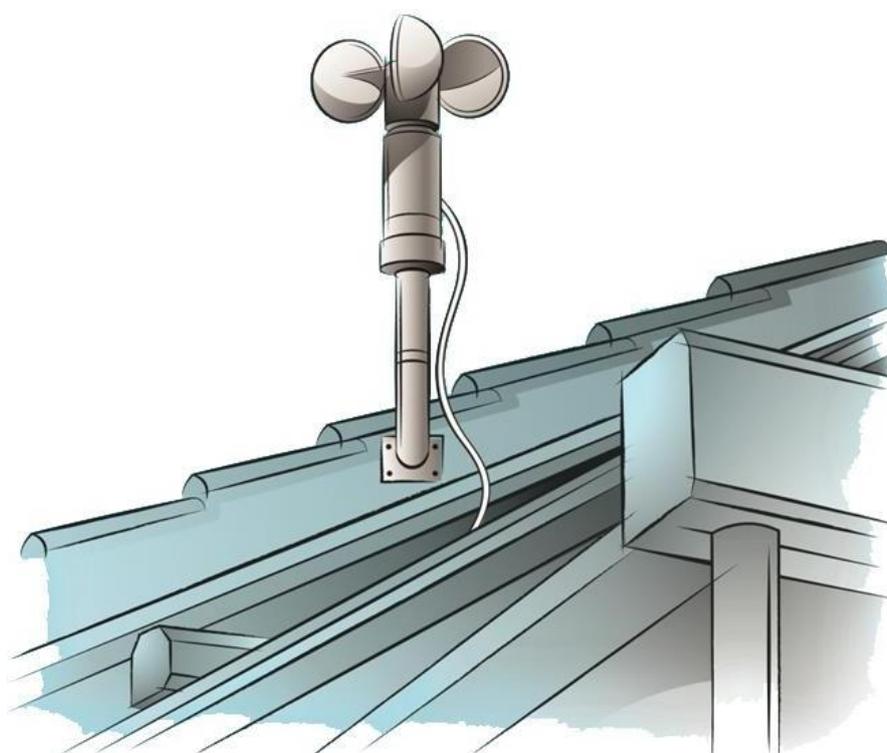


Linee guida

per l'utilizzo di anemometri



Stato: ottobre 2022

Editore:



1.	Premessa di VSR	4
2.	Premessa	4
3.	Fondamenti	4
4.	Direttive, norme, assicurazioni	5
4. 1.	Considerazioni di carattere generale	5
4. 2.	Quali sono i venti che causano danni in Svizzera?	6
4. 3.	Effetti a terra dei venti con intensità da 0 a 12 sulla scala Beaufort.....	7
4. 4.	Classi di resistenza al vento e velocità	8
4. 5.	Caratteristiche tecniche di tende esterne alla veneziana e chiusure avvolgibili rispetto al vento	10
4. 6.	Caratteristiche tecniche dei tendoni rispetto al vento	11
4. 7.	Caratteristiche tecniche delle tende zip rispetto al vento	11
4. 8.	Caratteristiche tecniche delle tende esterne rispetto al vento	12
4. 9.	Le assicurazioni e i danni ai sistemi di protezione dal sole causati dal vento	12
4. 10.	Danni del vento nonostante l'anemometro.....	13
5.	Meccanica dei fluidi	13
5. 1.	Caratteristiche del vento (raffiche)	13
5. 2.	Flusso del vento attorno agli edifici	14
5. 3.	Pressione del vento sulla facciata	15
5. 4.	Influsso delle strutture circostanti sulle correnti attorno all'edificio e sulla pressione del vento sulla facciata	16
5. 5.	Simulazione del vento e dei flussi attorno agli edifici	17
6.	Posizionamento dell'anemometro sull'edificio	18
6. 1.	Tipologia di edificio	18
6. 2.	Progettazione dell'installazione	19
6. 3.	Condizioni quadro rilevanti ai fini della progettazione	19
6. 4.	Posizionamento degli anemometri	19
6. 5.	Esempi	21
6. 6.	Montaggio dell'anemometro	25
7.	Manutenzione	25
7. 1.	Manutenzione/cura (istruzioni)	25
7. 2.	Prove	25

8.	Impostazioni del sistema di controllo	25
8. 1.	Priorità della sensoristica	25
8. 2.	Ritardi	25
8. 3.	Requisiti del sistema di domotica	26
8. 4.	Posizionamento dell'anemometro radio rispetto al ricevitore (attuatore, azionamento)	26
9.	Competenze	26
9. 1.	Messa in funzione (impostazioni di fabbrica)	26
9. 2.	Definizione dei valori limite.....	26
10.	Conclusione	27
11.	Disegni dei prodotti.....	28
11. 1.	Tende esterne alla veneziana.....	28
11. 2.	Chiusure avvolgibili	28
11. 3.	Tende a bracci pieghevoli	28
11. 4.	Tende zip verticali in tessuto.....	29
11. 5.	Tende in tessuto verticali	29
11. 6	Chiusure o tende sporgenti.....	29
12.	Glossario.....	29

1. Premessa di VSR

I prodotti per la protezione dal sole sono esposti a eventi meteorologici impattanti, come tempeste o grandinate. Proteggerli da eventi simili è responsabilità dell'utente. Gli anemometri possono rappresentare un supporto che consente di mettere in sicurezza questi prodotti in tempo utile. Le «Linee guida per anemometri» di IVRSA (l'associazione tedesca del settore dell'automazione di avvolgibili e protezioni dal sole) sono state usate come riferimento e adattate al contesto svizzero. Ringraziamo IVRSA per aver consentito l'utilizzo di questa documentazione e per la preziosa collaborazione.

2. Premessa

Il controllo dei sistemi di protezione dal sole esterni in presenza del carico del vento è un aspetto importante a livello di progettazione e costruzione degli edifici. Gli anemometri, in questo contesto, rappresentano una soluzione importante e consolidata, in grado di garantire la massima durata possibile dei sistemi di protezione dal sole esterni in rapporto alla velocità dei venti. Contribuiscono inoltre, di conseguenza, al risparmio energetico.

Queste linee guida sono rivolte ai rivenditori specializzati e ai montatori come supporto in fase di consulenza, per riconoscere qualità e limiti tecnici e comunicare agli utenti le caratteristiche specifiche dei vari prodotti.

Sono intese come supporto anche per gli esperti che devono valutare i limiti di utilizzabilità degli anemometri. Inoltre, rappresentano uno strumento che consente di evitare controversie e divergenze. Queste linee guida sono quindi destinate a progettisti, fabbricanti, commercianti, imprese di montaggio, elettricisti e a utenti o gestori.

Sono concepite per essere applicate a piccoli edifici o a edifici con forme semplici. Per le costruzioni di grandi dimensioni è necessario richiedere uno studio dei venti presso un ente specializzato.

Rivolgiamo un ringraziamento speciale a Wacker Ingenieure GmbH, 75217 Birkenfeld, www.wacker-ingenieure.de, perché senza il loro know-how e supporto non sarebbe stato possibile redigere il presente documento.



3. Fondamenti

Gli anemometri servono per inviare un segnale, in presenza di vento particolarmente forte, in grado di portare i sistemi di protezione dal sole in posizione di sicurezza. Affinché ciò sia possibile, occorre calcolare la posizione di montaggio dell'anemometro in modo che sia esposto alle stesse condizioni di vento del sistema di protezione dal sole. In alternativa, per il controllo dei sistemi di protezione dal sole è sufficiente il calcolo della velocità/direzione del vento sui sistemi basato sui dati relativi all'anemometro.

Gli anemometri sono spesso uniti a un sensore solare, ma è possibile anche combinare anemometro, sensore solare e sensore di pioggia.

Esistono diversi fornitori di anemometri e diversi modelli. Indipendentemente dalle modalità di funzionamento, l'anemometro è uno strumento che restituisce un valore che indica la velocità del vento nel punto in cui si trova il sensore e, come opzione, anche la direzione del vento. La scelta del sensore dipende da elementi che influiscono anche sulla progettazione:

- **Alimentazione:** l'anemometro deve essere alimentato. A seconda dei modelli, può essere necessaria una presa da 230 o 24 V. Esistono anche prodotti che sono alimentati da celle fotovoltaiche integrate. È importante sottolineare che affinché funzioni correttamente, la cella fotovoltaica deve essere esposta alla luce solare diretta. In alternativa è possibile utilizzare sensori a batteria. La batteria però deve essere regolarmente sostituita. Il sensore scelto deve essere compatibile con l'infrastruttura esistente o progettata.
- **Comunicazione:** l'anemometro invia un segnale a un sistema di controllo. Il segnale può essere analogico o digitale, il collegamento tra sensore e sistema di controllo può essere costituito da un cavo o essere stabilito via radio. Ai fini della progettazione è importante che il sistema di controllo sia in grado di ricevere ed elaborare i dati provenienti dall'anemometro.
- **Direzione del vento:** a seconda dell'immobile e della posizione dell'anemometro rispetto ad esso, la direzione del vento può essere un dato utile per il sistema di controllo. In questo caso, il sistema di controllo deve essere in grado di elaborare la direzione del vento e disporre di una logica capace di trasformare questi dati in comandi.
- **Altre informazioni:** a seconda del modello, l'anemometro può fornire ulteriori informazioni sulle condizioni meteorologiche, come ad esempio l'irradiazione solare o i valori relativi alla pioggia. È possibile utilizzare questi dati per un controllo interamente automatico dei sistemi di protezione dal sole. In fase di progettazione occorre valutare se tale soluzione sia sensata per l'edificio in questione e se il cliente la desidera.

Il partner specializzato in sistemi di protezione dal sole offre supporto nella scelta dei componenti e nella progettazione della soluzione per il controllo.

