

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
Daniel Meloni

ESERCITAZIONE N. 2 ANALISI DEI CARICHI SVOLGIMENTO



POLITECNICO
MILANO 1863
Scuola Master Fratelli Pesenti



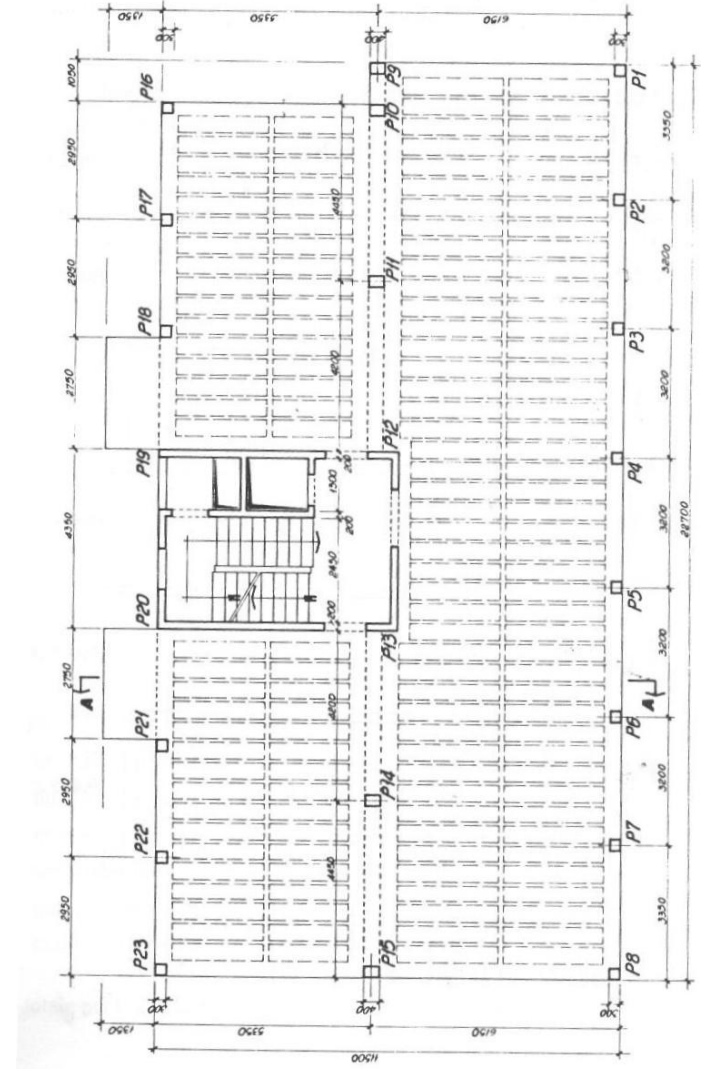
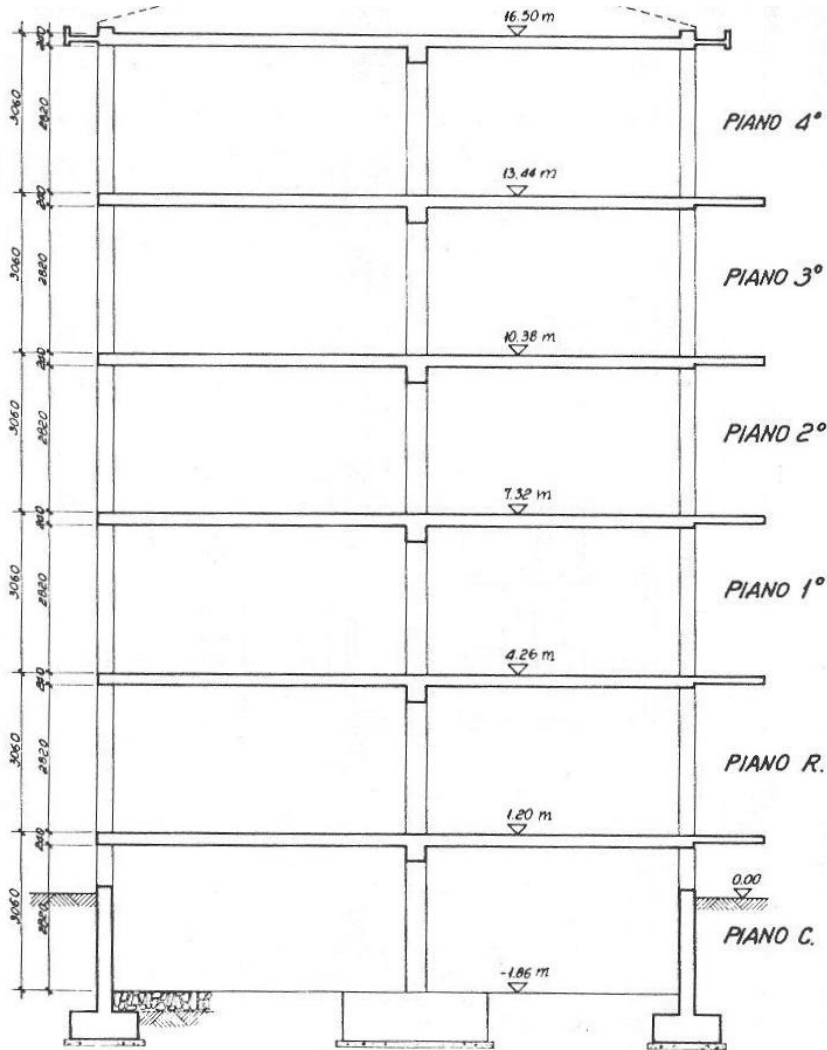
Università degli Studi di Cagliari

