

Comune: Bovalino
Provincia: Reggio Calabria

RELAZIONE

CARICO NEVE E AZIONE DEL VENTO

Archivio: Nuovo Progetto.nvx - Data : 31/03/2020

Oggetto: Esempio relazione software NV Next

Progettista strutturale

Stacec

Sommario

1 Introduzione	4
1.1 Localizzazione sito.....	4
2 Azioni sulla struttura.....	5
2.1 Carico neve	5
2.1.1 Dati del caso in esame	5
2.1.2 Carico della neve sulle coperture	6
2.1.3 Carico neve caratteristico riferito al suolo	6
2.1.4 Coefficiente di forma della copertura	6
2.1.5 Coefficiente di esposizione.....	7
2.1.6 Coefficiente termico	7
2.1.7 Condizioni di carico da valutare	7
2.2 Carico vento	8
2.2.1 Dati del caso in esame	8
2.2.2 Pressione del vento	9
2.2.3 Pressione cinetica di riferimento	9
2.2.4 Velocità di riferimento	9
2.2.5 Coefficiente di esposizione.....	10
2.2.6 Coefficienti aerodinamici c_p	11
2.2.7 Valori delle condizioni di carico da valutare	13

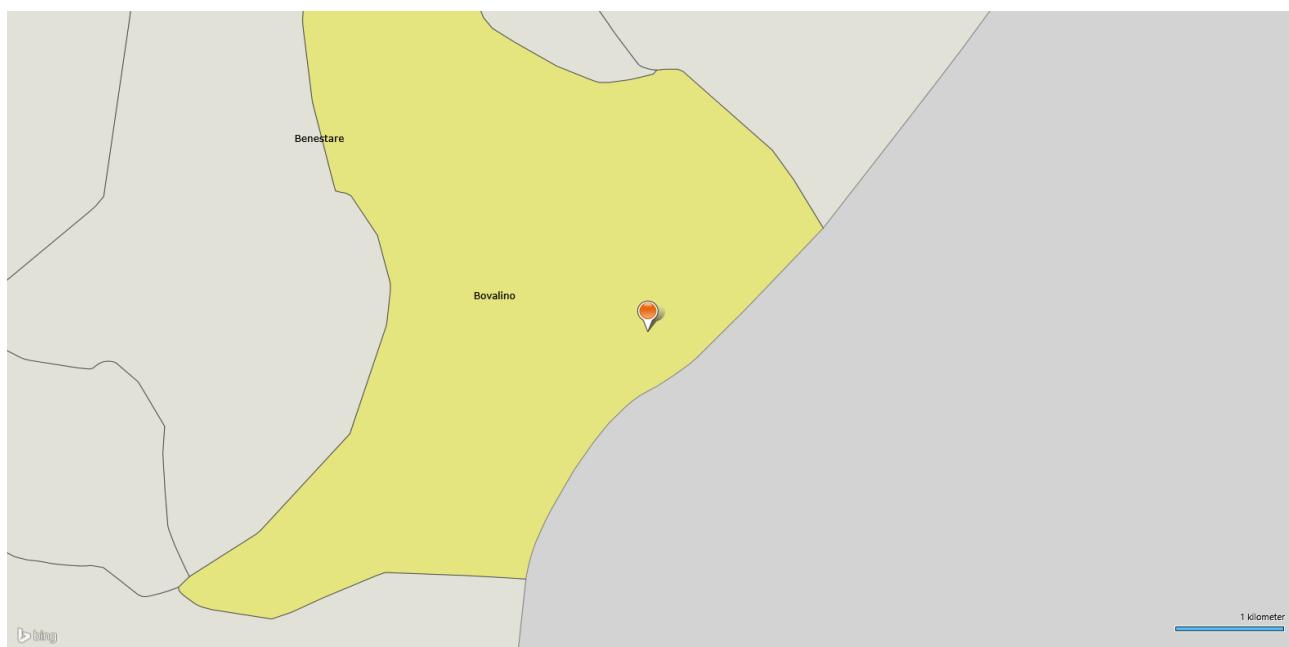
1 Introduzione

1.1 Localizzazione sito

Descrizione sito : Via Fratelli Bandiera 93, 89034 Bovalino RC

Coordinate del sito

Latitudine (WGS84) : 38°.15
Longitudine (WGS84) : 16°.1749
Latitudine (ED50) : 38°.151
Longitudine (ED50) : 16°.1757
Altezza s.l.m. : 19.49 m