4. Direttive, norme, assicurazioni

4. 1. Considerazioni di carattere generale

In Svizzera le direzioni generali o preferite del vento sono ben documentate a livello geografico. Il sito map.geo.admin.ch (<https://map.geo.admin.ch/>)¹⁾ contiene i valori relativi al vento che devono essere tenuti in considerazione in fase di progettazione. È importante notare che la distribuzione del vento è indicata per un'altezza di 50 metri dal terreno e che non viene considerato l'influsso delle caratteristiche morfologiche del territorio o di eventuali ostacoli, come ad esempio gli edifici (a questo proposito v. paragrafo 5).

1) *Come funziona map-geo.admin? Cercare altre mappe, digitare nel campo di ricerca «Velocità vento a 50 m dal suolo», la mappa compare nel menù in alto a sinistra. Digitare la località desiderata. I valori del vento vengono visualizzati nella finestra «Informazioni oggetto».*

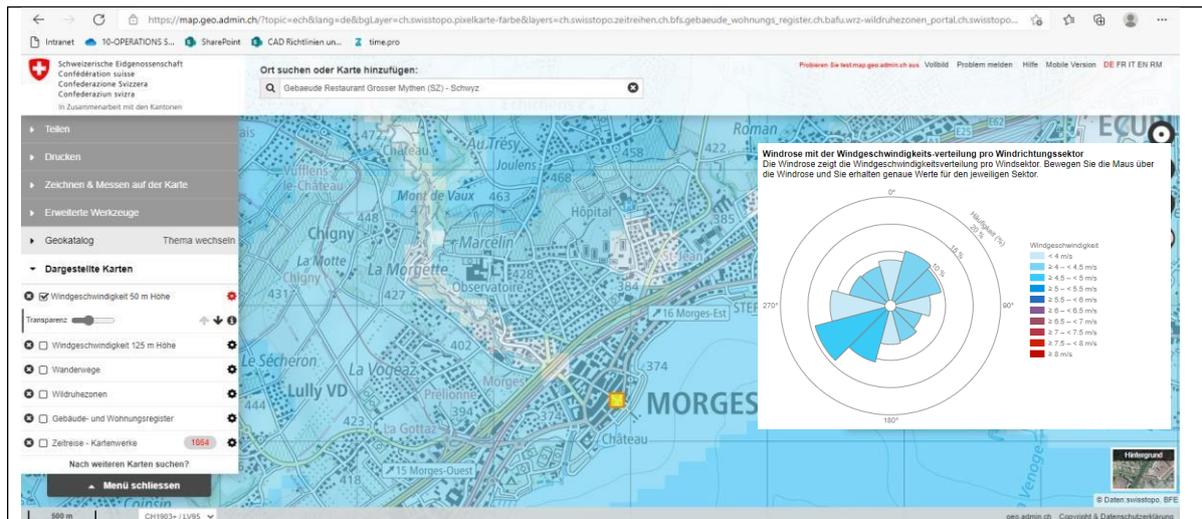


Figura 1: le informazioni sulle direzioni preferite del vento sono indicate sul sito della Confederazione. (Fonte: map.geo.admin.ch)

4. 2. Quali sono i venti che causano danni in Svizzera?

Tempesta invernale

Da ovest (da nord-ovest a sud-est). La tempesta invernale, nota anche come vento da ovest, è in grado di causare danni su superfici di centinaia di chilometri quadrati.



Temporale

Il tipo di tempesta più frequente in Svizzera. Si verifica in presenza di maltempo a livello locale/regionale.

Bise

Vento freddo da nord-est nell'Altopiano svizzero. Vento costante che può durare per molti giorni.



Favonio, «föhn»

Vento discendente impetuoso che soffia sul versante nord delle Alpi attraverso le valli favoniche verso l'arco alpino settentrionale. Soffia come favonio da nord anche sul versante meridionale delle Alpi.

Immagini:
J.-A. Hertig,
H.-P. Milt,
A. Walker



Tornado

Ciclone di straordinaria intensità con effetti estremamente localizzati. Interessa in particolare Giura e Svizzera settentrionale.

“La sicurezza di tetti e facciate in presenza di venti in grado di causare danni» (disponibile solo in tedesco)

Fondazione di prevenzione degli istituti cantonali di assicurazione sui fabbricati

(Fonte: Brochure «La sicurezza di tetti e facciate in presenza di venti in grado di causare danni» (disponibile solo in tedesco) Istituti cantonali di assicurazione sui fabbricati)

Un documento realizzato da VSR in collaborazione con



Tutti i diritti sono riservati esclusivamente all'editore, in particolare per quanto concerne la riproduzione e la diffusione complete o parziali.

4. 3. Effetti a terra dei venti con intensità da 0 a 12 sulla scala Beaufort

Velocità del vento stimata senza strumentazione tecnica, in base alla scala di Beaufort

Scala di Beaufort	Nome	Velocità del vento	Effetti a terra
0	Calma	0	<ul style="list-style-type: none"> • Il fumo sale verticalmente
1	Bava di vento	1-5 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Lieve movimento del fumo
2	Brezza leggera	6-11 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Si sente il vento sul viso • Le foglie frusciano • Le banderuole si muovono
3	Brezza tesa	12-19 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Le foglie si muovono. • Il vento distende le bandiere
4	Vento moderato	20-28 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Solleva polvere e carta • Rami e rami sottili si muovono
5	Vento teso	29-38 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Gli arbusti con foglie oscillano • Le acque dei bacini interni si increspano
6	Vento fresco	39-49 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • I rami grandi si muovono. • Difficoltà nell'utilizzo degli ombrelli
7	Vento forte	50-61 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Si muovono gli alberi • Difficoltà a camminare
8	Burrasca	62-74 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • I grandi alberi si muovono • Si aprono le ante delle finestre • Si spezzano i rami sottili degli alberi • È generalmente impossibile camminare contro vento
9	Burrasca forte	75-88 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Si spezzano i rami più grandi • Possono verificarsi lievi danni agli edifici • Tegole e coperture di camini si sollevano • I mobili da esterno vengono ribaltati e trascinati • Camminare è quasi impossibile
10	Tempesta	89-102 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Gli alberi vengono abbattuti e sradicati • Consistenti danni alle strutture
11	Fortunale	103-117 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Raffiche forti • Alberi sradicati su vaste aree • Vasti danni alle strutture • Tetti scoperchiati • Auto spinte via dalla carreggiata • Camminare è impossibile
12	Uragano	da 118 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Danni ingenti ed estesi a boschi e strutture

Tabella 1: effetti del vento per intensità e in base alla scala Beaufort (fonte: servizio meteorologico tedesco).

4. 4. Classi di resistenza al vento e velocità

La progettazione dei sistemi di protezione dal sole deve innanzitutto orientarsi su una soluzione adatta all'immobile. Oltre al modello e al colore, sono importanti le caratteristiche legate al vento. La legge obbliga i fabbricanti a indicare la classe di resistenza al vento dei propri prodotti. Questo valore consente di capire quanto un determinato prodotto, se montato correttamente, sia in grado di resistere al vento. I valori sono quindi legati al prodotto e al fabbricante specifico. In sostanza, più alta è la classe di resistenza al vento, maggiore è la capacità del prodotto di resistere a venti forti.

Le classi sono indicate nella norma SN EN 13659:2004 e A1:2008 per tende esterne alla veneziana, chiusure avvolgibili e a battente e nella norma SN EN 13561:2004 e A1:2008 per tende esterne e tendoni. Nel caso delle tende alla veneziana e delle chiusure avvolgibili e a battente, la classe di resistenza al vento va da 0 a 6 per le tende esterne e da 0 a 3 per i tendoni.

In base alla classe è possibile, in determinate condizioni, calcolare un valore massimo di velocità del vento rispetto ai sistemi di protezione dal sole. Ciò è descritto nella norma SIA 342:2009 e riportato nelle tabelle 2 e 3 qui sotto. I valori indicati nelle tabelle rappresentano le velocità massime del vento (raffiche) consentite direttamente sul prodotto.

Tende esterne alla veneziana, chiusure

Classi di resistenza al vento	1	2	3	4	5	6
Velocità del vento 1)	9,0 m/s m/s	10,7	12,8 m/s m/s	16,7	21,0 m/s 76,0 km/h	25,6 m/s
Pressione di prova nominale in base alla norma SN EN 13659+A1	50 N/m ²	70 N/m ²	100 N/m ²	170 N/m ²	270 N/m ²	400 N/m ²

1) Velocità del vento (punta massima delle raffiche) misurata sul prodotto.

Formula per la conversione della pressione di prova nominale per la velocità del vento: Pressione di prova nominale = $\frac{1}{2} \cdot p \cdot v^2$
 v velocità del vento in m/s
 p pressione dell'aria (p = 1,225 kg/m³)

Tabella 2: velocità massime consentite per una determinata classe di vento in base alla norma SIA 342 per tende esterne alla veneziana, chiusure avvolgibili e a battente.

Tende esterne e tendoni (tende zip, cfr. cap. 4.7)

Classi di resistenza al vento	0	1	2	3
Velocità del vento 1)	< 7.8 m/s < 28 km/h	7.8 m/s 28 km/h	10.6 m/s 38 km/h	13.3 m/s 48 km/h

1) Velocità rilevata sul prodotto

Tabella 3: velocità massime consentite per una determinata classe di vento in base alla norma SIA 342 per tende esterne.

È importante tenere presente il fatto che il calcolo della classe di vento di un determinato prodotto viene effettuato in condizioni statiche e in una situazione di installazione reale. Se l'installazione assume caratteristiche specifiche (ad esempio su un angolo o a grande distanza dalla facciata), non è possibile determinare la massima velocità del vento consentita in base alle classi di resistenza al vento. È per questa ragione che i fabbricanti inseriscono nelle istruzioni dei propri prodotti delle raccomandazioni specifiche per l'uso in presenza di vento. Queste informazioni devono confluire nella progettazione dei sistemi di protezione dal sole, ma anche nella progettazione dei sistemi di controllo collegati ad anemometri.

In generale, i fabbricanti indicano nelle condizioni per l'uso le seguenti limitazioni (in base alla norma SIA 342:2009).