DICAAR

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

CAGLIARI AREA SUB URBANA

10 km dalla costa, altitudine del sito di edificazione 0 m s.l.m



INFORMAZIONI	PARAMETRI
1. GEOGRAFICHE	Ubicazione geografica del sito
	Altitudine del sito
	Classe di rugosità del terreno
2. DIMENSIONALI	b, lato della superficie esposta al vento
	d, lato della superficie parallela al vento
	H, altezza dell'edificio
3. ALTRE INFORMAZIONI	Tipologia copertura
	Dimensioni copertura
	Dimensione delle aperture delle pareti

INFORMAZIONI	PARAMETRI	DATI
1. GEOGRAFICHE	Ubicazione geografica del sito	CAGLIARI, entro 10 km dalla costa
	Altitudine del sito	0 m s.l.m
	Classe di rugosità del terreno	Area Sub Urbana
2. DIMENSIONALI	b, lato della superficie esposta al vento	22,7 m
	d, lato della superficie parallela al vento	11,5 m
	H, altezza dell'edificio	16,50 m
3. ALTRE INFORMAZIONI	Tipologia copertura	piana
	Dimensioni copertura	22,7 x 11,5 m
	Dimensione delle aperture delle pareti	$\leq 1/3$ dell'intera superficie verticale esposta al vento di dimensione 22,7 x 16,50 m



Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,....); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa); c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	10 km	30 km	500m	750m
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	III	III	IV	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

* Categoria II in zona 1,2,3,4
Categoria III in zona 5

** Categoria III in zona 2,3,4,5
Categoria IV in zona 1

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

$$P = q_r c_e c_p c_d$$

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 \quad c_d = 1$$

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Faccia sopravento	Pareti laterali	Pareti sottovento
$h/d \leq 1$: $c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5$: $c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1$: $c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1$: $c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5$: $c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5$: $c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

