

IL VENTO

IN VAL

DI SUSÀ

Quindici anni di dati anemologici

Simona Fratianni

Università di Torino
Dipartimento di Scienze della Terra
Via Valperga Caluso, 35 - Torino
simona.fratianni@unito.it

**Barbara Cagnazzi
e Roberto Cremonini**

ARPA Piemonte
Area Previsione e Monitoraggio Ambientale
Via Pio VII, 9 – 10135 Torino
b.cagnazzi@arpa.piemonte.it
r.cremonini@arpa.piemonte.it

In questo studio sono state analizzate le caratteristiche climatiche del vento in Valle di Susa (Regione Piemonte). L'analisi si basa su di un campione di dati di dodici stazioni meteorologiche dotate di anemometro e/o di banderuola per la misurazione dell'intensità e della direzione del vento, di proprietà dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (Arpa-Piemonte). Il periodo analizzato va dal 1990 al 2005.

Sono state eseguite le seguenti analisi statistiche:

- frequenza annuale, stagionale e mensile della direzione di provenienza del vento considerando 16 settori di direzione. Osservando i risultati ottenuti per ogni stazione è stata effettuata una classificazione secondo il regime direzionale del vento definendolo unimodale se vi è una direzione dominante, bimodale se vi sono due direzioni prevalenti e trimodale se vi sono tre direzioni prevalenti.
- andamento medio mensile e annuale della direzione prevalente del vento utilizzando tutti i dati disponibili misurati ogni dieci minuti;
- medie mensili, stagionali e annuali della intensità del vento;
- analisi dei giorni e delle ore con calma di vento; frequenza del fenomeno di calma di vento in funzione del mese, dell'anno e dell'ora del giorno;
- analisi dei valori di massima raffica giornaliera con registrazione dei giorni in cui si sono verificati gli eventi più intensi;
- individuazione dei regimi di brezza e confronto tra le stazioni;
- analisi della frequenza annuale, stagionale e giornaliera degli eventi di foehn.

Tali analisi, realizzate nell'ambito di un lavoro più ampio dedicato al vento in Piemonte, si sono rese necessarie al fine di una migliore conoscenza delle risorse e dei rischi ambientali del territorio e presentano risvolti applicativi di notevole interesse.





| STAZIONI | COMUNE | QUOTA | LN | LE | AI | DV | RA | Vv | RV | CV |
|----------------|--------------|-------|-------|------|------|----|----|-----|---------------|----|
| Camini Frejus | Bardonecchia | 1800 | 45.07 | 6.41 | 1990 | N | T | 1,8 | 32,7 28/01/94 | 21 |
| Salbertrand | Salbertrand | 1010 | 45.04 | 6.53 | 1990 | NE | B | 2,4 | 27,5 26/01/94 | 3 |
| Pietrastretta | Susa | 520 | 45.08 | 7.03 | 1990 | NW | B | 3,3 | 33,5 25/01/93 | 2 |
| Prerichard | Bardonecchia | 1353 | 45.04 | 6.43 | 1990 | N | B | 1,9 | 22,2 28/03/95 | 4 |
| Gad | Oulx | 1065 | 45.02 | 6.50 | 1990 | NE | B | 3,7 | 29,2 28/03/95 | 1 |
| Finiere | Chiomonte | 813 | 45.07 | 6.58 | 1991 | SW | B | 2,8 | 27,5 22/12/91 | 1 |
| Avigliana | Avigliana | 340 | 45.05 | 7.23 | 1991 | W | B | 1,7 | 31,8 22/12/91 | 10 |
| Borgone | Borgone Susa | 400 | 45.07 | 7.14 | 1991 | NW | B | 1,9 | 31,6 22/12/91 | 13 |
| Le Selle | Salbertrand | 1980 | 45.03 | 6.55 | 1991 | N | T | 1,9 | 34,8 22/12/91 | 3 |
| Lago Pilone | Sauze d'Oulx | 2280 | 45.00 | 6.52 | 1988 | - | - | 1,7 | 23,4 27/02/90 | 7 |
| Rif. Vaccarone | Giaglione | 2745 | 45.09 | 6.55 | 1996 | W | U | 3,1 | 40,9 18/02/99 | 2 |
| Prarotto | Condove | 1440 | 45.08 | 7.14 | 1997 | E | B | 1,5 | 23,8 05/02/99 | 11 |

Fig. 1
Principali stazioni analizzate, comune di appartenenza, quota (metri s.l.m.), localizzazione geografica (Latitudine N, Longitudine E), anno di inizio attività di rilevamento (AI), direzione prevalente (DV), regime anemologico (RA) suddiviso in unimodale (U), bimodale (B), trimodale (T), intensità media annua del vento (Vv, in m/s), massima raffica registrata (RV, in m/s) e giorno in cui si è verificata, numero medio annuo di giorni di calma di vento (CV).

