

COLLANA
STUDI CLIMATOLOGICI IN PIEMONTE
VOLUME 1

DISTRIBUZIONE REGIONALE DI PIOGGE E TEMPERATURE



REGIONE PIEMONTE

DIREZIONE DEI SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE • SETTORE METEOROLOGICO E RETI DI MONITORAGGIO



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA

DISTRIBUZIONE REGIONALE DI PIOGGE E TEMPERATURE

Collana a cura di:
AUGUSTO BIANCOTTI (1)
STEFANO BOVO (2)

Autori:
AUGUSTO BIANCOTTI (1), GIANFRANCA BELLARDONE (3),
STEFANO BOVO (2), BARBARA CAGNAZZI (4),
LIDIA GIACOMELLI (3), CLAUDIO MARCHISIO (2)

Con la collaborazione di:
LUIGI MOTTA (1), ALBERTO OLIVERO (2), MARCO ROSSINO (4),
ELENA TURRONI (2), SEBASTIANO VITTORINI (5)

- (1) Università di Torino - Dipartimento di Scienze della Terra - Via Valperga Caluso 35, 10125 Torino
(2) Regione Piemonte - Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio - Corso Unione Sovietica 216, 10134 Torino
(3) Regione Piemonte - Settore Studi e Ricerche geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischio - Via Pisano 6, 10152 Torino
(4) CSI-Piemonte - Settore Ambiente - Corso Unione Sovietica 216, 10134 Torino
(5) CNR - Centro di Studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino - Via S. Maria 53, 56126 Pisa



REGIONE PIEMONTE

DIREZIONE DEI SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE • SETTORE METEOIDROGRAFICO E RETI DI MONITORAGGIO



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA

LAVORO EFFETTUATO IN REGIME DI CONVENZIONE TRA REGIONE PIEMONTE E UNIVERSITÀ DI TORINO

Il lavoro è frutto di una stesura comune:

in particolare **A. Biancotti** ha redatto il capitolo Spazio fisico e clima in Piemonte;

B. Cagnazzi e **C. Marchisio** hanno redatto i capitoli Materiale e metodi, Pluviometria (Eventi particolarmente intensi esclusi),
Termometria, Classificazione climatica e Carta climatica;

G. Bellardone, **S. Bovo** e **L. Giacomelli** hanno redatto la sezione relativa agli Eventi.

I contributi del Prof. A. Biancotti (Dip. Scienze della Terra dell'Università di Torino)

sono effettuati nell'ambito del Progetto di Cofinanziamento MURST 1997:

"Risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali"

Responsabile Nazionale Prof. A. Biancotti.

Copyright 1998 © Regione Piemonte - Tutti i diritti riservati

Realizzazione a cura di: Link snc - Torino

Volume stampato con il contributo del CSI Piemonte

Volume presentato in occasione della XXV Conferenza Internazionale di Meteorologia Alpina

CIMA ICAM
TORINO, 1998

La collana dedicata agli studi climatologici in Piemonte, che si apre con il presente volume, nasce per rispondere alle esigenze che vari segmenti della società civile pongono alle istituzioni pubbliche in relazione alle dinamiche ambientali. La salvaguardia dell'ambiente, con le sue strette relazioni con la tutela della salute, e la difesa dalle catastrofi naturali, cui è associata la protezione delle risorse distribuite sul territorio - siano esse naturali o realizzate dall'ingegno umano - emergono come nodi centrali a partire dai quali l'amministrazione regionale deve progettare le azioni che il legislatore le ha affidato. Proprio in quest'ottica devono essere infatti considerati i recenti sviluppi normativi che ampliano le attribuzioni regionali in materia di territorio, ambiente e infrastrutture, attuando il decentramento amministrativo voluto dalla costituzione. L'inventario delle risorse ambientali, e del clima in particolare, rappresenta un indispensabile strumento strategico dal quale partire. Uno strumento che deve permettere di acquisire sia una approfondita conoscenza dell'esistente, sia il recupero della memoria storica, azione questa di capitale importanza se si considera la labilità della memoria umana nei confronti di fatti e situazioni gravi che hanno interessato le precedenti generazioni. Il lavoro svolto e quello in corso di realizzazione, che presto verrà pubblicato in altri volumi resi più facilmente consultabili grazie agli allegati multimediali, fornirà alla società e all'amministrazione regionale gli strumenti indispensabili per pianificare interventi di tutela ambientale (posizionamento di impianti industriali, collocazione di discariche di materiali pericolosi, ...), di protezione civile (identificazione di situazioni critiche per l'innescio di fenomeni di dissesto legati alla dinamica dei versanti o dei corsi d'acqua) e di pianificazione in senso lato (identificazione e delimitazione di aree particolarmente vocate ad impieghi specifici) e garantire complessivamente una migliore qualità dell'ambiente. Il risultato raggiunto dimostra inoltre l'efficacia di una gestione appropriata di team potenziati dalla partecipazione di esperti provenienti dal mondo accademico, nel nuovo paradigma di Qualità Totale che si sta aprendo nel settore pubblico.

Ugo Cavallera
Assessore all'Ambiente, Cave e Torbiere, Energia,
Pianificazione e Gestione Risorse Idriche,
Lavori Pubblici e Tutela del Suolo

L'autonomia universitaria crea nei fatti un legame stretto con il territorio e con le Istituzioni di governo locale. Con il 25° Convegno Internazionale di Meteorologia Alpina la collaborazione con la Regione Piemonte, già ricca ed articolata, raggiunge un nuovo importante traguardo scientifico e culturale. Lo studio dell'ambiente alpino, dal punto di vista fisico, antropico, sociale, economico ed ambientale fa parte degli obiettivi strategici del nostro Ateneo. Lavoriamo già insieme su queste tematiche con la sede di Trento, mentre si sta consolidando un più vasto collegamento internazionale, a cominciare dai nostri naturali complementi del versante alpino francese. Dobbiamo partecipare le idee, le conoscenze scientifiche, le iniziative alla società subalpina della quale siamo parte. Siamo consapevoli che le ricadute saranno più positive quanto più opereremo in sinergia con chi di tale comunità è l'interprete legittimo: la Regione per l'appunto. Questo volume insieme con il secondo della stessa collana, dedicato alla precipitazione nevosa, è un esempio di iniziativa comune, forse un avvio importante. A rendere più saldo il legame istituzionale, è bene ricordare che da parte del Dipartimento di Scienze della Terra la ricerca è stata svolta in regime di cofinanziamento MURST, nell'ambito del programma Risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali, di cui è responsabile nazionale il Prof. A. Biancotti, coautore del testo. Siamo consapevoli come nella crescente competizione internazionale si affermeranno i sistemi regionali, ed euroregionali, più armonici al loro interno, basati sullo scambio dell'informazione e sull'azione coordinata. Ci sentiamo legittimati ad affermare che in Piemonte stiamo scegliendo la strada giusta.

Prof. Rinaldo Bertolino
Magnifico Rettore dell'Università di Torino

Nel 1980 l'Assessorato alla Tutela dell'Ambiente della Regione Piemonte pubblicò una raccolta di dati climatici nel Progetto per la pianificazione delle Risorse Idriche (Regione Piemonte, 1980).

L'obiettivo era quello di fornire a tecnici e amministratori pubblici gli elementi necessari alla progettazione degli interventi di loro competenza.

A tale scopo si cercò di reperire e organizzare il materiale informativo allora lacunoso, frammentario e disperso in una molteplicità di archivi.

Uno sforzo considerevole fu fatto per stimare a livello di singolo comune piemontese le principali caratteristiche climatiche (precipitazioni e temperature mensili) e le grandezze derivate. La base dei dati utilizzata era essenzialmente quella pubblicata dal Servizio Idrografico Nazionale sino al 1970.

I ponderosi volumi pubblicati, ormai difficilmente reperibili, raccoglievano in una serie di tabelle tutte le informazioni calcolate.

Negli anni successivi la Regione Piemonte ha proseguito l'attività di aggiornamento e omogeneizzazione degli archivi operando in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche ed il Consorzio per il Sistema Informativo CSI-Piemonte.

In questi anni vennero acquisiti tutti i dati pubblicati successivamente al 1970 arricchendo gli archivi precedenti con informazioni di maggior dettaglio (precipitazioni giornaliere e di massima intensità), attuando inoltre un'indispensabile controllo sulla congruenza interna delle informazioni registrate.

Alle iniziali finalità di pianificazione si sono nel tempo aggiunte finalità di monitoraggio dei fenomeni a scopo di protezione civile concretizzatesi nella creazione della Sala Situazione Rischi Naturali.

Tale struttura, gestita dalla Direzione Regionale dei Servizi Tecnici di Prevenzione, raccoglie ed elabora informazioni meteorologiche di vario tipo tra le quali quelle provenienti dalla rete di stazioni meteorologiche automatiche controllate in tempo reale.

Le tecnologie utilizzate sono le più recenti disponibili e forniscono misure estremamente dettagliate dei fenomeni meteorologici. Alla originaria necessità di disporre di informazioni climatiche a scopo di pianificazione si è aggiunta la necessità di disporre di termini di riferimento per valutare i fenomeni che quotidianamente vengono rilevati dalla rete di strumentazione automatica.

Queste esigenze hanno spinto l'amministrazione regionale a intraprendere una serie di studi climatici che vengono raccolti nella collana che si apre con il presente volume.

Le recenti disposizioni in tema di trasferimento alle Regioni delle competenze statali in materia di risorse idriche, difesa del suolo e protezione civile (Decreto Legislativo 112 del 31 marzo 1998) forniscono il quadro normativo entro il quale la struttura regionale si propone alla società come principale referente territoriale nel campo della distribuzione di informazioni e di dati idrologici e climatici.

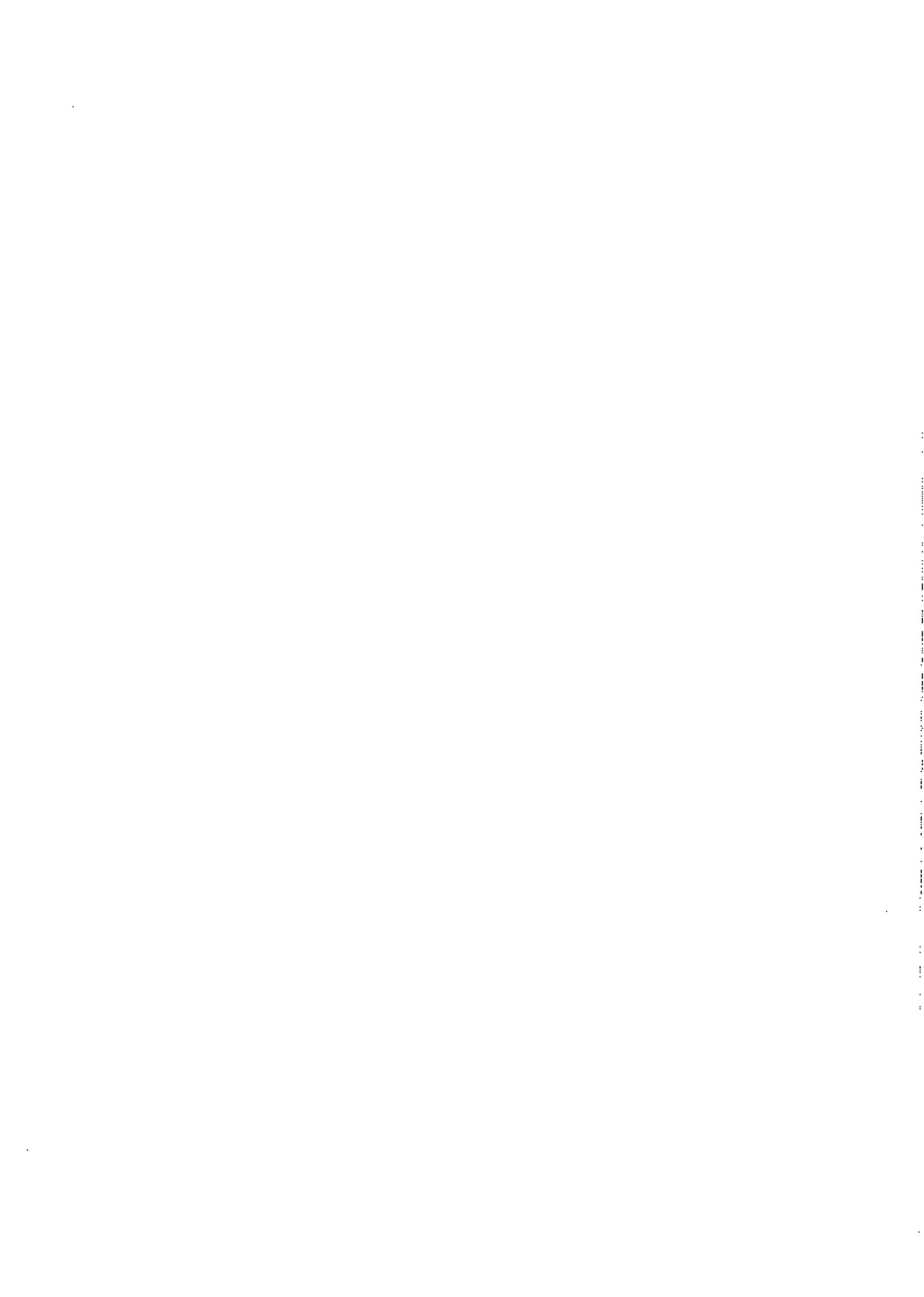
Le pubblicazioni previste tendono quindi a soddisfare sia l'esigenza interna (valori di controllo, soglie di allertamento) sia una più ampia esigenza di inquadramento climatico proveniente dall'esterno. In questa direzione va anche la redazione della carta climatica allegata che fornisce una efficace sintesi delle elaborazioni realizzate.