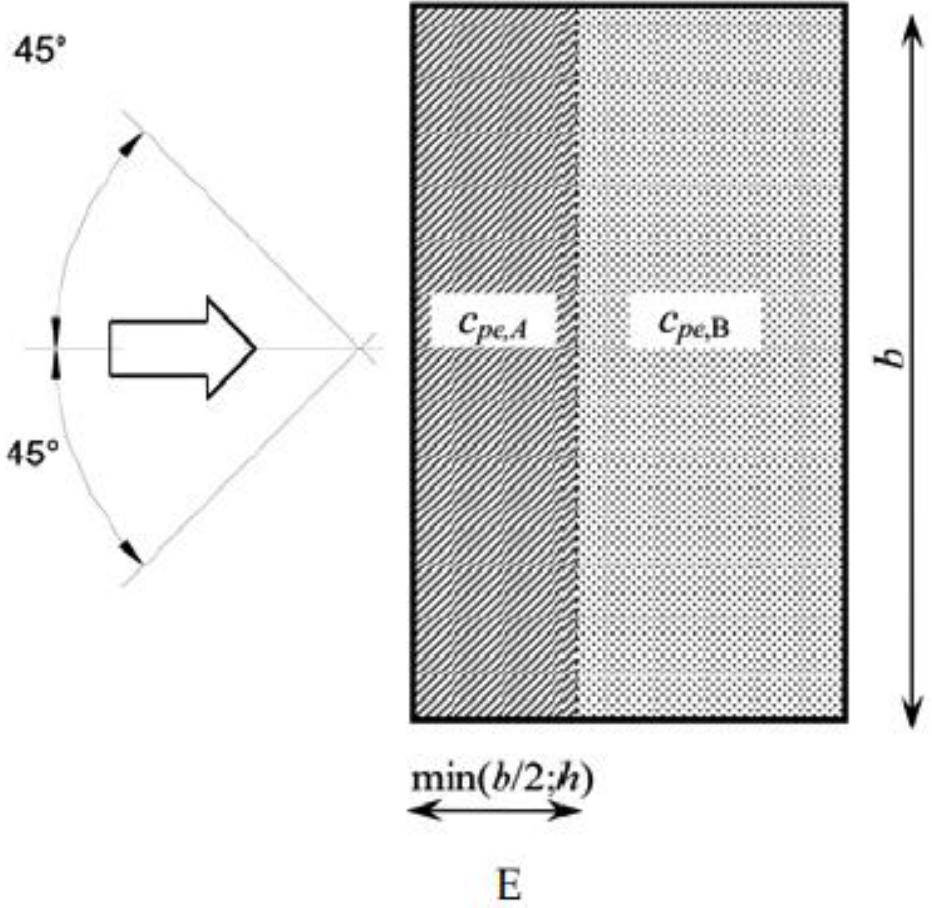
$$C_{pi} = + 0,2 \quad \text{o} \quad - 0,3$$

h = altezza edificio

d = dimensione lato parallelo al vento

Tabella C3.3.III - Edifici rettangolari: c_{pe} per coperture piane.

Fascia sopravento di profondità pari al minimo tra $b/2$ e h :	$c_{pe,A} = -0,80$
Restanti zone	$c_{pe,B} = \pm 0,20$



Nel nostro caso la fascia sopravento ha profondità pari al minimo fra $b/2 = 22,7/2 = 11,35$ m $h = 16,50$ m
 La dimensione $d = 11,50$, pertanto la fascia sopravento risulta praticamente coincidente con l'intera copertura

$$C_{pe, \text{copertura}} = - 0,8$$

- h = altezza dell'edificio**
- b = dimensione parallela al vento**

Figura C3.3.5 - Schema di riferimento per coperture piane

q_r 490 N/m^2

Si tratta di un edificio alto poiché l'altezza è maggiore del lato parallelo al vento
Scegliamo il Criterio 1 che prevede $\bar{z}_e = h$

