

2. CLIMATOLOGIA DEL BACINO

2.1. Analisi termometrica

La valle del Torrente Cenischia è situata internamente al bacino della Valle di Susa, segnando il confine tra le Alpi Cozie e le Alpi Graie (rispettivamente a Sud e a Nord del Moncenisio). Le temperature sono quelle tipiche del Nord Italia, con estati generalmente miti e inverni non eccessivamente rigidi. All'interno del bacino la temperatura è invece largamente influenzata dall'orografia, se si considera che mediamente la temperatura nel punto più alto del bacino, il Monte Rocciamelone (3538 m s.l.m.), è circa 15 gradi centigradi inferiore a quella che si registra a Susa (503 m s.l.m.).

L'analisi termometrica si sviluppa sulle disponibilità di dati termometrici relativi ad alcune stazioni termo-pluviometriche e inoltre si utilizzano dati termometrici relativi alle stazioni meteorologiche Gesi 2000 e Gesi 3000 disposte dal CNR IRPI di Torino e disposte sulle pendici del Monte Rocciamelone rispettivamente a quota 2150 e 3150 m s.l.m..

Analizzando la Tab. 2.1 è possibile fare alcune considerazioni su larga scala avvalendosi di dati relativi a un particolare anno solare, il 1991, e di dati acquisiti da Bardonecchia, estremo lembo occidentale della Valle, fino a Torino.

Tab. 2.1. Temperature medie mensili dell'anno 1991

Località	Altezza (m s.l.m.)	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Torino	240	2.3	2.4	10.4	11.2	14.9	20.7	25.5	24.8	20.2	11.9	6.9	2
Avigliana	340	0.5	1	9.1	10	13.8	19.5	23.4	22.9	18.7	10.4	5.5	0.9
Borgone	400	0.3	0.9	8.7	9.5	13.4	18.6	22.1	21.4	17.5	9.7	4.9	1.2
Susa Autoporto	470	1.5	1.7	9.2	10.2	14.4	19.5	23.9	23	18.8	10.5	5.8	3.6
Susa Pietrastretta	520	2.8	2.2	9	10.9	15.6	19.7	20.5	22.7	18.7	10.5	6.6	5.1
Venaus	600	2	1.4	8.2	8.9	12.7	17.6	22.3	21.8	17.8	9.7	5.8	4.4
Chiomonte	813	1.3	0.5	7.1	7.9	11.8	16.6	21.4	21.1	17	8.7	4.7	3.8
Salbertrand	1010	0.6	-0.1	4.6	5.3	9.4	14.3	18.9	18.2	11.4	6.3	0.6	1.7
Oulx	1065	-1.8	-2.7	4.9	5.3	9.2	14.2	18.8	18.4	14.2	6.7	2	0.2
Bardonecchia	1353	1	-0.6	4	6.5	8	13.2	17.7	17.6	13.5	5.7	2	0.3

Si è cercata una correlazione fra la temperatura media e la quota per stazioni scelte in un largo raggio (da Torino a Bardonecchia). Avendo a disposizione, per l'anno 1991, solo dati relativi a stazioni poste a quote non superiori a 1300 m, si è potuto desumere che la temperatura diminuisca di 0.52 °C ogni 100 m di quota, come è possibile evincere dal grafico di Fig.2.1.

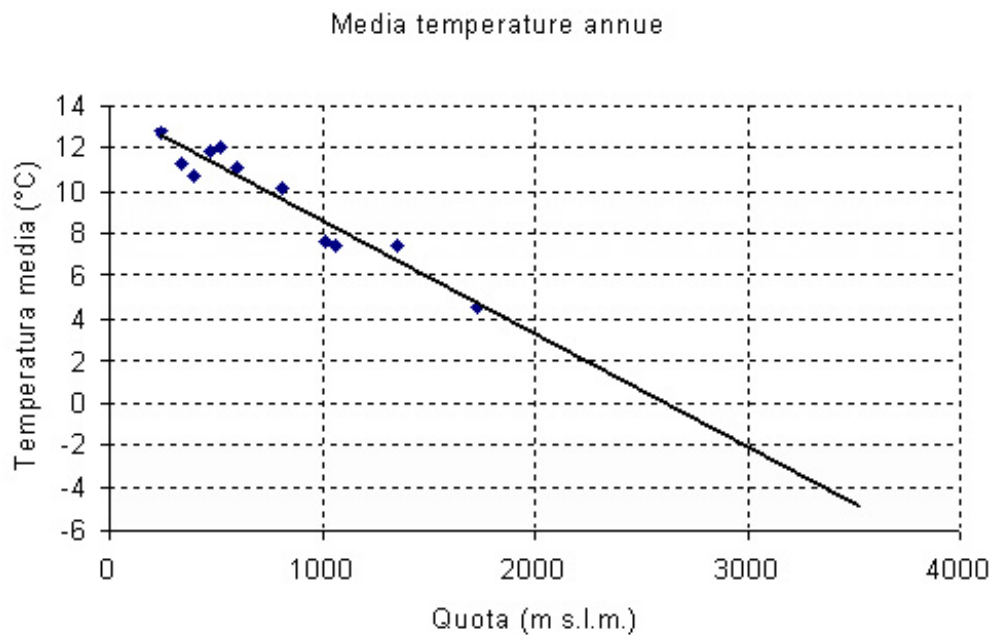


Fig. 2.1. Temperature media annuale della Val di Susa in funzione della quota topografica nell'anno 1991

Considerando che dalla curva ipsografica la altitudine media del bacino risulta 1730 m s.l.m., si può supporre che la temperatura media del bacino sia 4.7 °C.

Nella Tab. 2.2 viene indicato il gradiente di temperatura medio mensile, valutato in base ai dati riportati in Tab. 2.1. Nell'elaborazione dei dati si è valutato anche il coefficiente di correlazione delle rette il cui coefficiente angolare è, per l'appunto, il gradiente termico.

Il coefficiente di correlazione lineare è una misura normalizzata della qualità della relazione lineare tra due variabili.

Esso viene valutato a partire dalla matrice varianza - covarianza, definita dalla relazione (2.1):

$$C(x, y) = \begin{bmatrix} \sigma_{xx}^2 & \sigma_{xy}^2 \\ \sigma_{yx}^2 & \sigma_{yy}^2 \end{bmatrix} \quad (2.1).$$

Dalla matrice varianza – covarianza, dalla relazione (2.3), si estrae un valore numerico che dà indice della bontà della correlazione. Più tale valore si avvicina all'unità, migliore è la correlazione.

In generale, il coefficiente di correlazione si valuta seconda la formula (2.2):

$$R = \frac{C(x, y)}{\sqrt{C(x, x) C(y, y)}}; \quad (2.2)$$

Nel caso in cui si abbiano solo due variabili, la formula (2.2) si semplifica nella (2.3):

$$R = \frac{C(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}. \quad (2.3)$$

Si è notato (Tab 2.2) che la correlazione ha bassa precisione nei mesi invernali ed essa aumenta per raggiungere un massimo nel mese di Luglio.

Tab. 2.2. Gradiente medio mensile di temperatura nel 1991 (°C / 100 m)

Mese	Gradiente di temperatura	Coeff di correlazione
GEN	0.27	0.71
FEB	0.27	0.80
MAR	0.63	0.99
APR	0.52	0.93
MAG	0.51	0.89
GIU	0.61	0.96
LUG	0.75	0.95
AGO	0.74	0.96
SET	0.73	0.94
OTT	0.57	0.98
NOV	0.44	0.88
DIC	0.35	0.67

I gradienti di temperatura riportati in Tab. 2.2 si riferiscono all'anno 1991, ma ne risulta utile la determinazione perché si può affermare, almeno in linea generale, che le condizioni climatiche generali dell'anno fossero pressoché uguali in tutte le stazioni.

Mediante la stessa correlazione è possibile considerare che la quota ove la temperatura media è pari a 0°C è di 2650 m s.l.m., altitudine che dovrebbe rappresentare il limite delle nevi perenni in versanti non direttamente esposti alla radiazione solare, supposizione confermata da ciò che viene riportato sulla cartografia ufficiale relativamente all'estensione del ghiacciaio del Rocciamelone e del ghiacciaio di Bard, entrambi situati in territorio transalpino.

Ora è opportuno valutare i dati (riportati in Tab. 2.3) riferiti ai valori medi mensili relativi a una serie di anni, non necessariamente consecutivi, in cui manca la continuità temporale ma si hanno a disposizione dati relativi a una serie di stazioni più prossime al bacino stesso.

Il grafico in Fig. 2.2 permette di confrontare la temperatura media mensile delle stazioni di riferimento.

Tab. 2.3. Temperature medie mensili in alcune stazioni di riferimento

T (°C)	Chiomonte	Susa	Venaus	Valclarea	Bar	GESI 2000	Vaccarone	GESI3000
h (m s.l.m.)	813	500	600	1135	1525	2150	2745	3150
GEN	2.4	3.7	3.5	0.0	-0.8	-3.1	-6.3	-8.9
FEB	2.9	4.6	3.3	2.9	0.7	-2.7	-3.4	-7.8
MAR	7.4	7.4	8.8	8.0	2.1	-2.4	-2.1	-7.3
APR	9.4	11.4	9.7	8.3	5.6	0.7	-3.4	-7.4
MAG	13.5	15.6	14.3	11.6	9.1	6.2	1.2	-1.7
GIU	16.5	16.5	17.4	13.4	12.2	7.8	3.2	2.7
LUG	19.8	19.8	21.1	16.2	15.1	10.9	5.6	3.7
AGO	19.9	21.6	21.7	16.7	14.3	10.6	7.6	3.7
SET	14.7	16.5	16.0	12.3	10.3	6.6	4.0	-0.1
OTT	9.9	11.7	21.7	8.8	8.2	4.1	0.6	-2.0
NOV	6.1	7.5	7.0	3.5	3.3	-0.7	-4.3	-5.0
DIC	3.0	4.0	3.5	0.2	0.2	-3.5	-6.5	-9.5

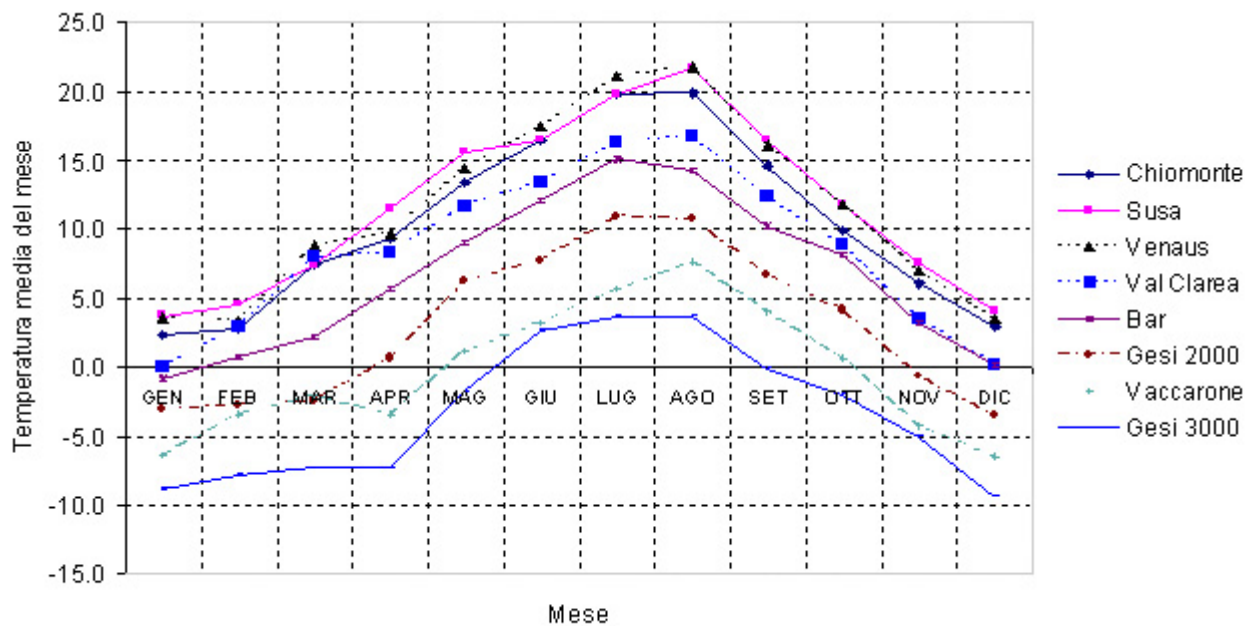


Fig. 2.2. Temperature medie nelle stazioni di riferimento

Si riportano, rispettivamente in Fig. 2.3 e Fig. 2.4, gli andamenti mensili di temperatura nelle stazioni Gesi 2000 e Gesi 3000, situate rispettivamente a quota 2150 m s.l.m. e 3150 m s.l.m., ottenuti dall'elaborazione di dati inediti messi a disposizione dal CNR IRPI di Torino.