L'ampia diffusione di apparecchiature informatiche ha reso inoltre possibile predisporre strumenti di più facile consultazione rispetto alla documentazione cartacea sinora disponibile.

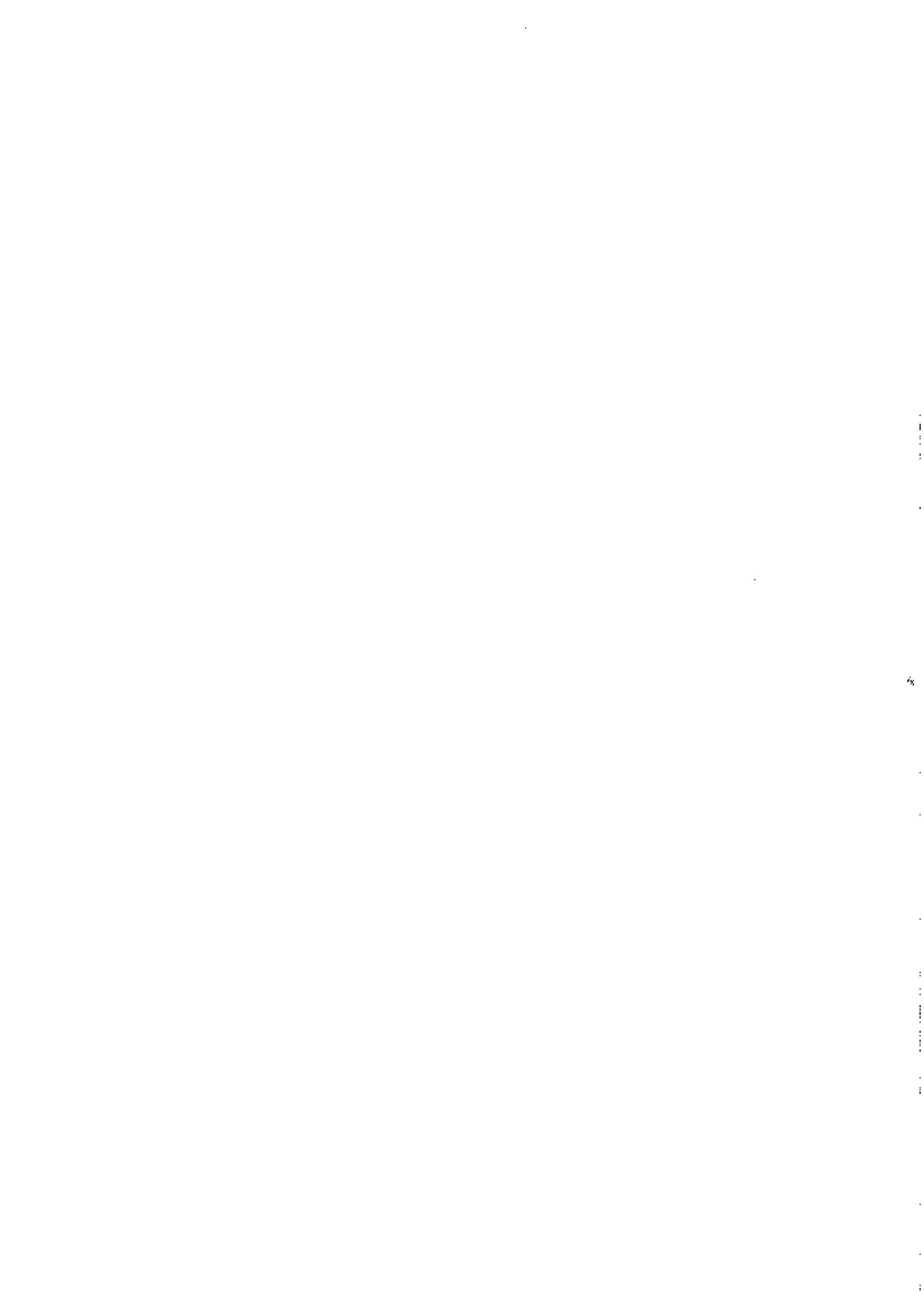
Uno sforzo notevole è stato speso infatti per predisporre un CD-Rom contenente, oltre agli ipertesti dei volumi realizzati, sia le banche dati originarie utilizzate per la redazione dello studio, sia una banca dati territoriale che consente di ottenere per ogni punto del territorio regionale le migliori stime dei parametri climatici di uso corrente.

Vincenzo Cocco

Direttore dei Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte



Spazio fisico e clima in Piemonte	9	
Materiali e metodi	13	
Analisi delle precipitazioni del periodo 1951-1986	13	
Analisi delle temperature del periodo 1951-1986	19	
Pluviometria	23	
Distribuzione delle precipitazioni annue	23	
Numero medio annuo di giorni di pioggia e intensità medie	24	
Distribuzione stagionale	24	
Regimi pluviometrici	25	
Distribuzione delle precipitazioni nell'anno	31	
Precipitazioni di massima intensità di durata 24 ore	38	
Eventi particolarmente intensi	38	
Termometria	45	
Andamento termico annuale	45	
Andamento termico giornaliero	51	
Gli estremi termici	53	
Sommatorie termiche	58	
Variazioni termiche con la quota	60	
Classificazione climatica	65	
Carta climatica elaborata con il metodo Thornthwaite	65	
Carte climatiche elaborate con il metodo di Bagnouls e Gaussen	68	
Carta pedoclimatica elaborata con il metodo del Soil Conservation Service	72	
Confronto tra le metodologie utilizzate	72	
Carta climatica del Piemonte	73	
Metodologia di costruzione della carta principale	73	
Fondo termico	74	
Fattori climatici limitanti	74	
Precipitazioni	74	
Le carte ancillari	74	
Grafici di contorno	75	
Esempio di lettura della carta	75	
Indice delle figure	76	
Indice delle tabelle	77	
Opere citate	78	



SPAZIO FISICO E CLIMA IN PIEMONTE



La fisiografia del Piemonte è ordinata in tre archi concentrici aperti verso Ovest: le Alpi Occidentali, la testata della Pianura Padana e, al nucleo delle parentesi, le alture della Collina di Torino, delle Langhe e del Monferrato.

La parte montuosa occupa il 73 % del territorio, alle pianure spetta il 27% (figura 1).

La muraglia alpina continua a Nord-Est con il segmento centrale della catena, a Sud-Est con l'Appennino Ligure. Intagliata da valli trasversali alla direzione delle strutture, disposte a raggiera e convergenti verso il baricentro della regione, si solleva abrupta dal bordo padano, con energia del rilievo crescente da Sud-Ovest verso Nord-Est. Nel tratto meridionale il passaggio dalla pianura all'Appennino è graduale, scandito dalla presenza intermedia delle colline appartenenti al Bacino Terziario Piemontese. In alta montagna con frequenza i tratti prossimali delle vallate deviano dall'andamento prevalente e si adattano alla direzione strutturale, coincidente con l'asse della catena. I gomiti di raccordo, a 90°, testimoniano antiche catture fluviali causate dal movimento di surrezione, tuttora attivo, dei blocchi neotettonici nei quali è articolato il versante alpino interno. L'orientamento discontinuo dei solchi d'erosione che li porta ora a sfociare direttamente nell'alveo padano, ora ad isolarsene, favorisce il moltiplicarsi dei microclimi, in particolare delle oasi xerotermiche. Il contatto Alpi-Pianura è segnato da morfotessiture d'origine climatica e tettonica.

Nel primo caso prevalgono i glacis plio-pleistocenici d'accumulo (Alta Pianura Cuneese, Biellese) o d'erosione (Pinerolese), oppure d'età terziaria, con coperture ormai diagenizzate e raccordati con i rilievi collinari (Altopiano di Poirino). Gli sbocchi vallivi si connettono con la piana con alvei di tipo C (TREVISAN, 1967) sovralluvionali come il Po, secondo quanto già annotava Plinio; tramite conoidi alluvionali incise, fra le quali è da segnalare quella imponente della Stura di Lanzo, terrazzata in tre ordini di superfici; con

depositi morenici nel settore orientale, sedimentati dalla progressione pleistocenica dei ghiacciai.

Il contatto tettonico prevalente è per faglia, in particolare in corrispondenza ai massicci cristallini interni del Dora-Maira e del Sesia-Lanzo. Queste strutture sono foggiate a carapace ellittico allungato secondo la direzione alpina, disseccato da lineamenti tettonici antichi, attivi a più riprese; attualmente il sollevamento è relativamente rapido (1 mm/anno al Monte Bracco, BIANCOTTI, 1983), rivelato anche da una moderata attività sismica. I forti dislivelli impongono alle masse d'aria dirette verso Nord-Ovest, e provenienti da Sud e da Est, improvvisi movimenti ascensionali. L'espansione adiabatica provoca condensazione e precipitazioni: la fascia pedemontana è irrorata da piogge abbondanti e frequenti. A Pogallo (Val Grande nella regione insubrica) EREDIA (1925) segnala nel decennio 1921-1930 la più alta piovosità media annua dell'area alpina (3141 mm), seguita da quelle dei siti vicino di Ornavasso e di S. Bernardino. Nel trentennio 1921-1950 a Pogallo il valore medio è di 2885 mm distribuiti in 97 giorni piovosi, che salgono a 125 a S. Bernardino. Più a Sud sono da segnalare per lo stesso intervallo i 1234 mm di Pinerolo distribuiti in 73 giorni piovosi, e i 92 giorni di media annua di Cavour, ai piedi della falesia del Monte Bracco. Sono simili le condizioni di Oropa al bordo del massiccio Sesia-Lanzo.