$$h = 16,50 \text{ m} > d = 11,50 \text{ m}$$

$$C_e (z = h = 16,5) = 2,472$$

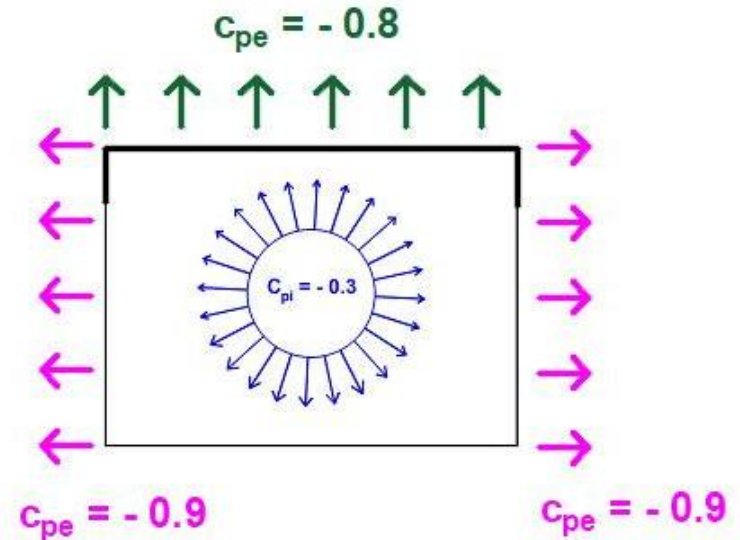
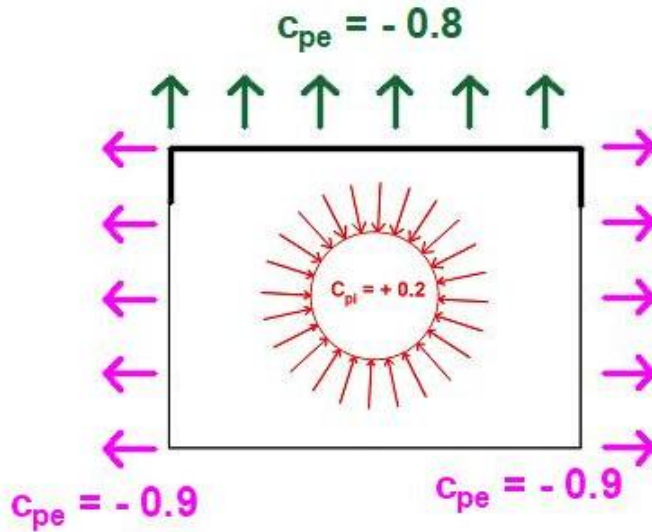
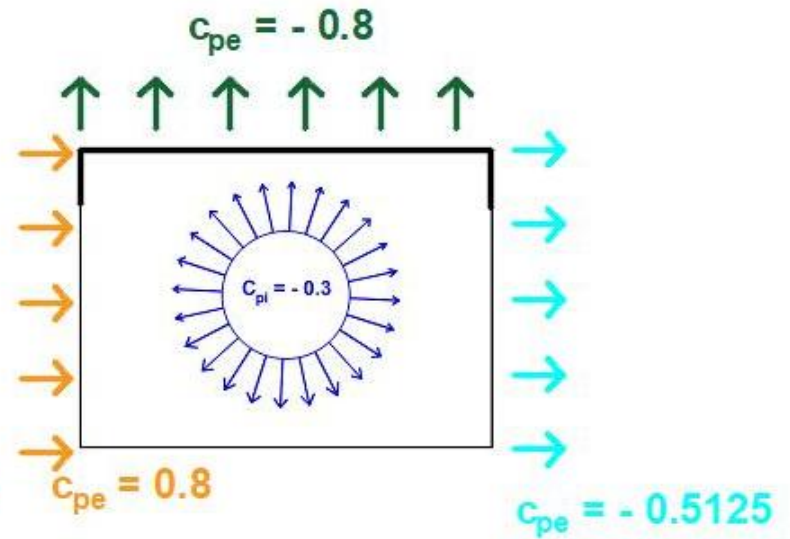
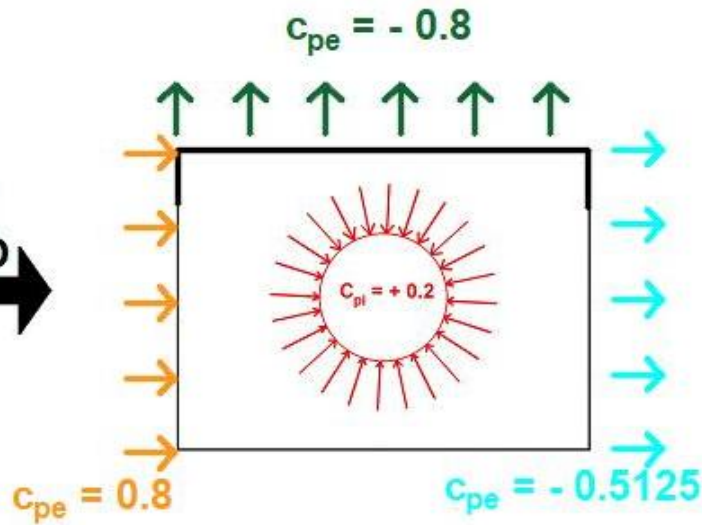
superficie	cpe	cpi
Faccia sopra vento $h/d = 16,5/11,5 = 1,43 > 1$	+ 0,8	+ 0,2 o - 0,3
Pareti laterali $h/d > 0,5$	- 0,9	+ 0,2 o - 0,3
Pareti sottovento $1 < h/d \leq 5$	- 0,5 - 0,05 (h/d - 1) = - 0,5125	+ 0,2 o - 0,3
Copertura	- 0,8	+ 0,2 o - 0,3