- Il montaggio deve essere eseguito da personale formato sulle istruzioni per il montaggio e per l'uso.
- Il fondo di supporto consente il montaggio corretto ed è in grado di resistere alle sollecitazioni esercitate.
- I prodotti sono montati nella spalletta o direttamente sulla facciata, a una distanza di < 100 mm.
- Se la distanza dalla facciata va da 100 a 300 mm, il valore indicato nella tabella deve essere ridotto di una classe di resistenza al vento. Se la distanza dalla facciata è superiore a 300 mm, la tabella non può essere utilizzata.
- Lo stesso vale se la posizione è esposta (sull'angolo o su pergole).
- La Società svizzera degli ingegneri e degli architetti (SIA) elabora, aggiorna e pubblica le indicazioni applicabili al settore svizzero delle costruzioni (norme, regolamenti, direttive, raccomandazioni e documentazioni). Le indicazioni legate alle presenti linee guida sono contenute nella norma SIA 342:2009.

Nella scelta del prodotto è importante tenere presente che la SIA prevede classi di resistenza al vento diverse per i sistemi di protezione dal sole, in base alla tipologia dei terreni e al tipo di edificio.

Classi di resistenza al vento in funzione della tipologia di terreno e all'altezza di montaggio					
Zona di carico del vento	Tipologia di terreno in base a SIA 261	Altezza d'installazione			
		6	18	28	50
Altopiano, fino a 600m s.l.m. Valli, fino a 850 m	II Riva del lago	5	5	5	6
	Ila Vasta pianura	4	5	5	5
	III Borghi, campo aperto	4	4	5	5
	IV Grandi tone urbane II Riva	3	4	4	5
s.l.m. Prealpi, fino a 1100 m s.l.m.	II Riva del lago	5	6	6	6
	Ila Vasta pianura	5	5	5	6
	III Borghi, campo aperto	4	5	5	5
	IV Grandi tone urbane II Riva	4	4	5	5
Valli favoniche, fino a 850 m s.l.m.	II Riva del lago	6	6	6	>6
	Ila Vasta pianura	5	6	6	6
	III Borghi, campo aperto	5	5	5	6
	IV Grandi tone urbane II Riva	4	5	5	6

Tabella 4: raccomandazioni SIA sui sistemi di protezione da sole in funzione della tipologia di terreno e dell'altezza di montaggio (norma SIA 342:2009, classi di resistenza al vento in funzione della tipologia di terreno e dell'altezza di montaggio).

4. 5. Caratteristiche tecniche di tende esterne alla veneziana e chiusure avvolgibili rispetto al vento

Per le tende esterne alla veneziana e le chiusure avvolgibili è necessario calcolare la classe di resistenza al vento su un campione di 2 m x 2,5 m. Quanto indicato dal fabbricante come classe di resistenza al vento non si applica a tende di dimensione diversa. I fabbricanti solitamente ne tengono conto e inseriscono una raccomandazione per l'uso in presenza di vento sotto forma di tabella. La tabella 5 ne è un esempio. Queste tabelle contengono la velocità del vento alla quale il prodotto è in grado di resistere in base alle dimensioni. È su questi valori che si devono basare i limiti impostati sull'anemometro. A seconda del modello, la velocità del vento massima consentita è inversamente proporzionale alla dimensione del prodotto. Se il sistema di protezione dal sole di un determinato edificio presenta elementi di dimensioni diverse, il valore limite impostato sull'anemometro ne deve tenere conto.

Altezza in mm	Larghezza in mm					
	<1000	<2000	<3000	<4000	<5000	<6000
<1000	A	A	A	B	C	D
<2000	A	A	B	B	C	D
<3000	A	B	B	C	D	E
<4000	A	B	C	D	E	F
<5000	B	C	C	D	E	F
<6000	C	D	D	D	E	F

Tabella 5: esempio di tabella con i valori di velocità del vento massimi consentiti, A-F (in m/s) per tende esterne alla veneziana, con dimensioni specifiche.

Queste tabelle dipendono sempre dal fabbricante e dal prodotto e dimostrano che le velocità del vento consentite dipendono dalle dimensioni. In fase di progettazione del sistema di protezione dal sole e del sistema di controllo/dell'anemometro occorre tenere conto di questi valori.

4. 6. Caratteristiche tecniche dei tendoni rispetto al vento

I tendoni sono solitamente concepiti per le classi di vento da 1 a 3. Le raccomandazioni per l'uso in presenza di vento dipendono dalla dimensione, dal prodotto nonché dal fabbricante specifico e sono riportate in tabelle simili alla tabella 5.

4. 7. Caratteristiche tecniche delle tende zip rispetto al vento

Le tende zip rappresentano un caso a sé perché le norme attualmente applicabili non prevedono alcun test per questi prodotti (si veda a tale proposito anche la [scheda informativa VSR](#), in tedesco). Al momento i fabbricanti devono indicare, per questi prodotti, la classe di vento 0. Ciò tuttavia non significa che le caratteristiche di questi prodotti rispetto al vento siano scarse. I prodotti zip vengono effettivamente testati dai fabbricanti in base a norme recentissime, ancora non armonizzate. I valori consentiti vengono indicati solitamente come note sulla classe di vento 0.

Come avviene per gli altri prodotti, anche in questo caso i fabbricanti forniscono una raccomandazione per l'uso in presenza di vento riportando delle velocità del vento massime consentite in base alle dimensioni. Sostanzialmente queste tabelle sono simili a quelle delle tende esterne alla veneziana e delle chiusure avvolgibili (tabella 5) e, anche in questo caso, dipendono dal prodotto e dal fabbricante specifico.

4. 8. Caratteristiche tecniche delle tende esterne rispetto al vento

Le tende esterne sono sostanzialmente delle grandi vele in tessuto fissate agli edifici. Offrono ai venti costanti e alle raffiche un'ampia superficie d'azione e, di conseguenza, le sollecitazioni esercitate sui punti di fissaggio sono molto forti. La progettazione e il montaggio devono tenere presente questo fattore. Se il prodotto viene progettato e montato da un partner specializzato, si può ritenere che la tenda sia montata in modo che riesca a resistere alle velocità massime del vento indicate.

Anche per le tende esterne, i fabbricanti forniscono una raccomandazione per l'uso in presenza di vento in cui, in base al prodotto e al fabbricante specifico, viene riportata la velocità del vento oltre la quale occorre chiudere il prodotto.

4. 9. Le assicurazioni e i danni ai sistemi di protezione dal sole causati dal vento

In base alla definizione dell'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione (AICA), una tempesta è «uno spostamento d'aria di straordinaria forza».

Lo spostamento d'aria è tanto intenso da riuscire a scoperchiare più edifici correttamente costruiti e mantenuti o da danneggiare in modo rilevante anche alberi sani, all'interno di una stessa area. Se un edificio all'interno di una determinata area è «isolato», ossia se non è circondato né da altri edifici né da alberi, nemmeno la più forte delle tempeste può causare un danno collettivo. In questo caso, l'assicurazione fabbricati può coprire i danni recati all'edificio isolato se per 10 minuti la velocità del vento media rilevata è stata di almeno 63 km/h oppure se ci sono state raffiche con picchi di almeno 100 km/h.

Se le raffiche sono di 48 km/h, e riescono quindi a danneggiare anche le tende da sole più resistenti, non sono tuttavia sufficienti a configurare un danno collettivo come descritto sopra. Sono inoltre sostanzialmente troppo deboli per costituire una «forza naturale in grado di causare danni» in senso stretto, quindi riescono a danneggiare le tende da sole solo perché, rispetto alle altre parti dell'involucro dell'edificio, sono più delicate. Per questa ragione, alcune assicurazioni fabbricati cantonali non rispondono dei danni alle tende da sole causati dal vento. (Fonte: [[«La sicurezza di tetti e facciate in presenza di venti in grado di causare danni» \(disponibile solo in tedesco\)](#)])

L'Associazione Svizzera d'Assicurazioni ASA/SSV dichiara che nei Cantoni in cui le assicurazioni contro i danni causati dal fuoco/dagli elementi naturali non fanno capo al Cantone ma ad assicuratori privati che gestiscono queste e le assicurazioni fabbricati (Cantone di Appenzello Interno, Ginevra, Ticino, Vallese, Uri, Svitto e Obvaldo), le assicurazioni fabbricati coprono i danni alle tende da sole causati dal vento forte indennizzando gli assicurati solo se si tratta di una tempesta ai sensi dell'articolo 173 capoverso 2 dell'Ordinanza sulla sorveglianza del 9.11.2005 (un vento di almeno 75 km/h che abbatte alberi o scoperchia case nelle vicinanze delle cose assicurate).

Se sono previsti venti forti, è quindi importante chiudere in tempo le tende da sole e le tende esterne.

Se l'assicurato non provvede a chiuderle e il vento le danneggia, l'assicuratore verifica, caso per caso, se è applicabile una riduzione della prestazione.

Fanno fede le clausole specifiche delle condizioni generali d'assicurazione.

In caso di sinistro è molto utile poter risalire, grazie al sistema di controllo, alla velocità del vento al momento del danno, presentando così valori documentati.

