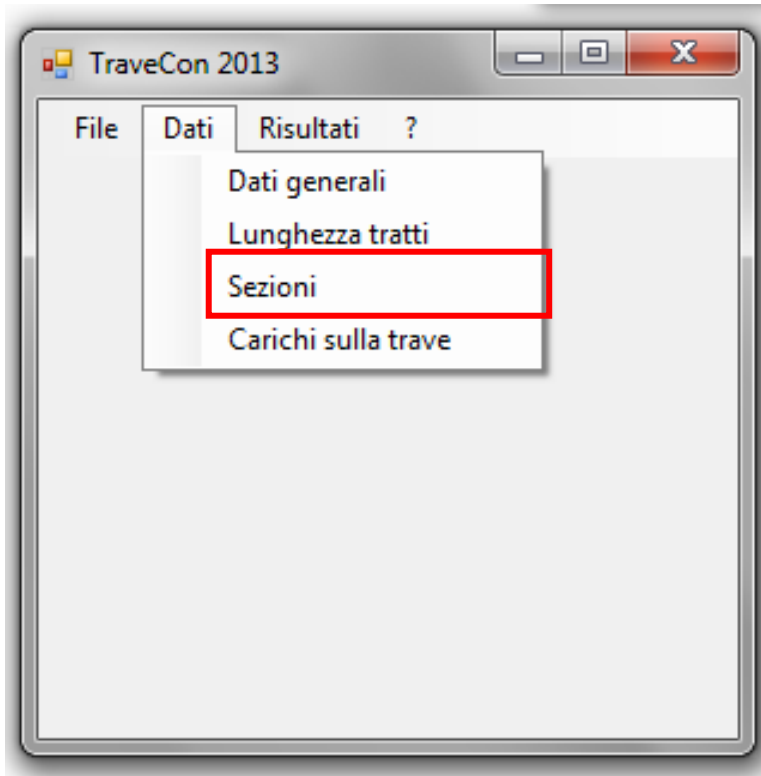
Buttons: Ok, Annulla

3 travetti al  
metro



# TRAVECON

## Esempio di progetto

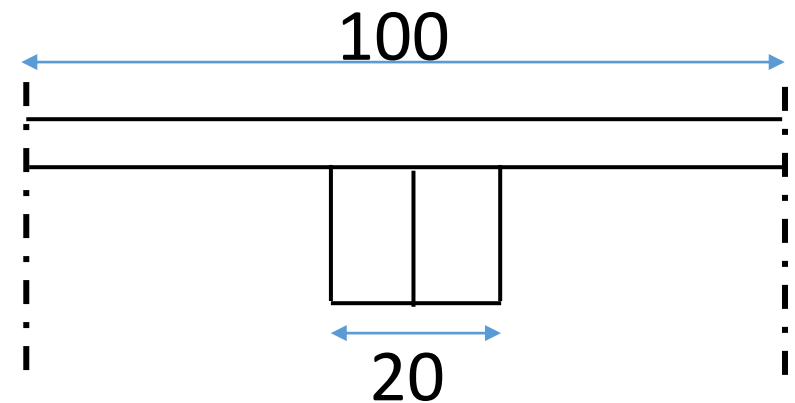
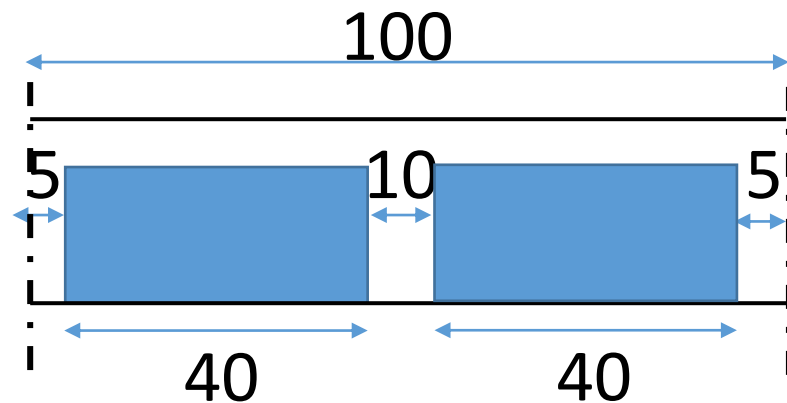


The 'Sezioni a T o rettangolari' dialog box contains a table with the following data:

b anima [cm]	h totale (cm)	b ala [cm]	h ala [cm]	campata
20	23	100	5	sbalzo sin
20	23	100	5	campata 1
20	23	100	5	campata 2
20	23	100	5	sbalzo des