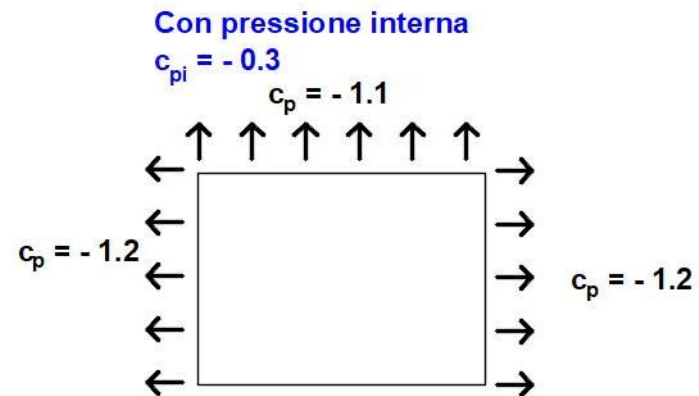
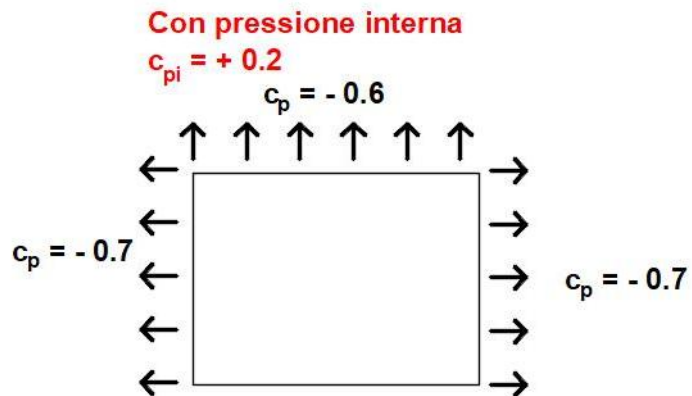
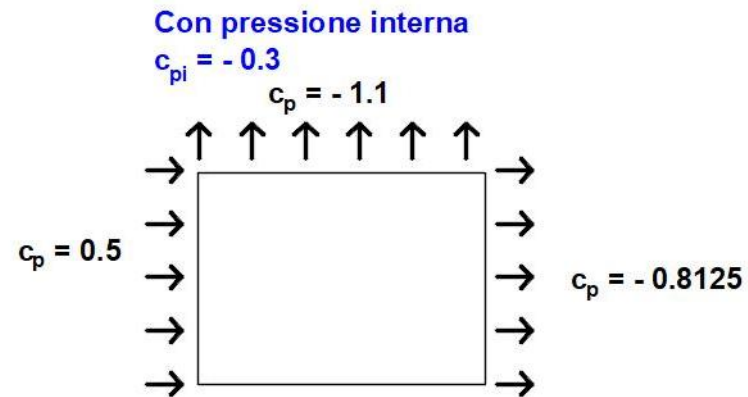
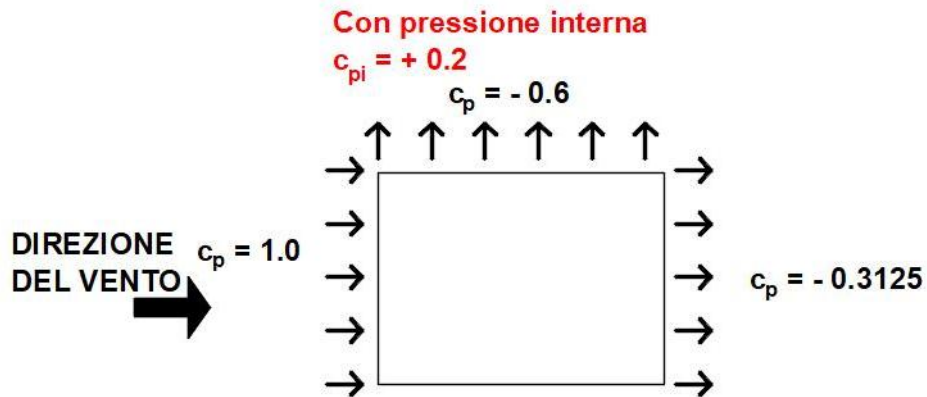
Coefficiente dinamico $c_d = 1$