2 Azioni sulla struttura

2.1 Carico neve

Di seguito sono fornite le indicazioni per la determinazione dei valori dei carichi della neve da impiegarsi nella progettazione strutturale di edifici e di opere di ingegneria civile e non si applica per siti posti a quota maggiore di 1500 m, per i quali sono necessarie adeguate indagini statistiche e specifici studi locali che tengano conto sia dell'altezza del manto nevoso che della sua densità.

In generale il carico della neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

Nel progetto si dovrà tenere conto del fatto che la neve può depositarsi su di una copertura secondo più modalità differenti. Le caratteristiche del tetto o gli altri fattori che influiscono sulle modalità di deposizione della neve sulla copertura, comprendono:

- la forma della copertura;
- le sue proprietà termiche;
- la scabrezza della sua superficie;
- l'ammontare della quantità di calore prodotto al di sotto della copertura;
- la distanza da edifici vicini;
- il terreno circostante;
- le condizioni meteorologiche locali, in particolare la ventosità, le variazioni di temperatura e la probabilità di precipitazioni (sia di pioggia sia nevose).

In generale vengono esaminate due seguenti distribuzioni principali di carico di base:

- carico della neve sulle coperture uniformemente distribuito;
- carico della neve sulle coperture con accumuli.

Il calcolo del carico neve è stato effettuato ai sensi del D.M. del 17 Gennaio 2018: "Norme tecniche per le costruzioni".

2.1.1 Dati del caso in esame

Coordinate del sito

Latitudine (ED50)	: 38°.151
Longitudine (ED50)	: 16°.1757
Altezza s.l.m.	: 19.49 m

Dati caratteristici del sito

Zona	: Zona III
Classe esposizione	: Battuta dai venti

Tipologia della costruzione

A più falde

Dati Geometrici

Angolo falda 1	: 30.0 °
Angolo falda 2	: 30.0 °
Angolo falda 3	: 30.0 °
Angolo falda 4	: 30.0 °

2.1.2 Carico della neve sulle coperture

Il carico neve sulle coperture è valutato con la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_e \cdot C_t$$

Dove:

- q_{sk} : valore di riferimento del carico neve al suolo riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni;
- μ_i : coefficiente di forma della copertura;
- C_e : coefficiente di esposizione che viene utilizzato per modificare il carico neve in funzione delle caratteristiche dell'area in cui sorge l'opera;
- C_t : coefficiente termico;

2.1.3 Carico neve caratteristico riferito al suolo

Per il calcolo di q_{sk} si è utilizzata la seguente espressione:

$$\begin{aligned} q_{sk} &= 0.60 \text{ kN/m}^2 && \text{per } a_s \leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} &= 0.51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 && \text{per } a_s > 200 \text{ m} \end{aligned}$$

Dove:

- a_s : quota del suolo sul livello del mare nel sito dove è realizzata la costruzione;

Le relazioni appena descritte sono valide per **Zona III**:

Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, 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.

Nel caso in esame l'altezza sul livello del mare della costruzione è di 19.49 m per cui il valore di riferimento del carico neve al suolo (q_{sk}) è 0.60 kN/m².

2.1.4 Coefficiente di forma della copertura

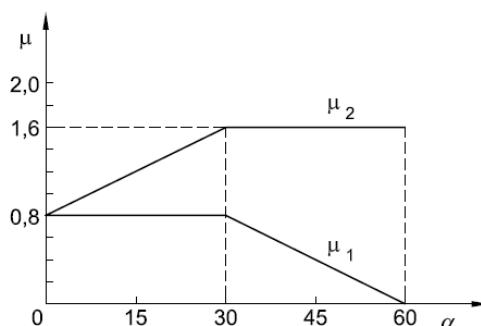
I coefficienti di forma delle coperture dipendono dalla forma stessa della copertura e dall'inclinazione sull'orizzontale delle sue parti componenti e dalle condizioni climatiche locali del sito ove sorge la costruzione.