Buttons: Ok, Annulla

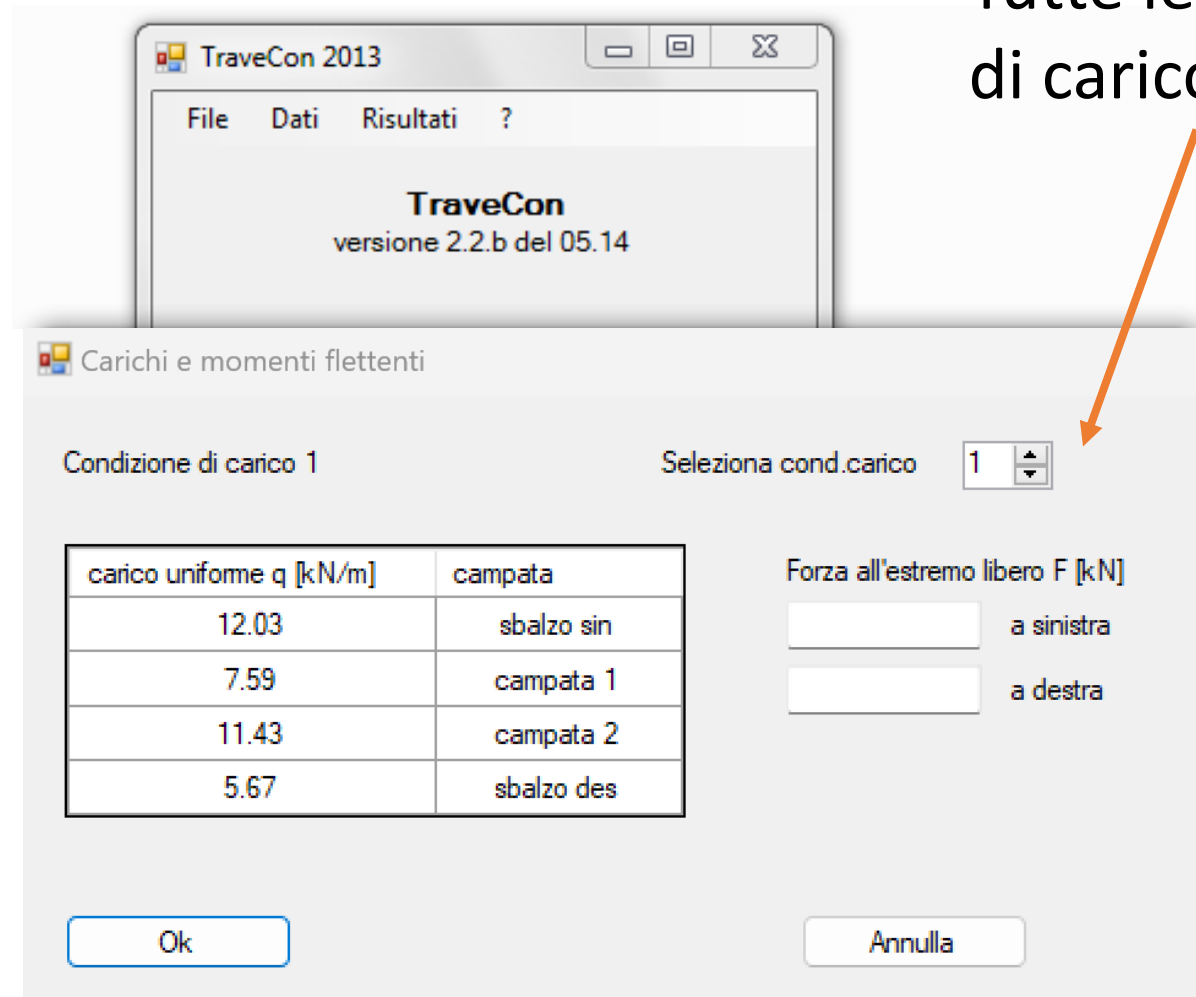
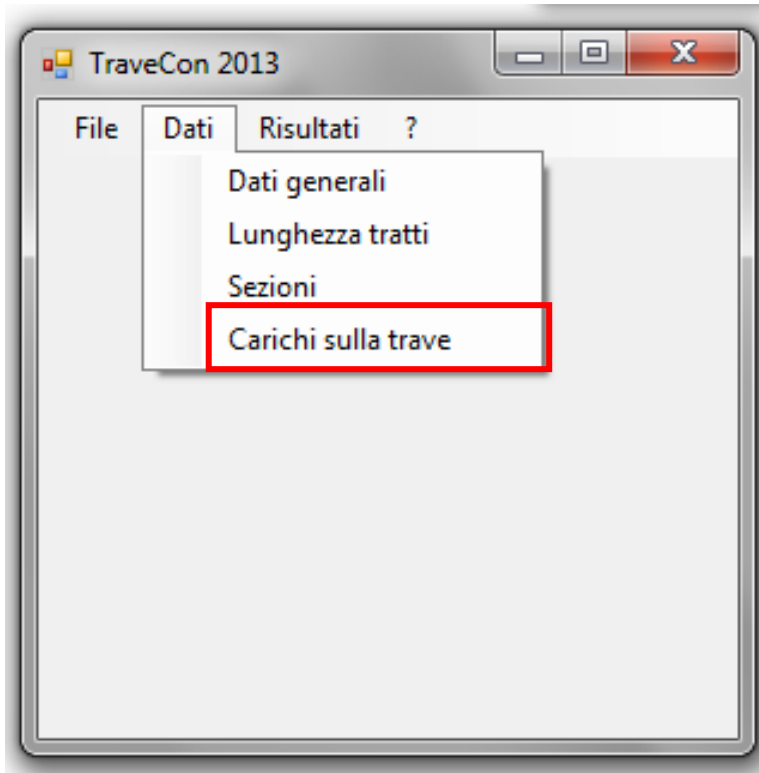
2 travetti al  
metro



# TRAVECON

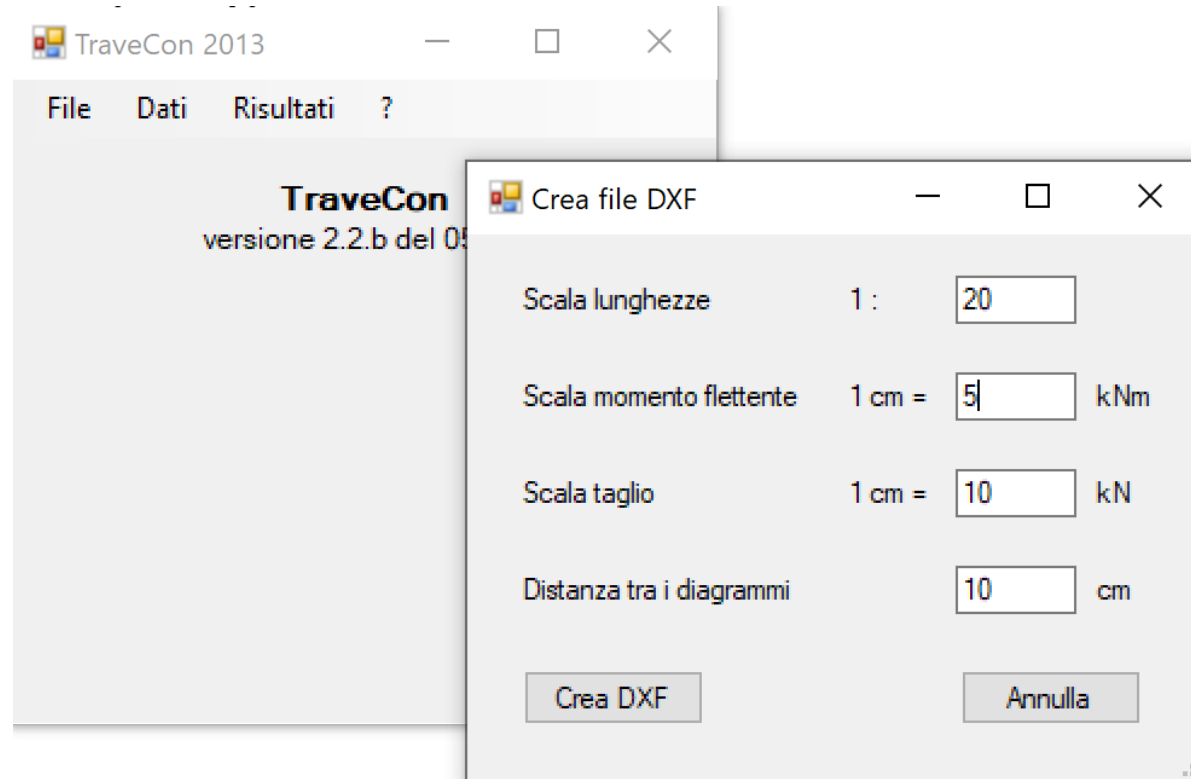
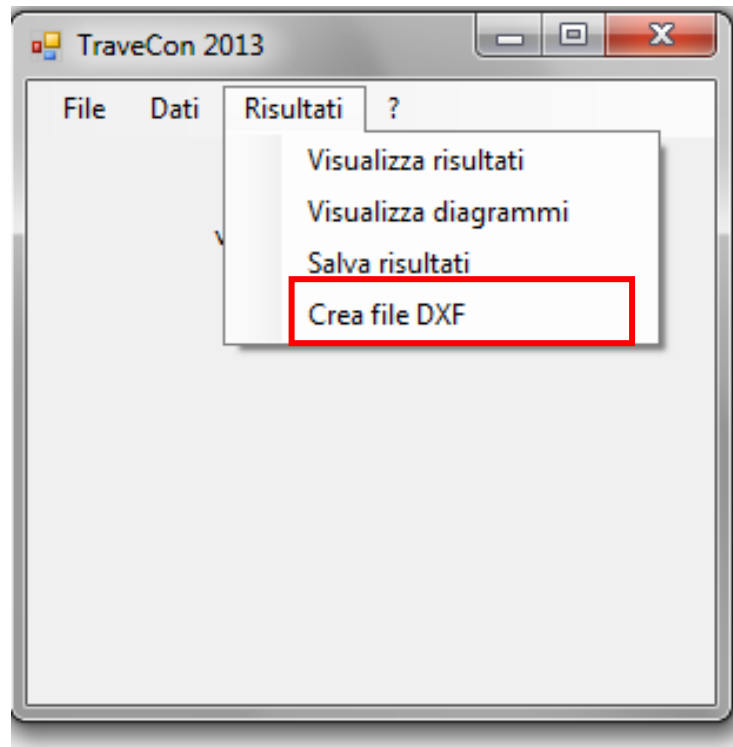
## Esempio di progetto