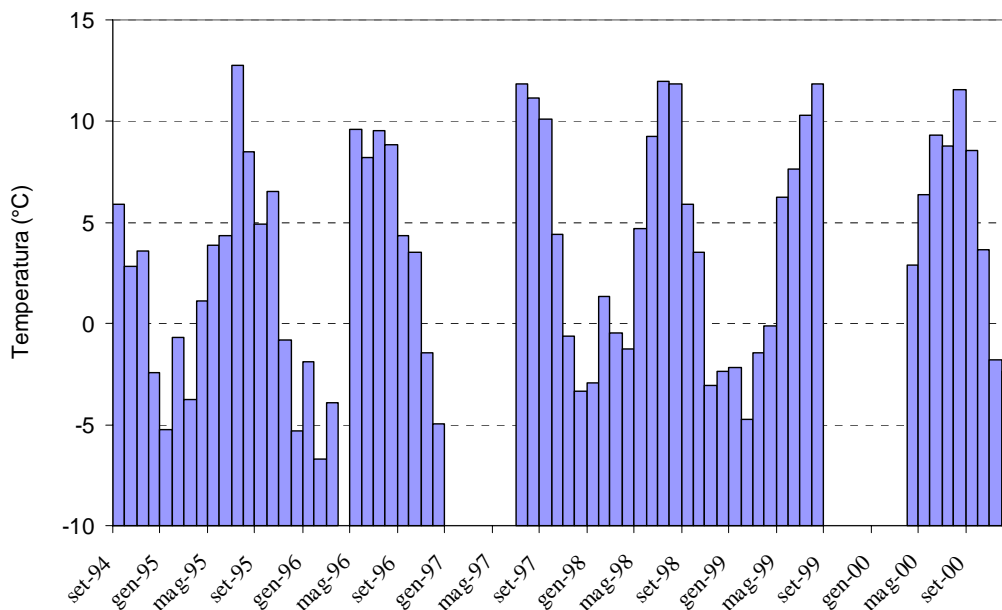


Fig. 2.3. Temperature medie mensili nel periodo 1994 – 2000 rilevate alla stazione meteorologica Gesi 2000 in località Pian Marderello

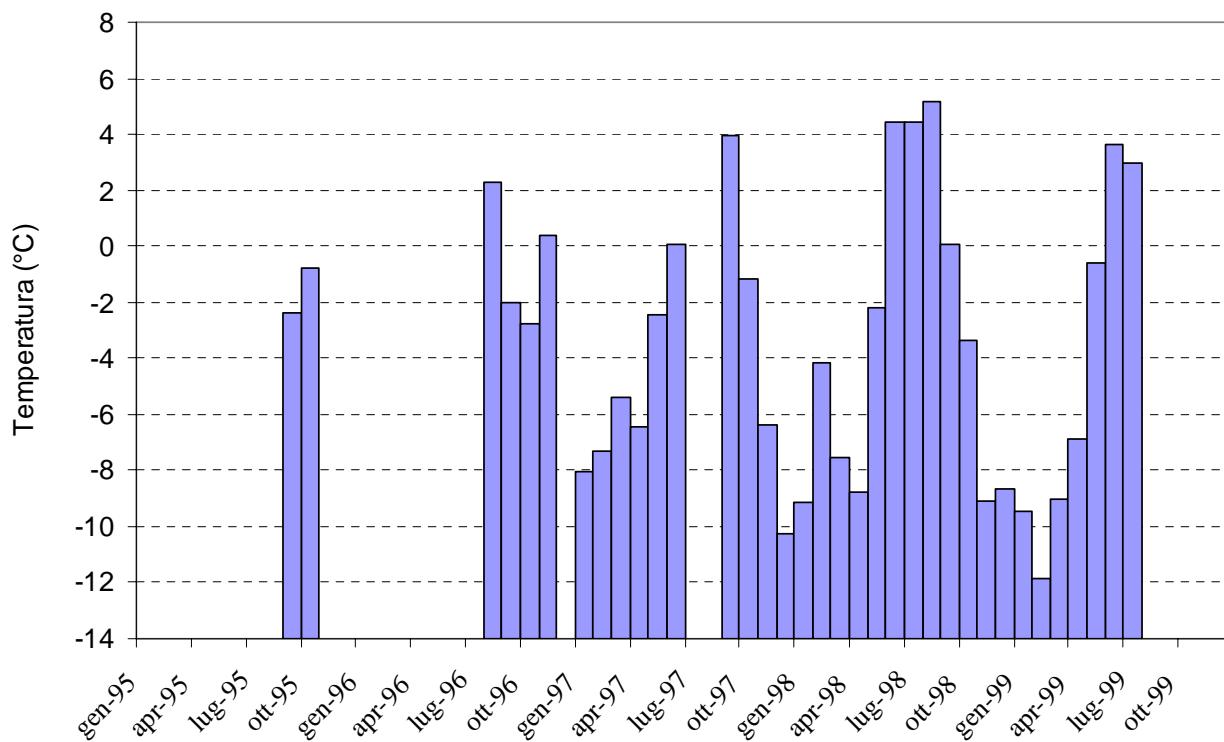


Fig. 2.4. Temperature medie mensili nel periodo 1994 – 2000 rilevate alla stazione meteorologica Gesi 3000 in località Cà d'Asti

Dalla analisi dei dati mensili delle stazioni riportate in Tab. 2.3. è possibile ottenere una nuova correlazione tra quota topografica e temperatura, ottenuta elaborando dati rilevati in stazioni situate in un raggio di 20 km.

Avendo a disposizione inoltre dati relativi a quote fino a 3150 m, la correlazione (Fig. 2.5) permette di valutare il gradiente di temperatura per tutta l'estensione altimetrica del bacino, dai 490 ai 3535 m s.l.m..

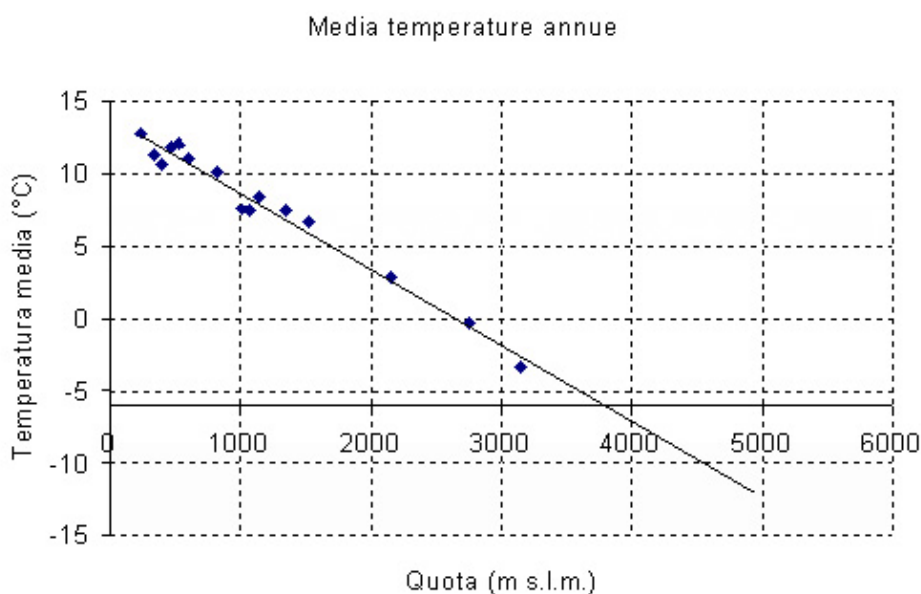


Fig. 2.5. Media delle temperature annuali in stazioni prossime al bacino

Il gradiente termico medio annuo del bacino è stato valutato ed è pari a $5.2\text{ }^{\circ}\text{C} / 1000\text{ m}$. Ciò significa che mediamente l'escursione termica tra la sezione di chiusura del bacino e massimo rilievo dello stesso si attesta sui $18.2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tale dato può avere grande importanza, in quanto un fenomeno meteorologico che avviene in un periodo in cui la temperatura rilevata a Susa è inferiore a circa $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ produce precipitazioni solide alla sommità del rilievo, le quali non danno un apporto idrico istantaneo al torrente.

E' possibile ottenere i valori di gradiente termico per ogni mese dell'anno (Tab. 2.4). Si è osservato che i coefficienti di correlazione sono sempre prossimi all'unità, e quindi la correlazione fra temperature medie e quote ha effettivamente significato, soprattutto se si

mediano i valori di temperatura relativi a un certo numero di anni e se si restringe il campo alle stazioni più prossime al bacino.

Tab. 2.4. Gradiente termico (°C ogni 100 m)

Mese	°C/100 m
GEN	0.46
FEB	0.42
MAR	0.58
APR	0.68
MAG	0.63
GIU	0.59
LUG	0.66
AGO	0.67
SET	0.60
OTT	0.51
NOV	0.49
DIC	0.49

Per completezza è necessario comunque segnalare come negli ultimi anni l'innalzamento delle temperature medie ha causato un progressivo ritiro dei ghiacciai che riversano, seppure parzialmente, le loro acque nel T. Cenischia: il ghiacciaio di Bard è quasi completamente scomparso, mentre il ghiacciaio del Rocciamelone nei mesi estivi forma un lago le cui acque si riversano, attraverso uno sfioratore superficiale naturale, nel bacino del torrente Claretto, che defluisce pochi km più a valle attraverso all'abitato di Novalesa (Fig. 2.6).

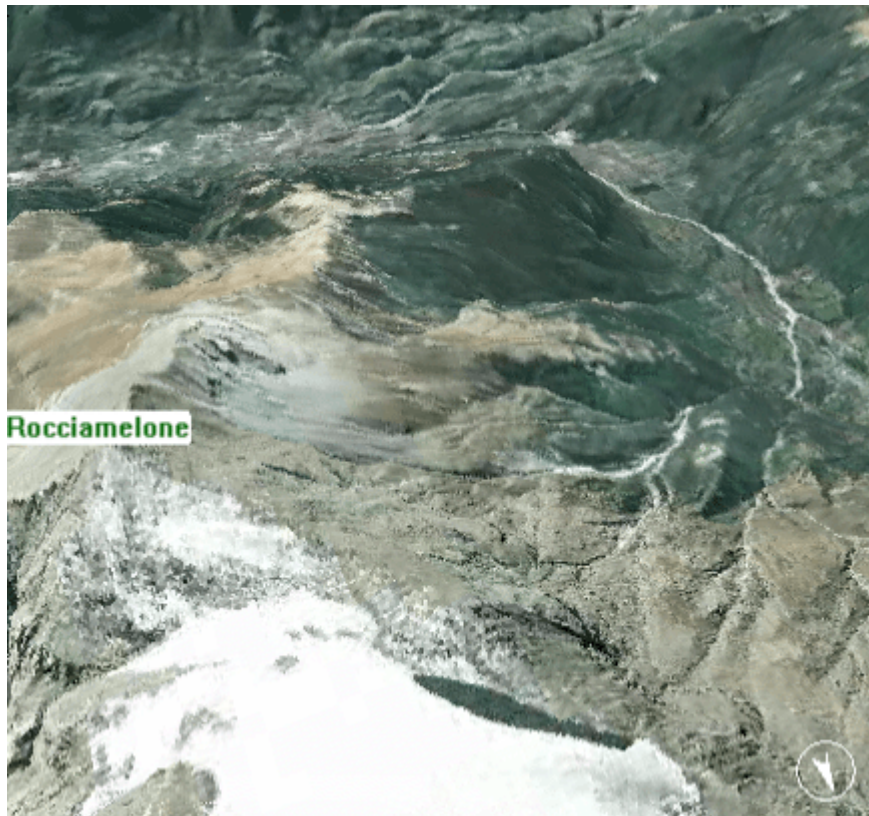


Fig. 2.6. Il ghiacciaio del Rocciamelone (in basso) sovrasta la Val Cenischia (fonte: Piano Territoriale Regionale – Approfondimento della valle di Susa - Regione Piemonte, 2005)

Per quanto riguarda l'escursione mensile delle temperature si riscontra il tipico andamento: Gennaio e Febbraio sono i mesi più freddi, si ha in Marzo un graduale innalzamento delle temperature, e il gradiente si mantiene pressoché costante fino a Luglio.

Ad Agosto si ha il massimo di temperatura, cui segue una brusca diminuzione nei mesi autunnali. Si riporta (Fig. 2.7) il grafico delle temperature ragguagliate alla quota media del bacino, che è 1730 m s.l.m..

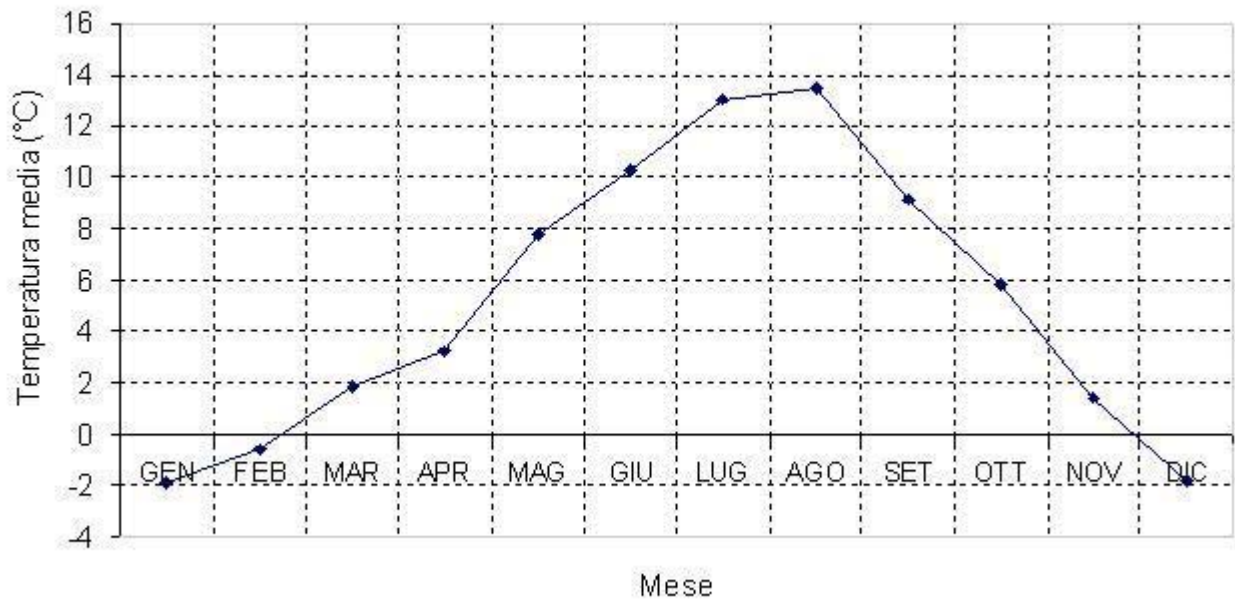


Fig. 2.7. Temperature mensili ad una quota di 1730 m s.l.m.

Analizzando, invece, le temperature medie dei mesi che mediamente presentano i valori maggiori di precipitazione è possibile, avendo valutato l'entità del gradiente termico in Tab. 2.4., determinare anche la quota topografica media dello zero termico.

In particolare, si nota come i valori relativi al mese di Ottobre 1991 siano molto ben correlati (Fig. 2.8) e come ne risulti un gradiente termico di $0.57\text{ }^{\circ}\text{C}$ ogni 100 m di quota con lo zero termico alla quota di 2800 m. Per il mese di Maggio si nota invece (Fig. 2.9) un gradiente termico di $0.51\text{ }^{\circ}\text{C}$, quindi leggermente più contenuto, con lo zero termico mensile che si aggira sui 2960 m.

