

Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Corso Integrato di Scienza e Tecnica delle Costruzioni
Modulo di **Tecnica delle Costruzioni**

A.A. 2025-2026
2° semestre

CFU 8

Docente

Marco Zucca

DAI CARICHI AGENTI ALLE AZIONI INTERNE



POLITECNICO
MILANO 1863
Scuola Master Fratelli Pesenti



Università degli Studi di Cagliari

DICAAR

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

Dai carichi alle azioni interne

Obiettivo: VALUTARE LE AZIONI INTERNE

Prerequisiti:

- Risoluzione delle strutture isostatiche;
- Conoscere e saper applicare il principio dei lavori virtuali;
- Risoluzione delle strutture iperstatiche.

Verifiche da effettuare nelle opere strutturali (D.M. 17.01.2018)

- Agli stati limite ultimi (SLU) che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni.
- Agli stati limite di esercizio (SLE) definiti in relazione alle prestazioni attese.

Combinazioni delle azioni

STATO LIMITE ULTIMO

COMBINAZIONE FONDAMENTALE

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

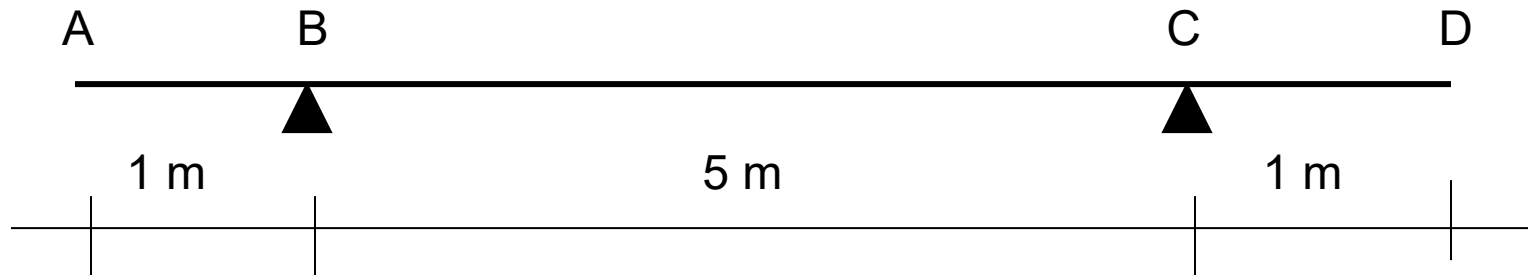
⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

I carichi devono essere combinati in modo da generare nelle singole sezioni le condizioni più sfavorevoli:

Come dobbiamo caricare una trave isostatica su due appoggi e due sbalzi in modo da generare nelle singole sezioni le condizioni più sfavorevoli?



L'analisi dei carichi effettuata ha prodotto:

$$G_{1k} = 10 \text{ kN/m}$$

$$G_{2k} = 15 \text{ kN/m}$$

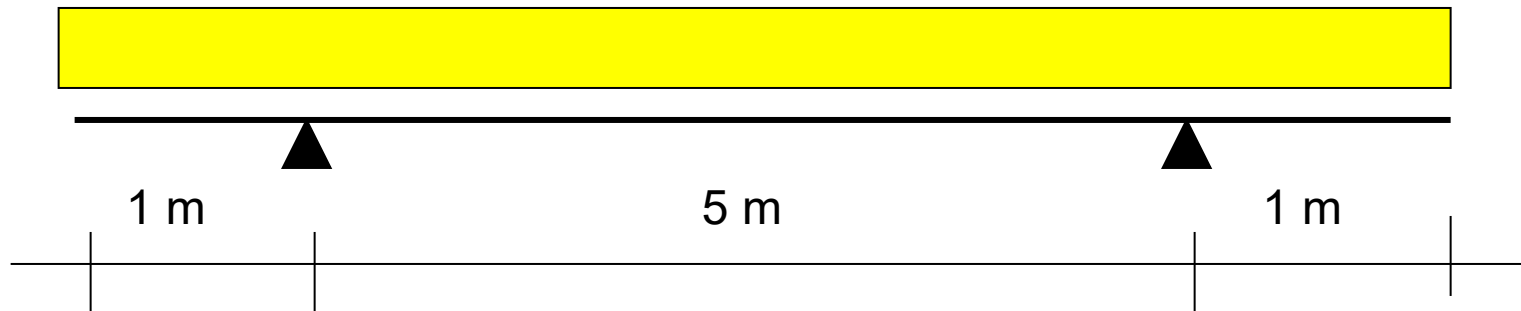
$$Q_k = 12 \text{ kN/m (uso residenziale)}$$

$$Q_{\text{vento}} = -3 \text{ kN/m}$$

$$Q_{\text{neve}} = 2 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

$$1,3 \cdot 10 + 1,5 \cdot 15 + 1,5 \cdot 12 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot (-3) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 2 = 52,3 \text{ kN/m}$$



E' QUESTA LA SITUAZIONE PIU' SFAVOREVOLE?