Tutte le combinazioni  
di carico



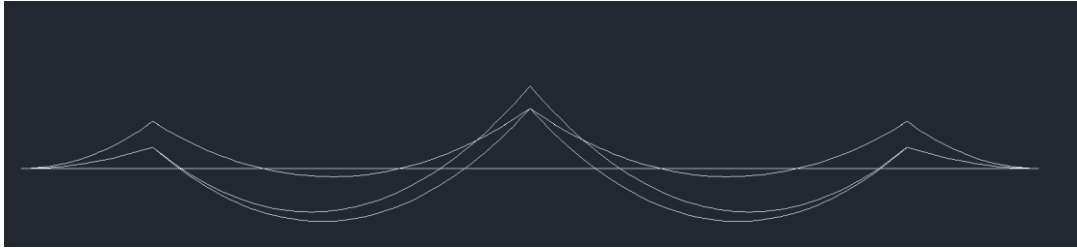
# TRAVECON

## Esempio di progetto



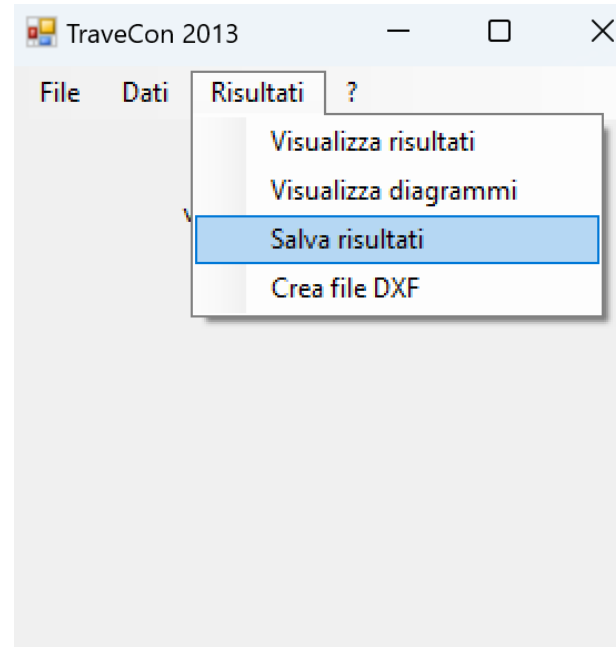
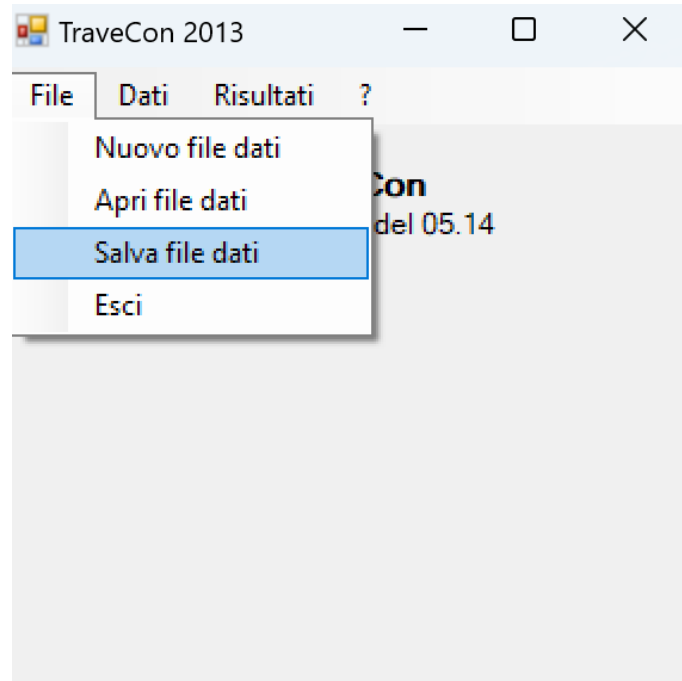
# TRAVECON Eempio di progetto