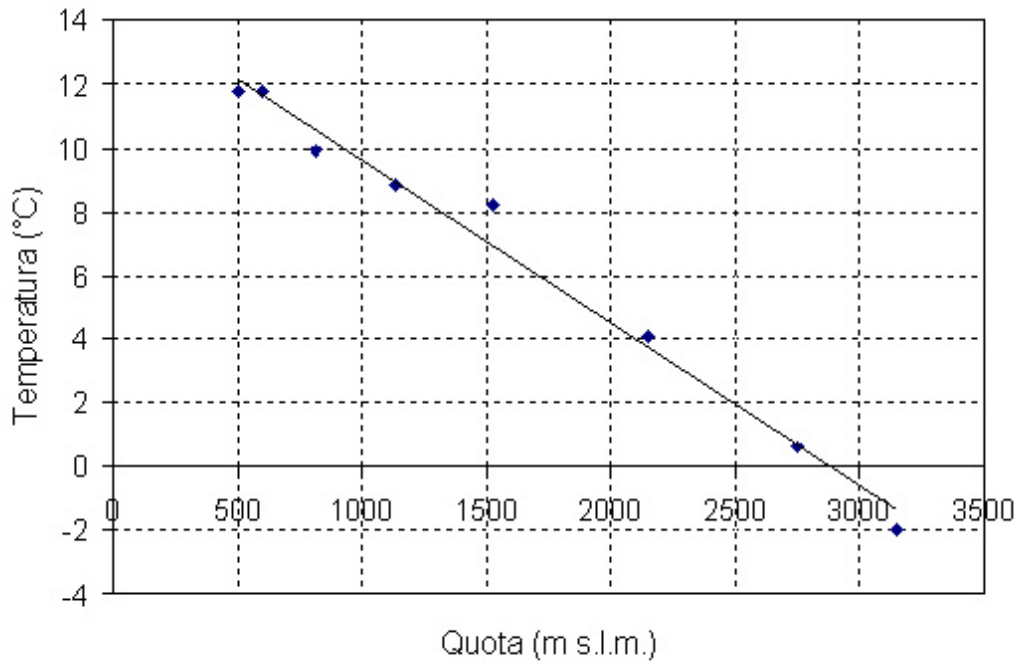


Fig. 2.8. Correlazione tra temperatura e quota nel mese di Ottobre

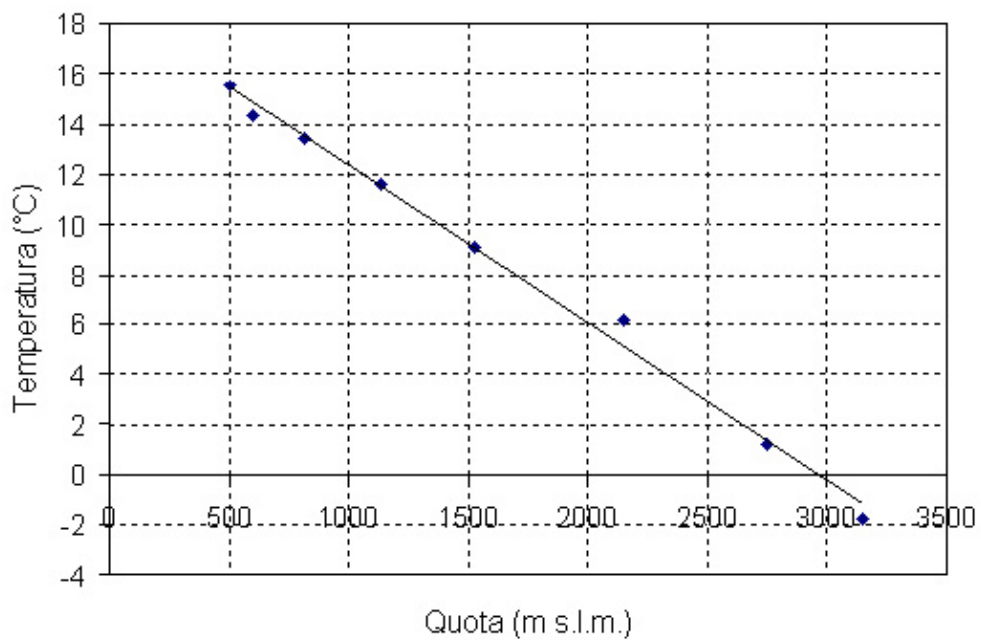


Fig. 2.9. Correlazione tra temperatura e quota nel mese di Maggio

Per avere un quadro più chiaro dei tempi con cui si verifica la fusione delle nevi, si riporta nel grafico in Fig. 2.10. l'andamento mensile della quota di zero termico. In questo luogo dei punti posti alla stessa quota, in assenza di soleggiamento, si ha equilibrio tra il fenomeno di solidificazione e quello di fusione delle nevi, pertanto al di sotto di tale quota, anche in assenza di una precipitazione, si può avere una portata liquida. Questo fenomeno può portare, ad esempio nelle precipitazioni di forte intensità tipiche del periodo tardo-primaverile, ad un contributo aggiuntivo di portata che può risultare critico in termini di superamento della quota degli argini con conseguente esondazione degli alvei.

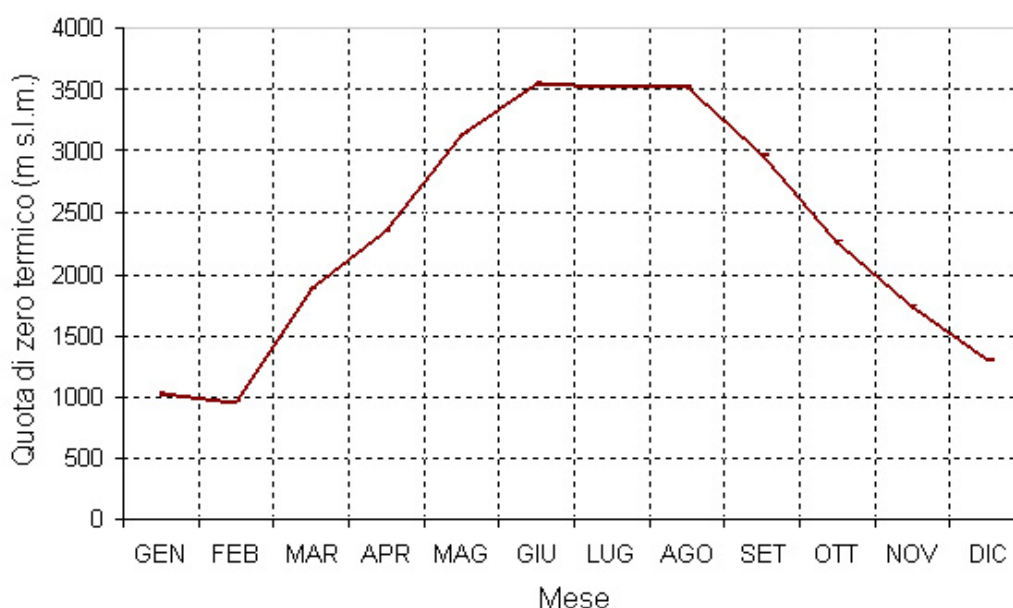


Fig. 2.10. Grafico della quota media mensile dello zero termico

2.2. Analisi delle temperature massime e minime

L'analisi delle temperature minime e massime permette di dare un quadro più completo sulla termometria del bacino e di quantificare l'escursione termica in varie località del bacino stesso.

La disponibilità dei dati di temperatura massima mensile, media mensile, minima mensile, media mensile dei massimi e dei minimi è limitata agli anni tra il 1990 e il 2000 alle stazioni meteorologiche di Susa – Pietrastretta (Tab. 2.5) e di Bar Cenisio (Tab. 2.6). I grafici in Fig. 2.11, 2.12 riportano l'andamento mensile delle grandezze termometriche appena citate.

Tab. 2.5. Temperatura massima, media, media dei massimi, media dei minimi, minima su base mensile alla stazione meteorologica di Susa – Pietrastretta

Temperatura (°C)	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Massima	16.9	18.3	21.5	22.4	26.4	28.4	29.6	30.0	25.2	23.6	19.0	18.6
Media	3.9	5.0	9.1	11.3	15.8	18.5	21.6	21.5	16.8	11.9	7.3	4.1
media dei massimi	8.2	9.8	13.3	15.2	19.6	22.6	25.4	25.7	20.5	15.7	11.2	8.0
media dei minimi	0.8	1.6	4.4	7.1	11.8	14.1	17.5	17.2	13.1	8.8	4.0	1.1
Minima	-4.5	-4.1	-0.2	2.2	6.9	8.9	12.9	12.5	8.2	3.3	-1.2	-4.1

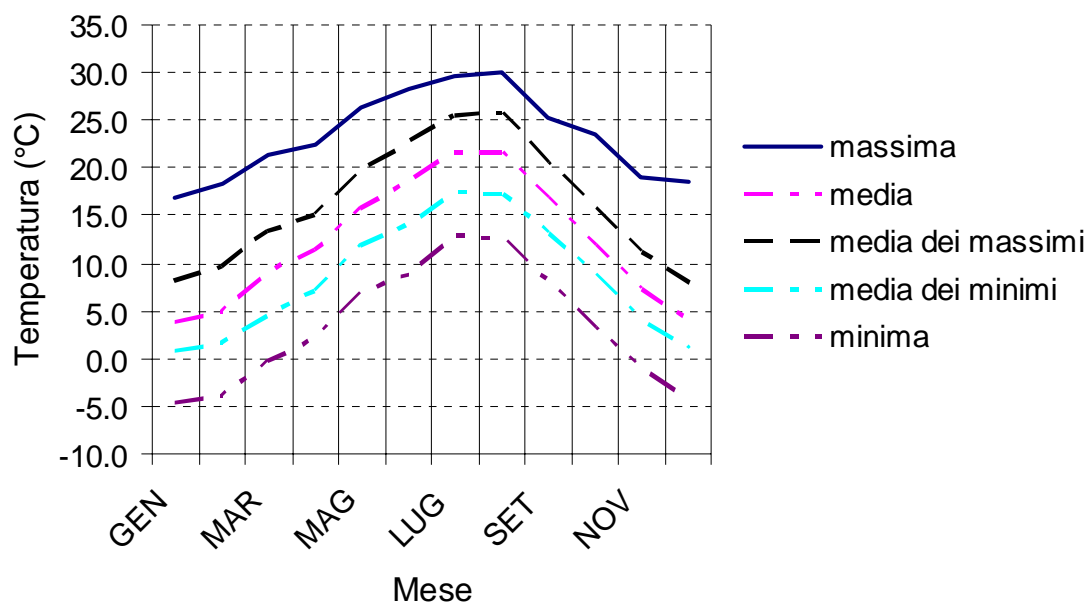


Fig. 2.11. Temperatura massima, media, media dei massimi, media dei minimi, minima per la stazione meteorologica di Susa – Pietrastretta (quota 500 m s.l.m.)

Tab. 2.6. Temperatura massima, media, media dei massimi, media dei minimi, minima su base mensile alla stazione meteorologica di Venaus – Bar Cenisio

Temperatura (°C)	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Massima	10.8	12.2	13.8	15.7	20.4	22.9	24.0	23.1	19.4	19.7	14.4	13.3
Media	-0.2	1.3	2.3	5.1	9.2	12.5	15.4	14.8	10.6	7.9	1.9	0.2
Media dei massimi	3.0	5.1	6.2	9.1	13.1	16.4	19.1	18.7	14.1	11.4	4.9	3.4
Media dei minimi	-2.9	-2.0	-1.1	1.8	6.0	8.9	12.2	11.9	7.5	5.3	-0.7	-2.5
Minima	10.3	-8.3	-6.8	-4.2	0.3	1.9	7.7	6.3	2.6	-1.1	-7.4	-9.5

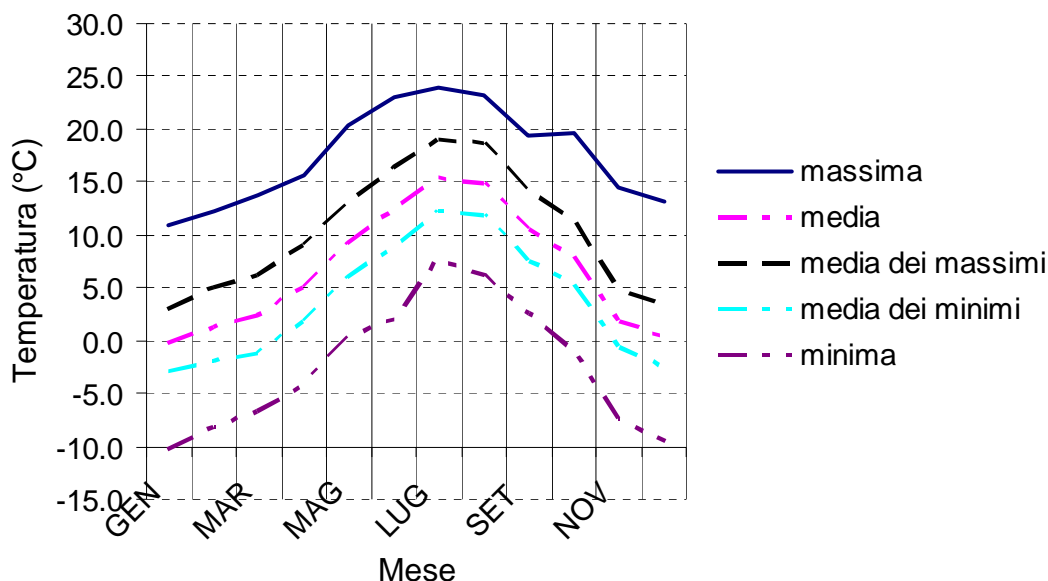


Fig. 2.12. Temperatura massima, media, media dei massimi, media dei minimi, minima per la stazione meteorologica di Venaus – Bar Cenisio (quota 1525 m s.l.m.)

Le temperature medie dei massimi e medie dei minimi hanno mediamente uno scarto di 5 gradi tra le due stazioni (a fronte di un dislivello topografico di 1000 m), in linea con il gradiente termico riportato in Tab. 2.2 e Tab. 2.4.

Valutando le escursioni termiche, riportate in Tab. 2.7, ci si accorge che l’escursione termica media mensile è maggiore nella stazione meteorologica di Susa (Fig. 2.13), mentre l’escursione massima mensile, i cui dati sono riportati in Tab. 2.8, presenta valori simili per le due stazioni (Fig. 2.14).