Agli alti valori medi nelle stesse zone corrispondono episodi di piogge brevi ed intense in proporzione anche più elevati. E' nota, e ricostruita di recente (BIANCOTTI, MOTTA M. & MOTTA L., 1998), la ricorrenza dei dissesti idrogeologici nell'Ossolano, all'estremo Est del territorio, ai piedi delle Alpi Pennine. Ordini di grandezza anche maggiori sono raggiunti al

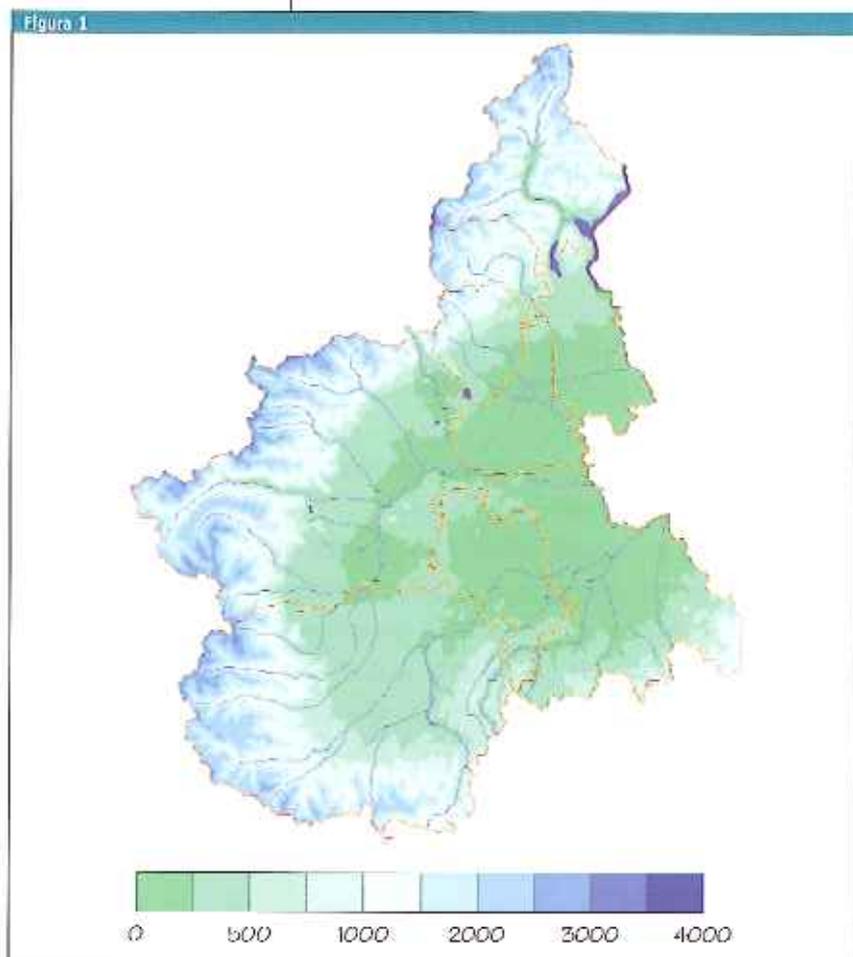


Figura 1
Altimetria del Piemonte.

bordo delle Alpi Cozie. Valga l'esempio di Gilba, dove nel 1945 piovvero 702 mm in cinque giorni consecutivi, e 647 nei primi tre (BIANCOTTI, 1982): la stazione si trova nella valle omonima, tributaria del versante orografico sinistro del Fiume Varaita, drenante il Dora-Maira là dove il massiccio penetra con un potente saliente nella piana antistante, sollevato dal movimento della Faglia di Saluzzo.

Se il fronte padano intercetta l'umidità mediterranea, lo spartiacque principale è irrorato dai venti atlantici. Il gradiente di precipitazione cresce con la quota (CORTEMIGLIA & alii, 1989) lungo le dorsali, nei talweg alla maggiore umidità dei tratti vallivi prossimali e distali si alternano le condizioni più xeriche di quelli centrali. Qui si può arrivare fino a condizioni steppiche, con un ricco corteggio floristico di essenze mediterranee, e precipitazioni inferiori a 600 mm. A titolo di esempio si riporta la classificazione climatica secondo Thorthwaite di Crissolo e di Saluzzo, rispettivamente alla testata ed allo sbocco della Valle Po (BIANCOTTI, 1976).

A Crissolo il clima è perumido di tipo A, secondo mi-

crotermale C_2' con deficit moderato e concentrazione estiva di evapotraspirazione (tipo B_2) sotto bosco, ed intermedio fra il perumido e l'umido di tipo B_4 nelle zone prative, restando invariati gli altri termini.

A Saluzzo è umido con deficit moderato ascrivibile per il grado di efficienza termica globale al secondo microtermale e con concentrazione estiva di evapotraspirazione potenziale ($B_3B'_2rb'_3$) nelle zone prative; sotto frutteto l'indice di umidità globale passa a B_4 ($I_m = 72$).

I rilievi collinari del Bacino Terziario Piemontese, collocati fra il solco dell'Alta Pianura Padana e l'Appennino Ligure, subiscono influenze continentali e mediterranee, le prime prevalendo nella Collina di Torino, le altre nelle medie valli del Bacino del Tanaro. Dagli scritti di DE PHILIPPIS (1937) e di GIACOBBE (1948, 49, 50) la Collina di Torino appartiene ad un tipo intermedio di biocora, compreso fra quello subcontinentale e submediterraneo, più vicino al primo nelle zone depresse ed ombrose, al secondo in quelle elevate e soleggiate. La piovosità vi rientra in un sottotipo 3a, con un minimo principale in inverno e un massimo principale in primavera definito da Bandini come sublitoraneo alpino, e da Crestoni come sublitoraneo prealpino. Spostandosi verso Sud, nella parte centrale del bacino, la maggiore xericità rende prevalente il tipo sublitoraneo padano. Facendo riferimento ad alcune località-tipo delle Langhe e del Monferrato (BIANCOTTI & alii, 1979) le condizioni climatiche secondo Thorthwaite sono:

- a Bra clima subumido asciutto con limitato surplus stagionale (febbraio-aprile), temperato con estate calda ($C_1dB'_2b'_3$);
- a Bossolasco clima moderatamente umido con deficit stagionale ridotto (estate), temperato con estate moderatamente calda ($B_2rB'_1b'_3$);
- ad Asti clima con tendenza al secco e limitato surplus invernale, temperato con estate calda ($C_1sB'_2b'_3$);
- a Casale Monferrato clima subumido piovoso con debole deficit estivo, temperato con estate moderatamente calda ($C_2sB'_2b'_3$).

Le condizioni generali di incipiente aridità estiva, confermate anche dalle elaborazioni dei diagrammi ombrotermici di Bagnouls & Gaussen che verranno presentate nei capitoli a questo successivi, non

escludono episodi di precipitazioni brevi ed intense, che sovente sono causa di dissesto, come nel 1951, nel 1968, nel 1994. Gli eventi critici nel Bacino Terziario Piemontese sono d'intensità meno elevata di quelli alpini. Il corteggio di calamità che li accompagna è legato sia alle condizioni morfostutturali dell'areale, sia al popolamento. Il radicale rimaneggiamento del reticolo idrografico, iniziato con le catture fluviali in età tardo-pleistocenica, ha portato ad uno spostamento del livello di base provvisorio della confluenza del Tanaro nel Po dai 250 m s.l.m.m. precedenti ai 90 m s.l.m.m. successivi. L'adattamento del bacino ai nuovi equilibri, il sollevamento neotettonico intenso in particolare alla radice della struttura al contatto con le Alpi Marittime, i litotipi affioranti consistenti in rocce clastiche poco cementate, favoriscono il processo erosivo ed accentuano l'effetto delle piogge.

Esistono tre regioni di pianura:

- la sud-occidentale cuneese, a meridione della soglia di Torino;
- la nord-orientale vercellese-novarese
- la sud-orientale alessandrina.

Le prime due, pedemontane, seguono la suddivisione classica in alta e bassa pianura, segnata dalla linea delle risorgive. A monte dei fontanili si instaura l'ambiente climatico pedemontano, a valle aumentano le condizioni di umidità dell'aria (68% di umidità relativa media annua a Moncalieri, con massimi di 81% a dicembre, 80% a novembre e 79% a gennaio) e di nebbiosità invernale: si veda il confronto fra il numero medio annuale di giorni con nebbia a Cuneo (6) rispetto a Torino (50). Nell'Alessandrino valgono le condizioni della bassa pianura, con 113 giorni di nebbia in media ogni anno. Tutte le piane si trovano comprese all'interno dell'isoterma annua dei 12°C; le stazioni al confine possono scendere a valori leggermente inferiori (Torino, Moncalieri, Biella, valori varianti fra 11°C e 12°C in relazione ai periodi considerati). L'escursione media annua tende ad aumentare dal pediment verso le parti più depresse. La pianura sud-occidentale si trova compresa nell'isodifora di 21°C; quella alessandrina e la parte centrale della vercellese-novarese si riferisce all'isodifora di 23°C - 24°C. Anche le anomalie seguono lo stesso andamento: la deviazione delle temperature medie mensili ri-

spetto a quelle annue sono contenute fra i 6,31°C e i 7,30°C nelle pianure più periferiche, fra 7,31°C e 8°C lungo gli assi centrali, secondo le suddivisioni proposte da MENNELLA (1967). Le condizioni di maggiore continentalità sono confermate dall'escursione fra le temperature medie estive e invernali, comprese fra 7,6°C e 19,5°C (EREDIA, 1911) delle zone occidentali, mentre nel tratto centro-orientale (Basso Vercellese e Basso Novarese, Alessandrino) lo stesso Autore segnala il passaggio nell'intervallo compreso fra 19,6°C e 21,6°C.

Il regime pluviometrico è di tipo sub-litoraneo padano, con due massimi nelle stagioni intermedie e due minimi invernale ed estivo; anche in questo caso gli andamenti si differenziano: a Ovest della direttrice Sempione-Asti il massimo principale è primaverile, a Est diventa autunnale adeguandosi alla condizione del resto della regione padana.

Le classiche differenze fra maggiore umidità nella regione subalpina a Nord del Po rispetto a quella subappenninica sono ben riscontrabili a Est, fra la piana vercellese-novarese e l'alessandrina, non esistono nella pianura sud-occidentale, ovviamente per il diverso orientamento dei rilievi.

La variabilità termopluviometrica all'interno delle pianure si mantiene nel complesso modesta.

Gli effetti sull'ambiente sono accentuati dalla fisiografia e dalla pedologia.

La condizione di aridità prevalente sui giacis d'accumulo, ghiaiosi e permeabili, è accentuata dal dislivello, di oltre 50 m, esistente tra il livello fondamentale della pianura e il reticolo idrografico, drenante i talweg delle valli pianiziate scavate dall'erosione regressiva seguita al sistema di catture tardo-pleistoceniche del bacino del Tanaro. Il bioma diventa ancora più secco sugli alti terrazzi pleistocenici argillosi del settore compreso fra la Stura di Demonte e il Tanaro, al bordo delle Langhe. In misura meno evidente la stessa situazione si ripete allo sbocco della Valle Maira, luogo soggetto ad un sollevamento neotettonico che ha favorito il terrazzamento della superficie postwürmiana e nell'Alta Pianura vercellese. Le basse pianure, talora subsidenti come a Sud-Est nell'Alessandrino e al centro del bacino compreso fra Torino e Cuneo (Carmagnola e Carignano) con suoli franco-limosi e falda tendente ad affiorare durante le

piogge primaverili ed autunnali, sono più umide e a rischio di esondazione, com'è accaduto ancora di recente durante la piena del 1994.

In conclusione, i maggiori controlli esercitati sul clima dallo spazio fisico in Piemonte sono dovuti all'interno alla natura del rilievo. Nessuna influenza è esercitata dalla variazione della latitudine data la relativa esiguità dell'estensione N - S del territorio (2° 20' di differenza di latitudine). Dall'esterno i condizionamenti più importanti sono imposti dalla continentalità della media Valle Padana, dall'umidità proveniente dal Mediterraneo, dalle correnti atlantiche di Nord-Ovest; è a questi tre fattori che vanno rispettivamente legate la pluviofermia della parte più orientale della pianura, la maggiore umidità delle Alpi Marittime, dell'Appennino Ligure e quella degli alti versanti. Le Alpi Cozie e il Bacino Terziario Piemontese, meno irrorati dagli apporti marini e oceanici, sono più xerici; la pianura cuneese, separata dal resto della valle padana, assume tratti di maggiore individualità, con l'inversione dei massimi di precipitazione annua e la diffusione di biomi più aridi conviventi con piogge relativamente ricche.