h = altezza edificio

d = dimensione lato parallelo al vento

DIREZIONE
DEL VENTO





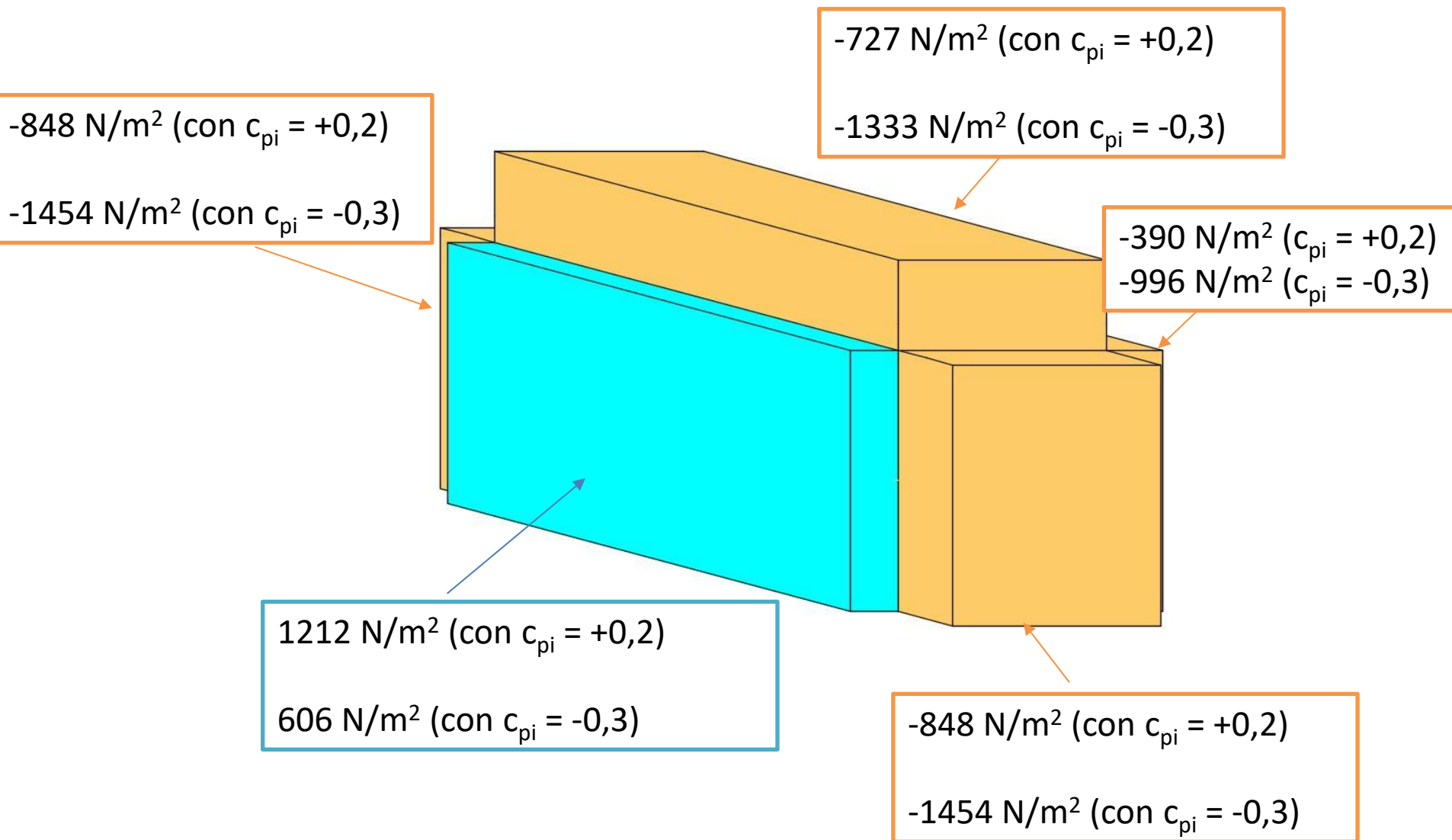
$$\text{Pressione del vento } p = q_r \cdot c_e \cdot (c_{pe} + c_{pi}) \cdot c_d$$

pressione del vento (N/m²)

superficie sopravento		superficie sottovento		superfici laterali	
con cpi + 0,2	con cpi -0,3	con cpi + 0,2	con cpi -0,3	con cpi + 0,2	con cpi -0,3
1212	606	-390	-996	-848	-1454
1212	606	-390	-996	-848	-1454
1212	606	-390	-996	-848	-1454
1212	606	-390	-996	-848	-1454
1212	606	-390	-996	-848	-1454
1212	606	-390	-996	-848	-1454
1212	606	-390	-996	-848	-1454
Copertura	con cpi + 0,2	-727			
	con cpi -0,3	-1333			