Tab. 2.7. Escursione termica media mensile

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Piastretta	7.4	8.1	8.8	8.0	7.8	8.5	7.8	8.4	7.4	6.8	7.1	6.9
Bar Cenisio	5.8	7.1	7.2	7.2	7.0	7.5	6.9	6.8	6.6	6.0	5.6	5.8

Tab. 2.8. Escursione termica massima mensile

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Piastretta	21.4	22.3	21.6	20.2	19.4	19.4	16.6	17.5	16.9	20.3	20.1	22.7
Bar Cenisio	21.1	20.4	20.5	19.8	20.0	20.9	16.3	16.8	16.7	20.7	21.8	22.7

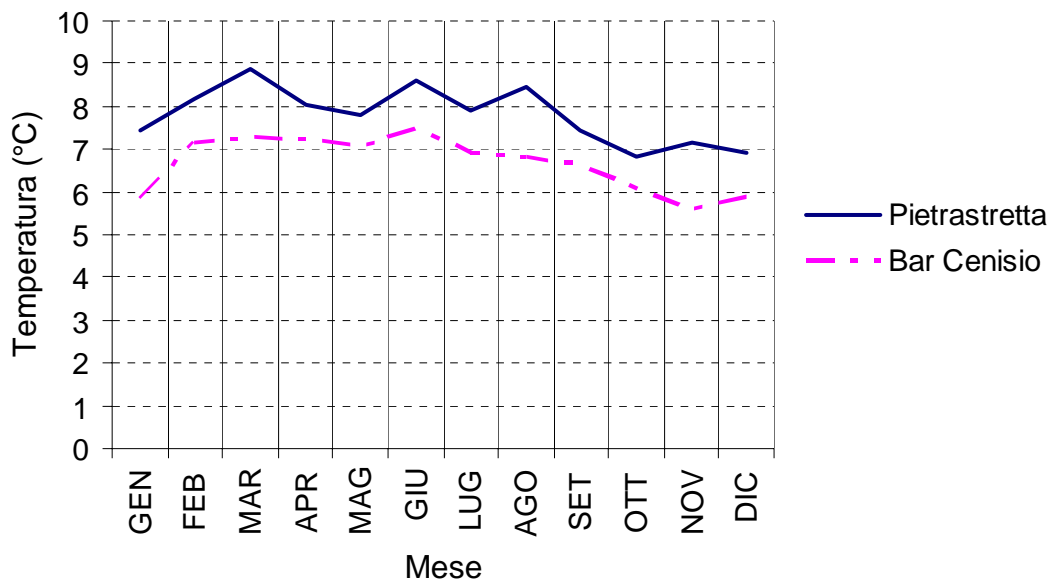


Fig. 2.13. Escursione termica media mensile

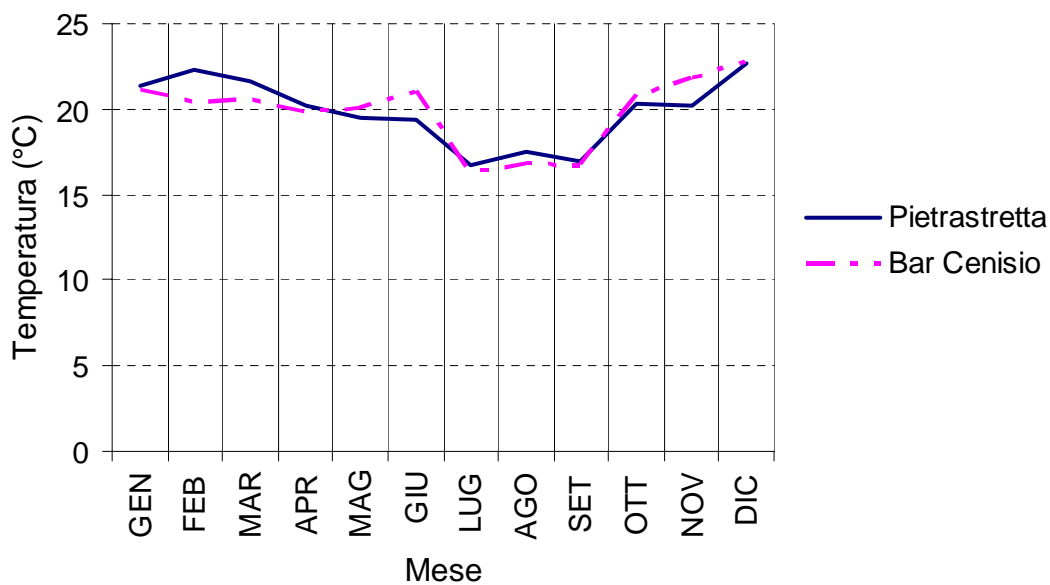


Fig. 2.14. Escursione termica massima mensile

2.3. Analisi della radiazione termica

La portata dei torrenti che convogliano le acque precipitate su bacini di alta montagna, come quello del torrente Cenischia, è suscettibile, oltre che dall'entità delle precipitazioni stesse, anche della temperatura del luogo ove avviene il fenomeno. Una parte delle precipitazioni può arrestarsi in quota in forma solida, andando a alimentare ghiacciai o formando una coltre nevosa. In un momento differente da quello in cui si hanno le precipitazioni, sia l'innalzamento delle temperature, sia il soleggiamento a cui può essere sottoposto il deposito nivo – glaciale, influenzano la fusione di un sottile strato del deposito stesso e creano una portata liquida che si riversa a valle. Il torrente, in condizioni di tempo sereno, non ha problemi a convogliare tale portata, in quanto la superficie ricoperta da neve o ghiaccio è una minima quota parte della superficie totale del bacino. In molti casi, tuttavia, può verificarsi un violento temporale in una zona del bacino, mentre in un'altra può esserci un forte soleggiamento.

Per verificare che il sistema drenante sopporti l'intera portata senza problemi, basta verificare che la portata massima generata dalla radiazione solare sia minore della portata che si avrebbe in caso di evento temporalesco.

Per conoscere l'andamento annuale della radiazione termica si sono scelte tre stazioni significative: Susa – Pietrastretta, Oulx - Gad e Torino – Buon Pastore. I dati sono riportati in Tab. 2.9.

Tab. 2.9. Radiazione solare mensile media (MJ/m²)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	anno
Oulx	183.4	265.5	476.6	536.1	686.4	701.1	719.9	618.0	436.3	305.3	198.7	150.1	439.8
Susa	163.7	230.5	359.6	427.7	510.5	548.8	585.7	512.6	350.8	236.5	162.3	126.3	351.2
Torino	138.2	205.6	328.9	396.7	453.8	501.6	564.5	486.5	337.4	212.7	130.7	111.6	322.4

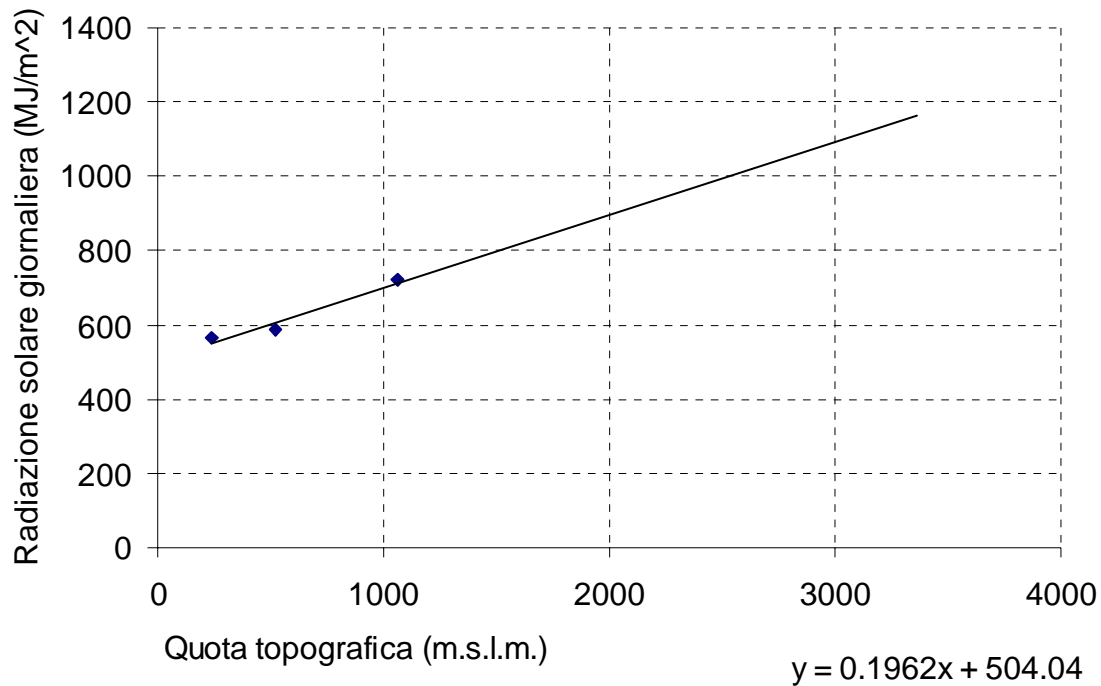


Fig. 2.15. Radiazione solare giornaliera in funzione della quota in Luglio

La retta interpolante, pur con le debite precauzioni dovute al fatto di avere un numero limitato di dati, può servire per stimare la radiazione media giornaliera ad alta quota. Si sceglie come quota rappresentativa, quella di 3000 m, dove in periodo tardo – primaverile sono ancora presenti depositi nevosi.

A tale quota topografica, la radiazione solare mensile è stimabile in 1100 MJ/m².

La radiazione massima giornaliera rilevata nel periodo 1991 – 1998 nell'unica stazione meteorologica del bacino che disponesse di tale dato, ovvero Susa – Pietrastretta, è di 26 MJ/m². Ipotizzando valida la regressione mensile anche per la radiazione giornaliera, si ottiene una radiazione solare a 3000 m di 47 MJ/m², valore che va ancora ridotto del fattore che tiene conto della inclinazione del versante rispetto ai raggi solari. Si può supporre che la pendenza dei versanti si aggiri attorno al 100 %, quindi l'inclinazione dei raggi solari rispetto al versante è di 45°. Sarà necessario dividere la radiazione solare per un fattore $\sqrt{2}$, giungendo a un valore di 33.2 MJ/m².

Considerando che nel corso della giornata le ore più calde sono non più di cinque, nelle

quali si concentra la quasi totalità dell'energia irradiata, si può supporre che la radiazione solare nelle ore più calde sia di circa 4.5 MJ/m^2 ogni ora, corrispondenti a 1250 W/m^2 .

Considerando che l'albedo della neve, ovvero la percentuale energia solare che viene riflessa, è stimabile in una forbice che va dal 46% all' 86% dell'energia luminosa ricevuta, si ha che l'energia assorbita dalla neve va da 168 a 648 W/m^2 .

Il calore di fusione del ghiaccio è stimabile in 333 KJ/kg , per cui la portata d'acqua formata per fusione può andare da 1.8 a 7 l/m^2 ogni ora.

Il confronto tra la portata generata dalla radiazione solare con una precipitazione violenta è semplice: è sufficiente valutare se l'intensità oraria di una precipitazione temporalesca (in mm), moltiplicata per l'area unitaria, è maggiore della portata liquida generata dalla radiazione solare.

Considerando che l'intensità massima annuale per una precipitazione di un'ora è di 14 mm, corrispondenti a 14 l/m^2 , si può osservare che è difficile che la portata prodotta dalla radiazione solare generi portate capaci di mettere in crisi la rete idrografica. Qualora si voglia comunque tener conto dell'apporto delle precipitazioni solide in fusione, la portata d'acqua prodotta dalla radiazione solare deve essere moltiplicata, come avviene per le precipitazioni liquide, per il coefficiente di riduzione legato all'uso del suolo prima di potersi considerare portata netta.

Può tuttavia succedere che una forte precipitazione occorsa sul bacino, in grado di dare notevoli portate di piena, si accompagni a un soleggiamento intenso della sommità del bacino. I due fenomeni, uniti a un rialzo termico che accentui la fusione delle precipitazioni solide, possono mettere seriamente in crisi la rete idrografica, soprattutto se si considera che generalmente le precipitazioni al di sopra dei 3000 m sono molto ridotte.

2.4. Analisi anemometrica

Velocità del vento

la Val Cenischia, come tutta la Valle di Susa, è caratterizzata da venti in tutto l'arco dell'anno. L'orografia ha rilevante influenza sugli stessi.

La presenza della catena montuosa nota come Massiccio d'Ambin nel settore Ovest della valle genera, soprattutto nei mesi invernali, forti raffiche di vento, che a volte causano problemi per l'incolumità delle persone, ma hanno effetto benefico sulla qualità dell'aria della città di Torino, dove giungono mitigati, ma sufficienti a disperdere la cappa di smog del capoluogo di Regione.

La presenza del vento di föhn sulla Val Cenischia, e in generale sulla Valle di Susa, spiega perché gli inverni sono molto più rigidi da Avigliana a Torino piuttosto che a Susa: è l'aria calda che caratterizza il föhn e che è generata dalla compressione dell'aria fredda proveniente da ovest all'attraversamento delle Alpi in presenza di alta pressione in quota.

Analizzando i dati anemometrici provenienti dalla stazione meteorologica più rappresentativa della valle, ovvero quella di Venaus, è possibile dedurre una serie di osservazioni importanti, che sono illustrate con l'aiuto di una serie di grafici.

I dati meteorologici reperiti si riferiscono agli anni 1991 e 1993, e sono relativi alla stazione sita in frazione Cornale di Venaus a quota 600 m s.l.m. (Tab. 2.10, Tab. 2.11).