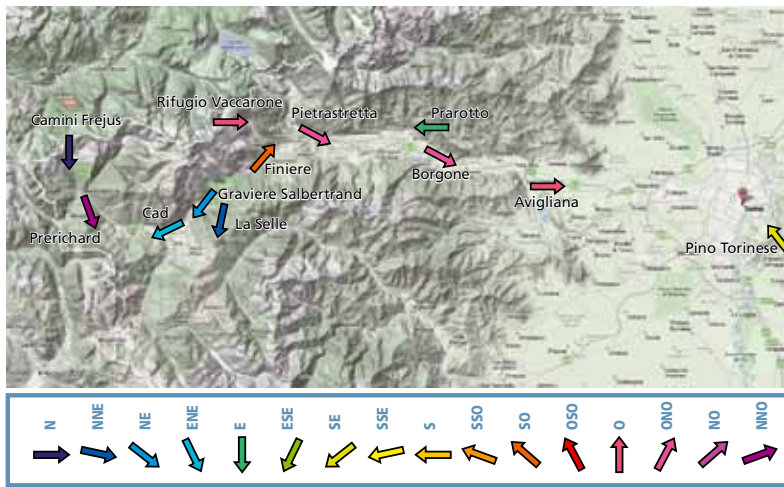
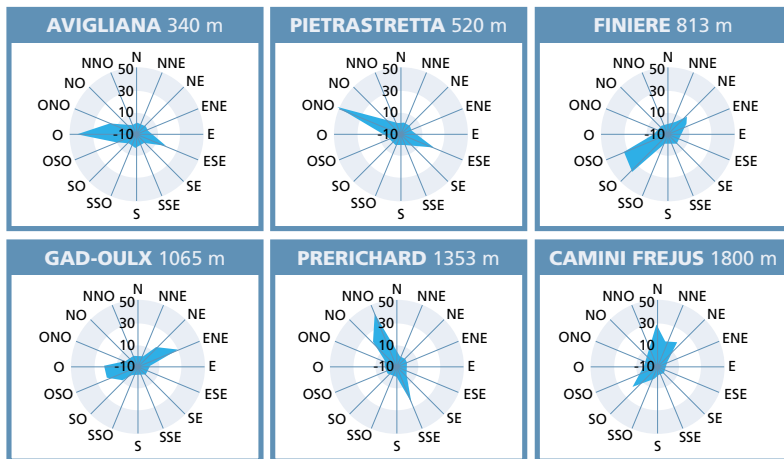


Fig. 2
Stralcio della carta regionale in cui è rappresentata la direzione prevalente delle stazioni meteorologiche site in val di Susa.

Fig. 3
Frequenza della direzione prevalente del vento per alcune stazioni valsusine, con individuazione del regime anemologico bimodale (ad eccezione del trimodale di Camini Frejus).



Nella Valle sono presenti dodici stazioni meteorologiche dotate di anemometro e/o di banderuola per la misurazione dell'intensità e della direzione del vento, di proprietà dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (Arpa-Piemonte) (tabella di Fig. 1). Il periodo analizzato va dal 1990 al 2005, mentre per l'analisi dei giorni di foehn sono stati presi in considerazione gli anni dal 2000 al 2007. Sin da ora occorre sottolineare che in Val di Susa, data la morfologia e l'orientamento Est-Ovest della valle, si crea un vero e proprio "corridoio" con venti che soffiano prevalentemente da Ovest e in misura minore da Est.

Quindi la posizione geografica della stazione determina in larga misura la direzione del vento, confermandone il carattere legato all'orografia del territorio. Infatti tutte le stazioni ubicate a bassa quota seguono la direzione dell'asse vallivo principale, mentre Le Selle, Rifugio Vaccarone e Camini Frejus, poste a quota più elevata, seguono principalmente l'orientamento delle valli secondarie laterali (Fig. 2). Anche il regime anemologico risulta strettamente influenzato dalla localizzazione geografica in quanto le stazioni esaminate presentano uno spiccato andamento bimodale, ad eccezione di quelle posizionate al di sopra dei 1800 metri in cui il regime risulta unimodale, per forte incanalamento in valle, o trimodale (Fig. 3).