La pressione sulle pareti risulta uniformemente distribuita:

- In **turchese** la pressione diretta verso l'interno dell'edificio
- In **arancio** la pressione diretta verso l'esterno dell'edificio



AZIONE DELLA NEVE

3.4.1. CARICO DELLA NEVE SULLE COPERTURE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t \quad [3.4.1]$$

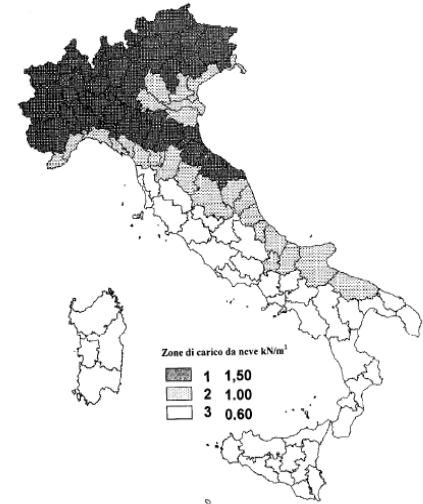
dove:

q_{sk} è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, di cui al § 3.4.2;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura, di cui al § 3.4.3;

C_E è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4;

C_t è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.



Zona III

Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotona, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo:

$$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

[3.4.5]

AZIONE DELLA NEVE

Tabella 3.4.II – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Coefficiente di esposizione c_e

Tabella 3.4.I – Valori di C_E per diverse classi di topografia

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Coefficiente termico c_t

$$c_t = 1$$

AZIONE DELLA NEVE

CARICO DELLA NEVE

carico di neve al suolo

copertura è piana coeff di forma

coeff termico

coeff di esposizione

CAGLIARI area SUBURBANA

qsk 0,6

0,8

1

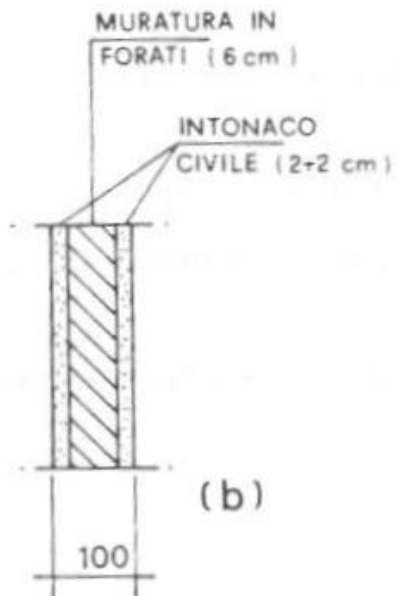
1

qneve 0,48 kN/m²

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

TRAMEZZO	peso specifico	h	spessore	lunghezza	kN/m
intonaco (malta di cemento)	21	2,82	0,04	1	2,37
muratura in mattoni forati	11	2,82	0,06	1	1,86

4,23



3.1.3.1 Elementi divisori interni

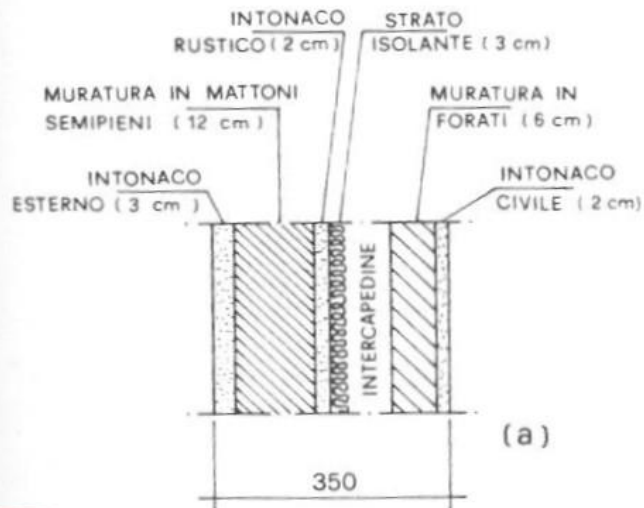
Per gli orizzontamenti degli edifici per abitazioni e uffici, il peso proprio di elementi divisori interni potrà essere ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito g_{2k} , purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata ripartizione del carico. Il carico uniformemente distribuito g_{2k} ora definito dipende dal peso proprio per unità di lunghezza G_2 delle partizioni nel modo seguente:

- per elementi divisori con $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$.