Tab. 2.10. Velocità media del vento nell'anno 1991 (m s^{-1}) alla stazione meteorologica di
Venaus - Cornale

1991	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	Set	Ott	nov	dic
1	19.7	3.7	2.6	5.9	7.7	9.1	7.8	16.6	3.7	4.8	4.3	3.2
2	3.9	5.6	4.6	5.9	4	7.8	5.5	14.2	5	14.2	3.3	2.9
3	2.7	2.5	4	7.4	13.1	11.8	8.4	10.7	7.3	4.1	4.4	3.1
4	7	3.1	4.7	4	12.4	20.5	8.1	11.1	7.1	4.9	10.4	2.8
5	12.3	6	3.5	8.5	8.6	14.1	7.7	8.6	4.9	4.4	22.4	6.8
6	9.4	6.8	3.6	10	6.8	4.6	5.3	8.4	7.8	6.2	15.3	3.7
7	3.2	1.9	5.6	25	14.8	4.9	7.3	7.7	7.6	4.4	4.4	4.1
8	2.9	4	5	11	7.2	16.6	8.3	6.3	8.9	3.9	3.8	3.5
9	3.4	3.8	5.8	9	6.3	8.5	6.5	4.6	4.8	3.4	18.8	3.8
10	2.7	10.8	7.7	6.8	5.3	6.1	6.2	5.9	5.9	3.6	7.7	4
11	2.8	22.1	9.1	8.7	18.1	15.4	7.4	7	6.3	3.2	3.4	1.9
12	3.2	17.3	4.8	4.2	20.8	8.2	5.6	5.5	6.5	5.6	2.8	2.6
13	4	8.2	7.3	7.4	11.4	7.4	7.2	6.6	3.6	5.7	2.7	3.1
14	0.6	7.8	8.2	4.8	7.7	9.3	23.8	7.3	3.8	5.1	12.4	2.5
15	3.3	5.7	2.7	3	20.9	10.1	12	6.1	6.4	3.3	4.9	2.3
16	5.2	22.3	7.2	7.7	23.8	5.3	8.4	6.3	5.5	4.1	15.3	3
17	2.3	3.8	4.6	25.2	17.9	19.9	11.6	5.9	4.8	4.9	26.6	3.9
18	2.4	3.5	12.1	16.4	21.3	15.2	10.4	8.1	4.6	27.7	4.8	14.8
19	2.8	4	6.5	17.6	14.8	13.4	8.7	9.1	5.7	21.3	3.4	23.4
20	2.9	4.7	6	7.2	13.9	4.7	9	7.2	4.8	17.3	4.2	25.6
21	3.5	4	4.2	10	7.4	8.7	8.3	7.5	5.2	5.3	6	18.4
22	2.2	15.1	5	10.4	8	5.9	9.8	6.6	5.5	3.9	3.7	27.2
23	2.5	3.8	4	17.9	17.8	7.5	7.9	8.1	13.8	3.5	2.7	11.1
24	3.1	4.2	4.5	12.7	13	8.4	7.9	7	7.4	3.2	5.1	9.2
25	2.4	3.8	7	9.1	11.2	9.9	29.2	6.2	6.3	3.5	3.9	3.9
26	2.4	4	5.1	7.3	11.6	6.2	19.8	6.3	6.1	3.4	3	5.3
27	2.1	4.7	7.2	9.8	14.5	22.1	10.9	7.4	16.6	4.8	3.2	11.8
28	3.2	3.6	8	5.9	8.8	19.9	8.2	6.3	6	3.7	2.9	4.1
29	2.9		9.2	13.2	9	13.5	9.5	7.6	3.2	6.2	2.6	2.5
30	3.3		6.2	7.5	9.5	8.5	3.7	5.6	4.6	4	2.7	3.1
31	2.9		6.6		9		7	6.8		5.1		3.2

Tab. 2.11. Velocità media del vento nell'anno 1993 (m s⁻¹)

1993	gen	Feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	2.8	2.3		5.1	4.5	6	5.8	9.3	7.6	3.1	1.6	
2	7.3	3.4		6.7	5.9	15.4	8.2	6.8	8	8	1.9	3.7
3	5.3	3.5		9.9	4.8	17.3	7.5	6.1	7.2	13.3	3	3.3
4	2.7	3.3	11.5	13.1	6.1	9.8	6	4.6	15.3	4.9	3.4	3
5	2.7	4	6.6	12.3	8.7	8	6.2	7.9	10.1	3.6	3.3	2.6
6	3	4.3	5.5	20.4	6.3	7.7	14.8	17.8	7.5	4	2.5	3
7	4.4	4.8	3.8	32.3	5.2	7.2	8.3	7.8	2.6	4.7	3.2	8.4
8	8.7	3.3	5.1	10.4	9.2	7.1	7.3	9.7	3.6	5.9	3	29.2
9	3.2	5.8	2.1	7.1	4.9	6.1	8.6	10.8	3.9	7	3.5	47.5
10	2.7	3.6	3	4.4	6.1	4.4	5.2	24	8.7	3.5	3.9	6.7
11	3.1	3	4	9.9	5.1	13.2	21.8	11.9	5.9	3.5	4.2	24
12	3.3	3.3	4.8	10.7	5.6	21.1	20.8	7.8	8.7	3.8	5	17.2
13	2.4	3.3	2.8	9.5	5	18.6	12.4	7.1	5.5	5.4	4.9	2.7
14	3.2	4.4	4.8	8.1	6.3	12	4.2	7.3	8.2	7.8	9.4	3.2
15	3.3	6	4.3	9.5	12.4	8.7	6.4	5.9	7.3	4.2	26.2	6.6
16	2.3	6.3	5.5	8.3	10	9.3	5.6	7.9	7.4	4.5	5.6	18.7
17	2.3	3.8	14.9	14	4.4	18.3	5.6	7	5.3	5.7	3.1	31.9
18	3.1	3.7	6.4	9.8	6.8	8.2	6.4	7	4.2	4	4.6	3
19	3.9	28.6	8.2	9.8	5.1	3.7	9	5.2	5.5	4	6.6	2.8
20	3.1	26.3	6.6	9.4	7.2	5.6	21	8	4.4	5.3		19.7
21	3.1	29	4.1	10.6	14.6	6.5	15.2	7.6	4.2	14.8	4.1	35
22	3	18.4	5.8	8.4	9.2	4.7	15.3	8.4	7.1	7		34.3
23	3.4	13	5.7	10.2	7.3	5.9	7.8	9.8	7	6.5		18.9
24	10.6	4.9	11.2	10.5	4.4	10.8	9.1	7.2	11.8	2.6		20.7
25	45.8	5	10.9	10.2	5.7	6.8	8.2	6.7	9.1	3.8	2.1	12.7
26	19.5	6.1	12.5	9.5	7.4	6.3	11.9	7.2	17.9	3	2.9	16.8
27	39		12.2	6.5	6.6	7.6	8.4	7.3	5.4	2.8	3	13.7
28	5.1		7.8	7.8	16.6	9	7.9	9.6	6.5	3.7	2.3	3.2
29	3.5		6.5	7.3	10	7.1	8.5	7.9	5	3.1	5.2	3.9
30	3.4		6.7	4.6	7	6.5	7.6	7.3	3.8	3.1	4.4	5.4
31	4		5.1		14.2		19.4	6.4		1.7		4.4

Utilizzando questi dati, è stata ricavata la media mensile (Fig. 2.16): avendo a disposizione i dati di soli due anni non si possono generalizzare le conclusioni, ma si possono comunque individuare alcuni comportamenti caratteristici.

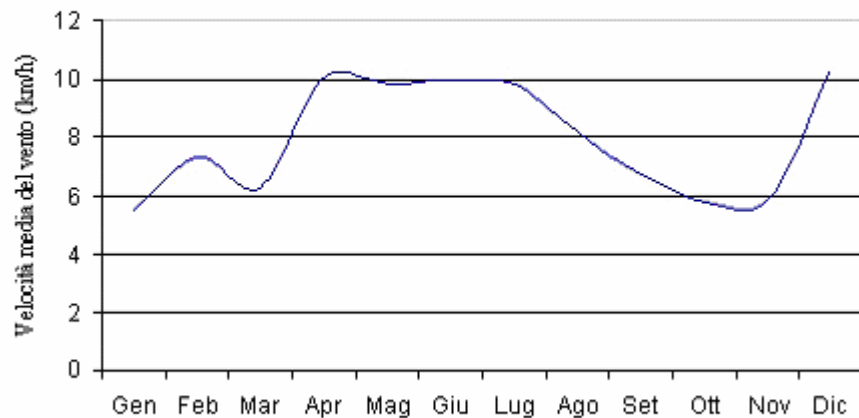


Fig. 2.16. Velocità media del vento negli anni 1991-1993

Dal grafico in Fig. 2.16 si nota come il mese di Gennaio e quelli di Ottobre e Novembre rappresentano i minimi, mentre i mesi di Aprile e Maggio e in generale i mesi estivi presentano i massimi. Ciò può risultare importante per il fatto che i mesi nei quali solitamente si verificano le precipitazioni più copiose sono i mesi da Maggio a Ottobre. Questo discorso appare chiaro se unito all'analisi del carattere generale delle precipitazioni: in tarda primavera e in estate le precipitazioni tipiche sono di tipo temporalesco con veloci movimenti delle nubi e intensità solitamente maggiori; al contrario le precipitazioni autunnali sono dovute a perturbazioni di grandi dimensioni che possono insistere per lungo tempo nella stessa area.

Direzione del vento

L'analisi statistica della direzione del vento è stata effettuata sui valori relativi agli anni 1991 e 1993, valutando mese per mese le direzioni prevalenti.

A causa della localizzazione della stazione di Venaus, protetta dai venti provenienti da Sud e da Ovest, vi sono direzioni nelle quali i venti non soffiano mai. Tale considerazione può inficiare la generalità di una analisi statistica per un utilizzatore che non ne conosca l'esatta ubicazione.

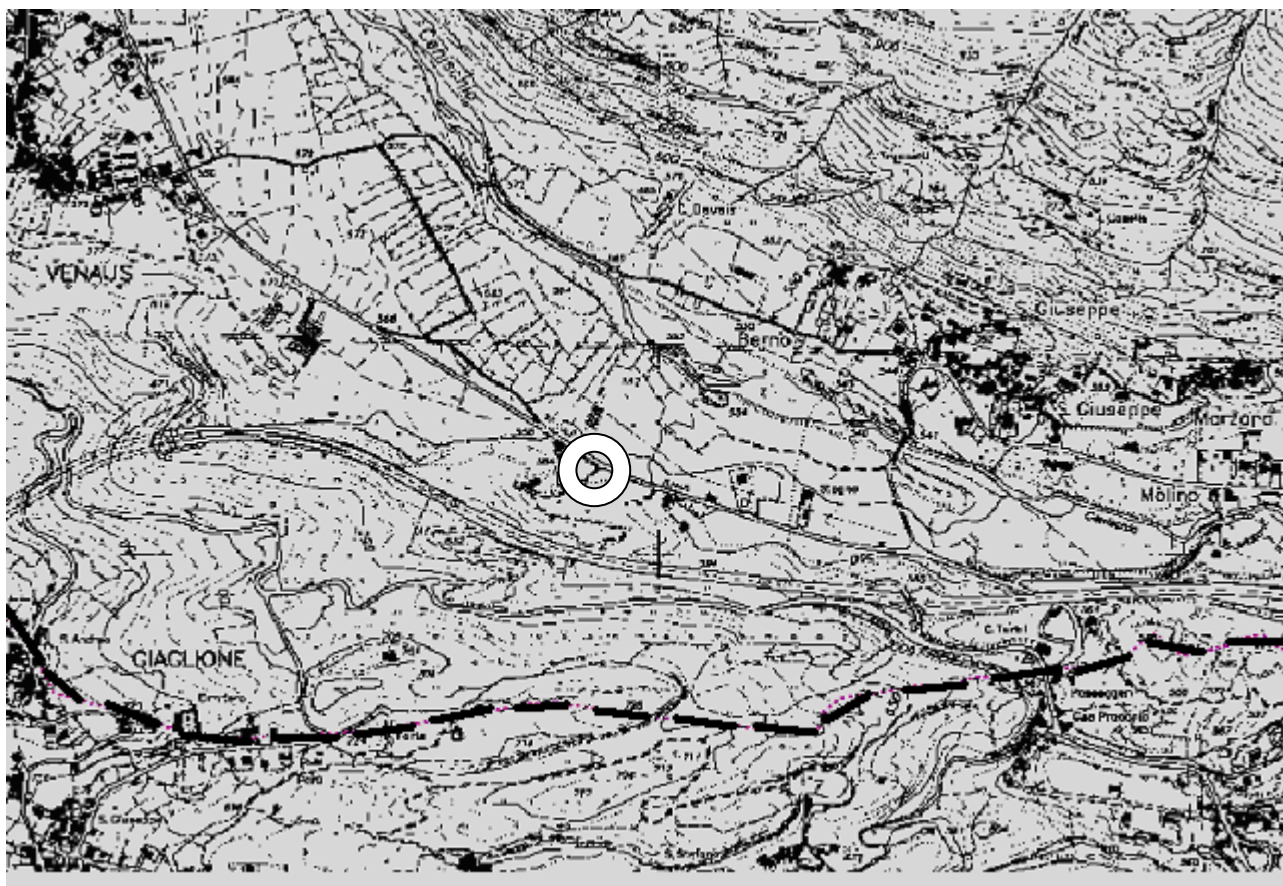


Fig. 2.17. Ubicazione della stazione meteorologica in frazione Cornale (m. 600 s.l.m.)

Come si può notare dalla Fig. 2.10. , la stazione è posta ai margini sud del bacino idrografico (evidenziato con una linea tratteggiata) ed è situata in posizione baricentrica tra i comuni di Giaglione, Venaus e Mompantero.

Il vento non può quindi provenire da S a causa delle colline tra Giaglione e Susa che raggiungono i 730 m di quota, non può provenire da W perché la stazione si situa a poche centinaia di metri dal massiccio che culmina nella punta Mulatera a quota 2600 m, ed è

altresì raro che provenga da N-E per la presenza sulla sponda opposta (a distanza di non più di 500 m) del monte Pampalù, avanguardia del monte Rocciamelone.

Può essere comunque utile valutare la frequenza con cui i venti provengono da N-W e da S-E perché ciò potrebbe influenzare la tipologia di evento meteorico.

Tab. 2.12. Giorni di vento per ogni direzione negli anni 1991-1993

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOTALE
N	1	3	2	3	2	3	0	1	1	3	2	1	22
NNW	4	3	3	7	12	10	10	4	3	4	6	5	71
NW	3	1	6	4	1	1	1	3	4	2	3	4	33
WNW	31	19	14	12	13	9	7	8	19	23	26	23	204
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2	0	3	9
SSE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4	7
SE	17	19	15	15	14	12	13	10	18	21	11	5	170
ESE	6	8	18	19	19	23	30	36	13	6	7	1	186
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NNE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dalla Tab 2.12. si evince che le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono W-N-W, S-E e E-S-E. In Fig. 2.18 viene riportato il grafico che mostra la distribuzione dei giorni di vento nelle diverse direzioni.