Rappresenta il rapporto tra il valore del carico della neve sul tetto ed il carico della neve al suolo uniformemente distribuito, senza le influenze degli effetti termici e di esposizione.

I valori utilizzati sono stati calcolati secondo le indicazioni dell'Eurocodice 1 – UNI EN 1991-1-3:2004 - "Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve".

Nel caso in esame la tipologia della copertura è assimilabile a: A più falde;

Per questa tipologia di copertura il coefficiente è da calcolare in funzione dell'angolo di inclinazione delle varie falde, considerando il seguente grafico:



Nel caso in esame:

Falda	Angolo di pendenza [°]	μ_1
Falda 1	30.0 °	0.80
Falda 2	30.0 °	0.80
Falda 3	30.0 °	0.80
Falda 4	30.0 °	0.80

2.1.5 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione è un coefficiente utile a definire la riduzione o l'aumento del carico sul tetto di un edificio non riscaldato, quale frazione del carico della neve caratteristico al suolo. Il suo valore tiene conto delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera.

Nella scelta del valore di C_e si tiene conto del futuro sviluppo dei dintorni del sito in studio.

Nel caso in esame $C_e = 0.90$ è valido per topografia:

- Battuta dai venti (Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti).

2.1.6 Coefficiente termico

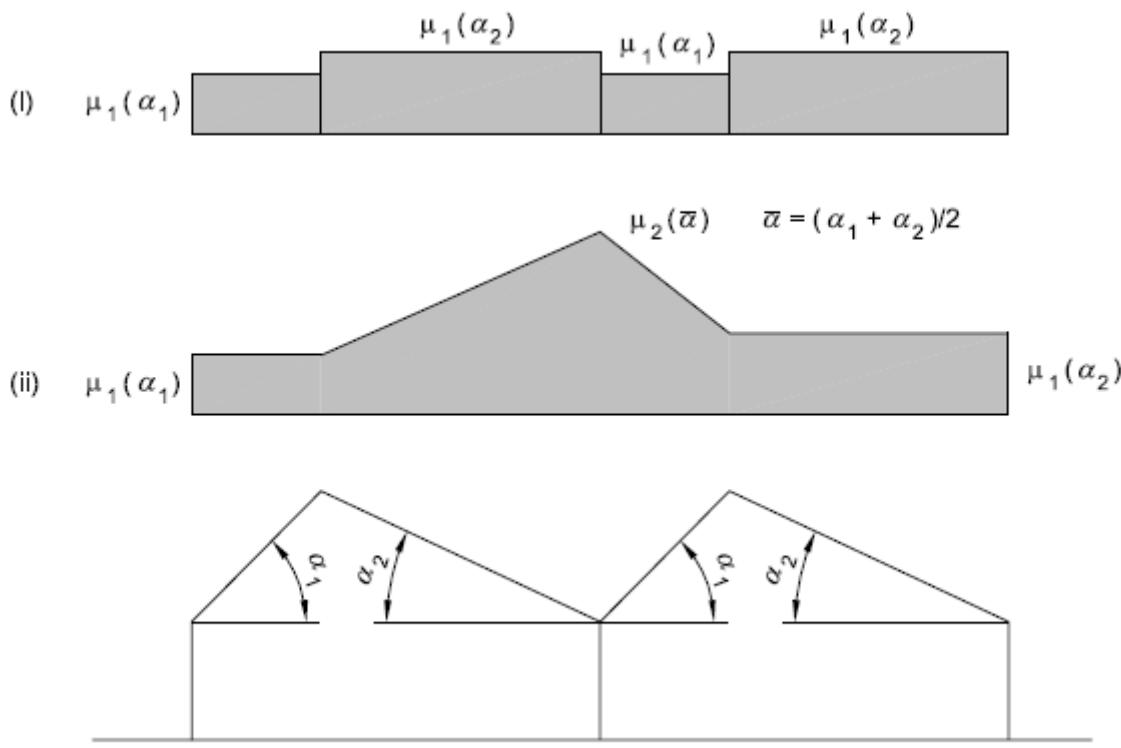
Il coefficiente termico tiene conto della riduzione del carico della neve, a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente dipende dalla proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura.