MATERIALI E METODI



2.1 ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI DEL PERIODO 1951-1986:

Dati disponibili: *Precipitazioni medie mensili; Precipitazioni di massima intensità;*
Metodi di analisi: *Precipitazioni medie mensili; Precipitazioni di massima intensità.*

2.2 ANALISI DELLE TEMPERATURE DEL PERIODO 1951-1986:

Dati disponibili; La rappresentazione cartografica delle temperature medie;
metodi di analisi: *Individuazione dei valori anomali;*
Individuazione di relazioni quota-temperatura.

Vengono esposti i metodi utilizzati per l'analisi delle precipitazioni e l'analisi delle temperature.

2.1 ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI DEL PERIODO 1951-1986

L'obiettivo finale dell'analisi delle precipitazioni mensili, insieme con quelle delle temperature, è la realizzazione di una carta di sintesi climatica. Per ottenere questi risultati si sono analizzati singolarmente i due parametri interpolando successivamente i risultati parziali.

Dati disponibili

La base di dati disponibile ha fortemente influenzato la scelta dei metodi di analisi.

Si riporta pertanto un'approfondita descrizione delle banche dati utilizzate.

Precipitazioni medie mensili

Sono stati analizzati i dati delle precipitazioni medie mensili pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale negli Annali Idrologici dal 1951 al 1986, e riversati in archivi informatici dalla Regione Piemonte e dal CNR, previo controllo (OLIVERO & *alii*, 1990). I dati registrati negli anni '80 e '90 dalla rete di stazioni regionali per le loro peculiarità non sono facilmente integrabili con i dati del Servizio Idrografico e verranno trattati in uno specifico volume della

collana "Studi climatologici in Piemonte".

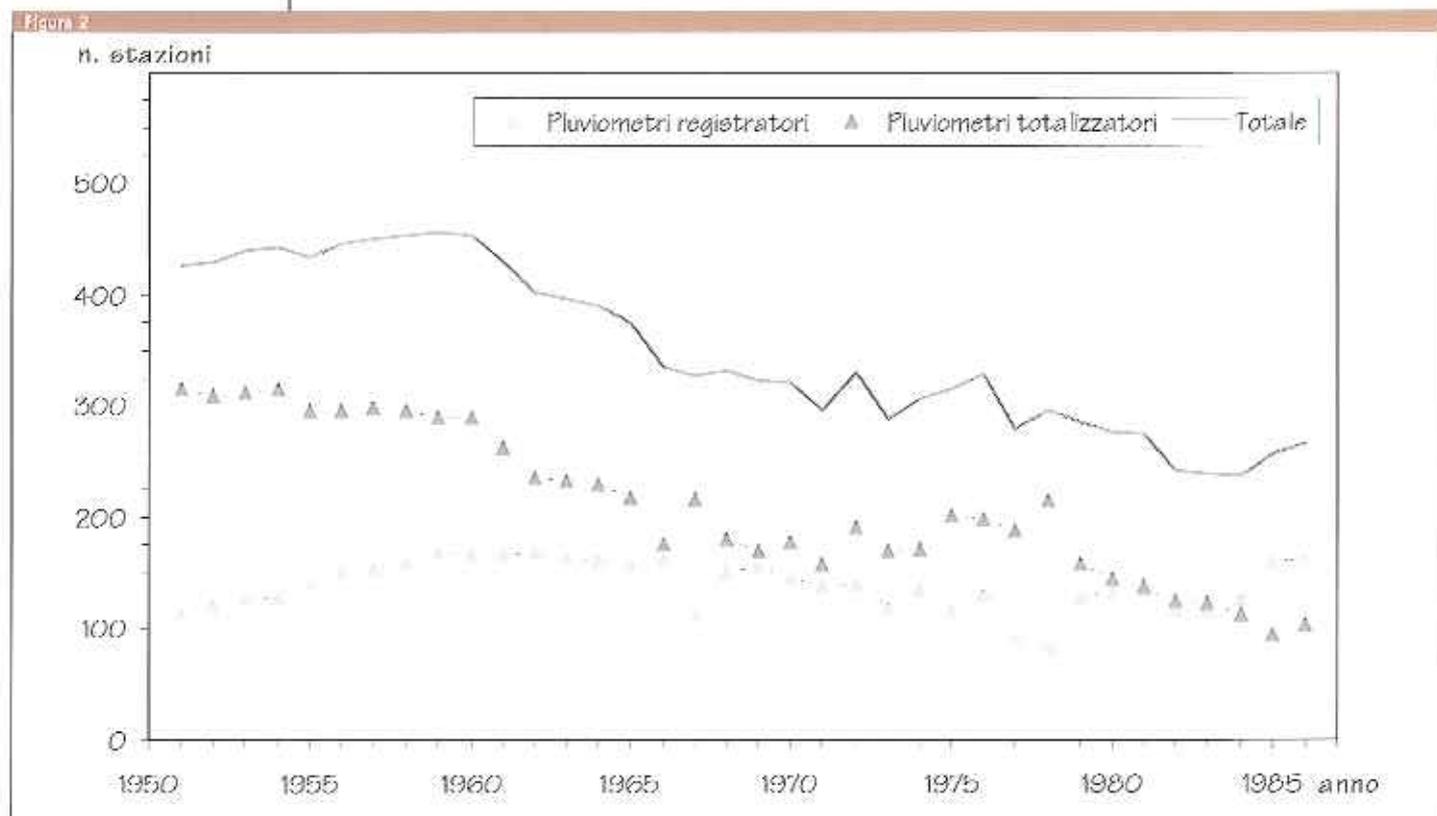
Sono state raccolte informazioni provenienti da 521 stazioni. I dati mensili disponibili sono circa 150.000. La tabella 1 presenta il numero delle stazioni classificate per lunghezza del periodo di funzionamento e per numero di anni di effettivo funzionamento. Solo il 20% delle stazioni (105) copre l'intero periodo e rappresenta il 30% dei dati. Queste percentuali aumentano nel caso si considerino stazioni con almeno 30 anni di osservazioni (224). La somma di tali stazioni copre il 43% del totale cui corrisponde il 60% circa dei dati. Il restante 40% si riferisce a serie di breve durata (meno di 30 anni) o discontinue.

La disomogeneità temporale dei dati è evidenziata anche dalla figura 2 che presenta la variazione del numero delle stazioni nel tempo dal 1951 al 1986.

Un andamento analogo si ottiene analizzando il numero annuo di stazioni disponibili dotate di almeno 30 anni di osservazioni (figura 3).

Qui il periodo più rappresentato si estende a coprire tutto il primo quindicennio.

La densità media di stazioni con 35 o 36 anni di osservazioni è di 0.004 per Km² (1 stazione ogni 240 Km² circa). Il valore di densità sale a 0.009 (una stazione ogni 110 Km² circa) se si aggiungono anche le stazioni con almeno 30 anni di osservazioni. Considerando anche siti con periodi di osservazione più brevi si può raggiungere un ragionevole livello medio di densità di 0.021 (una stazione ogni 50 Km² circa).

**Figura 2**

Variazione del numero di stazioni pluviometriche disponibili dal 1951 al 1986.

La figura 4 presenta la variazione del numero di stazioni pluviometriche con il variare della quota.

L'andamento della curva ipsometrica e della curva di distribuzione delle stazioni non è parallelo: ciò indica una maggior concentrazione in alcune fasce altimetriche, evidenziata dalla figura 5.

Il valore massimo di densità di stazioni (0,046) si colloca tra i 500 ed i 1000 metri di quota ed è nettamente superiore ai valori delle altre fasce altimetriche (tabella 2).

Lo stesso andamento è riconoscibile nella distribu-

zione delle stazioni con almeno 30 anni di osservazioni e anche nell'andamento dei dati mensili disponibili in funzione della quota (tabella 2).

La diversa distribuzione dei punti di osservazione è giustificata dalla necessità di raccogliere un maggior numero di informazioni per un'area che presenta un'accentuata variabilità pluviometrica.

Tale variabilità può essere stimata da un semplice confronto delle deviazioni standard calcolate sull'insieme dei dati disponibili per ogni fascia altimetrica (figura 6).

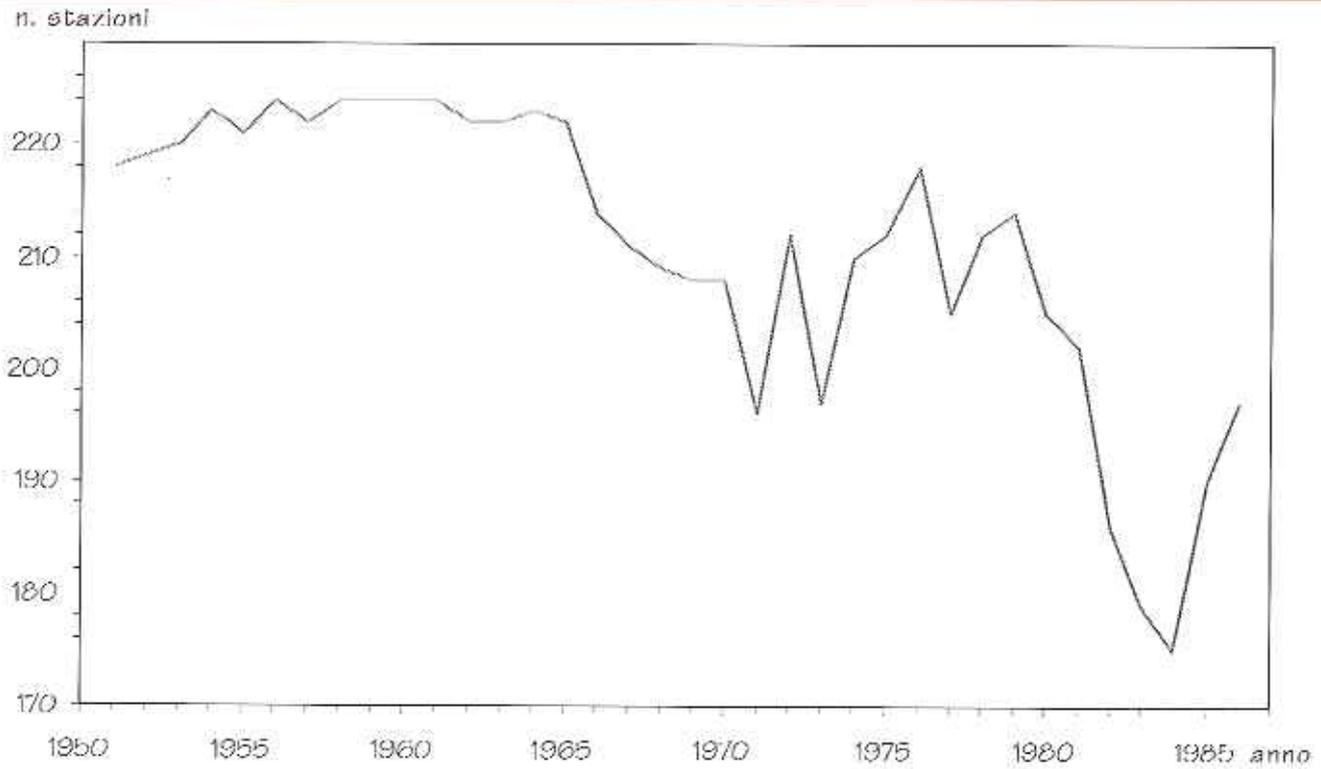
Tabella 1

Numero di stazioni disponibili.