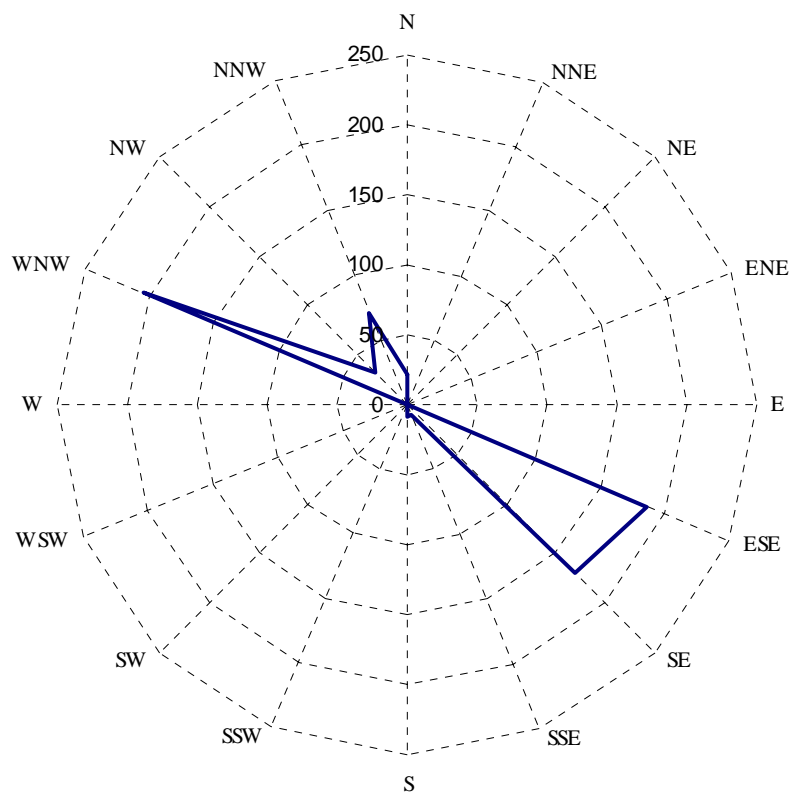


Fig. 2.18. Distribuzione dei venti per direzione negli anni 1991-1993 (numero eventi/direzione)

Analizzando invece l'andamento stagionale dei venti (Fig. 2.19), si arriva a risultati più significativi.

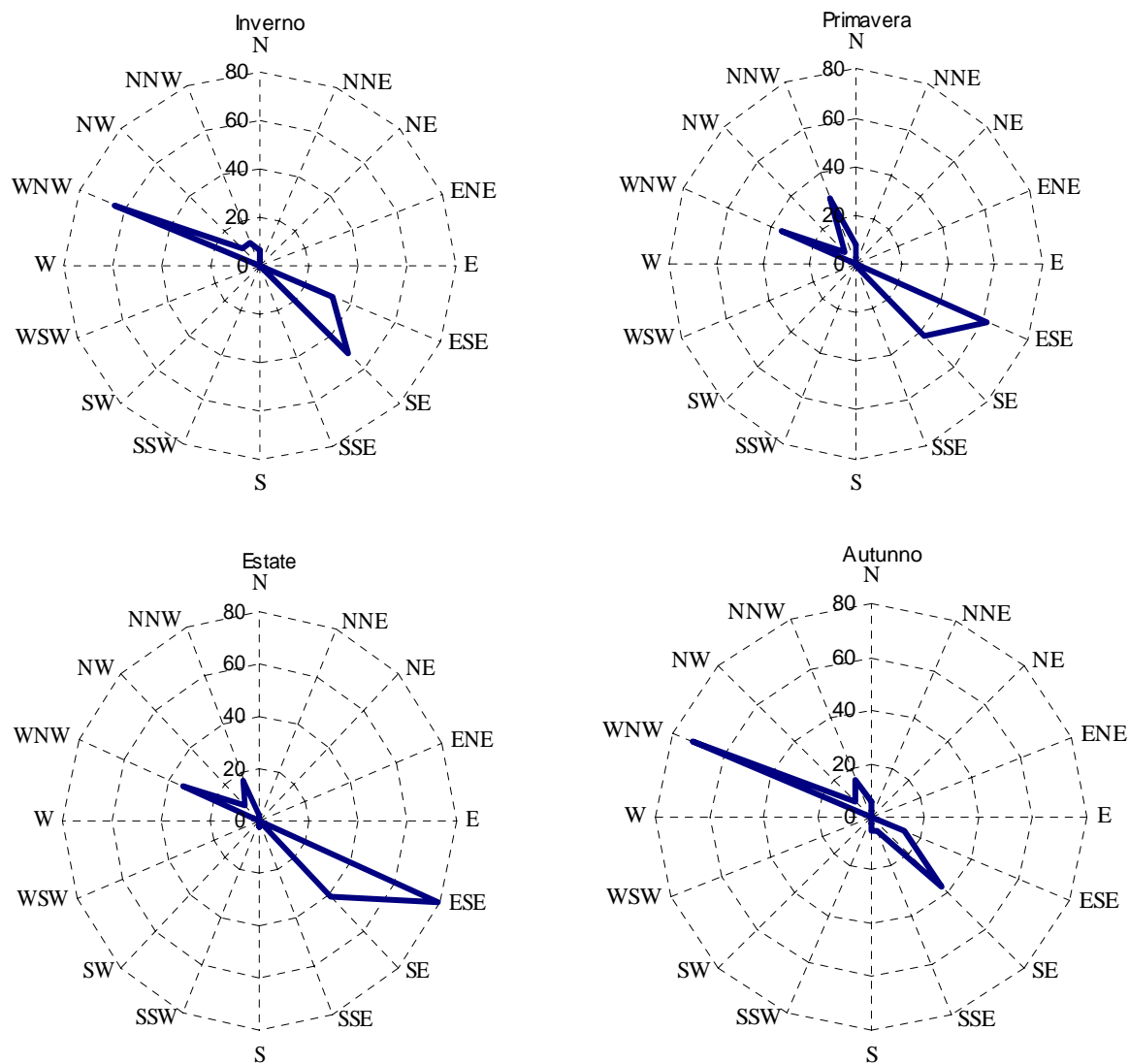


Fig. 2.19. Distribuzione stagionale dei venti

Nel periodo invernale, caratterizzato peraltro da precipitazioni di minore entità e da venti di minore intensità, si ha una netta prevalenza dei venti di föhn provenienti dal Moncenisio, venti che rendono mite il clima e non portano precipitazioni gravose; in primavera ed estate prevale il vento di E-S-E, che non trova ostacoli significativi e solitamente ha maggiore velocità media.

L'autunno, periodo di possibili eventi meteorici intensi, vede la quasi assenza dei venti da levante per lasciar spazio a movimenti più lenti che portano precipitazioni meteoriche, di dimensioni continentali e d'alta quota, che non trovano gli ostacoli dell'orografia e possono

permanere per diverso tempo nella zona causando problemi idrogeologici indotti dalla saturazione del terreno.

Si riportano in Fig. 2.20/2.21 i diagrammi relativi alle rilevazioni anemometriche alla stazione di Bar Cenisio e alla stazione di Susa – Pietrastretta.

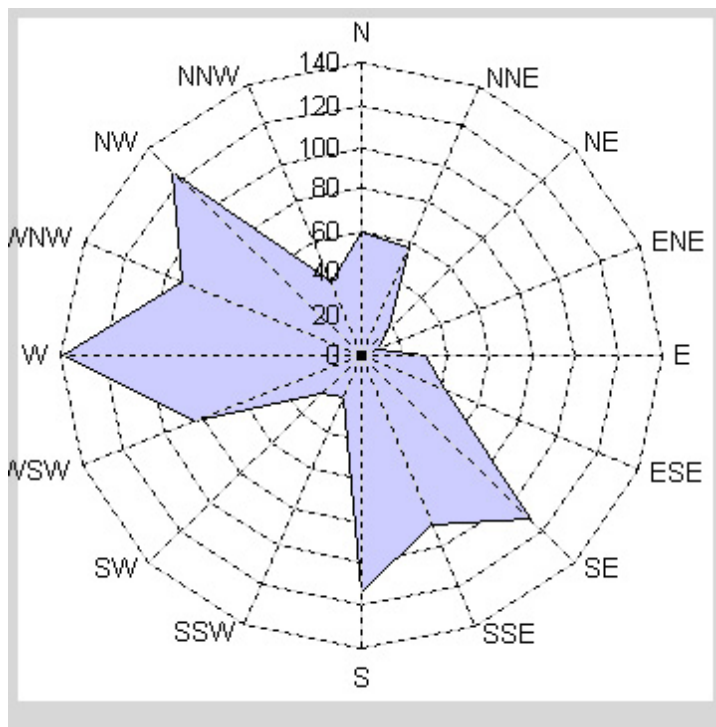


Fig. 2.20. Numero di giorni di vento a Bar Cenisio per ciascuna direzione negli anni dal 1994 al 1997

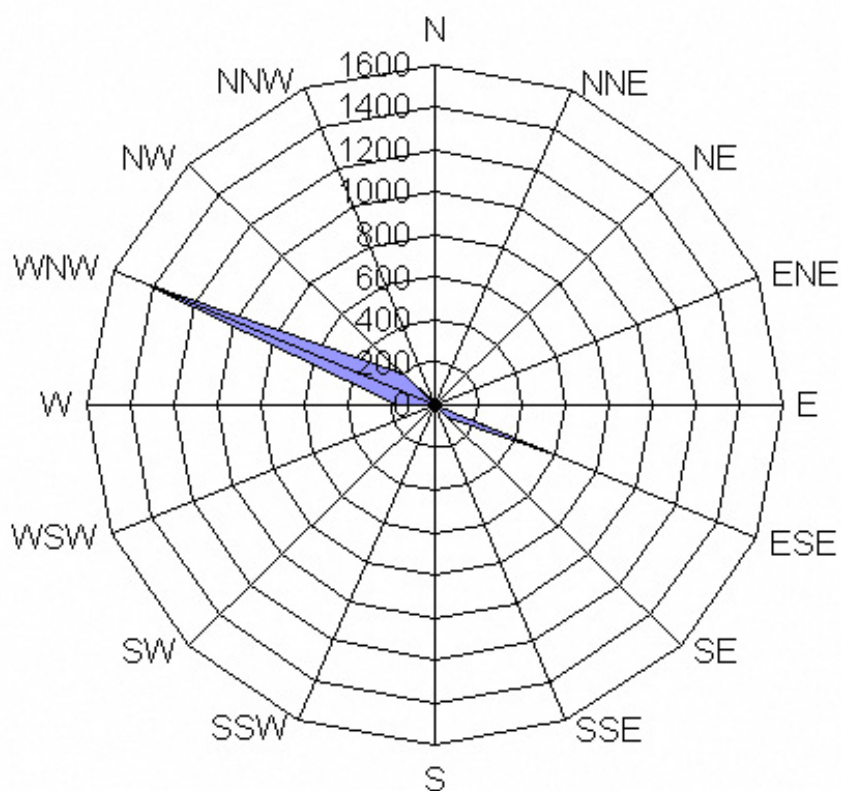


Fig. 2.21. Numero di giorni di vento in ogni direzione a Susa – Pietrastretta dal 1994 al 1997

I grafici in Fig. 2.20 e 2.21 sono utili alla comprensione dei regimi anemometrici della Val Cenischia: in località Bar Cenisio spirano venti da ogni direzione, purtroppo però la stazione non è rappresentativa del bacino perché si trova in una conca nella quale il regime dei venti è sicuramente alterato; in località Pietrastretta di Susa si vede invece come il rilievo influenzi in maniera determinante il regime dei venti, che comunque ricalca quello di Venaus, e quindi le conclusioni che si potrebbero trarre dall'analisi stagionale sono le medesime.

Una analisi che si può effettuare, considerando i dati delle stazioni meteorologiche dotate di anemometro e pluviometro, è quella di valutare i venti prevalenti nei giorni ove si è misurata una precipitazione consistente. Analizzando le stazioni meteorologiche di Susa – Pietrastretta, Venaus – Cornale e Venaus – Bar Cenisio (Figg. 2.22/ 2.23/ 2.24), si è giunti a una conclusione non scontata: prendendo in considerazione solo quei giorni nei quali si era

registrata una precipitazione superiore ai 10 mm si è osservato che, nonostante nel periodo estivo prevalgano in senso generale i venti da levante, in realtà i venti che portano precipitazioni ingenti sono per la maggior parte venti provenienti dal Moncenisio, come si osserva in Fig. 2.25.

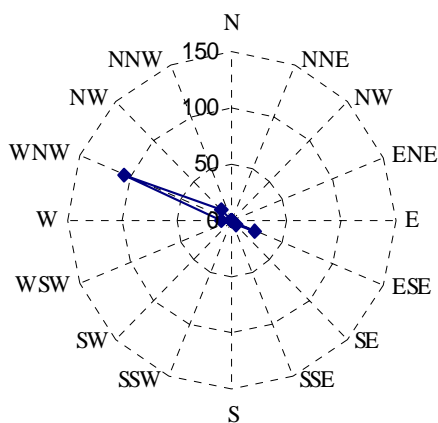


Fig. 2.22. Direzioni prevalenti del vento in caso di precipitazione giornaliera maggiore di 10 mm relative alla stazione meteorologica di Susa – Pietrastretta

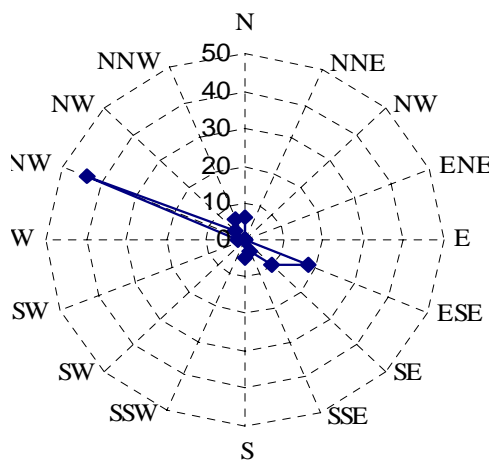


Fig. 2.23. Direzioni prevalenti del vento in caso di precipitazione giornaliera maggiore di 10 mm relative alla stazione meteorologica di Venaus - Cornale

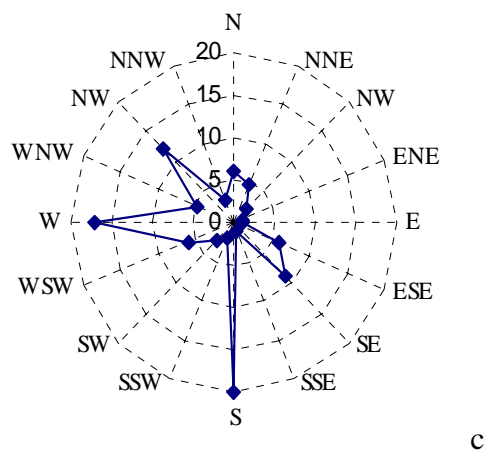


Fig. 2.24. Direzioni prevalenti del vento in caso di precipitazione giornaliera maggiore di 10 mm relative alla stazione meteorologica di Venaus – Bar Cenisio