TraveCon → 3 combinazioni di carico  
→ 3 diagrammi di M



# TRAVECON

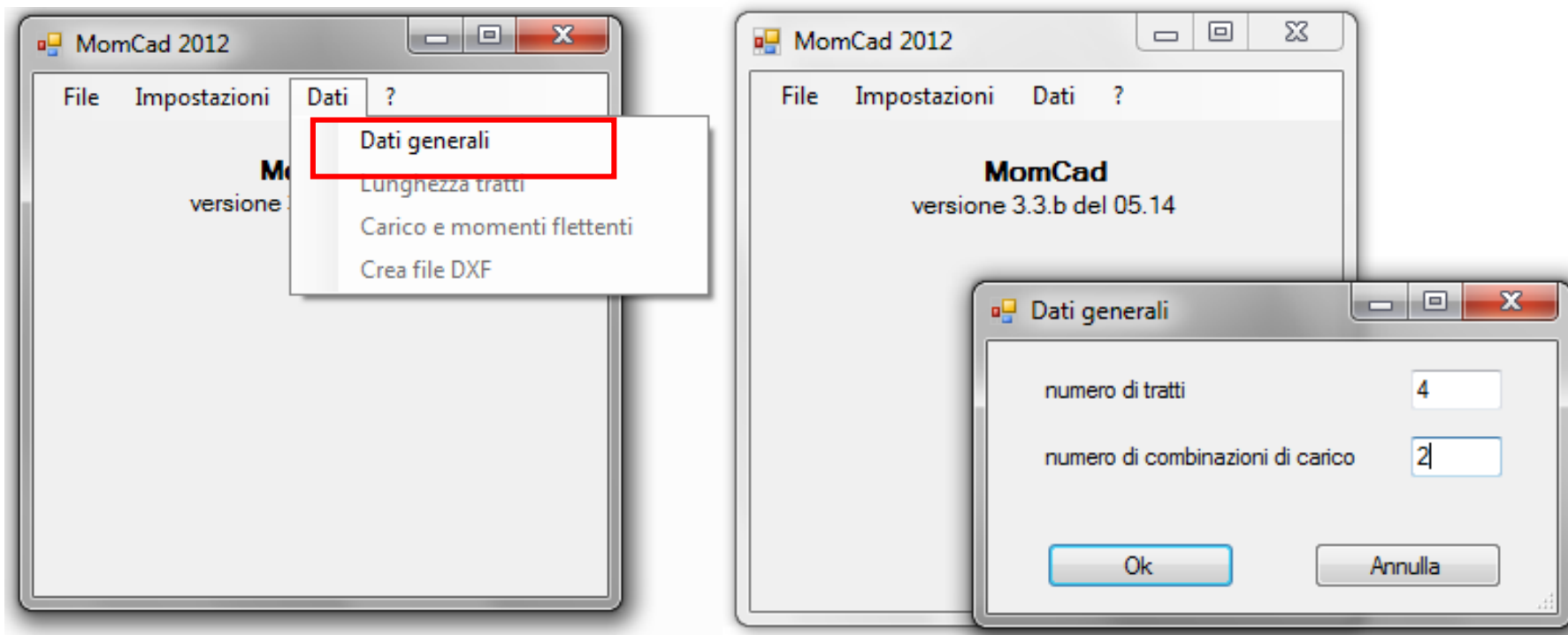
## Esempio di progetto



Consiglio: salvare i file dati e il file risultati

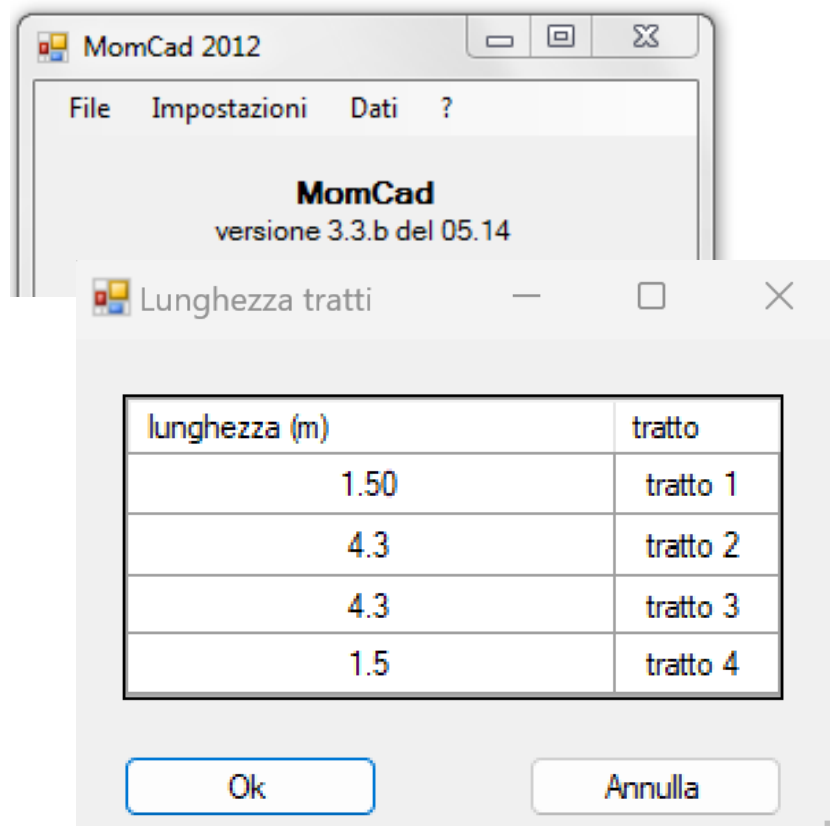
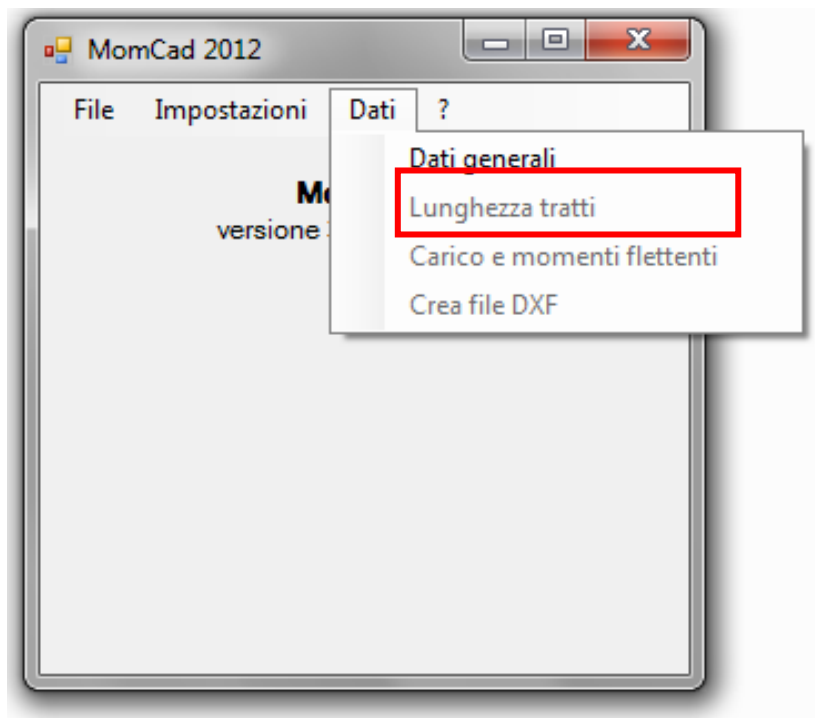
# MOMCAD