Tabella 1

Anni di effettivo funzionamento	Anni su cui è esteso il periodo di funzionamento								Totale	Percentuale
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-36		
0-4	20	3							23	4
5-9		24	5	1					30	6
10-14			72	2	1	2	2		79	15
15-19				18	17	3	2	2	42	8
20-24					31	12	6	8	57	11
25-29						25	17	24	66	13
30-34							24	95	119	23
35-36								105	105	20
Totale	20	27	77	21	49	42	51	234	521	
Percentuale	4	5	15	4	9	8	10	45		

Figura 3



Precipitazioni di massima intensità

I dati utilizzati per le elaborazioni sono i massimi annui di precipitazione di massima intensità (PMI) di durata 24 ore, 1 e 2 giorni pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale negli Annali Idrologici dal 1913 al 1986 e riversati in archivi informatici dalla Regione Piemonte.

Sono state selezionate tutte le stazioni aventi almeno 15 anni di osservazione.

Per le PMI di durata 24 ore si sono utilizzate 213 serie di dati con un totale di 6688 valori. Le serie più frequenti sono quelle con 20-40 anni di osservazioni che rappresentano il 66% di quelle disponibili.

Solo il 19% delle serie presenta più di 40 anni di os-

Figura 3

Variatione del numero annuo di stazioni disponibili dotate di almeno 30 anni di osservazioni.

Figura 4

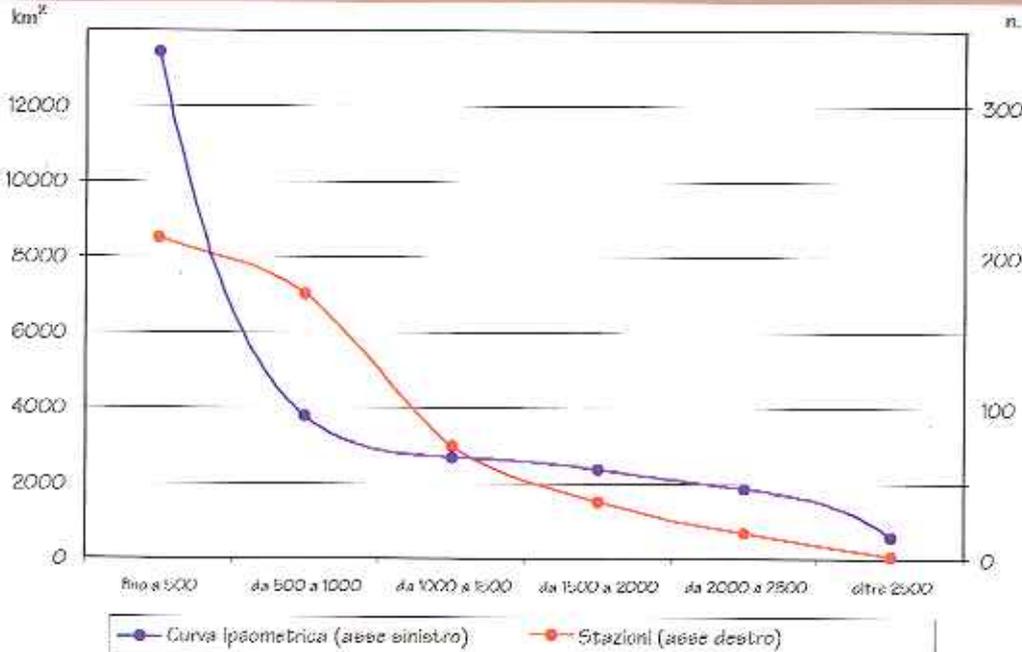
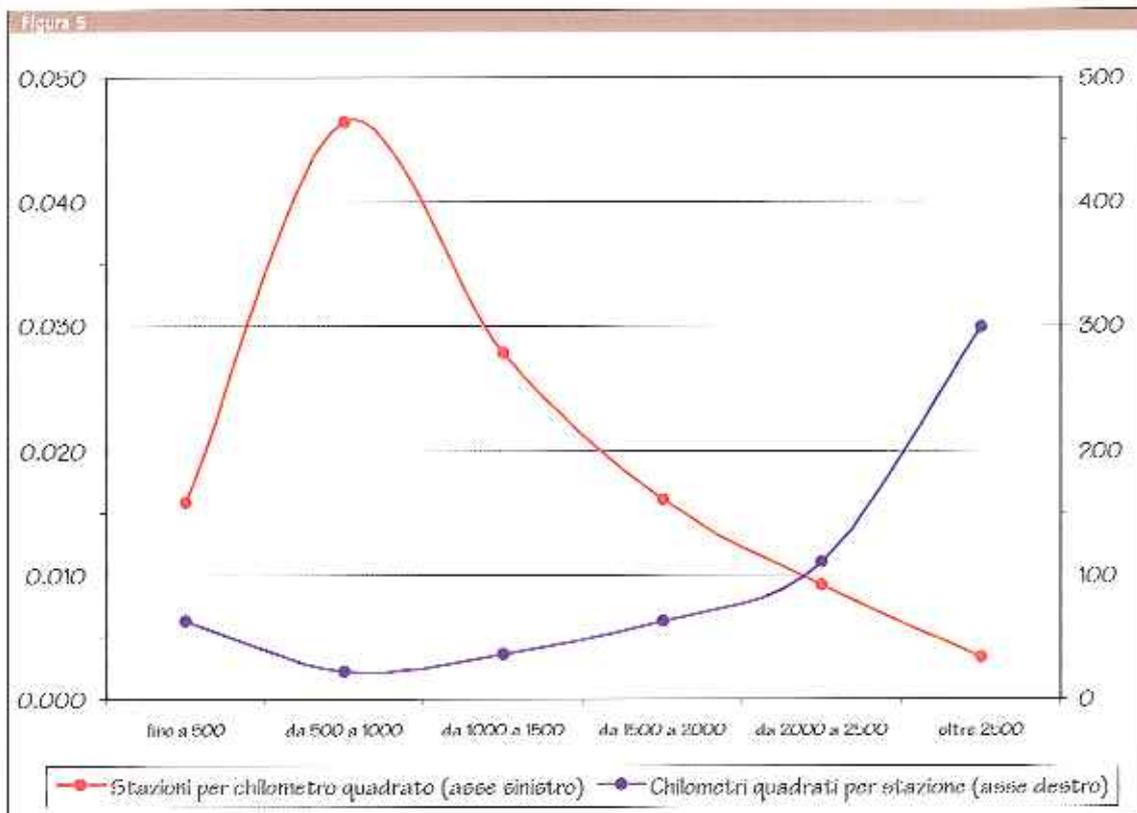


Figura 4

Curva ipsometrica del Piemonte e variazione del numero di stazioni pluviometriche con la quota.

Figura 5

Variazione al mutare della quota della densità di stazioni pluviometriche.



servazioni mentre il 15% ha meno di 20 anni di osservazioni. Per le PMI di durata 1 e 2 giorni si sono utilizzate 555 serie con un totale di 20509 coppie di valori. Le serie maggiormente frequenti sono quelle con 21-50 anni di osservazioni che rappresentano il 62% di quelle disponibili. Il 18% delle serie presenta da 51 a 60 anni di osservazioni e solo il 4% pre-

senta più di 61 anni di osservazioni.

Infine il 17% è rappresentato da serie con meno di 20 anni di osservazioni.

Metodi di analisi

Le limitazioni imposte dalla base di dati disponibile ha reso necessaria la ricerca di metodologie di anali-

Figura 6

Variazione pluviometrica al mutare della quota.

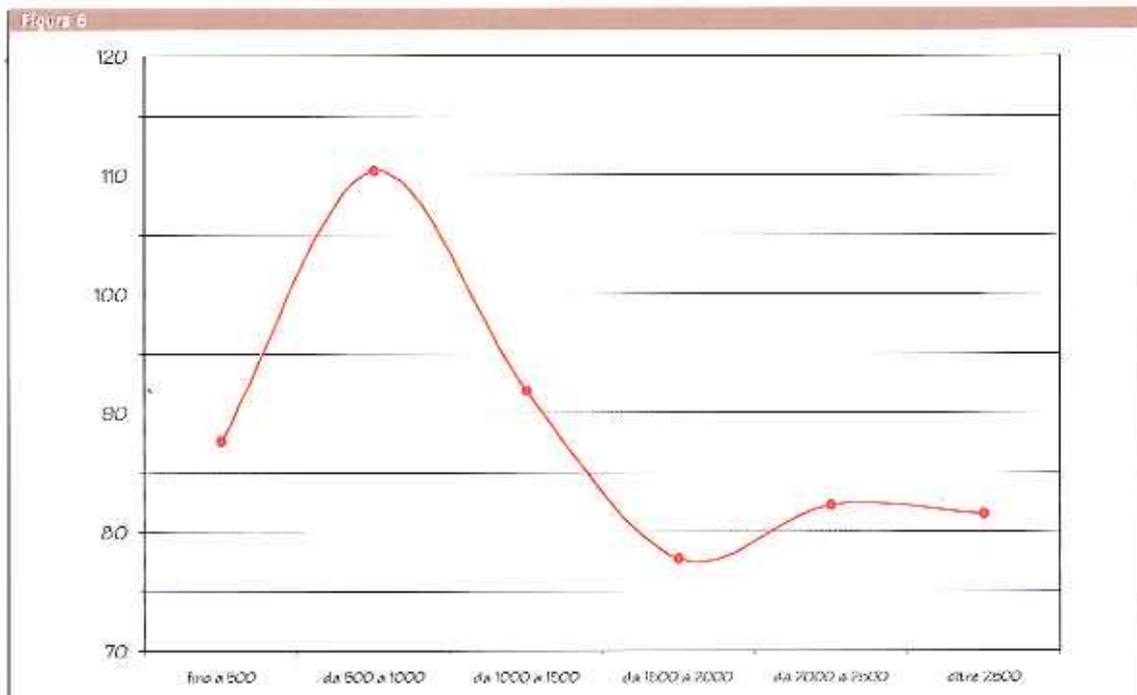


Tabella 2

Quota	Superficie km ²	Stazioni totali			Stazioni con almeno 30 anni di funzionamento			Dati mensili		
		numero	km ² /n.	n./km ²	numero	km ² /n.	n./km ²	numero	km ² /n.	n./km ²
fino a 500	13455	213	63	0.016	88	153	0.007	61044	0.22	4.5
da 500 a 1000	3792	176	22	0.046	74	51	0.020	50556	0.08	13.3
da 1000 a 1500	2699	75	36	0.028	33	82	0.012	21780	0.12	8.1
da 1500 a 2000	2374	38	62	0.016	20	119	0.008	11364	0.21	4.8
da 2000 a 2500	1864	17	110	0.009	8	233	0.004	5796	0.32	3.1
oltre 2500	600	2	300	0.003	1	600	0.002	456	1.31	0.8
valori medi			48	0.021		111	0.009		0.16	6.1

si non convenzionali. Si è fatto quindi un largo uso di metodi che permettessero l'aggregazione delle informazioni disponibili.

Precipitazioni medie mensili

Per la costruzione di carte della distribuzione mensile, stagionale ed annua, l'analisi dei dati disponibili evidenzia che un approccio "classico", basato sul calcolo dei valori di interesse a livello locale (medie mensili, stagionali o annue) con successiva estensione areale mediante interpolazione (*kriging* o correlazione con la quota), non può garantire risultati accurati alla scala 1:250.000. Ciò è dovuto alla scarsa densità di punti significativi, al differente peso attribuito a periodi diversi e alla forte influenza delle condizioni locali sulla distribuzione delle precipitazioni. A causa dei limiti dovuti allo scarso numero di stazioni con lunghe serie e alla forte variabilità morfologica, non è neanche possibile applicare il metodo proposto dal METEOROLOGICAL OFFICE (1963).