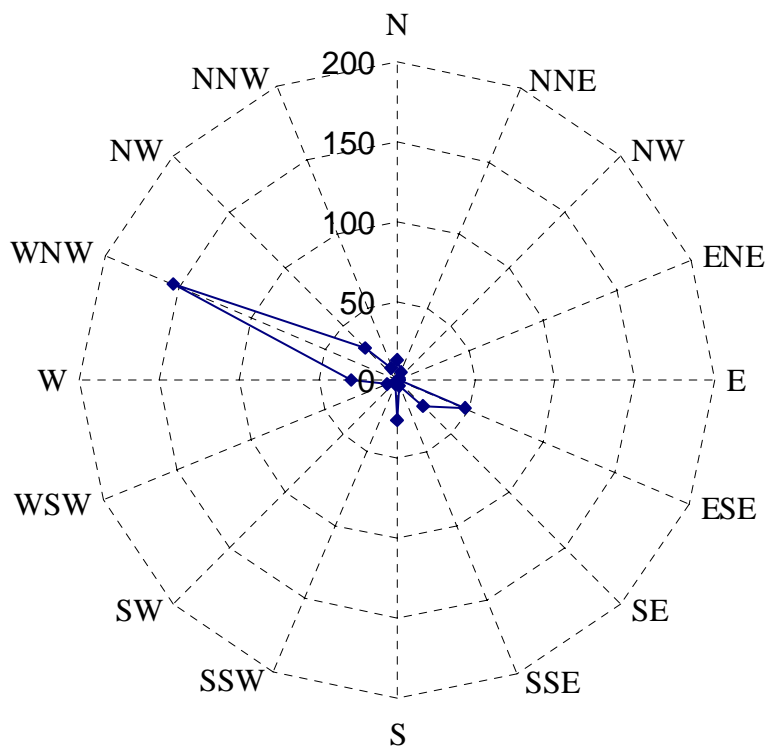


Fig. 2.25. Direzioni prevalenti del vento in caso di precipitazione giornaliera maggiore di 10 mm relativi ottenuta sommando i dati delle stazioni meteorologiche di Susa – Pietrastretta, Venaus – Cornale, Venaus – Bar Cenisio. Dati relativi al periodo 1991 - 1999

Dal grafico in Fig. 2.25 si nota come praticamente il triplo degli eventi con precipitazione maggiore di 10 mm è originato da precipitazioni provenienti dalle direzioni comprese tra N-W e W.

Queste affermazioni possono essere rafforzate dalla analisi dei dati inediti relativi alla stazione meteorologica Gesi 2000 di Novalesa, trattati singolarmente per l'importanza che rivestono nello studio dei fenomeni di trasporto in massa nel sottobacino del Torrente Marderello.

La stazione meteorologica installata dal CNR – IRPI di Torino in località Pian Marderello, alla quota di 2150 m, ha registrato, nel periodo tra il 1994 e il 2001, le direzioni di provenienza e le velocità del vento. La stazione è situata in un versante esposto all'incirca in direzione S e risente della presenza del rilievo, oltre che a N, anche a E dove è localizzato il Monte Rocciamelone; il regime anemometrico della località è quindi fortemente dipendente dall'orografia.

Esaminando la totalità delle misure effettuate (oltre 78000) si è calcolato il numero di misurazioni rilevate per ogni direzione. Il grafico in Fig. 2.26 mostra il risultato ottenuto.

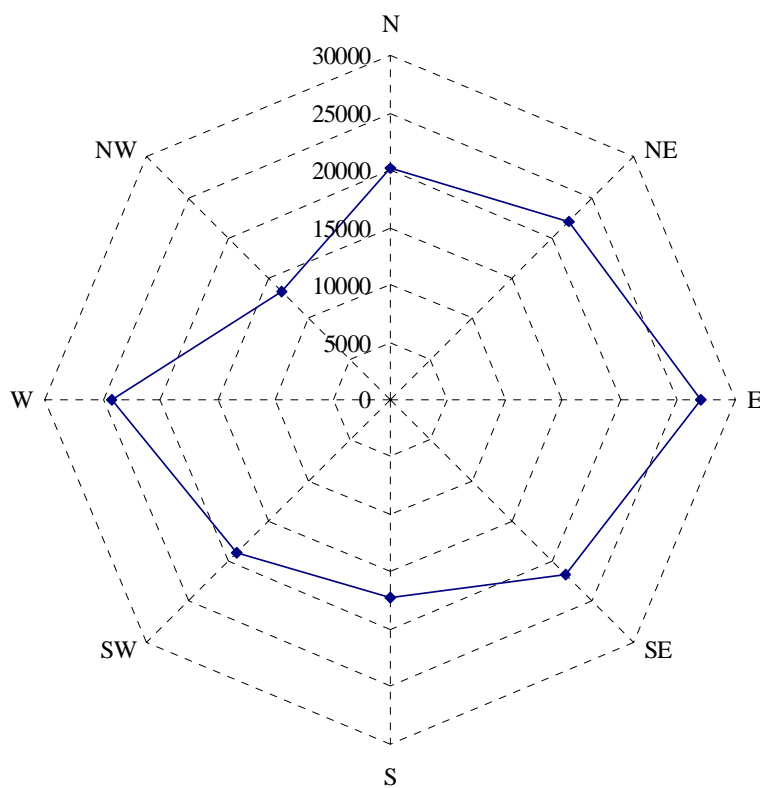


Fig. 2.26. Direzioni prevalenti del vento misurate alla stazione Gesi 2000 del CNR – IRPI di Torino (numero di misurazioni per direzione)

E' stato rilevato un buon numero di misurazioni in ogni direzione, e l'elaborazione di esse ha consentito di rilevare che i venti prevalenti sono quelli provenienti da E e da W. Si procede ora a esaminare le direzioni prevalenti del vento nel periodo di maggiore occorrenza dei fenomeni temporaleschi, ovvero da Giugno a Settembre (Fig. 2.27).

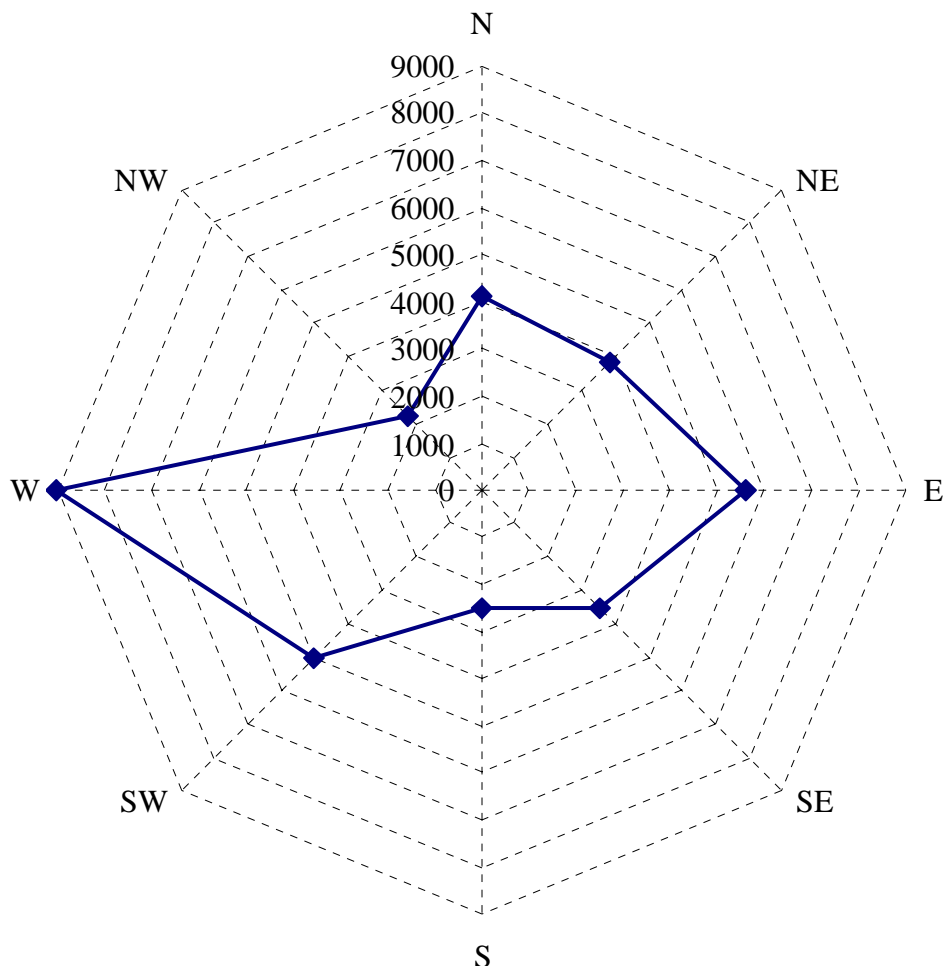


Fig. 2.27. Direzioni prevalenti del vento nel periodo Maggio – Settembre (numero misurazioni per direzione) rilevate alla stazione Gesi 2000 del CNR – IRPI di Pian Marderello

La predominanza di venti provenienti dalla Francia è molto più sostenuta nel periodo tardo primaverile – estivo. Si ha quasi il doppio di misurazioni da W che da E, invertendo la situazione annuale. Per differenza si ottiene il grafico relativo ai restanti mesi dell'anno, che ovviamente vede la predominanza di venti provenienti da E (Fig. 2.28).

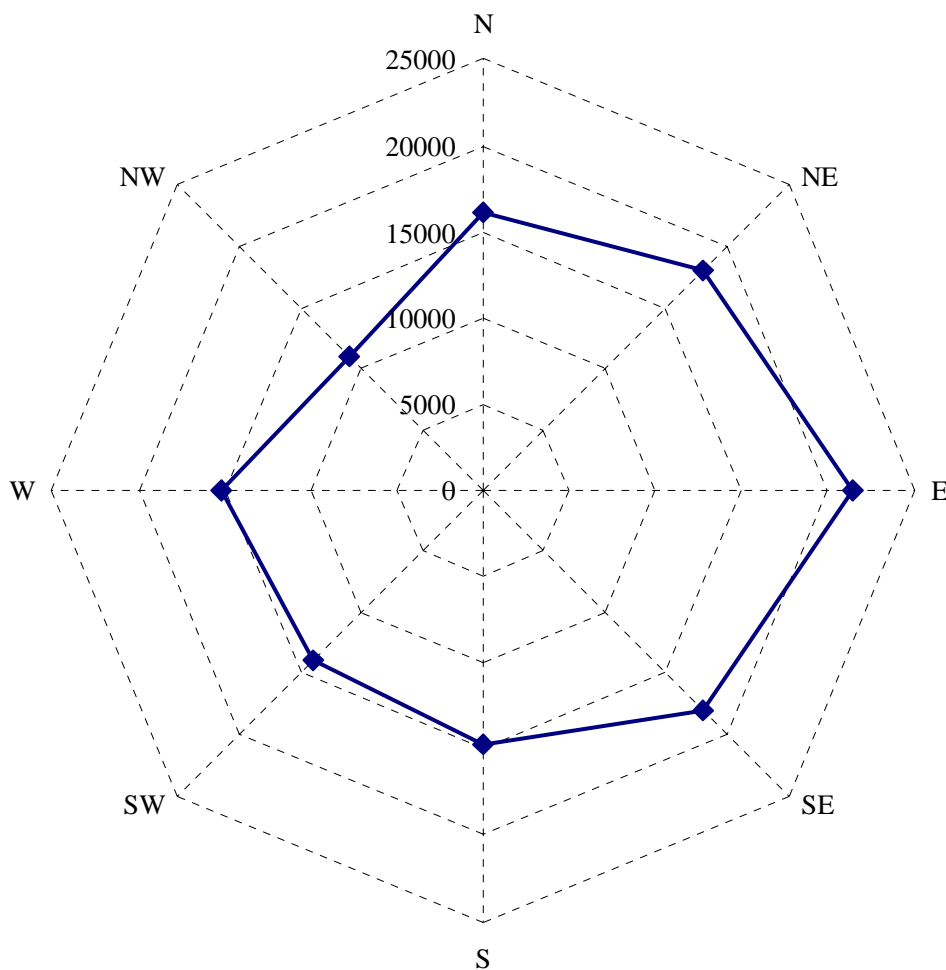


Fig. 2.28. Direzioni del vento nel periodo Ottobre – Aprile misurate alla stazione CNR – IRPI Gesi 2000 di Pian Marderello (numero di misurazioni per direzione)

E' importante notare come, se alla scala del bacino i venti predominanti nella stagione estiva provengono da E e S-E mentre in inverno provengono da N-W, alla scala del sottobacino del Marderello si verifica, a causa della disposizione dello stesso, la situazione inversa: in inverno prevalgono venti provenienti da E e in estate gli umidi venti provenienti da occidente.

Esaminando le direzioni di provenienza del vento suddividendo la giornata in 4 intervalli si può individuare il regime anemometrico di ogni fase della giornata stessa (Figg. 2.29, 2.30, 2.31, 2.32).