In assenza di studi specifici e documentativi viene utilizzato il valore $C_t = 1$.

2.1.7 Condizioni di carico da valutare

Per il caso in esame si utilizzano le seguenti condizioni di carico:

Condizioni	Falda	$q_s \text{ Ini}$ [kN/m²]	$q_s \text{ Fin}$ [kN/m²]
Cond. 1	Falda 1	0.43	0.43
Cond. 1	Falda 2	0.43	0.43
Cond. 1	Falda 3	0.43	0.43
Cond. 1	Falda 4	0.43	0.43
Cond. 2	Falda 1	0.43	0.43
Cond. 2	Falda 2	0.43	0.86
Cond. 2	Falda 3	0.86	0.43
Cond. 2	Falda 4	0.43	0.43



2.2 Carico vento

Di seguito sono fornite le indicazioni per la determinazione dei valori dei carichi statici equivalenti al vento da impiegarsi nella progettazione strutturale di edifici e di opere di ingegneria civile nel caso costruzioni usuali, per le quali non è richiesto l'uso di metodologie di calcolo sperimentali di tipo avanzato. Non si applica per siti posti a quota maggiore di 1500 m, i cui valori di velocità base di riferimento possono essere ricavati da opportuna documentazione o da indagini statistiche adeguatamente comprovate.

I seguenti paragrafi contengono la valutazione della velocità e della pressione cinetica del vento di progetto, la determinazione dei coefficienti degli effetti aerodinamici riferiti ai casi tipologici più comuni, al fine di modellare l'azione del vento (pressioni, forze, momenti, ecc.) da impiegare sull'organismo strutturale resistente complessivo e sui suoi elementi componenti, ivi comprese le parti strutturali e non strutturali.

La valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni verrà elaborata in funzione dei seguenti parametri:

- posizione geografica e l'altitudine sul livello del mare della costruzione;
- periodo di ritorno di progetto T_R ;
- caratteristiche del sito ove sorge la costruzione (rugosità e topografia);
- forma, dimensioni e orientamento della costruzione;

Il calcolo del carico vento è stato effettuato ai sensi del D.M. del 17 Gennaio 2018: "Norme tecniche per le costruzioni", integrato dalle indicazioni per le varie tipologie di costruzione delle Linee Guida CNR DT 207/2008.

2.2.1 Dati del caso in esame

Coordinate del sito

Latitudine (ED50)	: 38°.151
Longitudine (ED50)	: 16°.1757
Altezza s.l.m.	: 19.49 m

Dati caratteristici del sito

Zonazione per vento : Zona 4

Categorie di esposizione : Cat. III

Tipologia della costruzione

Pareti laterali di Edifici a pianta rettangolare

Tipo di superficie : Ruvida (calcestruzzo ruvido, superfici catramate)

Dati di calcolo

Tempo di ritorno : 50 Anni

Dati Geometrici

Larghezza della parete ortogonale alla direzione del vento (B) : 15.00 m

Larghezza della parete parallela alla direzione del vento (D) : 10.00 m

Altezza della costruzione (H) : 30.00 m

2.2.2 Pressione del vento

Le azioni aerodinamiche di picco esercitate dal vento su ciascuna faccia delle superfici di una costruzione o dei suoi elementi si traducono in sovrapressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici sia esterne che interne.

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

Dove:

q_r : pressione cinetica di riferimento;

c_e : coefficiente di esposizione;

c_p : coefficiente di pressione;

c_d : coefficiente dinamico (pari ad 1);

Le sovrapressioni sono definite convenzionalmente positive e le depressioni sono definite convenzionalmente negative.