4. 10. Danni del vento nonostante l'anemometro

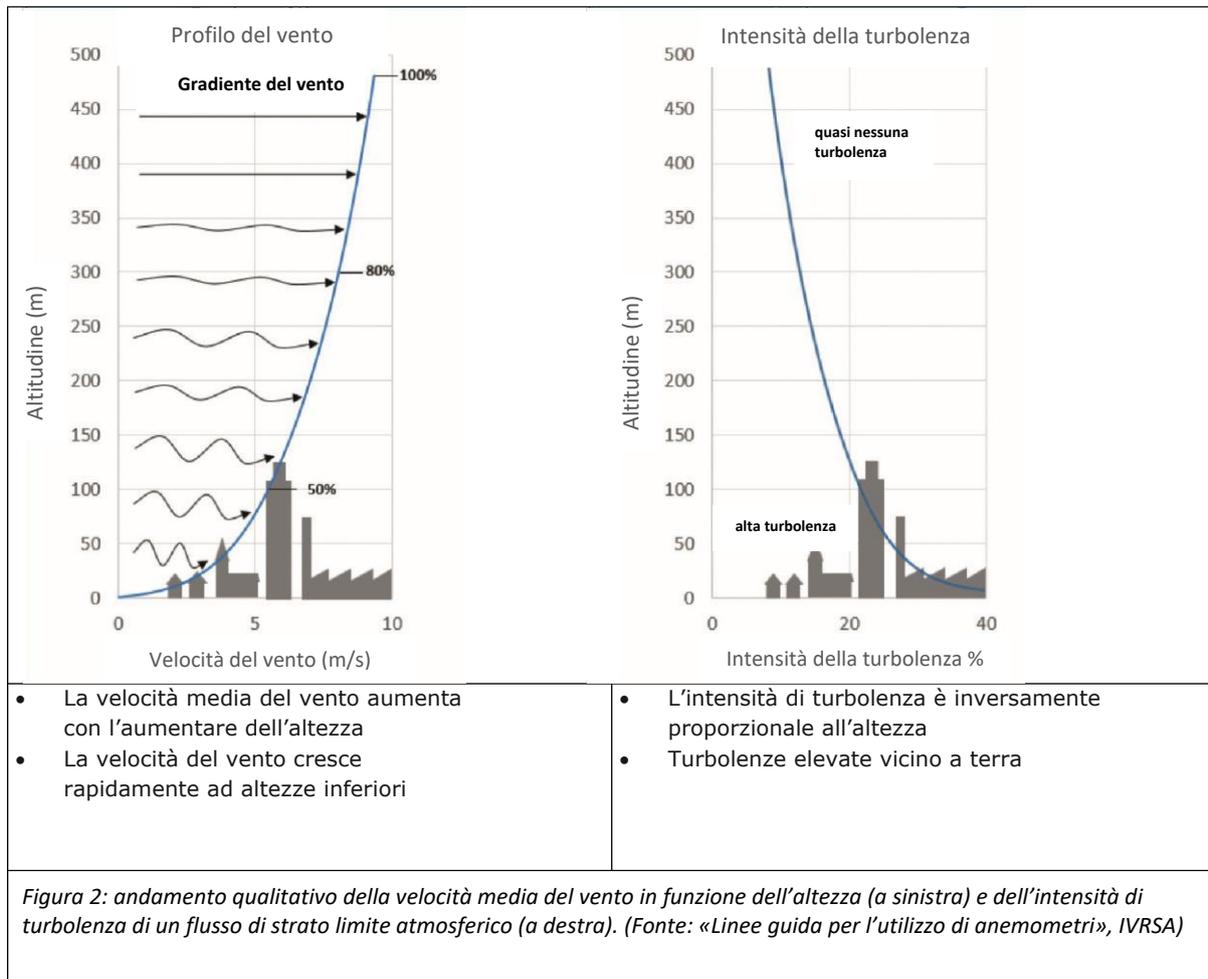
Occorre ricordare che, una volta ricevuto il segnale, la chiusura dei vari prodotti non è immediata ma richiede del tempo e, se l'intensità dei venti aumenta rapidamente, anche se l'anemometro ha inviato il segnale correttamente, è possibile che si verifichino comunque dei danni.

5. Meccanica dei fluidi

5. 1. Caratteristiche del vento (raffiche)

La meteorologia definisce il vento come movimento dell'aria determinato da differenze di pressione atmosferica tra zone adiacenti. Vicino al terreno l'aria si sposta dalle zone ad alta pressione verso le zone a bassa pressione. Lo spostamento non è uniforme, è influenzato dall'altezza e assume caratteristiche diverse. La figura 6 mostra un andamento qualitativo tipico della velocità del vento di un flusso di strato limite atmosferico, dipendente dalle altezze (flusso di strato limite = flusso del vento nell'area vicina al terreno fino a circa 300-400 m di altezza). A destra si può vedere anche l'intensità di turbolenza (per calcolare le raffiche) del vento rispetto all'altezza.

La figura 2 mostra chiaramente che la velocità del vento è direttamente proporzionale all'altezza, mentre l'intensità di turbolenza diminuisce con l'aumentare dell'altezza. Il flusso del vento vicino a terra è caratterizzato da forte turbolenza, quindi da oscillazioni marcate della velocità. Con l'aumentare dell'altezza, il flusso diventa più uniforme e la velocità aumenta.



5. 2. Flusso del vento attorno agli edifici

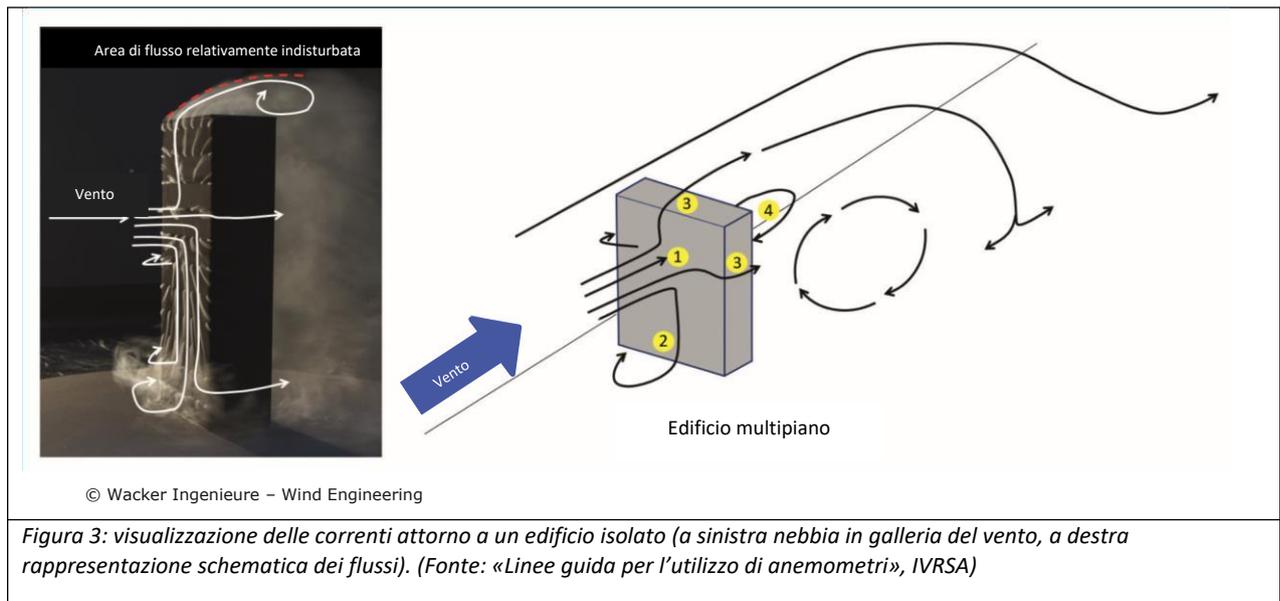
Come mostra la figura 3, gli edifici rappresentano un ostacolo che impedisce il libero passaggio del flusso del vento. Quando il vento colpisce un edificio, subisce una costrizione, una deviazione, un'accelerazione o un freno. Ciò determina degli effetti di flusso attorno all'edificio e nelle zone circostanti.

Questi flussi sono resi visibili nella galleria del vento attraverso la nebbia e sono illustrati nella figura 3. Le immagini mostrano i flussi generati.

1. **Zona di stagnazione dei flussi (punto di ristagno):** la corrente incide frontalmente (approssimativamente ad angolo retto) in direzione perpendicolare alla facciata e subisce una forte frenata. A un livello corrispondente all'incirca all'80% dell'altezza dell'edificio, sul lato esposto al vento, la pressione è massima e la velocità del vento è minima (se l'edificio è alto e la corrente non incontra altri impedimenti).
2. **Venti discendenti:** al di sotto del punto di ristagno il flusso viene deviato verso il basso.

3. **Accelerazioni del flusso:** soprattutto sugli angoli e sugli spigoli del tetto. Aspirazione e velocità del vento elevate. Forti variazioni di pressione e velocità.
4. **Formazione di vortici e correnti di ritorno:** nell'area sottovento dell'edificio.

Nota: gli effetti di flusso attorno all'ostacolo illustrati nella figura sono tipici di edifici isolati. La presenza di altri edifici nelle zone adiacenti può determinare ulteriori effetti di flusso che andrebbero a sovrapporsi a quelli raffigurati. Questo aspetto è trattato al capitolo 5.4.



5. 3. Pressione del vento sulla facciata

Gli effetti di flusso descritti sopra determinano diverse velocità e direzioni per le correnti che si sviluppano attorno all'edificio. A seconda della corrente incidente, determinate zone della facciata si trovano in zona di forte pressione (+) o depressione (-). La depressione è particolarmente forte soprattutto sugli spigoli. V. anche figura 4.