Si è utilizzata una metodologia basata sull'inversione dei passi previsti dall'approccio "classico":

- estensione areale dei dati di interesse, a livello di singola unità temporale, per mezzo di metodi geostatistici;
- successivo calcolo dei valori medi a partire dai dati interpolati.

Si è iniziato con la redazione di carte mensili di distribuzione delle precipitazioni per ogni mese di ogni anno considerato; complessivamente sono state realizzate 864 carte; l'esecuzione delle elaborazioni a computer ha permesso di generare dati interpolati distribuiti sul territorio regionale secondo una griglia regolare di punti. Il calcolo dei valori medi per ogni punto della griglia ha poi permesso di ottenere le

carte di sintesi.

Procedimento analogo è stato adottato per il numero di giorni piovosi annuali.

Tra i vantaggi del metodo vi è l'utilizzazione della totalità dell'informazione disponibile che permette il massimo dettaglio possibile nell'estensione areale del dato, e l'eguaglianza di peso attribuito agli anni che compongono la serie.

L'analisi dei residui ed il confronto tra i valori medi calcolati per le stazioni con serie sufficientemente complete e quelli derivati dal modello adottato ha permesso di determinare la validità delle stime.

I risultati ottenuti mediando i valori mensili sono stati usati per suddividere il territorio regionale in aree omogenee per distribuzione stagionale delle precipitazioni. A tale scopo i dati mensili sono stati ricalcolati come percentuali del valore annuo e con questi dati si è effettuata una *cluster analysis*.

I gruppi definiti attraverso tale procedura sono stati successivamente classificati ricorrendo a MORI (1969), aggiungendo però un ulteriore livello di dettaglio.

Precipitazioni di massima intensità

Sulla base delle considerazioni espresse da BRATH e ROSSO (1995) i dati sono stati suddivisi in due insiemi: bacini alpini dal Ticino al Tanaro e bacini appenninici dal Bormida al Curone. Data la scarsa consistenza numerica dei dati per l'insieme appenninico si sono considerate anche alcune stazioni liguri.

La distribuzione di frequenza utilizzata è stata la *General Extreme Value* (JENKINSON, 1955) adottata perché di semplice applicazione e meno controversa della *Extreme Value Type 1* (GUMBEL, 1941) o della Log-normale (HAZEN, 1914) il cui uso è criticato da ROSSI & alii (1984).

Tabella 2

Variazione del numero di stazioni pluviometriche e di dati disponibili al mutare della quota.

La formula utilizzata per la funzione di distribuzione delle probabilità è la seguente:

$$F(x) = \alpha \left[1 - \left(\frac{x}{a} \right)^{\alpha} \right]$$

Per il calcolo dei parametri della distribuzione di frequenza si sono utilizzati i *Probability Weighted Moments* (GREENWOOD & alii, 1979). In particolare si è seguito l'approccio regionale proposto da HOSKING & alii (1985) utilizzando i *Regionally Averaged Standardized Probability Weighted Moments*.

I valori dei momenti sono stati normalizzati utilizzando la seguente espressione:

$$m_k = \sum_{j=1}^M \left(\frac{M_j}{Mm} \right) \left[\frac{N_j}{L} \right]$$

dove:

m_k identifica il momento di ordine k , $j=1, 2, \dots$;

M è il numero delle serie di dati disponibili;

Mm identifica il valore medio della serie j -esima;

N_j è il numero di osservazioni disponibili per la serie j -esima;

L è calcolato come segue:

$$L = \sum_{j=1}^M N_j$$

A partire da questi valori si sono determinati (HOSKING & alii 1985) i parametri k , α e u da inserire nella formula di distribuzione.

I quantili per i tempi di ritorno (Tr) di 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anni, per gli insiemi di dati considerati e per la durata di precipitazione 24 ore, sono calcolati con l'espressione seguente:

$$r(Tr) = u + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[1 - \left(\frac{1}{Tr} \right)^k \right] \right\}$$

Le altezze di precipitazione di assegnato Tr e durata 24 ore sono stati ottenuti moltiplicando il valore medio delle PMI di durata 24 ore del punto considerato per il quantile relativo al Tr .

Poiché l'obiettivo finale era l'attribuzione di valori anche a siti che non dispongono di una adeguata serie storica, sono stati utilizzati i dati di precipitazione giornaliera provenienti da stazioni dotate di solo pluviometro totalizzatore per stimare il valore medio delle PMI di durata di 24 ore.

Utilizzando una relazione lineare tra questi e i PMI di durata 1 o 2 giorni si è prodotta una serie di valori sufficiente per redigere una carta mediante *kriging*.

In conclusione è stato possibile stimare per le stazioni dotate di pluviometro totalizzatore e per le quali è disponibile un consistente numero di registrazioni (almeno 15), il valore medio delle PMI di durata 24 ore.

Tabella 3

Variazione del numero di stazioni termometriche e di dati disponibili al mutare della quota.

Tabella 3

Quota	Superficie km ²	Stazioni totali		Stazioni con almeno 360 mesi		Dati mensili disponibili		Dati mensili di stazioni con almeno 360 mesi	
		numero	km ² /n.	numero	km ² /n.	numero	n./km ²	numero	n./km ²
fino a 500	13455	21	641	10	1346	6490	0.48	4097	0.30
da 500 a 1000	3792	4	948	1	3792	982	0.26	432	0.11
da 1000 a 1500	2699	7	386	2	1350	1510	0.56	840	0.31
da 1500 a 2000	2374	1	2374	1	2374	432	0.18	432	0.18
da 2000 a 2500	1864	2	932	0		575	0.31	0	
oltre 2500	600	0		0		0		0	
valori medi			708		1770		0.40		0.23

A partire da questi dati e dai coefficienti delle rette di regressione si è ottenuta una serie di valori sufficienti per redigere una carta ottenuta mediante *kriging*.

2.2 ANALISI DELLE TEMPERATURE DEL PERIODO 1951-1986

Dati disponibili

Anche per l'analisi delle temperature sono state utilizzate le informazioni pubblicate dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale negli Annali Idrologici dal 1951 al 1986, parzialmente riversati in archivi informatici dalla Regione Piemonte. I dati registrati negli anni '80 e '90 dalla rete di stazioni regionali per le loro peculiarità non sono facilmente integrabili con i dati del Servizio Idrografico e verranno trattati in uno specifico volume della collana "Studi climatologici in Piemonte".

Sono state raccolte informazioni provenienti da 35 stazioni, di cui alcune necessarie per l'indagine esterne al Piemonte. L'unità temporale minima considerata anche in questo caso è stata il mese. I dati utilizzati si riferiscono a:

- media mensile;
- media dei massimi;
- media dei minimi;
- massimo estremo;
- minimo estremo.

Le mensilità disponibili sono circa 10.000. La quantità di informazione è notevolmente inferiore a quella delle precipitazioni. Anche le temperature presentano una elevata disomogeneità temporale e una bassa densità spaziale in relazione alla complessità morfologica regionale.

Le stazioni per le quali si dispone dell'intera serie di dati - 432 mensilità - sono solo 3 (Ceresole Reale, Cuneo e Usseglio); altre 3 stazioni coprono l'intero periodo con alcune brevi lacune (Torino, Varallo e Vercelli con oltre 420 mensilità) mentre altre 8 stazioni presentano almeno 360 mensilità complete.

Queste 14 stazioni rappresentano poco meno del 60% dei dati disponibili.

Il restante 40% dei dati è rappresentato da serie di breve durata o fortemente discontinue.

La variazione delle misure disponibili nel tempo è relativamente meno accentuata rispetto alle precipitazioni (figura 7). Considerando l'intero archivio utilizzato le mensilità disponibili sono comprese tra 226 e 312 valori per anno (valore medio pari a 277), mentre se si considerano solo le stazioni con almeno 360 mensilità, sulle 432 dell'intero periodo, il numero di mesi disponibili varia da 119 a 168 valori per anno (valore medio pari a 161).

Per quanto riguarda la densità spaziale le informazioni termometriche sono molto scarse: se si considerano tutte le stazioni si dispone di una postazione ogni

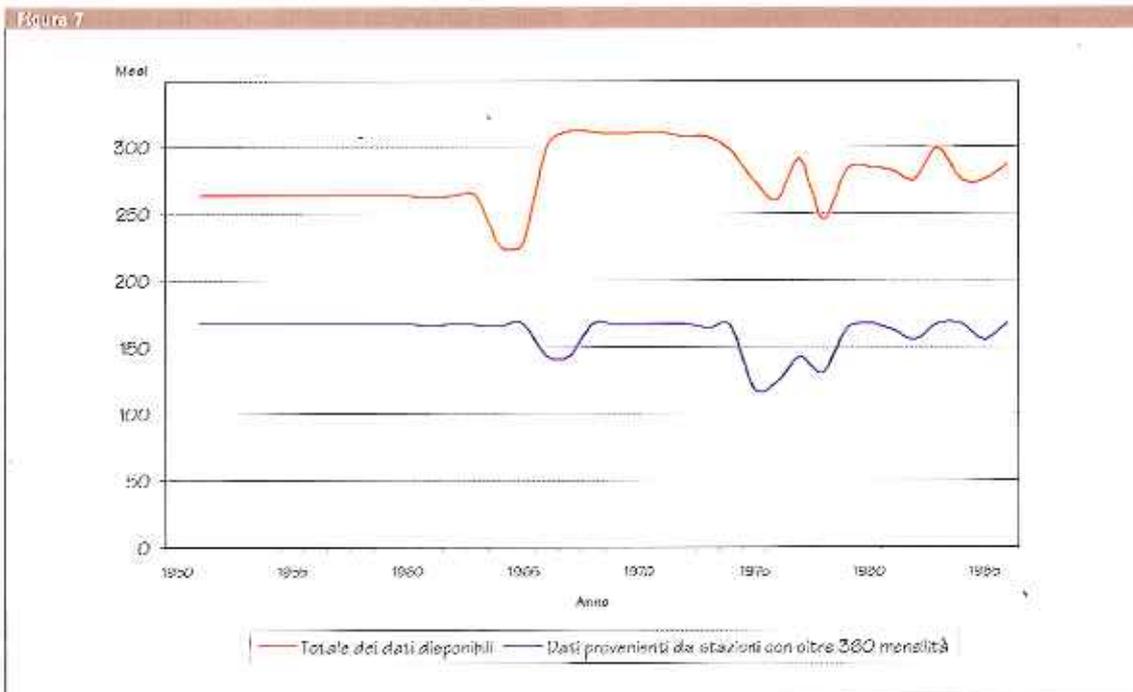


Figura 7

Variatione nel tempo del numero di mensilità disponibili.

700 km², mentre se si analizzano i dati si dispone di 0.4 valori mensili per km² contro i 6.1 per km² delle precipitazioni.

Limitandoci a stazioni con almeno 360 mensilità su 432 i rapporti cambiano fortemente: un sito ogni 1770 km² e 0.23 dati mensili ogni km² (tabella 3). Inoltre le località con più di 360 mensilità non sono distribuite omogeneamente sul territorio; l'area sud-orientale infatti non ne comprende nessuna (figura 8). È necessario evidenziare che buona parte delle serie di maggiore durata si riferiscono a stazioni urbane. Il numero dei dati varia fortemente al mutare della quota (figura 9). La disponibilità maggiore si ha sotto i 500 metri: 6490 valori mensili pari al 65% dei dati disponibili. La densità spaziale di informazione è relativamente elevata anche tra i 1000 e i 1500 metri (tabella 3). All'aumentare dell'altitudine si assiste a una generale riduzione del numero delle stazioni.

Figura 8

Distribuzione delle stazioni termometriche in Piemonte. Il pallino indica le stazioni con oltre 360 mensilità disponibili.