2.2.3 Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento q_r (o di picco) è data dall'espressione:

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

Dove:

v_r : velocità di riferimento del vento;

ρ : densità dell'aria (pari a 1.25 kg/m^3);

La pressione cinetica di picco rappresenta il valore atteso della pressione cinetica massima. Esprimendo ρ in kg/m^3 e v_r in m/s , q_r risulta espresso in N/m^2 .

Nel caso in esame q_r è pari a 0.49 kN/m^2 e v_r è pari a 28.00 m/s .

2.2.4 Velocità di riferimento

La velocità base di riferimento v_b è il parametro che caratterizza la ventosità della zona ove sorge la costruzione. Essa è definita come il valore della velocità media del vento su un intervallo di tempo di 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo, su un terreno pianeggiante e omogeneo con lunghezza di rugosità z_0 pari a 0.05 m (II categoria di esposizione), riferito a un periodo di ritorno T_R pari a 50 anni.

Per località poste a quota inferiore di 1500 m sul livello del mare, la velocità base di riferimento può essere assunta calcolata con la seguente espressione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

La velocità di riferimento corrispondente si calcola mediante la seguente formula:

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

Dove:

- $v_{b,0}$: velocità base di riferimento al livello del mare in funzione della zona in cui sorge la costruzione;
- c_a : coefficiente di altitudine;
- c_r : coefficiente di ritorno funzione del periodo di ritorno di progetto T_R .

Il coefficiente di altitudine c_a viene calcolato con la seguente formula:

$$\begin{aligned} c_a &= 1 && \text{per } a_s \leq a_0 \\ c_a &= 1 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) && \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m} \end{aligned}$$

Dove:

- a_0, k_s : parametri tabellati in funzione della zona in cui sorge la costruzione;
- a_s : altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

Nel caso in esame i valori dei parametri utilizzati sono:

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
Zona 4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0.36

Il coefficiente c_a è pari a 0.02 .

Il coefficiente di ritorno c_r è fornito, in funzione del tempo di ritorno T_R dalla relazione:

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

Il coefficiente c_r è pari a 1.00 .

2.2.5 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione c_e viene calcolato in funzione della categoria di esposizione ove sorge la costruzione. Il suo valore dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo z non maggiori di 200 m, è possibile utilizzare la seguente formula:

$$\begin{aligned} c_e &= k_r^2 c_t \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \left[7 + c_t \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \right] && \text{per } z \geq z_{min} \\ c_e &= k_r^2 c_t \ln \left(\frac{z_{min}}{z_0} \right) \left[7 + c_t \ln \left(\frac{z_{min}}{z_0} \right) \right] && \text{per } z \leq z_{min} \end{aligned}$$

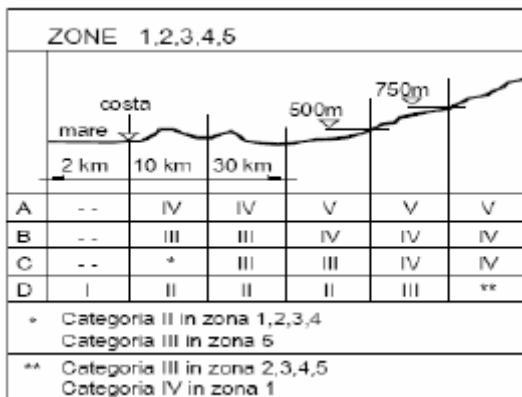
Dove:

- k_r : fattore di terreno;
- z_0 : lunghezza di rugosità;
- z_{min} : altezza minima;
- c_t : coefficiente di topografia (pari ad 1)

Nel caso in esame si sono utilizzati i seguenti valori:

Categoria di esposizione	k_r	z_0	z_{min}
Cat. III	0.20	0.10	5

La categoria di esposizione è assegnata in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno, in base al seguente schema:



Nel caso in esame la classe di rugosità è la seguente:

Categoria di rugosità	Descrizione
Classe B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

2.2.6 Coefficienti aerodinamici c_p

In funzione della tipologia di costruzione verranno calcolati uno o più coefficienti adimensionali aerodinamici c_p .