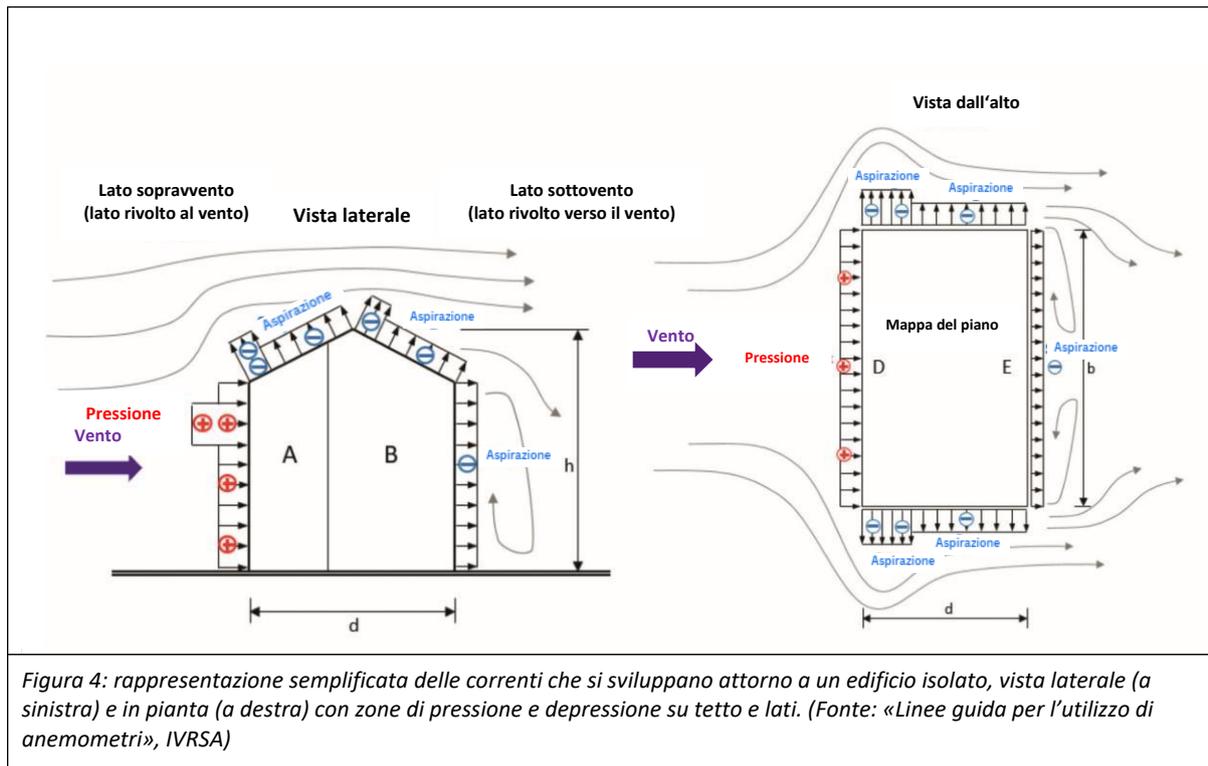


Figura 4: rappresentazione semplificata delle correnti che si sviluppano attorno a un edificio isolato, vista laterale (a sinistra) e in pianta (a destra) con zone di pressione e depressione su tetto e lati. (Fonte: «Linee guida per l'utilizzo di anemometri», IVRSA)

5. 4. Influsso delle strutture circostanti sulle correnti attorno all'edificio e sulla pressione del vento sulla facciata

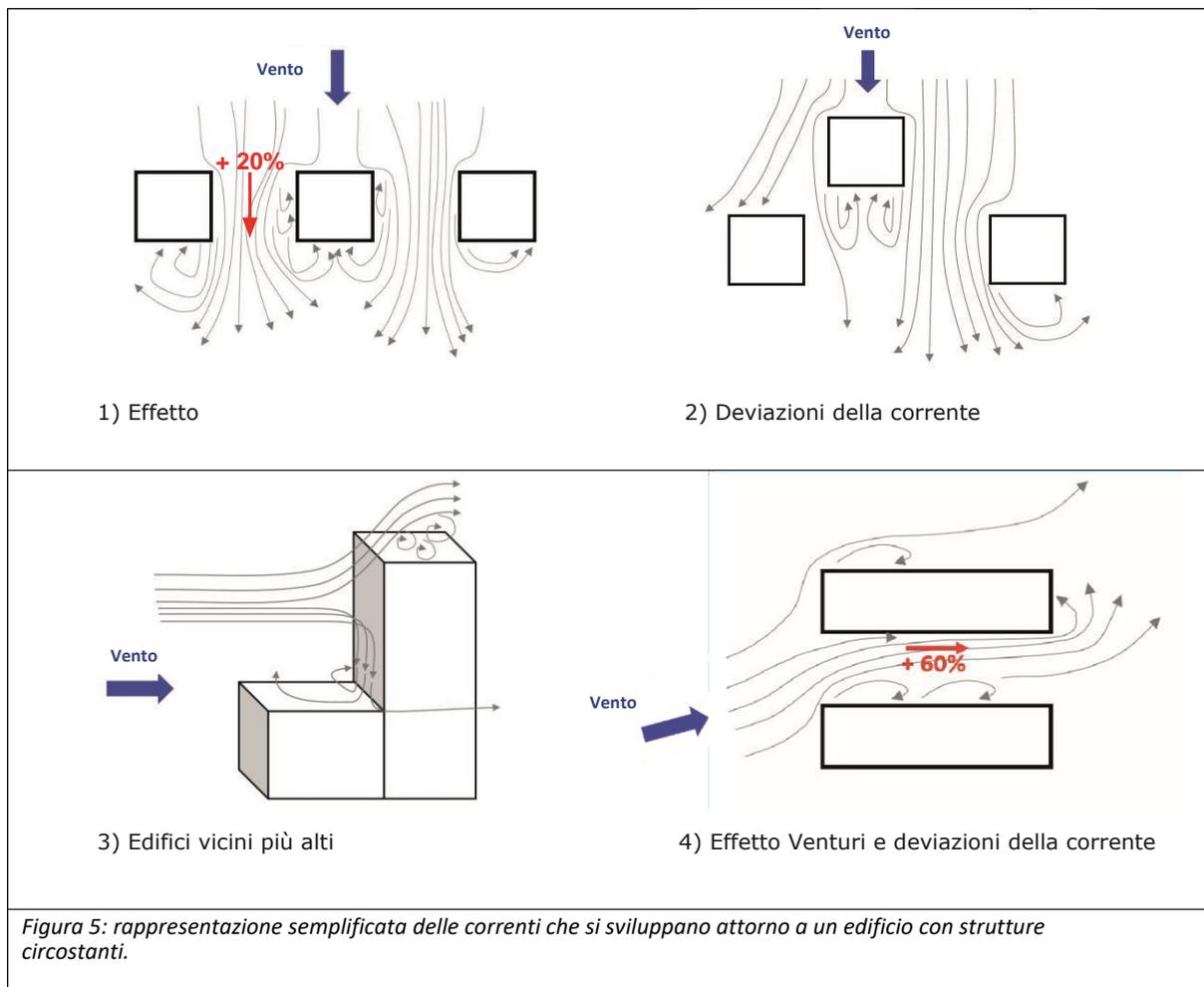
Anche gli edifici circostanti o le aree densamente edificate influiscono sui flussi che si generano attorno all'edificio e possono renderli estremamente complessi e difficili da prevedere. La figura 5 mostra un esempio con tre effetti tipicamente prodotti dalle strutture circostanti.

1. **Effetto Venturi** (esempi 1 e 4): la corrente si incanala tra gli edifici vicini. Nei vicoli tra gli edifici si registrano significative accelerazioni dei flussi.

Esempio 1: volume dell'edificio B x P x H = 15m x 15m x 50m, distanza dall'edificio 20 m, aumento della velocità del 20 % (valore indicativo)

Esempio 4: volume dell'edificio B x P x H = 15m x 50m x 50m, distanza dall'edificio 20 m, aumento della velocità vicino alla facciata fino al 60 % (valore indicativo)

2. **Deviazioni della corrente** (esempio 2): il vento viene deviato da un edificio antistante. Carico maggiore sulla parte posteriore e variazioni localizzate della direzione della corrente.
3. **Edifici vicini più alti** (esempio 3): l'edificio «intercetta» il vento ad alta energia da punti più alti e lo dirotta verso il basso. Forte sollecitazione del vento sulla parte inferiore dell'edificio.