Figura 9



La rappresentazione cartografica delle temperature medie: metodi di analisi

Non essendo possibile il ricorso a metodi geostatistici per la scarsa disponibilità dei dati e l'elevata variabilità morfologica del Piemonte, si è optato per un'analisi della relazione tra temperature e quota. Identificate le relazioni esistenti con l'altitudine è stato possibile, utilizzando un modello digitale del terreno, ottenere una ragionevole rappresentazione - alla scala 1:250.000 - della distribuzione delle temperature. Per poter impiegare tutta la base di dati disponibile si è seguita una metodologia analoga a quella adottata per le precipitazioni:

- analisi mese per mese, anno per anno, della relazione quota-temperatura;
- determinazione dell'andamento medio mensile e annuo sull'intero periodo.

A causa della scarsità di informazione non è stato possibile introdurre delle correzioni relative a particolari condizioni morfologiche (influenza esercitata sulla distribuzione della temperatura dall'esposizione dei versanti, dovuta alla presenza di grandi laghi o grandi centri urbani).

Va segnalato che il peso delle stazioni collocate nei grossi centri abitati, dotate di lunghe serie, è stato attenuato dall'uso delle informazioni provenienti anche da serie brevi, non sempre influenzate da condizioni urbane.

L'analisi dei dati si è svolta in due fasi successive:

- individuazione di valori anomali e loro esclusione dalle elaborazioni;
- individuazione delle migliori relazioni medie quota-temperatura per ogni mese e per l'anno.

Individuazione dei valori anomali

Sono stati rimossi i valori anomali, individuati dalla funzione:

$$t = a + b \cdot q + c \cdot q^2$$

dove:

t è la temperatura

q è la quota.

La relazione è stata selezionata per tenere conto della curvatura esistente nella distribuzione della temperatura con la quota, particolarmente significativa nei mesi invernali.

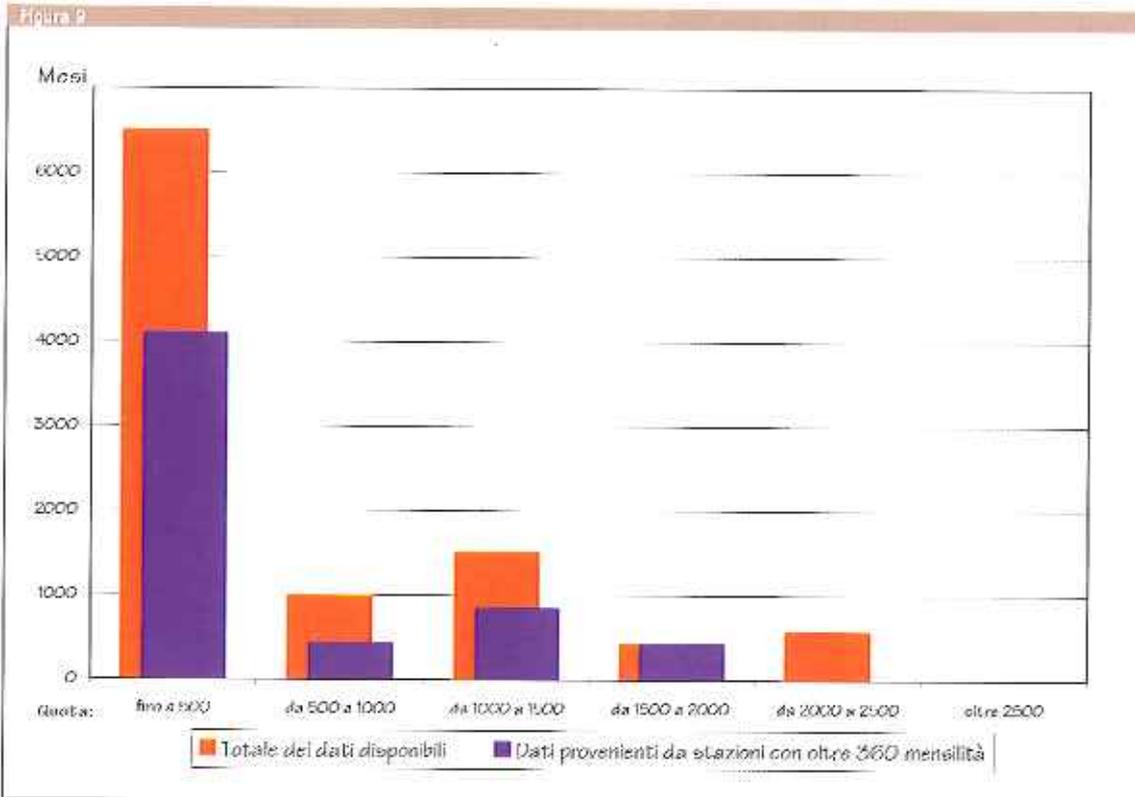


Figura 9

Variazione del numero di mensilità disponibili con la quota.

I valori ricadenti al di fuori dei limiti di confidenza al 95%, sono stati ritenuti anomali e quindi esclusi dalle elaborazioni.

Individuazione di relazioni quota-temperatura

La rimozione dei valori anomali ha ridotto lievemente la base di dati. La variabilità nel tempo dei dati disponibili rende difficile il calcolo degli errori di stima. Per ovviare all'inconveniente si è utilizzata l'intera massa di misure disponibili riducendo il numero di elaborazioni. L'applicabilità del metodo è stata verificata analizzando la significatività della differenza dei parametri individuati mediante la precedente funzione applicata mese per mese ed anno per anno rispetto al valore medio di tali parametri. Poiché è risultato che l'unico coefficiente per il quale si è riscontrata una significativa variazione è l'intercetta, si è deciso di procedere con un'elaborazione con variabili condizionali, che ha permesso di individuare dei coefficienti unici per la curvatura della relazione, mensile o annua, permettendo la variazione dell'intercetta per ogni anno considerato. Per ogni record sono state create 35 variabili aggiuntive, una per ogni anno successivo al 1951, che assumono il valore 0 o 1 a seconda che il record si riferisca all'anno in questione. Ad esempio se si considera il record del 1968, la variabile condizionale relativa a quell'anno

assume il valore 1 mentre tutte le altre variabili assumono il valore 0.

Sulla base degli archivi così costituiti si sono testati per ogni temperatura media mensile (media giornaliera, media dei massimi, media dei minimi), per la temperatura media annua, per il numero di giorni di gelo e per le sommatorie termiche i seguenti modelli:

M1
$$t = a_0 + \sum (a_n \cdot vc_n) + b \cdot q$$

M2
$$t = a_0 + \sum (a_n \cdot vc_n) + c \cdot q^2$$

M3
$$t = a_0 + \sum (a_n \cdot vc_n) + b \cdot q + c \cdot q^2$$

dove:

t è la temperatura;

q è la quota;

a₀ è l'intercetta; rappresenta la temperatura media alla quota 0 per il 1951;

a_n è il coefficiente della n-esima variabile condizionale;

vc_n è la n-esima variabile condizionale;

b è il coefficiente della quota;

c è il coefficiente del quadrato della quota.

Il modello migliore è stato selezionato considerando sia il valore del rapporto tra le varianze sia la significatività dei coefficienti.

Sommando per l'n-esimo anno l'intercetta della funzione e il coefficiente dell'n-esima variabile condizionale è possibile ottenere il valore dell'intercetta della funzione per quell'anno.

La funzione media per l'intero periodo è stata quindi ottenuta a partire dai coefficienti della quota e del quadrato della quota del modello selezionato assumendo come intercetta la media dei valori delle intercette dei singoli anni.

L'analisi dei residui ed il confronto tra i valori medi calcolati per le stazioni con serie sufficientemente complete e quelli derivati dal modello adottato ha permesso di determinare la validità delle stime.

Le sommatorie termiche sono state calcolate utilizzando due basi: 6°C e 10°C.

Il periodo considerato si estende dal 11 marzo al 20 ottobre; eventuali periodi precedenti l'ultima gelata tardiva o successivi alla prima gelata precoce sono stati esclusi. La formula impiegata è la seguente:

$$\sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{M_i + m_i}{2} - B \right)$$

dove:

B è la base (6°C e 10°C);

M_g è la temperatura massima giornaliera, sostituita da 30°C se superiore;

m_g è la temperatura minima giornaliera, sostituita da **B** se inferiore.

L'indice di BRANAS (1946) si ottiene come:

$$10^{-2} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} h_i \cdot \sum_{i=1}^{n-1} (t_{mg} - 10)$$

dove:

t_{mg} è la temperatura media giornaliera;

h_g il numero giornaliero di ore di sole che è stato calcolato in funzione del giorno dell'anno e della latitudine con la seguente espressione:

$$h_g = \arccos \left(-\sin(\text{lat}) \cdot \cos \left(23,45 - \sin \left(\frac{284 + gpa}{365} \right) \right) \right)$$

dove:

lat è la latitudine;

gpa il giorno progressivo dell'anno.

La rappresentazione cartografica della distribuzione dei valori di temperatura media sul territorio è stata infine possibile utilizzando il modello digitale del terreno piemontese.

La temperatura è stata calcolata per ogni Km² utilizzando la quota media.

A completamento dell'analisi si è anche cercato di descrivere la variazione delle temperature estreme, ma a causa della difficoltà nel trattamento statistico di questi dati si è deciso di ricorrere semplicemente a curve di inviluppo dei valori estremi in relazione con la quota.

Pluviometria



- 3.1 DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI ANNUE;
- 3.2 NUMERO MEDIO ANNUO DI GIORNI DI PIOGGIA E INTENSITÀ MEDIE;
- 3.3 DISTRIBUZIONE STAGIONALE: Primavera; Estate; Autunno; Inverno;
- 3.4 REGIMI PLUVIOMETRICI;
- 3.5 DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI NELL'ANNO;
- 3.6 PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITÀ DI DURATA 24 ORE;
- 3.7 EVENTI PARTICOLARMENTE INTENSI:
12 - 16 giugno 1957; 7 agosto 1978; 1 - 2 novembre 1968

3.1 DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI ANNUE

La figura 10 illustra sinteticamente i rapporti tra precipitazioni e rilievo in Piemonte: i profili delle piogge medie annue presentano valori minimi sulle aree di pianura e massimi sulle Alpi e sugli Appennini. I massimi assoluti si verificano in corrispondenza dell'interfaccia con la zona pianeggiante; via via che ci si addentra nelle aree montane i valori diminuiscono. Nella comparazione tra i profili nord-sud e est-ovest risalta la differenza tra la sezione orientata secondo i meridiani e quella orientata sui paralleli; i valori massimi di precipitazione stanno fra loro in un rapporto di circa 1:2. I valori più bassi sono collocati nelle aree di pianura sul fianco settentrionale dei rilievi appenninici. L'isoieta dei 1000 mm (vedi carta climatica allegata) segue con buona approssimazione il limite tra la pianura e la montagna nel Piemonte occidentale e meridionale, mentre nel Piemonte settentrionale l'isolinea comprende anche le aree di pianura più prossime alle montagne.

Le zone di maggiore piovosità sono quattro. La più importante per entità di apporti ed estensione spaziale si allunga, con asse orientato NE - SW, dal Lago Maggiore alle Valli di Lanzo; in quest'area si ha il massimo valore annuo pari a 2350 mm nella località di Cicogna (VB).

La seconda area in ordine decrescente si colloca all'estremità sudorientale della regione, sui rilievi appenninici al confine tra Piemonte, Liguria, Lombardia ed Emilia Romagna e coincide all'incirca con i bacini dello Scrivia e del Curone. Qui le isoiete seguono con buona approssimazione, l'andamento delle isoipse; le precipitazioni aumentano dai 700 mm del margine tra pianura e collina fino ai 1500 ed oltre dei settori montuosi più prossimi allo spartiacque.

Il terzo massimo pluviometrico si individua sulle Alpi Marittime; gli afflussi aumentano dai 900 - 1000 mm della pianura cuneese meridionale e delle langhe fino agli oltre 1200 mm annui della zona montuosa, compresa tra la Valle Gesso e la media Valle del Tanaro. Un'area di dimensione ridotta con forma subellittica delimitata dall'isoieta dei 1200 mm, si trova sulle Prealpi tra la Val Chisone e la Val Pellice.