Questi coefficienti sono necessari per trasformare la pressione cinetica del vento in azioni aerodinamiche globali sulle costruzioni.

Tali coefficienti, definiti nel loro complesso coefficienti aerodinamici globali, comprendono i coefficienti di pressione (utilizzati per definire la pressione esterna, interna e complessiva), i coefficienti di forza e di momento (utilizzati per definire le forze e i momenti risultanti e per unità di lunghezza) e i coefficienti di attrito (utilizzati per definire le azioni radenti).

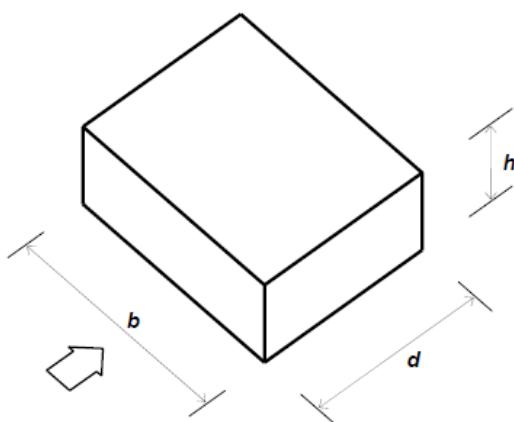
I coefficienti aerodinamici globali possono essere utilizzati in tutti i casi in cui la rappresentazione delle azioni aerodinamiche del vento può essere effettuata in una maniera semplificata, rivolta alla valutazione delle azioni globali su porzioni estese di costruzioni o delle risultanti delle azioni indotte dal vento sugli elementi principali della struttura.

I coefficienti aerodinamici possono assumere valori sia positivi sia negativi, in relazione alla geometria delle costruzioni. In particolare, per quanto riguarda la pressione esterna, i coefficienti di pressione assumono valori positivi in tutti i punti direttamente investiti dal vento. Assumono invece valori negativi sulle superfici esposte ad un flusso separato, ossia sulle superfici sottovento e laterali.

I valori positivi del coefficiente di pressione sono generalmente compresi nell'intervallo [0,1]. I valori negativi del coefficiente di pressione sono spesso più elevati (in modulo), e possono assumere valori compresi nell'intervallo [-3,0].

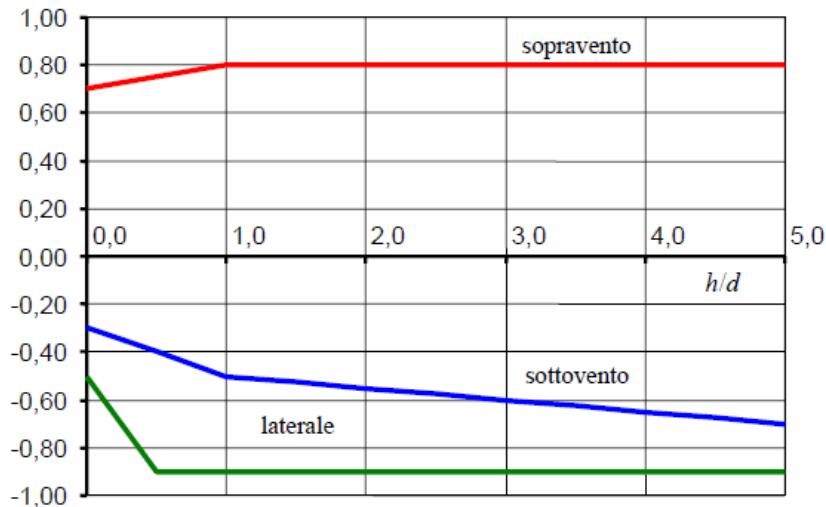
Analogamente, i coefficienti di forza e di momento possono assumere valori sia positivi sia negativi, in funzione della geometria del corpo investito, della direzione di provenienza del vento e della convenzione adottata.