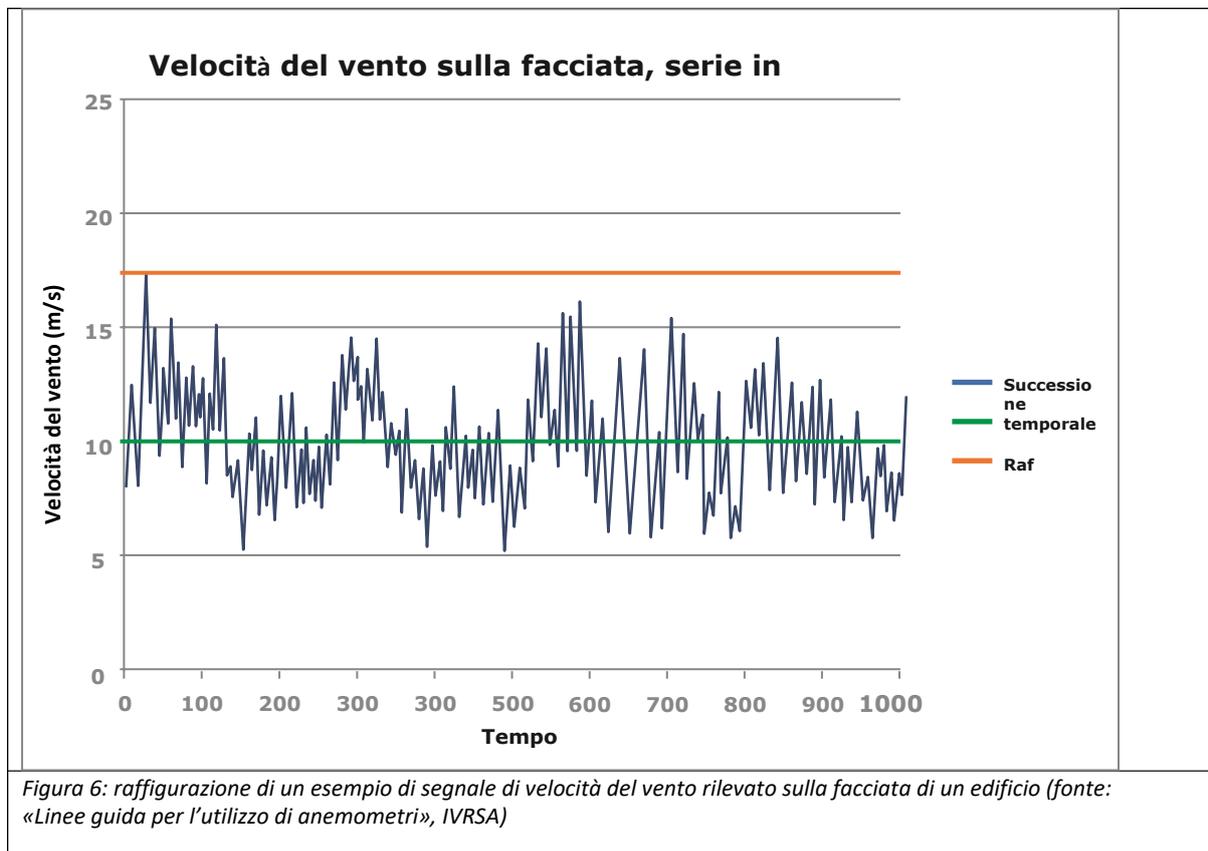


5. 5. Simulazione del vento e dei flussi attorno agli edifici

I flussi attorno all'edificio sono spesso molto complessi (anche di fronte a strutture apparentemente semplici) e non è facile prevederli in assenza di esami più approfonditi. Nel migliore dei casi la stima rappresenta un valore approssimativo. Per calcolare le correnti attorno all'edificio con maggiore precisione, è possibile usare le simulazioni al computer oppure, ancora meglio, con le indagini nella galleria del vento. Di fronte a situazioni complesse, le prove nella galleria del vento rappresentano l'unica soluzione affidabile per riprodurre le correnti con la maggiore precisione e il massimo realismo possibili e calcolare le pressioni del vento sulle strutture.

Il grande vantaggio delle prove nella galleria del vento rispetto ai calcoli dei flussi realizzati secondo processi numerici stazionari (Computational Fluid Dynamics, CFD) consiste, tra l'altro, nel fatto che consentono di tenere conto anche delle variazioni della velocità del vento (raffiche) che colpisce la facciata. Ciò determina un netto miglioramento in termini di qualità dei risultati perché le raffiche brevi possono avere effetti decisivi sui danni ai sistemi di protezione dal sole.

La figura 6 illustra questo aspetto mostrando un tipico segnale della velocità del vento su una facciata. È chiaro che la velocità del vento non rappresenta una grandezza costante. Le velocità registrate vicino alla facciata subiscono una variazione media con picchi evidenti (raffiche).



6. Posizionamento dell'anemometro sull'edificio

6. 1. Tipologia di edificio

Le norme sui prodotti da costruzione, la tipologia di edificio o la sua eventuale funzione abitativa non prevedono alcun obbligo di installazione di anemometri in presenza di prodotti che rientrano nelle norme SN EN 13561 e SN EN 13659¹.

¹ Gli edifici che devono raggiungere un determinato standard Minergie devono disporre di un sistema automatizzato di protezione dal sole, ma non di anemometri.

Per questi prodotti, nell'ambito del marchio CE, i fabbricanti dichiarano la resistenza al vento come caratteristica prestazionale fondamentale. Ne deriva una determinazione basata sulla destinazione d'uso. L'uso conforme è responsabilità dell'impresa che esegue il montaggio.

Il corretto utilizzo di questi prodotti è responsabilità personale dell'utilizzatore o del gestore.

6. 2. Progettazione dell'installazione

Occorre accertarsi che non vengano superate la resistenza al vento o le velocità del vento massime consentite dichiarate dal fabbricante per i sistemi di protezione dal sole montati su un determinato edificio. A tal fine è necessario calcolare correttamente le velocità del vento e i valori della pressione effettivi per quell'edificio. In sostanza occorre tenere conto dei dati e delle raccomandazioni del fabbricante.

6. 3. Condizioni quadro rilevanti ai fini della progettazione

Il fornitore delle tende indica le classi di vento del sistema di protezione dal sole e formula una raccomandazione per l'uso in presenza di vento. Il fornitore del sistema di controllo stabilisce il numero di anemometri e il loro posizionamento insieme agli architetti o ai progettisti. In fase di progettazione il sistema dell'anemometro, e in particolare la sua collocazione, devono essere valutati rispetto alla situazione specifica e concreta. A seconda di

- caratteristiche del territorio e geografiche (ad es. pendii, mare aperto),
- strutture circostanti (ad es. edificio isolato o area edificata),
- forma dell'edificio,
- dimensioni dell'edificio (altezza, larghezza, profondità),
- direzione del vento (area sottovento o sopravvento),

si configurano diverse condizioni aerodinamiche per l'edificio (v. capitolo 5). Ciò determina impatti diversi sulle facciate e in zone diverse.

6. 4. Posizionamento degli anemometri

L'anemometro deve essere posizionato in modo tale che riesca a rilevare con precisione la velocità e la direzione del vento. Al raggiungimento della velocità limite, il sistema di protezione dal sole di quella zona della facciata si chiude. La facciata è suddivisa in zone esposte a condizioni di vento simili. Queste zone sono alla base dei modelli di controllo descritti di seguito e ne devono rappresentare il punto di partenza.

Sostanzialmente i modelli di controllo dei sistemi di protezione dal sole basati sul monitoraggio dei venti sono due:

Decentralizzato: per ogni zona della facciata vengono montati uno o più anemometri. Quando l'anemometro rileva il raggiungimento o il superamento della velocità limite, il sistema di protezione dal sole di quella zona della facciata viene chiuso.

Nota: durante il posizionamento è necessario tenere presenti i sistemi di accesso per la manutenzione e la pulizia, onde evitare scontri con gli anemometri.

Centralizzato: il rilevamento delle velocità e delle direzioni del vento è affidato a uno o più anemometri posti sul tetto (nessun anemometro sulle facciate).

In base ai valori rilevati dall'anemometro centrale posto sul tetto, vengono calcolati i fattori di trasposizione della velocità del vento nelle varie zone della facciata, in funzione della direzione del vento. Appena la velocità calcolata raggiunge o supera il valore limite, la protezione dal sole di quella zona viene chiusa. I fattori di trasposizione sono riassunti in una matrice specifica e sostituiscono gli anemometri decentralizzati sulle facciate. Questa soluzione è realizzabile solo mediante indagini nella galleria del vento. In entrambi i casi, le prove nella galleria del vento rappresentano il modo migliore per definire le zone delle facciate e il posizionamento degli anemometri.

La posizione degli anemometri può essere valutata attraverso le stime solo per edifici di forma semplice e su terreni non complessi e privi di ostacoli. Per gli edifici di dimensioni maggiori o in aree complesse è fortemente raccomandato di calcolare il posizionamento degli anemometri attraverso simulazioni o prove nella galleria del vento, condotte da imprese specializzate.

Nota: è inoltre possibile calcolare i tempi di inutilizzo dei sistemi di protezione dal sole dovuti al vento e utilizzare questo dato da subito per accrescere la sicurezza della pianificazione e scegliere il prodotto più adatto rispetto alla resistenza ai venti. Scegliere un prodotto con una classe di resistenza al vento maggiore consente di ridurre i tempi di mancato utilizzo della protezione dal sole.

Al fine di illustrare gli aspetti problematici della collocazione dell'anemometro sul tetto, la *figura 7* mostra le correnti sopra all'edificio. È chiara la rilevanza della distanza dagli spigoli e dell'altezza nella scelta della collocazione dell'anemometro sul tetto. In questo caso lo scopo è sempre riuscire a collocare l'anemometro in modo che il sensore/la sonda si trovino nel flusso di corrente libero e indisturbato.



Figura 7: visualizzazione della corrente al di sopra dell'edificio nella galleria del vento, con altezza di rilevazione necessaria per l'anemometro. (Fonte: «Linee guida per l'utilizzo di anemometri», IVRSA)

© Wacker Ingenieure – Wind Engineering

Sostanzialmente il posizionamento di ogni anemometro deve tenere conto dei seguenti elementi:

- possibilità di collocazione nella corrente incidente indisturbata e valutazione di possibili schermature di strutture sull'edificio stesso o circostanti;
- le turbolenze e le velocità maggiori si riscontrano sugli angoli dell'edificio e sugli spigoli del tetto;
- la scelta della collocazione deve tenere in considerazione le condizioni nella varie stagioni (ad es. presenza di fogliame, ghiaccio, neve).

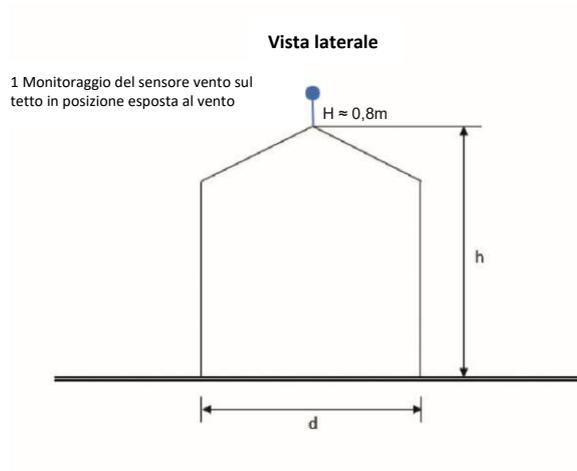
È necessario rispettare le raccomandazioni del fabbricante per il posizionamento dell'anemometro.