NO

Questa struttura è semplice ed è facilmente prevedibile che per generare le situazioni più sfavorevoli per le sezioni degli sbalzi e degli appoggi occorre applicare il seguente carico uniformemente distribuito su tutta la trave pari a:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

$$1,3 \cdot 10 + 1,5 \cdot 15 + 1,5 \cdot 12 + 0 \cdot 0,6 \cdot (-3) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 2 = 55,0 \text{ kN/m}$$

avendo scelto come **carico principale** Q_{k1} **il carico previsto per la destinazione d'uso**

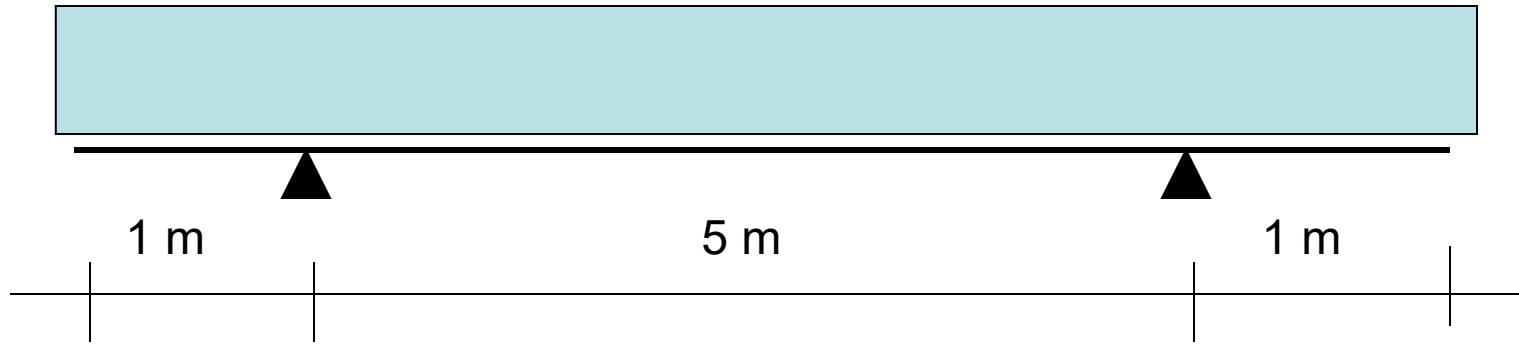
Per generare le situazioni più sfavorevoli per le sezioni della campata occorre applicare il carico precedente su tutta la trave, mentre sugli sbalzi agirà:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

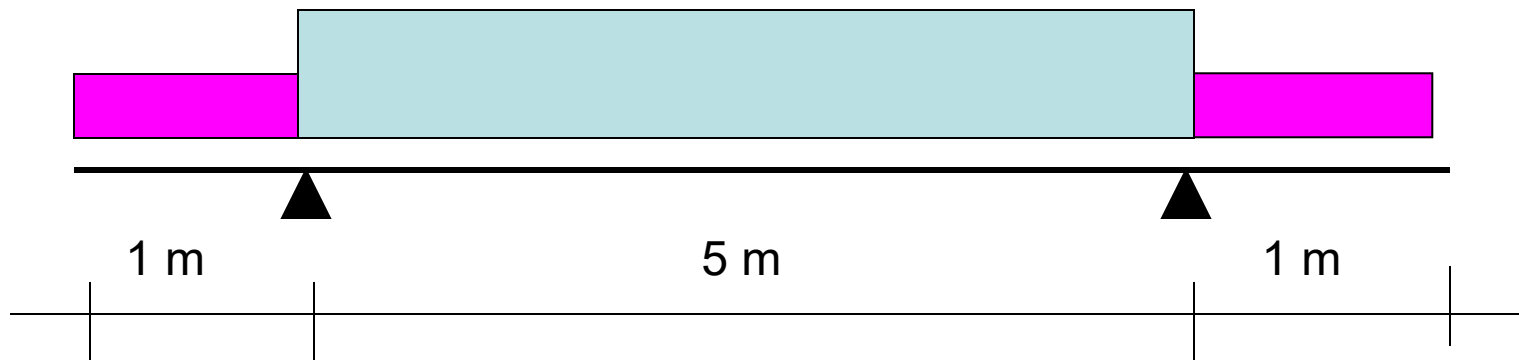
$$1,0 \cdot 10 + 0,8 \cdot 15 + 1,5 \cdot (-3) + 0 \cdot 0,7 \cdot 12 + 0 \cdot 0,5 \cdot 2 = 17,5 \text{ kN/m}$$

in questo caso è stato scelto come **carico principale Q_{k1}** il **carico del vento**

COMBINAZIONE DI CARICO 1



COMBINAZIONE DI CARICO 2



Facciamo i conti.....