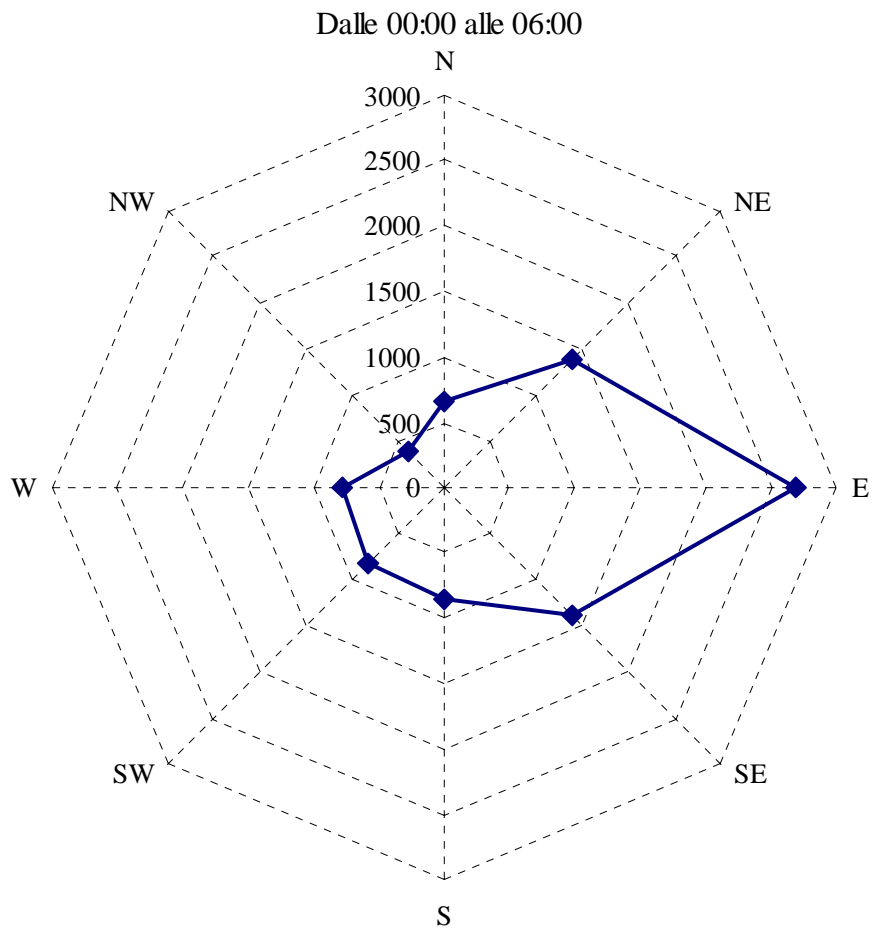


Fig. 2.29. Regime anemometrico dalle 00:00 alle 06:00 nel periodo Maggio – Settembre alla stazione meteorologica CNR – IRPI di Pian Marderello (numero di misurazioni per direzione)

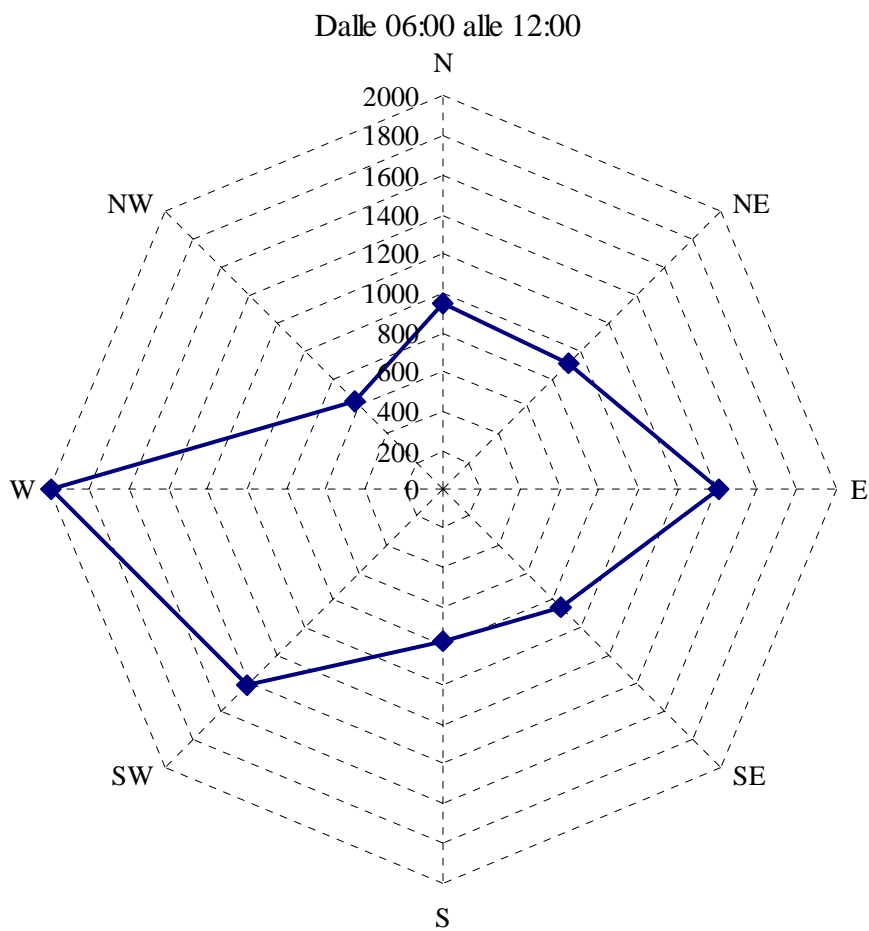


Fig. 2.30. Regime anemometrico dalle 06:00 alle 12:00 nel periodo Maggio – Settembre alla stazione meteorologica CNR – IRPI di Pian Marderello (numero di misurazioni per direzione)

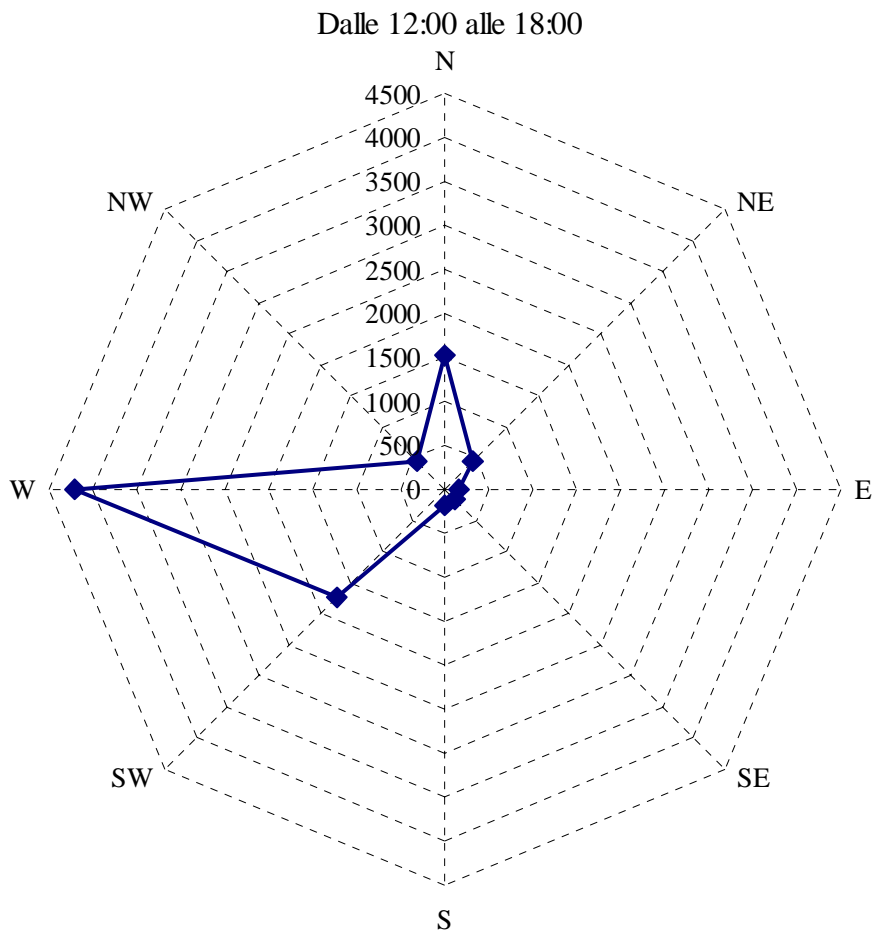


Fig. 2.31. Regime anemometrico dalle 12:00 alle 18:00 nel periodo Maggio – Settembre alla stazione meteorologica CNR – IRPI di Pian Marderello (numero di misurazioni per direzione)

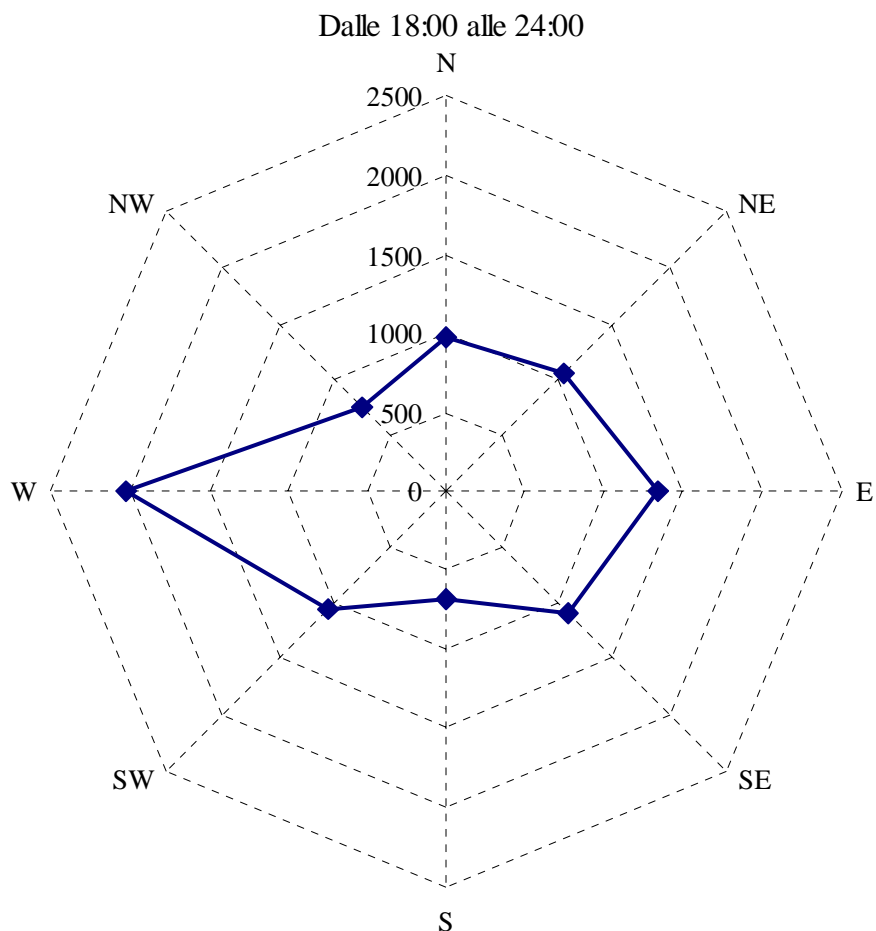


Fig. 2.32. Regime anemometrico dalle 18:00 alle 24:00 nel periodo Maggio – Settembre alla stazione meteorologica CNR – IRPI di Pian Marderello (numero di misurazioni per direzione)

Il regime anemometrico presenta caratteristiche marcatamente differenti al variare dell'ora solare:

- nella fase notturna (dalle 0:00 alle 6:00) i venti da ponente sono praticamente assenti, lasciando spazio a venti da N-E;
- durante la fase antimeridiana si vede la presenza di venti di diversa provenienza, con prevalenza di venti da N-E e da S-W;
- nella fase pomeridiana si vede l'assenza di venti da N-E e la predominanza di venti da S-W e da S;
- nella fase serale (dalle 18:00 alle 24:00) si ha un graduale passaggio da venti

provenienti da S-W tipici del pomeriggio a venti provenienti da N-E tipici del mattino.

L'analisi appena effettuata evidenzia che, se i venti umidi che causano fenomeni temporaleschi provengono da ponente, e se i venti da ponente sono caratteristici della fase pomeridiana della giornata, tale periodo è quello nel quale più spesso si verificano precipitazioni di notevole intensità.

Per quanto riguarda la velocità del vento, le misurazioni danno come risultato una velocità media nel periodo primaverile – estivo di 1.08 m/s; le raffiche più sostenute sono quelle relative alla fase serale della giornata, con 1.34 m/s di media, mentre nelle altre fasi della giornata la media è sempre inferiore a 1 m/s, con un minimo nella fase serale con 0.94 m/s.

In Tab. 2.13 sono riportate le velocità medie mensili del vento misurate a Pian Marderello nel periodo 1994 – 2000.

Tab. 2.13. Velocità media del vento (m/s) alla stazione di Pian Marderello

	94	95	96	97	98	99	2000	Media
Gen		2.49	0.47		1.96	1.75		1.67
Feb		1.97			1.61	3.05		2.21
Mar		2.29			1.82	1.37		1.83
Apr		1.54			1.49	1.33	1.13	1.37
Mag		1.58	1.44		1.12	1.32	1.47	1.39
Giu		1.50	1.38		1.58	1.32	1.09	1.38
Lug		1.08	1.62	1.44	1.61	1.12	1.62	1.41
Ago		1.45	1.15	1.05	1.41	1.41	1.16	1.27
Set	1.27	1.49	1.32	0.98	1.47		1.35	1.31
Ott	1.13	1.00	1.37	1.38	1.88		1.25	1.33
Nov	1.61	1.35	2.08	1.13	1.56		1.24	1.50
Dic	1.50	0.82	1.66	1.69	1.65		1.34	1.44

Dall'analisi mensile della velocità del vento si nota come in inverno la velocità media del vento sia almeno il 10 % più sostenuta rispetto al resto dell'anno, con un massimo, nel mese di Febbraio, in cui la velocità media del vento è del 50 % maggiore della media annuale. Ciò contrasta con quanto si verifica nel fondovalle (Fig. 2.16), dove i venti sono più sostenuti nel periodo estivo.

2.5. Osservazioni

L'analisi climatologica del bacino ha consentito di osservare che:

- il gradiente di temperatura medio annuale è di circa 5.2 °C ogni 1000 m di quota; l'escursione di temperatura media tra la sezione di chiusura del bacino (490 m s.l.m.) e la quota massima (3538 m s.l.m.) è di circa 18 °C;
- la quota media mensile dello zero termico oscilla tra 1000 e 3500 m s.l.m.;
- la massima radiazione giornaliera su versanti coperti da masse nivali residue produce una portata liquida; è stato dimostrato che essa è sensibilmente minore di quella prodotta da un evento meteorico di media intensità; pertanto, per valutare le portate di piena, risulta cautelativo considerare la precipitazione come estesa su tutto il bacino;
- il regime anemometrico è fortemente influenzato dall'orografia;
- la direzione prevalente del vento è N-W nel periodo invernale e S-E nel periodo estivo;
- la direzione prevalente del vento alla stazione meteorologica di Pian Marderello (2150 m s.l.m.) varia sensibilmente in relazione alle diverse ore del giorno, con prevalenza di venti da N-W nella fase pomeridiana della giornata.