6. 5. Esempi

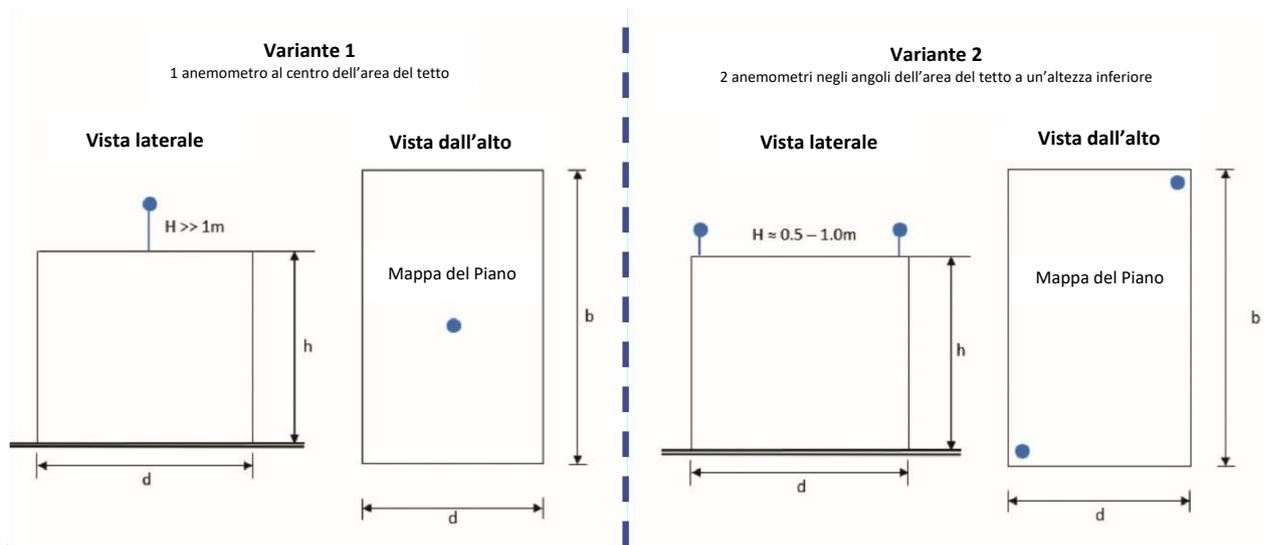
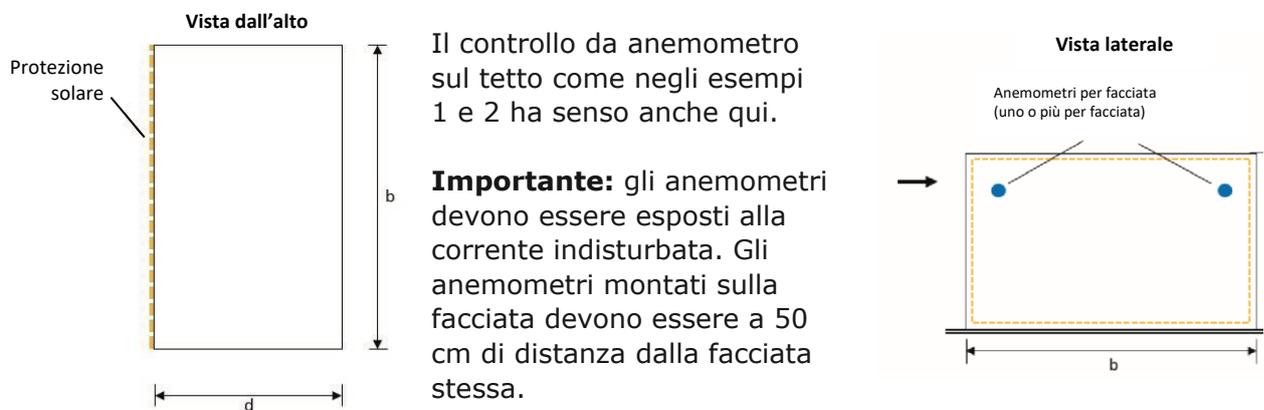
Di seguito sono riportati alcuni esempi. Gli esempi da 1 a 4 rappresentano situazioni standard che solitamente non richiedono particolari indagini di progetto per individuare il posizionamento ideale dell'anemometro. Le posizioni mostrate sono puramente indicative.

L'esempio 5 mostra un edificio più grande e geometricamente complesso, circondato da altre strutture edificate vicine. In questo caso sono state eseguite simulazioni specifiche nella galleria del vento per ottimizzare gli anemometri (numero e posizione).

In caso di dubbi specifici occorre richiedere la consulenza di un esperto specializzato.

Esempio 1: casa unifamiliare isolata con tetto a falde

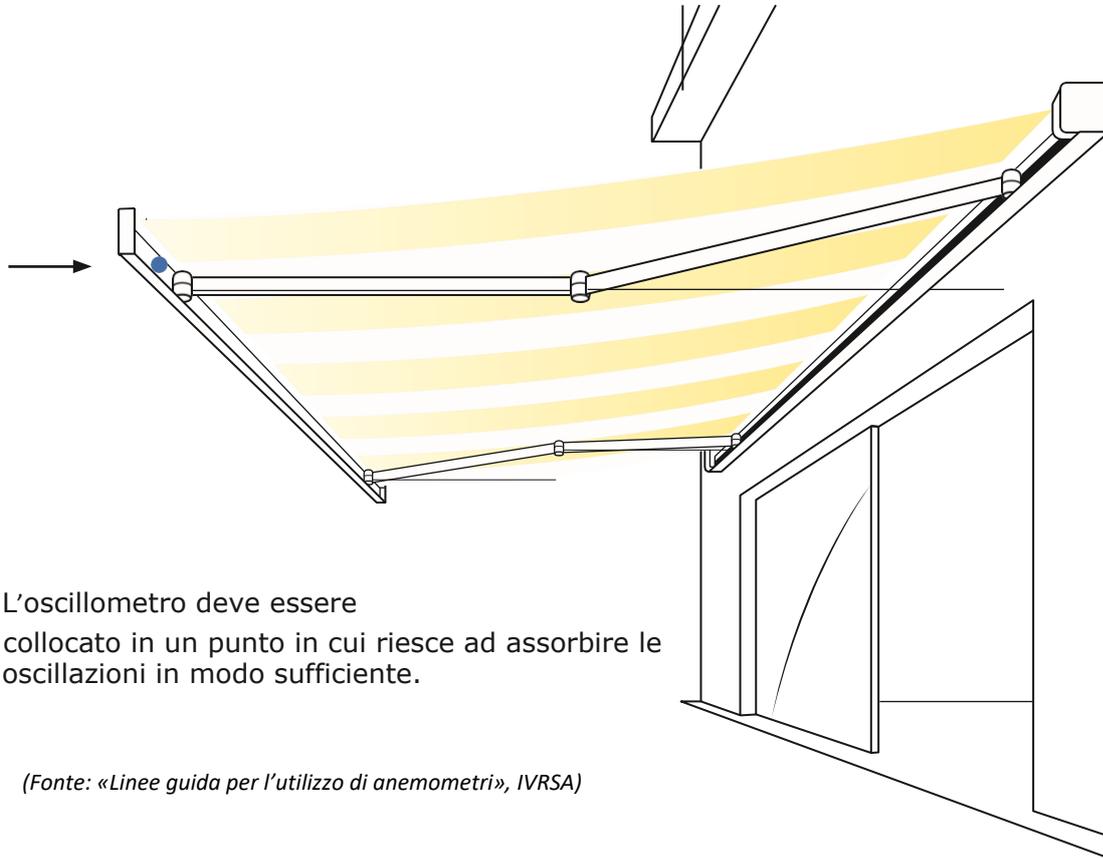
(Fonte: «Linee guida per l'utilizzo di anemometri», IVRSA)

Esempio 2: casa unifamiliare isolata con tetto piano**Esempio 3:** edificio semplice e isolato; protezione dal sole su una sola facciata

Esempio 4: edificio semplice e isolato Tenda esterna con braccio a snodo

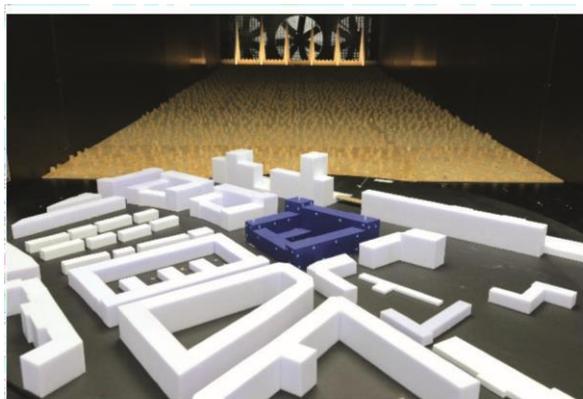
Il controllo da anemometro sul tetto come negli esempi 1 e 2 ha senso anche qui.

Dato che le correnti sono complesse e non uniformi, può essere consigliabile, in alcuni casi, installare anche degli oscillometri. (V. cap. 2.3)

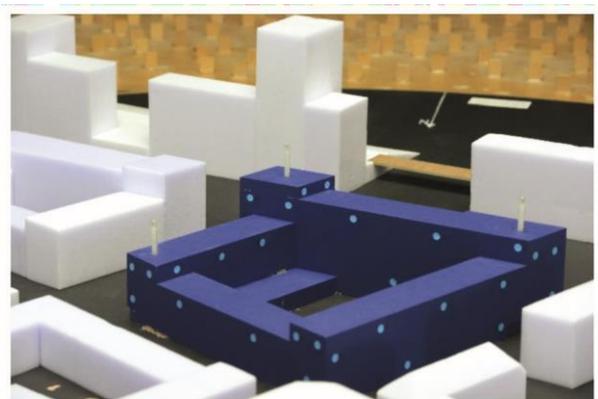


L'oscillometro deve essere collocato in un punto in cui riesce ad assorbire le oscillazioni in modo sufficiente.

(Fonte: «Linee guida per l'utilizzo di anemometri», IVRSA)

Esempio 5: complesso in centro edificato

© Wacker Ingenieure – Wind Engineering



© Wacker Ingenieure – Wind Engineering

- Complesso nel centro di una città con altezze uniformi ed edifici circostanti più alti

Un documento realizzato da VSR in collaborazione con



Tutti i diritti sono riservati esclusivamente all'editore, in particolare per quanto concerne la riproduzione e la diffusione complete o parziali.