## Esempio di progetto



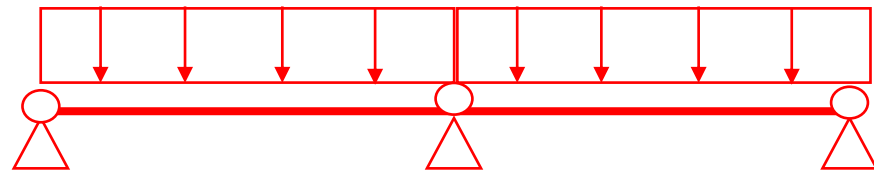
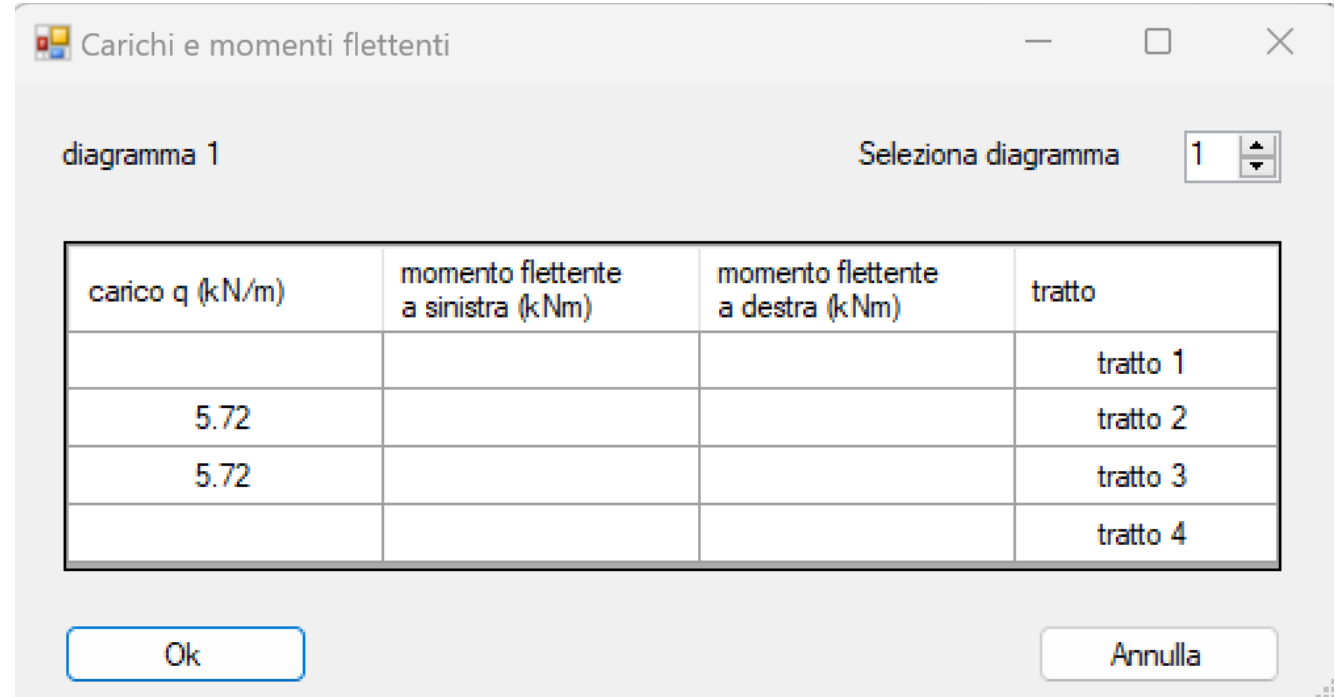
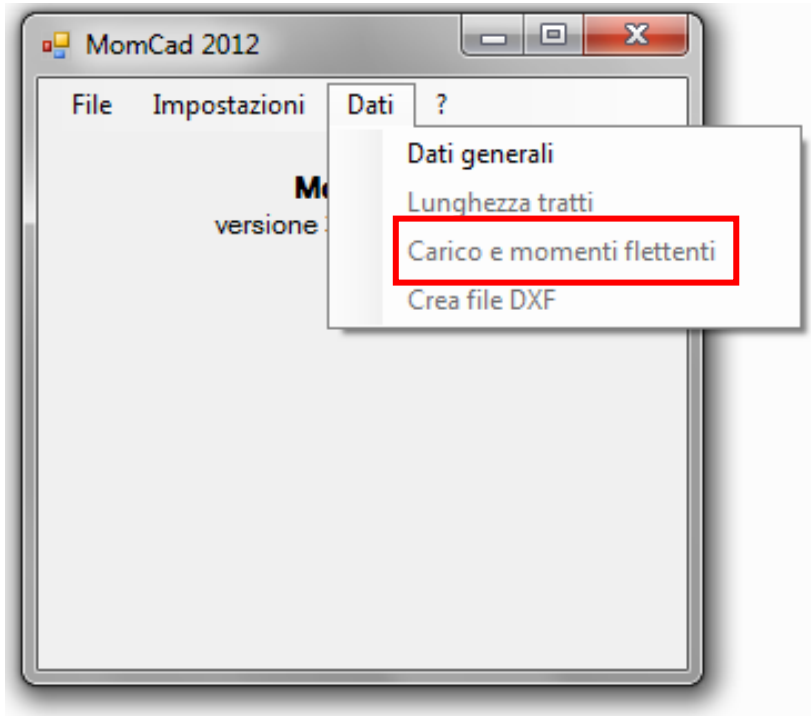
# MOMCAD

## Esempio di progetto



# MOMCAD

## Esempio di progetto



# MOMCAD

## Esempio di progetto

MomCad 2012

File Impostazioni Dati ?

Dati generali  
Lunghezza tratti  
**Carico e momenti flettenti**  
Crea file DXF

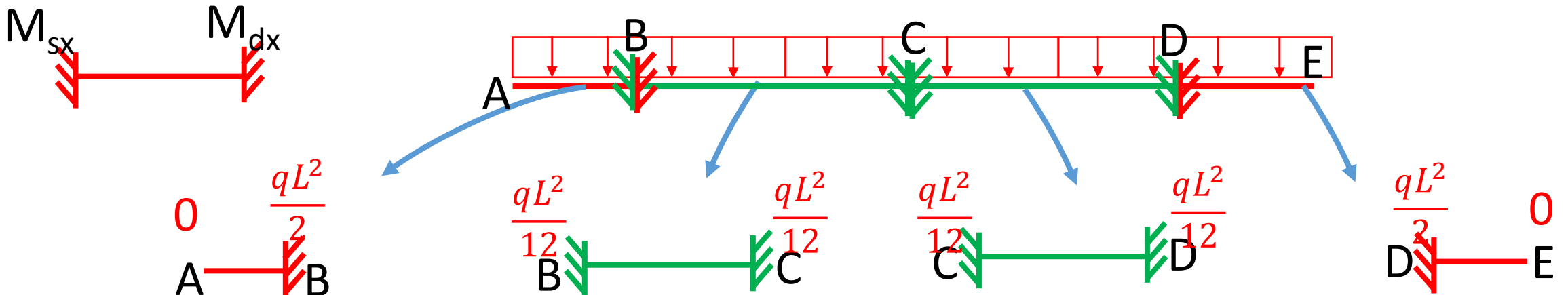
Carichi e momenti flettenti

diagramma 2 Selezione diagramma 2

carico q (kN/m)	momento flettente a sinistra (kNm)	momento flettente a destra (kNm)	tratto
12.03		-13.53	tratto 1
11.43	-17.61	-17.61	tratto 2
11.43	-17.61	-17.61	tratto 3
12.03	-13.53		tratto 4