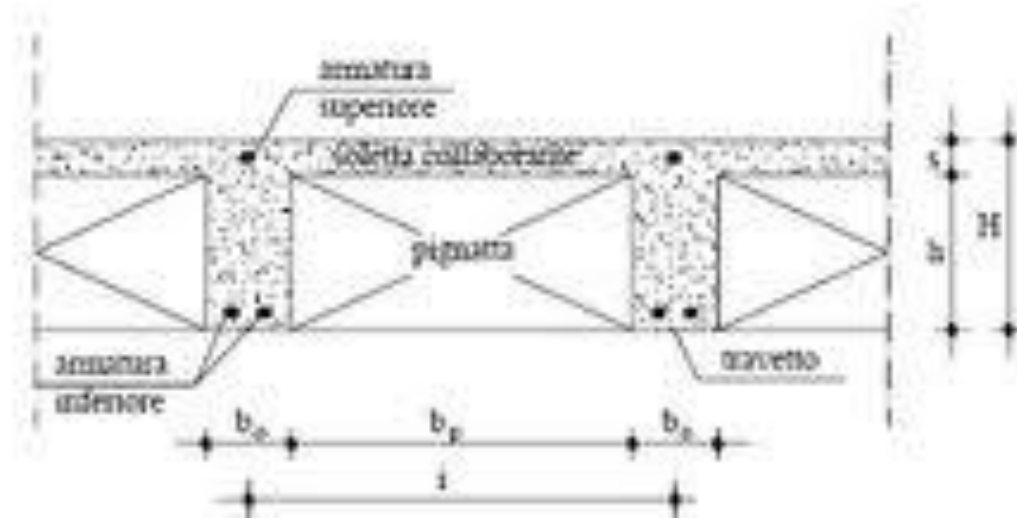
Elementi divisori interni con peso proprio maggiore devono essere considerati in fase di progettazione, tenendo conto del loro effettivo posizionamento sul solaio.

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

TAMPONATURA	peso specifico	h	spessore	lunghezza	kN/m
intonaco	21	2,82	0,07	1	4,1454
muratura in mattoni semipieni	16	2,82	0,12	1	5,4144
strato isolante	1	2,82	0,03	1	0,0846
intercapedine d'aria	0	2,82	0,07	1	0
muratura in mattoni forati	11	2,82	0,06	1	1,8612
			0,35		15,5056



CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI



SOLAIO LATERO CEMENTIZIO

peso specifico larghezza altezza profondità N

	peso specifico	larghezza	altezza	profondità	N				
soletta	25	1	0,04	1			1	kN/m ²	
nervature	25	0,08	0,2	1	2		0,8	kN/m ²	
pignatte					8	0,096	0,77	kN/m ²	
carico permanente strutturale							G1k	2,57	kN/m²

ANALISI DEI CARICHI DEL SOLAIO DI INTERPIANO					
carichi permanenti strutturali				G1k	2.57 kN/m ²
carichi permanenti non strutturali	spessore	larghezza	profondità	peso specifico	
pavimentazione					0.4 kN/m ²
sottofondo pavimentazione	0.06	1	1	21	1.26 kN/m ²
intonaco	0.02	1	1	21	0.42 kN/m ²
tramezzature					2 kN/m ²
carichi permanenti non strutturali con tramezzature				G2k	4 kN/m ²
carichi permanenti non strutturali senza tramezzature				G2k	2 kN/m ²
	solaio interno	carico variabile (cat. A)		Q1k	2 kN/m ²
	balcone	carico variabile (cat. A)		Q2k	4 kN/m ²

ANALISI DEI CARICHI DEL SOLAIO DI COPERTURA						
carichi permanenti strutturali					G1k	2.57 kN/m ²
carichi permanenti non strutturali						
pavimentazione						0.4 kN/m ²
sottofondo	pavimentazione	0.06	1	1	21	1.26 kN/m ²
intonaco		0.02	1	1	21	0.42 kN/m ²
impermeabilizzazione						0.3 kN/m ²
pendenza realizzata con massetto 1%				0.0575	21	1.2075 kN/m ²
carichi permanenti non strutturali					G2k	3.59 kN/m ²
carico variabile (cat.H2 relativo a cat A)					Q1k	2.00 kN/m ²
neve					Qneve	0.48 kN/m ²
vento					Qvento	-0.73 kN/m ²
					Qvento	-1.33 kN/m ²