La velocità media annua del vento oscilla tra 1,5 m/s di Prarotto e 3,7 m/s di Gad. La primavera è la stagione in cui l'intensità del vento risulta generalmente più elevata, con eccezione dei siti montani di Rifugio Vaccarone e Lago Pilone, in cui il massimo è invernale. Finiere e Gad presentano un massimo primaverile che si estende all'estate a causa dell'instaurarsi del fenomeno delle brezze di monte e di valle. L'andamento mensile delle stazioni analizzate evidenzia un massimo in marzo-aprile e un minimo in ottobre-novembre (tabella di Fig. 4). L'insieme di tutte le stazioni valsusine presenta in generale una bassa correlazione tra quota e velocità del vento.

Durante il giorno il maggior riscaldamento dell'atmosfera sulle Alpi rispetto alla pianura causa una differenza temporanea di pressione fra pianura e montagna, con bassa pressione su quest'ultima.

I venti che ne risultano spirano dalla pianura verso la montagna percorrendo preferenzialmente, ma non solo, la via delle grandi valli, vento sinottico permettendo.

Si creano quindi venti a scala locale, le cosiddette brezze che determinano il vento in Valle durante quasi tutti i giorni soleggiati da marzo ad ottobre. Le brezze di monte e di valle sono note come brezze di bel tempo: di giorno spirano dalla parte bassa della valle verso quella alta (brezza di valle), di notte dalla parte alta a quella bassa (brezza di monte).

L'intensità della brezza di valle è tipicamente di 5 m/s (1-2 m/s la brezza di monte), ma raggiunge anche più di 10 m/s, specie nei punti stretti. Raggiunge il suo massimo durante le ore centrali della giornata e termina verso le ore 20 con l'inizio della brezza di monte, come si può notare dalle Figg. 5 e 6.

A Pietrastretta e a Gad l'andamento risulta molto simile con l'individuazione di un regime di brezza. Infatti, in tutti i mesi, ad eccezione di novembre e dicembre per la stazione di Pietrastretta, si registra un aumento dell'intensità del vento nelle ore centrali della giornata, situazione riferibile al fenomeno delle brezze di monte e di valle.

Gad presenta un'elevata intensità del vento (6-7 m/s), concentrata dalle ore 10 alle 15 per tutto l'arco dell'anno anche se nei mesi di ottobre, novembre e dicembre il vento conserva una velocità più bassa (4 m/s).

La posizione geografica della stazione determina in larga misura la direzione delle brezze, confermandone il carattere legato all'orografia del territorio.

E' da sottolineare inoltre la particolare condizione meteorologica della stazione di Pietrastretta: posta alla confluenza della Valle Cenischia con l'Alta Val di Susa, in inverno ed in primavera si trova

| STAZIONI | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | I | P | E | A |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Avigliana | 1,5 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,5 |
| Borgone | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 2,4 | 2,0 | 1,6 |
| Camini Frejus | 1,6 | 2,0 | 2,6 | 2,4 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,3 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 2,3 | 1,6 | 1,5 |
| Finiere | 2,6 | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,8 | 2,5 | 2,7 | 2,6 | 2,6 | 3,0 | 3,0 | 2,7 |
| Gad | 3,0 | 3,6 | 4,2 | 4,3 | 4,2 | 4,1 | 4,3 | 4,1 | 3,9 | 3,3 | 3,0 | 2,9 | 3,2 | 4,2 | 4,2 | 3,4 |
| Salbertrand | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,7 | 2,6 | 2,6 | 2,4 | 2,3 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,5 | 2,1 |
| Rif. Vaccarone | 3,4 | 4,2 | 3,6 | 3,1 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 2,2 | 2,3 | 3,3 | 3,1 | 3,8 | 3,8 | 3,1 | 2,6 | 2,9 |
| Prarotto | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,7 | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 1,7 | 1,4 |
| Pino Torinese | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 2,1 | 1,7 | 1,6 |
| Lago Pione | 1,8 | 2,0 | 1,8 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 1,6 | 1,6 |
| Le Selle | 2,1 | 2,4 | 2,2 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 2,0 | 2,4 | 2,3 | 1,9 | 1,8 | 1,8 |
| Piastretta | 2,7 | 3,4 | 3,9 | 3,7 | 3,5 | 3,5 | 3,8 | 3,5 | 3,2 | 2,7 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 3,7 | 3,6 | 2,8 |
| Prerichard | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 2,2 | 2,0 | 1,7 |