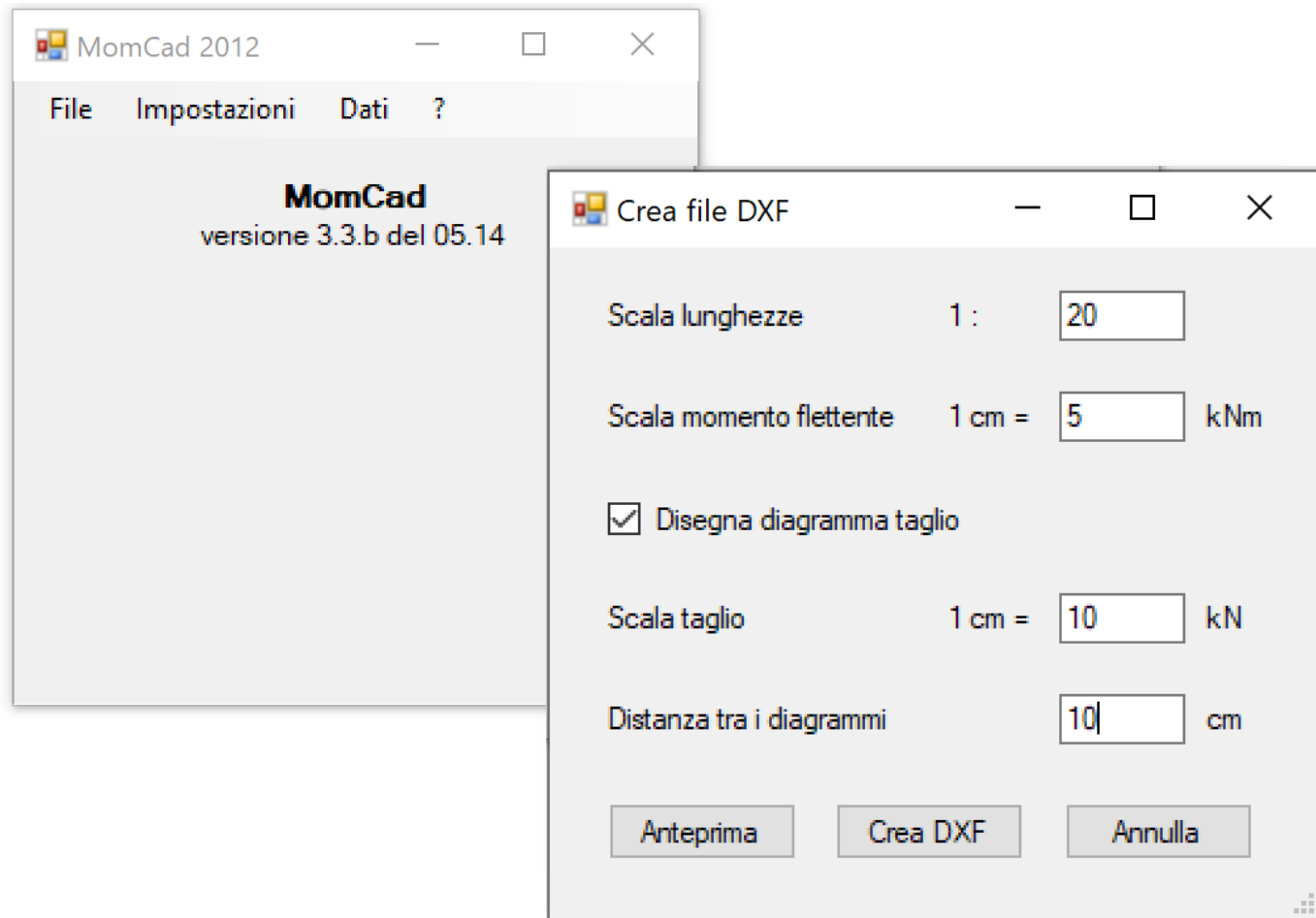
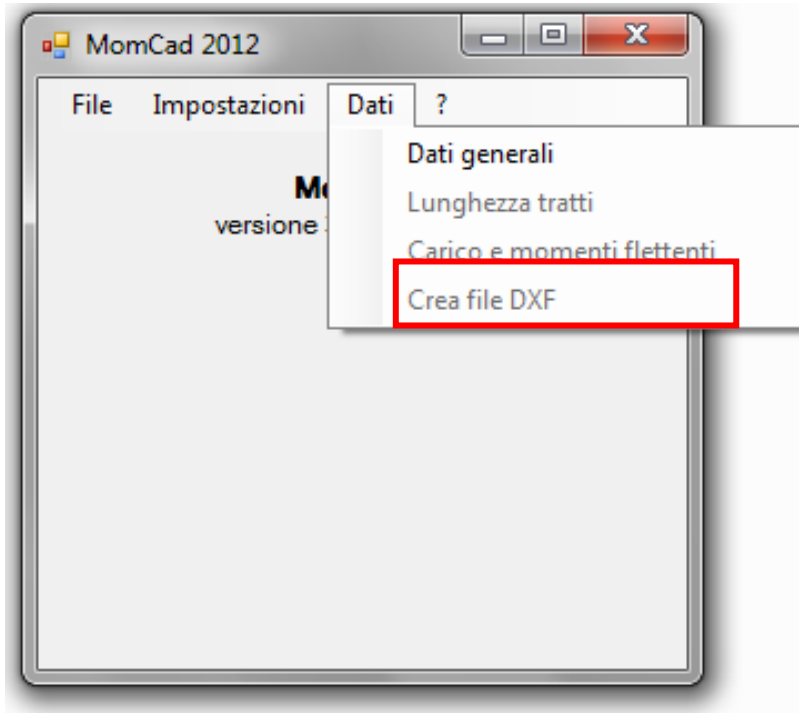
Ok Annulla