- Qui non è stato possibile realizzare un sistema di controllo centralizzato perché non era possibile ottenere un segnale indisturbato sugli anemometri del tetto a causa dell'influsso dell'ambiente circostante.
- Soluzione: sistema decentrato con diversi anemometri sulla facciata

Nota: questo progetto ha previsto l'installazione di 16 anemometri sulla facciata che ne controllano le varie zone in modo indipendente (in azzurro le posizioni di rilevazione delle prove nella galleria del vento).

6. 6. Montaggio dell'anemometro

Gli strumenti necessari dipendono dal punto di montaggio e dal supporto (ad es. staffa, palo, materiale di fissaggio, ecc.).

È necessario rispettare le raccomandazioni del fabbricante per il montaggio dell'anemometro.

7. Manutenzione

7. 1. Manutenzione/cura (istruzioni)

I sensori devono sempre essere puliti, non devono essere coperti da foglie, neve o altro, durante la manutenzione è necessario verificarne il corretto funzionamento.

Le batterie dei sensori a batteria devono essere sostituite a intervalli regolari, in base alle istruzioni fornite dal fabbricante.

Deve essere sempre possibile accedere agli anemometri per scopi di manutenzione.

7. 2. Prove

Per verificare il funzionamento di un anemometro è necessario un soffiatore a batteria.

Attenzione: ai fini della sicurezza, il prodotto (da testare) deve essere stabile. La distanza consigliata dall'anemometro è di 1 metro.

8. Impostazioni del sistema di controllo

8. 1. Priorità della sensoristica

Gli anemometri hanno sempre la priorità sugli altri sensori (ad es. sensori solari o di pioggia) e sul controllo manuale.

8. 2. Ritardi

Ad ogni scatto, parte subito la corsa di sicurezza (chiusura). Per evitare corse di sicurezza ripetute a intervalli brevi a causa del vento, è prevista una corsa di apertura ritardata.

Se il sistema viene chiuso per un segnale dell'anemometro, rimane poi chiuso per il tempo di ritardo impostato. Questo vale anche per il controllo manuale.

8. 3. Requisiti del sistema di domotica

Il sistema di controllo deve essere in grado di gestire diverse aree della facciata con caratteristiche differenti in termini di vento, quindi anche con valori limite diversi.

Nota: la funzione di allerta per vento ha sempre la priorità sugli altri segnali.

8. 4. Posizionamento dell'anemometro radio rispetto al ricevitore (attuatore, azionamento)

Massima priorità: anemometro in posizione esposta rispetto all'impianto.

Seconda priorità: verificare il segnale sul ricevitore ed eventualmente amplificarlo.

È necessario accertarsi che la comunicazione tra il sensore e il prodotto/la centralina sia sempre garantita.

9. Competenze

9. 1. Messa in funzione (impostazioni di fabbrica)

Gli anemometri hanno delle impostazioni di fabbrica definite dal fabbricante e descritte nelle istruzioni di montaggio.

Nota: l'installatore dell'anemometro o il progettista del sistema di controllo (a seconda della sua complessità) devono provvedere a impostare la velocità del vento in modo corretto rispetto al prodotto e all'edificio.

9. 2. Definizione dei valori limite

Il fornitore del sistema di protezione dal sole indica il valore limite del prodotto rispetto al vento (raccomandazioni per l'uso in presenza di vento). Il programmatore/installatore/montatore, al momento della messa in servizio, imposta i valori limite di sicurezza. Il valore limite consentito deve essere calcolato in base all'altezza e alle condizioni di montaggio (v. capitolo 6). Si raccomanda di fare in modo che i dispositivi registrino/salvino i picchi di vento in modo da poter visionare i dati in caso di reclami.

10. Conclusione

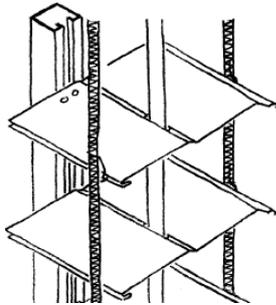
È di fondamentale importanza che l'azione del vento sugli edifici sia calcolata caso per caso. Sono necessarie correzioni, ad esempio, in caso di caratteristiche locali diverse e/o in base alla posizione geografica.

È importante notare che gli anemometri devono essere montati

- in punti battuti dal vento,
- in posizioni il più possibile libere e non sottovento,
- almeno a 0,9-1 metri dalla sommità dei tetti a una falda.

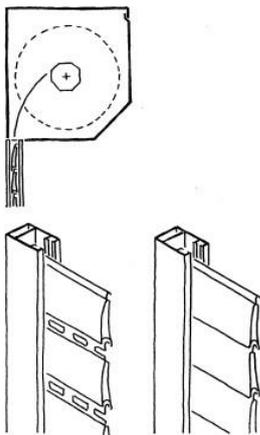
11. Disegni dei prodotti

11.1. Tende esterne alla veneziana



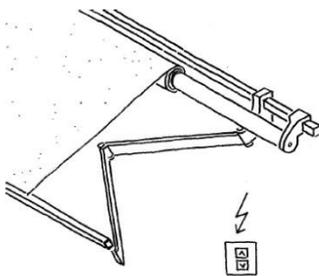
Protezioni metalliche da sole e agenti meteorologici composte da un telaio con organi mobili, tende con lamelle regolabili e guide in profilato o cordini.

11.2. Chiusure avvolgibili



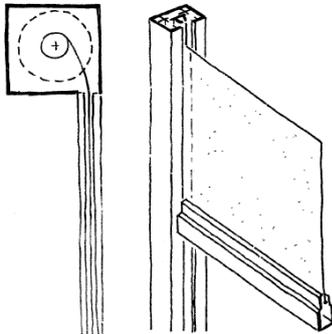
Protezioni metalliche da sole e agenti meteorologici composte da rullo, listelli avvolgibili e guide laterali.

11.3. Tende a bracci pieghevoli



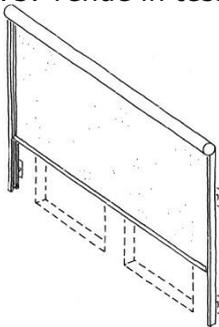
Protezioni dal sole in tessuto composte da rullo per avvolgere il tessuto, braccio a snodo, barra terminale e tessuto. Protezione estensibile per ombreggiare superfici.

11.4. Tende zip verticali in tessuto

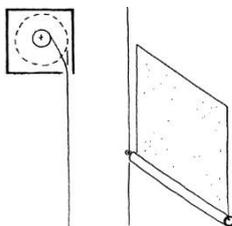


Protezioni dal sole in tessuto con cassetta contenente un rullo e tessuto teso nelle guide, barra terminale.

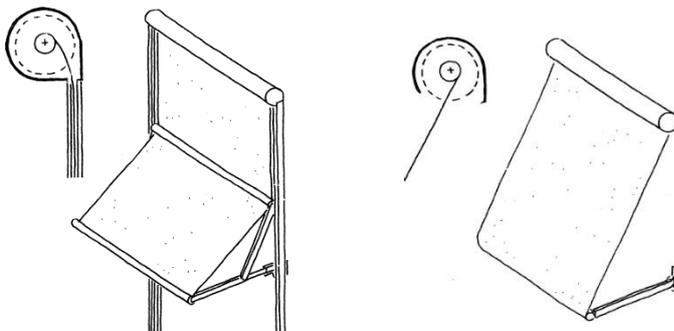
11.5. Tende in tessuto verticali



Protezioni dal sole in tessuto con rullo, cassetta o guida in profilato o cordino e barra terminale.



11.6 Chiusure o tende sporgenti



Protezioni dal sole in tessuto composte da rullo, cassetta e guide in profilato con meccanismo o braccio sporgente.

12. Glossario

Accelerazioni del flusso	15	Indagini nella galleria del vento	17, 20
Accesso	20	Intensità di turbolenza	13
Alimentazione	5	Logica	5
Anemometro	4, 5, 11	manutenzione	20
Angoli dell'edificio	21	Manutenzione	25
Area edificata	19	Messa in servizio	26
Area sottovento	15	Norme	11
Assicurazioni	12	Partner specializzato	12
Batteria	5	Posizionamento	19, 20, 21
Calcoli dei flussi	17	Posizione di montaggio	4
Caratteristica prestazionale	19	Presa	5
Caratteristiche del territorio	19	Pressione	13, 14, 15
Carico del vento	4, 10	Priorità	25
Classe di resistenza al vento	8, 10, 20	Protezione dal sole	4, 5, 8, 17, 18, 19, 20
Collocazione	19, 20, 21	Punto di ristagno	14
Competenze	26	Raccomandazione per l'uso in presenza di vento	10, 12
Comunicazione	26	Responsabilità personale	19
Consulenza	21	Ritardi	25
Corrente	14, 20, 23	Segnale	4, 5, 18
Corrente incidente	15, 21	Sensore di pioggia	5
Correnti di ritorno	15	Sensore solare	5
Danni	6	Sistema di controllo centralizzato	25
Decentrato	25	Spigoli del tetto	15
Depressione	15	<i>Standard Minergie</i>	18
Deviazioni della corrente	16	Strutture circostanti	16, 19
Dimensioni dell'edificio	19	Studio dei venti	4
Direzione del vento	4, 5, 19	Turbolenza	13
Distribuzione del vento	5	Valore limite	10
Domotica	26	Valori relativi alla pioggia	5
Effetti di flusso	15	Velocità del vento	5, 7, 10, 11, 13, 20
Esempi	10	Venti discendenti	14
Fattori di trasposizione	20	Vento	16, 19, 21, 25, 26, 27
Flusso del vento attorno agli edifici	14	Volume dell'edificio	16
Flusso di strato limite	13	Wind	7
Forma dell'edificio	19	Zip	11
Formazione di vortici	15	Zona di stagnazione	14
Fornitore del sistema di controllo	19	Zone delle facciate	20
Funzione di allerta	26		