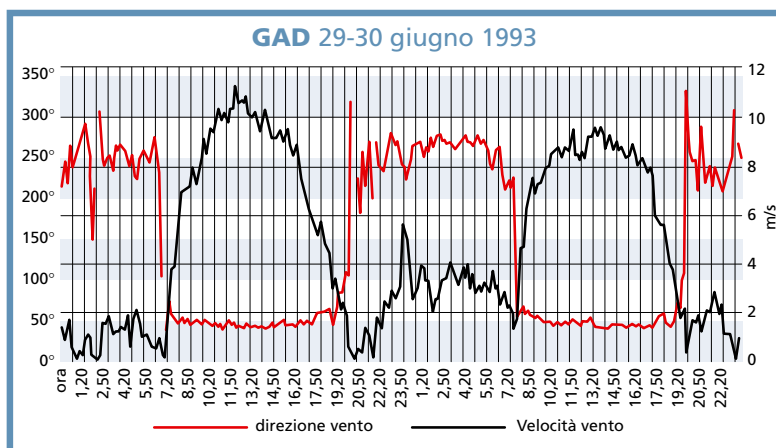


Fig. 4 Distribuzione media mensile (G = gennaio, F = febbraio, ... D = dicembre) e stagionale (I = inverno, P = primavera, E = estate, A = autunno) dell'intensità del vento espressa in m/s, per tutte le stazioni esaminate. In rosso sono evidenziati i massimi mensili e stagionali.

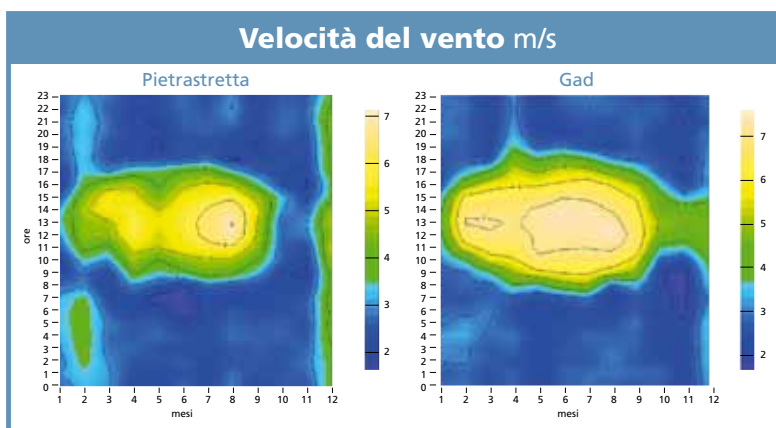


Fig. 5 Andamento semiorario della velocità del vento (in m/s) e della sua direzione (in gradi) durante un periodo di bel tempo (29-30 luglio 1993) rilevato dalla stazione automatica di Gad posta a 1010 m di quota, ubicata nei pressi di Oulx.

Fig. 6 Rappresentazione, attraverso isolinee, della velocità media oraria del vento durante l'anno (in m/s), in funzione dell'ora (asse Y) e dei mesi (asse X), relativa alle stazioni di Pietrastretta e Gad.





spesso in condizioni di vento di caduta (foehn) con vento teso, improvvisi rialzi termici accompagnati da bassi valori di umidità relativa.

Tali condizioni determinano, ad eccezione dei mesi di maggio, settembre e di quelli estivi, valori medi mensili superiori a quelli della stazione di Avigliana, pur essendo Pietrastretta a monte ed ad una quota leggermente superiore. In particolare, il 22 dicembre 1991 (tab. 1) si sono verificate le raffiche più elevate per diverse stazioni: Finiere (27,5 m/s), Avigliana (31,8 m/s), Borgone (31,6 m/s) e Le Selle (34,8 m/s).

Tale giorno è da ricordare come episodio particolarmente intenso di foehn, durante il quale le stazioni nell'intorno di Susa hanno registrato una temperatura massima giornaliera di circa 24 °C.

Il foehn era conosciuto come Favonius per i romani, il vento di ponente, e fu nella cultura tedesca che si tramutò in Foehn. Il termine si riferisce alla corrente d'aria discendente che si manifesta sul versante sottovento quando l'aria valica una catena montuosa, provocando in poco tempo un miglioramento della visibilità e, in generale, un aumento della temperatura.

In realtà, l'aumento di temperatura non è sempre presente in quanto talora, con flussi da nord, si può anche osservare un abbassamento di temperatura, determinato dal giungere di masse d'aria estremamente fredde di origine polare. Durante l'inverno, inoltre, le abbondanti nevicate dovute a prolungate situazioni di sbarramento, risultano ad alto rischio di valanghe.

Solitamente l'evento di foehn è caratterizzato da un solo giorno di azione del vento di caduta e raramente supera i tre giorni continuativi, senza interrompere le proprie caratteristiche, in funzione della persistenza della situazione barica che lo determina. Non sempre il foehn riesce a raggiungere la pianura e spesso si tratta di fenomeni in esaurimento.