Per costruzioni a pianta rettangolare (con $h/d < 5$) il calcolo dei coefficienti aerodinamici è elaborato considerando il seguente schema:



Per le varie facce si utilizzano le seguenti relazioni:

Faccia sopravento	Facce laterali	Faccia sottovento
per $h/d \leq 1 \rightarrow c_p = 0.7 + 0.1 \cdot h/d$ per $h/d > 1 \rightarrow c_p = 0.8$	per $h/d \leq 0,5 \rightarrow c_p = -0.5 - 0.8 \cdot h/d$ per $h/d > 0,5 \rightarrow c_p = -0.9$	per $h/d \leq 1 \rightarrow c_p = -0.3 - 0.2 \cdot h/d$ per $1 < h/d \leq 5 \rightarrow c_p = -0.5 - 0.05 \cdot (h/d - 1)$



Per il calcolo dell'andamento dei coefficienti rispetto all'altezza dell'edificio si possono distinguere due diversi casi:

- edifici bassi ($h \leq b$) l'altezza di riferimento z_e è costante e pari alla quota di sommità dell'edificio (caso a)
- edifici alti ($b < h \leq 5 \cdot d$) si definiscono due zone distinte (costante fino a $z_e = b$ e discretizzata a tratti nella parte superiore) (caso b)

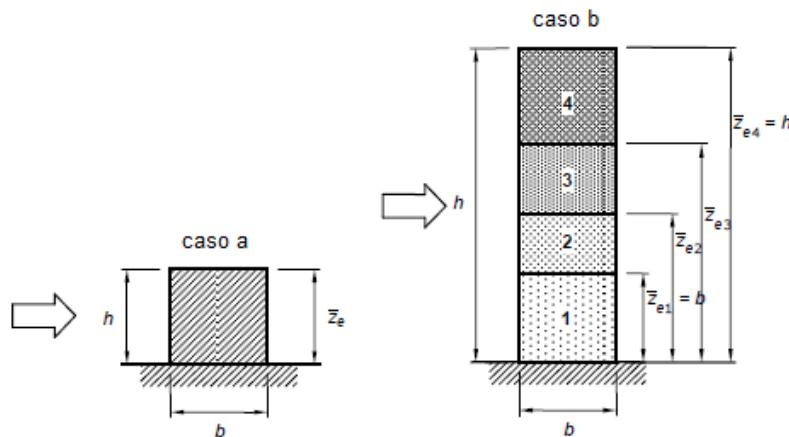


Tabella dei coefficienti c_p utilizzati	
z [m]	Sopravento

15.00	0.94
16.00	0.96
17.00	0.98
18.00	0.99
19.00	1.01
20.00	1.02
21.00	1.03
22.00	1.05
23.00	1.06
24.00	1.07
25.00	1.08
26.00	1.09
27.00	1.10
28.00	1.11
29.00	1.12
30.00	1.13

Tabella dei coefficienti c_p utilizzati	
z [m]	Sottovento
30.00	-0.85

Tabella dei coefficienti c_p utilizzati	
z [m]	Laterale
30.00	-1.28

2.2.7 Valori delle condizioni di carico da valutare

Si riportano i risultati delle pressioni poste sulle pareti della costruzione alle varie altezze:

Risultati - parete sopravento			
z [m]	C_e	C_{pe}	p [kN/m²]
15.00	2.41	0.80	0.94
16.00	2.45	0.80	0.96
17.00	2.49	0.80	0.98
18.00	2.53	0.80	0.99
19.00	2.57	0.80	1.01
20.00	2.61	0.80	1.02
21.00	2.64	0.80	1.03
22.00	2.67	0.80	1.05
23.00	2.71	0.80	1.06
24.00	2.74	0.80	1.07
25.00	2.77	0.80	1.08
26.00	2.79	0.80	1.09
27.00	2.82	0.80	1.10
28.00	2.85	0.80	1.11
29.00	2.87	0.80	1.12
30.00	2.90	0.80	1.13

Risultati - parete sottovento			
z [m]	C_e	C_{pe}	p [kN/m²]
30.00	2.90	-0.60	-0.85

Risultati - pareti laterali			
z [m]	C_e	C_{pe}	p [kN/m²]
30.00	2.90	-0.90	-1.28