AB  
BC  
CD  
DE



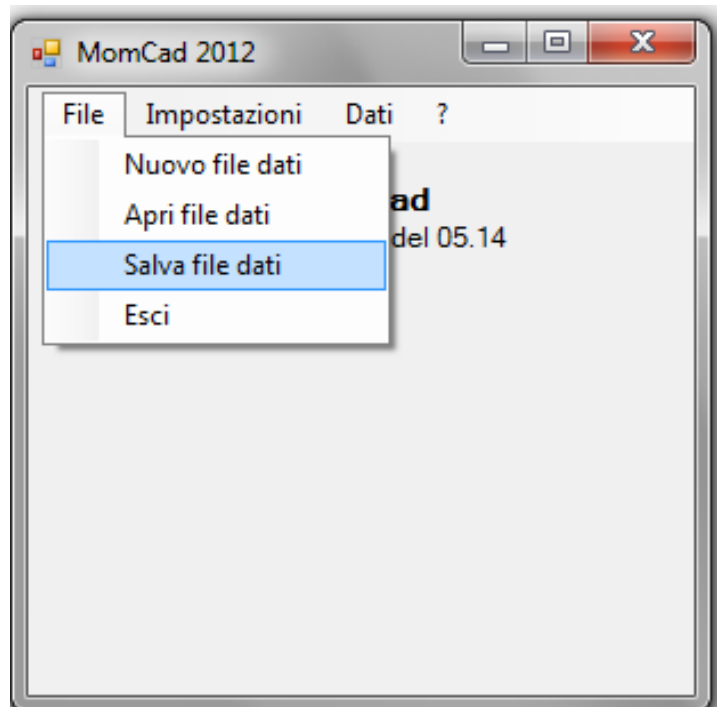
# MOMCAD

## Esempio di progetto



# MOMCAD

## Esempio di progetto

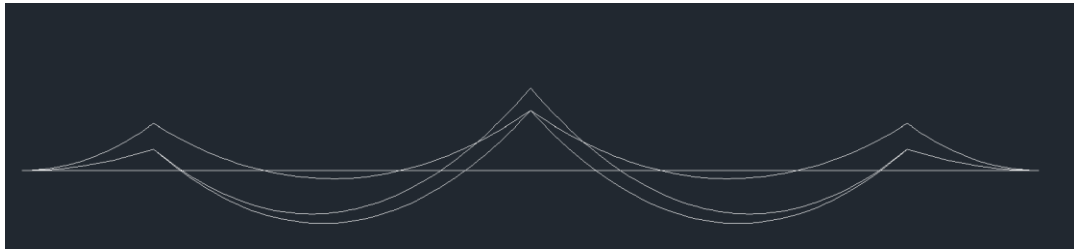


# TRAVECON

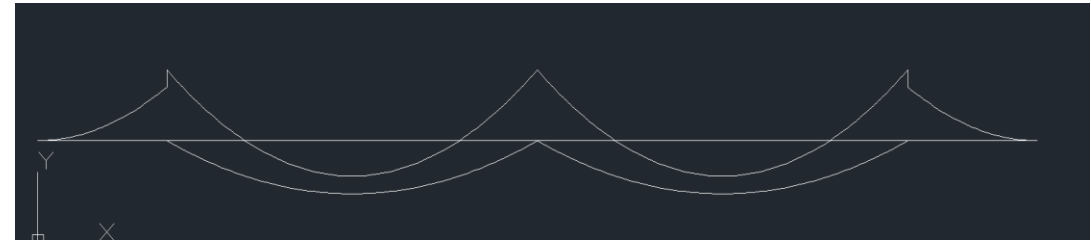
## Esempio di progetto

# MOMCAD

TraveCon → 3 combinazioni di carico  
→ 3 diagrammi di M



MOMCAD → 2 combinazioni di carico  
→ 2 diagrammi di M

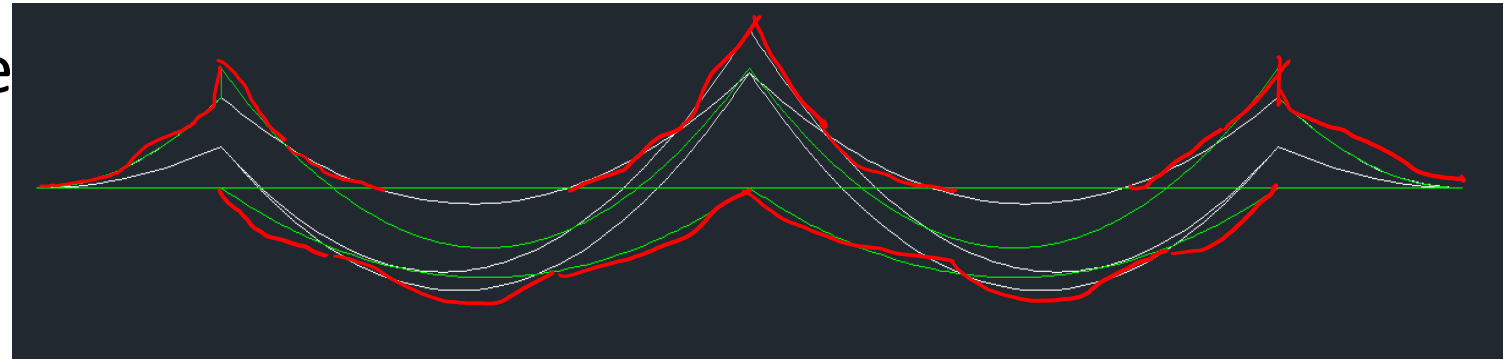


# Esempio di progetto

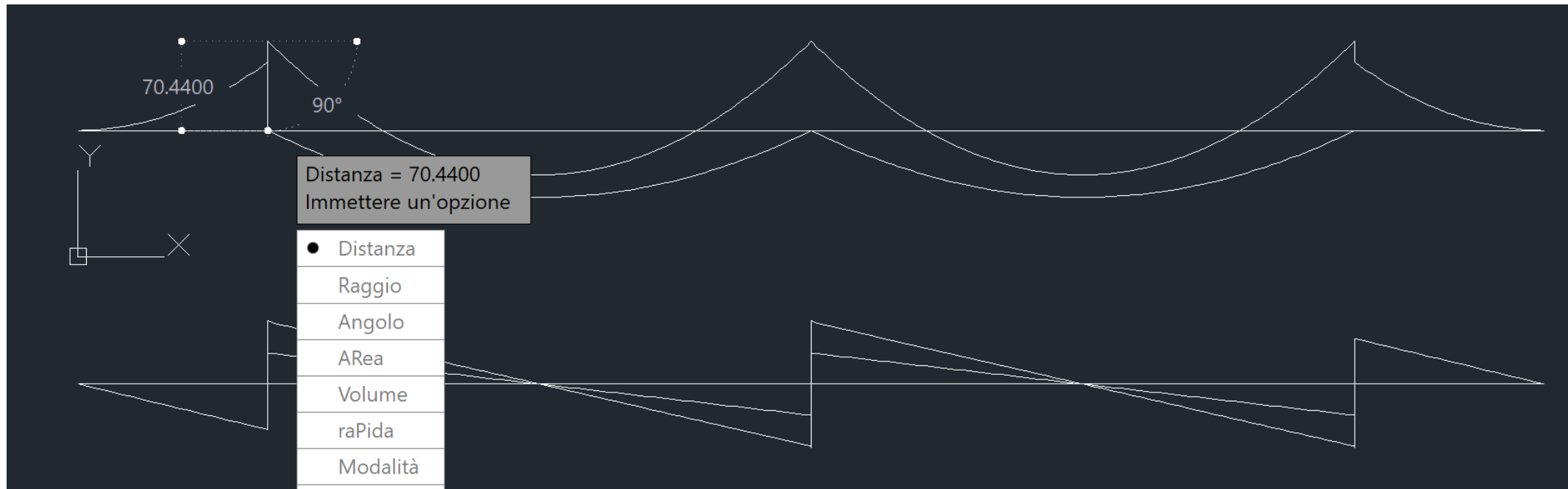
Esportare dal programma di calcolo **in scala**

Si consiglia: 1cm = 5 kNm oppure  
1cm = 10 kNm

Segnare i valori di M massimo  
(tra tutte le combinazioni) in  
campata e agli appoggi



# Esempio di progetto

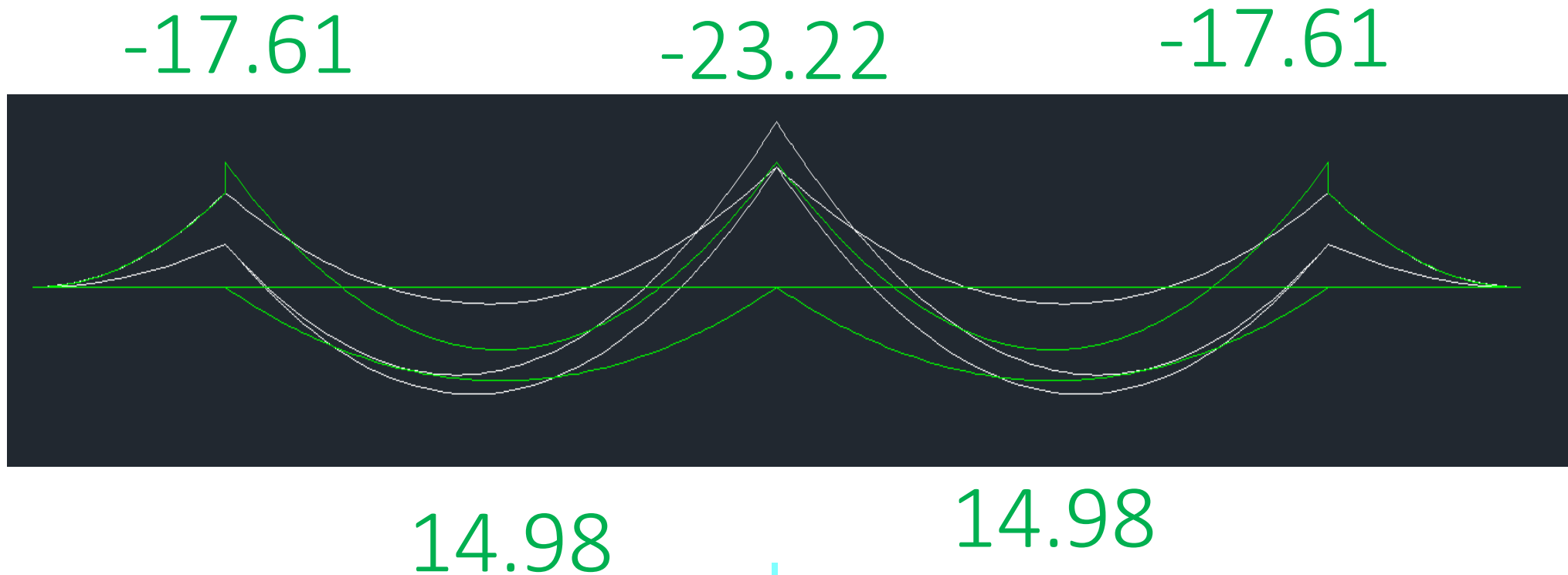


Esempio: **Attenzione ai valori di M che si leggono da autocad!!**

- Scala lunghezze 1:20 → In autocad: L=150 in cm; su stampa: L=7.50 cm
- Scala momenti 1cm=5kNm → Misuro 70.44, divido per scala delle lunghezze (20) → 3.522, multiplico per scala momenti (5) → 17.61 kNm (coincide con il  $M1_{dx} = \frac{qL^2}{12}$  )