In Val di Susa si registrano mediamente 25 giorni di foehn nell'anno (periodo 2000 - 2007).



Fig. 7
Giorni di foehn in val di Susa, suddivisi a seconda della stagione e del mese considerato.

| | I | P | E | A | G | F | M | A | M' | G | L | A' | S | O | N | D | Anno |
|--------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 2000 | n.d. | 10 | 10 | 5 | 2 | 10 | 6 | 1 | 3 | 1 | 7 | 2 | 3 | 1 | 1 | 5 | 42 |
| 2001 | 10 | 3 | 1 | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | 3 | 16 |
| 2002 | 14 | 5 | 6 | 9 | 5 | 6 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 7 | 2 | 1 | 32 |
| 2003 | 5 | 1 | 5 | 9 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 7 | 0 | 7 | 26 |
| 2004 | 15 | 4 | 2 | 4 | 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 18 |
| 2005 | 9 | 3 | 3 | 2 | 6 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 20 |
| 2006 | 8 | 9 | 3 | 2 | 0 | 5 | 5 | 4 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 19 |
| 2007 | 7 | 7 | 6 | 3 | 4 | 3 | 3 | 0 | 4 | 3 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 26 |
| Media | 10 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 25 |

La stagione che presenta più giorni di foehn è quella invernale, con 10 giorni, con una minima prevalenza nei mesi di gennaio e febbraio (tabella di Fig. 7).

Tra gli anni considerati quello con un maggior numero di giorni è stato il 2000, con 10 giorni solo nel mese di febbraio.

La Val di Susa, a causa del manifestarsi degli episodi di foehn e dell'instaurarsi del fenomeno delle brezze di monte e di valle, può considerarsi una zona ventosa, anche in considerazione del fatto che i giorni di calma risultano poco numerosi nell'arco dell'anno (Fig. 1). Essi infatti oscillano tra uno di Gad e Finiere e ventuno di Camini Frejus: questo ultimo dato tuttavia rappresenta un'eccezione, in quanto quasi tutte le stazioni esaminate presentano un numero di giorni di calma inferiore o pari a dieci. Tali risultati dovrebbero escludere l'accumulo di sostanze inquinanti e potrebbero garantire una buona qualità dell'aria in Val di Susa.

Bibliografia

- BALSAMO G., CAGNAZZI B. E G. PAESANO, 2000 - Studio statistico-climatologico del vento per l'individuazione dei bacini anemolgi della regione Piemonte. Ingegneria del vento in Italia 2000, 93-100.
- BARRY G.R., 1992 - Mountain weather and climate. Routledge, London, 315 pp.
- BONELLI P., 1988 - I venti catabatici nella Pianura Padana. Le scienze, n.236, vol. XL, 14-21.
- CASSARDO C., MUSSO A., 2002 - Climatology of foehn in Piedmont (in Italian). Nimbus, n. 31-32, 40-45.
- FRATIANNI S., MOTTA L., 2002 - Andamento climatico dell'Alta Valle Susa negli anni 1990 - 1999. Collana studi climatologici in Piemonte, Regione Piemonte e Università degli studi di Torino, 4° vol, 91 pp.
- FRATIANNI S., CAGNAZZI B., CREMONINI R. (2007) - Il vento in Piemonte. Collana Studi Climatologici in Piemonte, vol. 5, ISBN 978-88-7479-052-4, 112 pp.
- HANN, J. VON, 1891 - Nordföhn in Innsbruck (in German). Meteorologische Zeitschrift, 26, 239 pp.
- NATALE P., ANFOSSI D. AND CASSARDO C., 1999 - Analysis of an anomalous case of high air pollution concentration in Turin shortly after a foehn event. International Journal of Environment and Pollution (UK), 11(2), 147-164.
- SCHROTT D., VERANT W., 2002 - Foehn in the Alps (in Italian). Nimbus, n. 31-32, 13-39.
- SEIBERT, P. 1990 - South Foehn Studies Since the ALPEX Experiment. Meteorol. Atmos. Phys., 43, 91-103.
- SIMPSON J. E., 1995 - Diurnal changes in the sea-breeze direction. J. Appl. Meteorol., 35, 1166-1169.
- SOLARI G., 1996 - Wind speed statistic. In Lalas, D.P., and Ratto, C.F., editors, World Scientific, Singapore. Modelling of atmospheric flow fields, 637-657.
- SOLARI G., PAGNINI L.C., PICCARDO G. (A CURA DI), 2001 - Ingegneria del vento in Italia 2000. SGE, Padova, 603 pp.
- WHITEMAN, C. D., 2000 - Mountain Meteorology Fundamentals and Application. Oxford University Press, 355 pp.