# Esempio di progetto

Risultato finale → Involuppo dei diagrammi di M



# Esempio di progetto

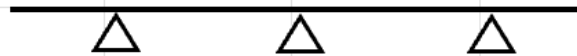
## Calcolo della armature da inserire → Progetto a flessione semplice

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	h solaio	23 cm						1fi10	0.79	16.60
2	h balcone	23 cm						1fi14	1.54	32.53
3	copr	3 cm								
4	f <sub>yd</sub>	391.3 Mpa								
5	n trav /1m <sup>2</sup>	3								
6										
7	Progetto armatura agli appoggi con i max momenti agli appoggi									
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14	Progetto armatura in campata con i max momenti in campata									
15										
16										
17										
18										
19										

# Esempio di progetto

Calcolo della armature da inserire → Progetto a flessione semplice

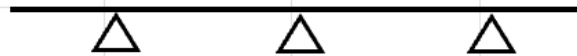
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	h solaio	23 cm						1fi10	0.79	16.60
2	h balcone	23 cm						1fi14	1.54	32.53
3	copr	3 cm								
4	f <sub>yd</sub>	391.3 Mpa								
5	n trav /1m2	3								
6										
7	Progetto armatura agli appoggi con i max momenti agli appoggi									
8		Med								
9	1	17.61								
10	2	23.22								
11	3	17.61								
12										
13										
14	Progetto armatura in campata con i max momenti in campata									
15		Med								
16	1									
17	2	14.98								
18	3	14.98								
19	4									



# Esempio di progetto

Calcolo della armature da inserire → Progetto a flessione semplice

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	h solaio	23 cm						1fi10	0.79	16.60
2	h balcone	23 cm						1fi14	1.54	32.53
3	copr	3 cm								
4	f <sub>yd</sub>	391.3 Mpa								
5	n trav /1m2	3								
6										
7	Progetto armatura agli appoggi con i max momenti agli appoggi									
8		Med	d							
9	1	17.61	0.2							
10	2	23.22	0.2							
11	3	17.61	0.2							
12										
13										
14	Progetto armatura in campata con i max momenti in campata									
15		Med	d							
16	1									
17	2	14.98	0.2							
18	3	14.98	0.2							
19	4									



# Esempio di progetto

## Calcolo della armature

### ATTENZIONE

**As**= armatura da mettere in una striscia di solaio larga 1m

**As/1trav**= armatura presente nel **singolo** travetto (se ho 3 travetti al m, sarà As/3)

	A	B	C	D
1	h solaio	23 cm		
2	h balcone	23 cm		
3	copr	3 cm		
4	f <sub>yd</sub>	391.3 Mpa		
5	n trav /1m <sup>2</sup>	3		
6				
7	Progetto armatura agli appoggi con i max momenti agli appoggi			
8		Med	d	As
9	1	17.61	0.2	2.50
10	2	23.22	0.2	3.30
11	3	17.61	0.2	2.50
12				
13				
14	Progetto armatura in campata con i max momenti in campata			
15		Med	d	As
16	1			
17	2	14.98	0.2	2.13
18	3	14.98	0.2	2.13
19	4			

# Esempio di progetto


## Calcolo della armature da inserire → Progetto a flessione semplice

[illegible]

# Esempio di progetto

Calcolo della armature da inserire → Progetto a flessione semplice

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	h solaio	23 cm						1fi10	0.79	16.60
2	h balcone	23 cm						1fi14	1.54	32.53
3	copr	3 cm								
4	f <sub>yd</sub>	391.3 Mpa								
5	n trav /1m <sup>2</sup>	3								
6										
7	Progetto armatura agli appoggi con i max momenti agli appoggi									
8		Med	d	As	As/1 trav					
9	1	17.61	0.2	2.50	0.83					
10	2	23.22	0.2	3.30	1.10					
11	3	17.61	0.2	2.50	0.83					
12										
13										
19	4									

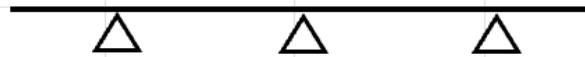


Attenzione alla **d** del balcone, se avessi avuto solaio di balcone più sottile del solaio interno avrei dovuto modificare il valore di d

# Esempio di progetto

Calcolo della armature da inserire → Progetto a flessione semplice

h solaio	25	cm					1fi10	0.79	14.94
h balcone	21	cm					1fi14	1.54	29.27
copr	3	cm							
f <sub>yd</sub>	391.3	Mpa							
n trav /1m2	3								



Progetto armatura agli appoggi con i max momenti agli appoggi

	Med	d	As	As/1 trav	barre fi14	barre fi 10	A
1	17.5	0.22	2.26	0.75			
2	23.2	0.22	2.99	1.00			
3	17.5	0.18	2.76	0.92			

Progetto armatura in campata con i max momenti in campata

	Med	d	As	As/1 trav	barre fi14	barre fi 10	A
1	0	0.22	0.00	0.00			
2	14.7	0.22	1.90	0.63			
3	14.7	0.22	1.90	0.63			
4	0	0.22	0.00	0.00			

# Esempio di progetto

Calcolo della armature da inserire → Progetto a flessione semplice

h solaio	25	cm				1fi10	0.79	14.94
h balcone	21	cm				1fi14	1.54	29.27
copr	3	cm						
f <sub>yd</sub>	391.3	Mpa						
n trav /1m2	3							
Progetto armatura agli appoggi con i max momenti								
	Med	d	As	A <sub>s</sub>				
1	17.5	0.22	2.26					
2	23.2	0.22	2.99					
3	17.5	0.18	2.76					
Progetto armatura in campata con i max momenti								
	Med	d	As	A <sub>s</sub>				
1	0	0.22	0.00					
2	14.7	0.22	1.90					
3	14.7	0.22	1.90					
4	0	0.22	0.00					

Scelgo il numero e il diametro di barre da utilizzare per avere  $A_s/1$  travetto. Per solaio si consigliano barre  $\phi 10$  e  $\phi 14$

**Attenzione!** La scelta del numero di  $\phi 10$  e  $\phi 14$  verrà effettuata tenendo conto di quello che succede nelle campate continue.. Vedremo come fare successivamente

# Riepilogo

- 1) Scegliere la striscia di solaio da progettare (concordare con il revisore)
- 2) Preparare le combinazioni di carico per massimizzare momenti in campata e sugli appoggi per lo schema di trave continua
- 3) Risolvere trave continua su TRAVECON
- 4) Risolvere schema con incastri e schema con cerniere su MOMCAD
- 5) Creare inviluppo dei diagrammi di M (sovrapponendo su autocad i diagrammi di momenti ottenuti dai punti 3 e 4) e valutare  $M_{max}$  in campata e su appoggi
- 6) Calcolare  $A_s$  superiore e inferiore da inserire in ogni travetto