Le aree meno piovose coincidono con la pianura alexandrina, dove annualmente si misurano in media meno di 700 millimetri. Buona parte del Piemonte centro-orientale riceve meno di 800 mm, mentre su i settori meridionali della pianura vercellese e orientali di quella cuneese la media annua non supera i 900 mm: il minimo annuo è ad Alessandria con 650 mm circa. I settori montuosi in cui si hanno scarse precipitazioni comprendono le aree più interne delle valli alpine occidentali - valli Susa, Varaita e Maira - dove la precipitazione media annua è inferiore a 900 mm;

Primavera

In primavera il limite tra pianura e montagna è segnato a nord e a ovest dall'isoieta 350 mm e a sud dall'isoieta 250 mm. Sui rilievi montuosi occidentali e meridionali i massimi valori medi stagionali non superano i 500 mm, mentre sui rilievi settentrionali questo valore è superato in una vasta fascia che include il Biellese, la valle Sesia, il lago d'Orta e i rilievi prospicienti il Lago Maggiore. Il massimo, particolarmente accentuato, cade a ridosso del lago d'Orta, dove si superano i 700 mm.

I settori meno piovosi del Piemonte, delimitati dall'isoieta 200 mm, comprendono la pianura alessandrina, e l'alta valle di Susa.

Estate

Le precipitazioni estive in tutto il Piemonte sono inferiori a quelle primaverili e autunnali. Solo nei quadranti meridionali in estate si raggiungono i valori minimi stagionali. Il limite tra pianura e rilievi montuosi è individuato dall'isoieta 350 a nord, dall'isoieta 250 a ovest e dalla 150 a sud.

Sui rilievi occidentali il totale estivo non supera i 300 mm tranne che nelle Alpi Liguri (valli Vermentagna e Pesio) e nelle Alpi Graie (valli Stura e Orco). Sui rilievi settentrionali vengono superati i 450 mm con un massimo di oltre 650 mm nella valle Cannobina (a ridosso del Lago Maggiore).

Valori inferiori ai 200 mm si verificano nelle zone centro-meridionali (pianure cuneese e alessandrina, Langhe e Monferrato) e in valle Susa.

Autunno

Le analogie tra la distribuzione delle precipitazioni autunnali e quelle primaverili sono molte soprattutto per quanto riguarda i rapporti tra le diverse aree della regione. I valori di precipitazione stagionale al limite tra rilievi e pianura sono praticamente gli stessi, ad eccezione della zona meridionale dove il limite cade in corrispondenza dell'isoieta 300.

Sulle zone centro-occidentali del Piemonte i valori sono generalmente di poco inferiori a quelli primaverili. Nelle aree meridionali e settentrionali invece i valori autunnali sono generalmente più elevati di quelli primaverili, soprattutto nella zona appenninica dove si superano i 550 mm.

Figura 11

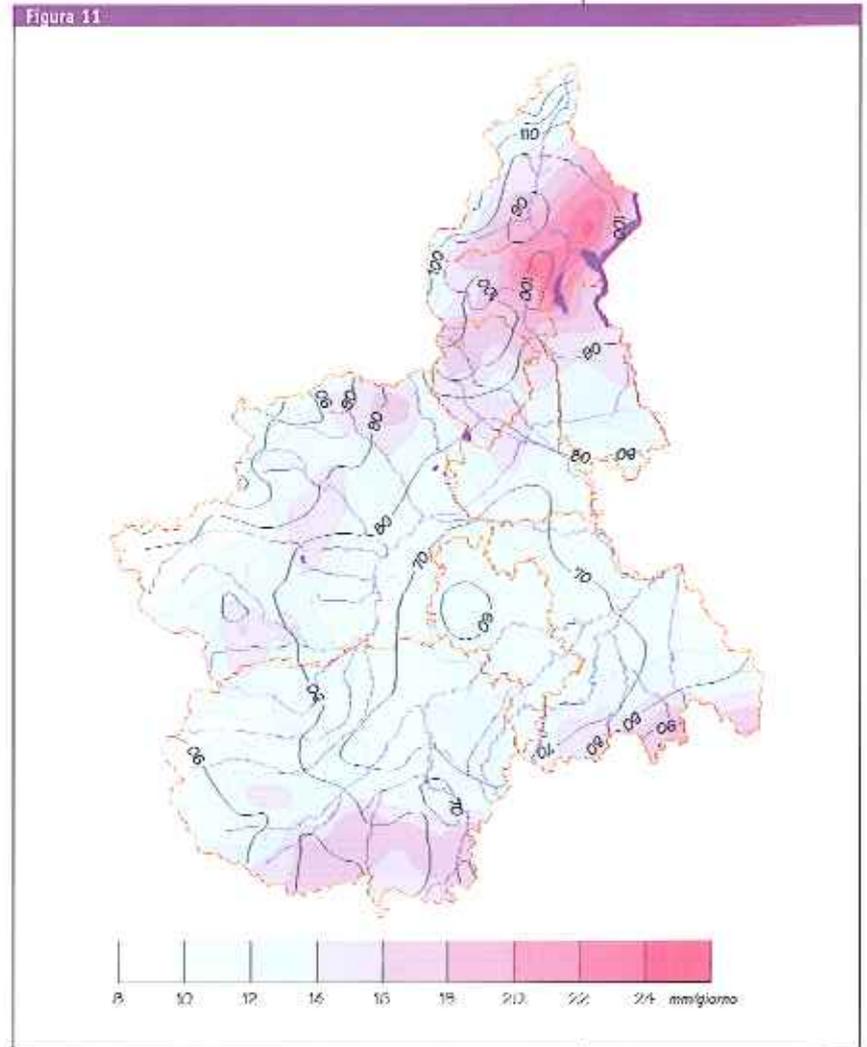


Figura 11

Numero medio di giorni di pioggia (isolinee) e Intensità media.

Inverno

L'inverno è la stagione meno piovosa per quasi tutto il Piemonte. Se si eccettua l'Appennino e la zona settentrionale, valle Toce e alta valle Sesia, il totale stagionale medio è inferiore ai 200 mm. Un totale medio superiore ai 300 mm si ha soltanto sull'Appennino, dove le precipitazioni invernali sono nettamente superiori a quelle estive.

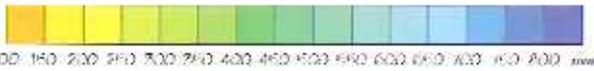
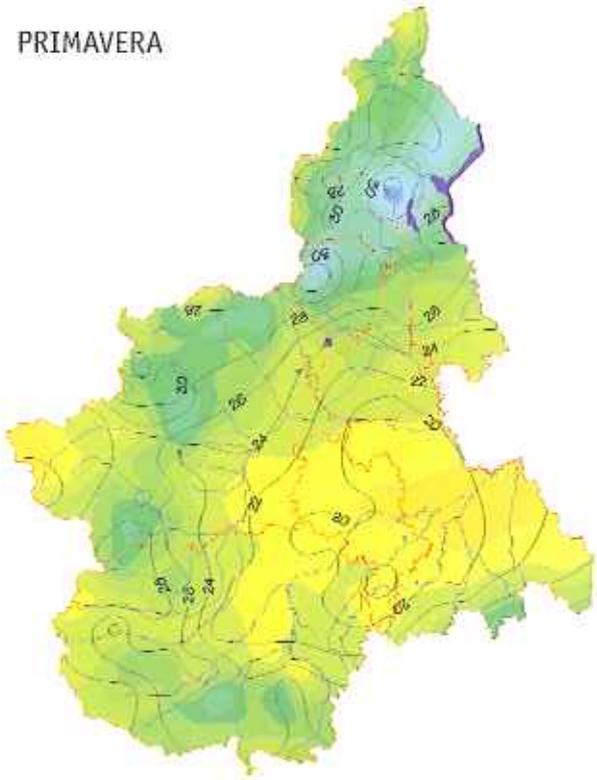
3.4 REGIMI PLUVIOMETRICI

La distribuzione annuale delle precipitazioni in Piemonte (vedi carta climatica allegata) presenta un andamento bimodale, con due massimi, uno primaverile ed uno autunnale, e due minimi, uno invernale ed uno estivo. In base alla collocazione nell'anno del minimo principale, del massimo principale e del massimo secondario si possono distinguere in Piemonte quattro tipi di regime pluviometrico; di questi, tre so-

Figura 12

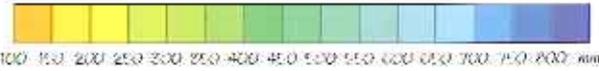
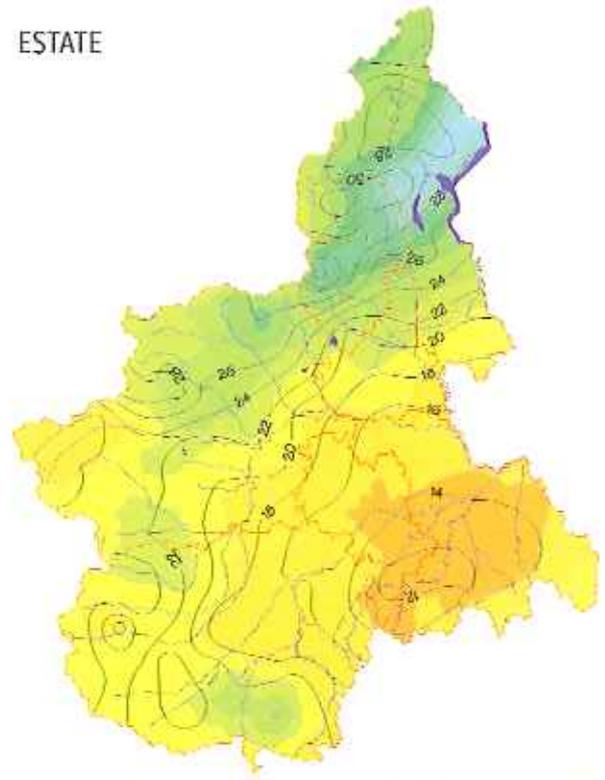
Distribuzione delle precipitazioni medie stagionali e dei giorni di pioggia (isolinee).

PRIMAVERA



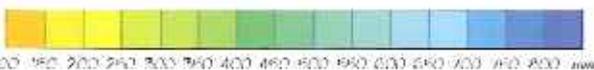
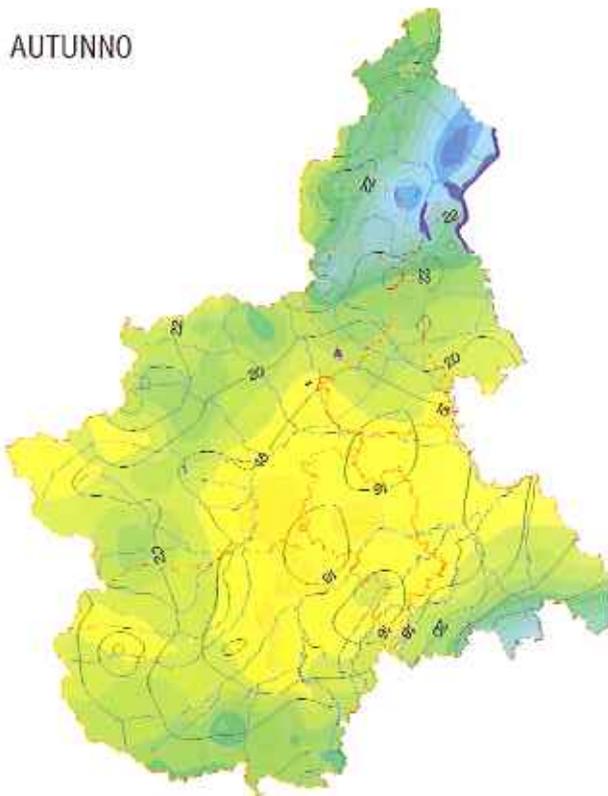
100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 mm

ESTATE



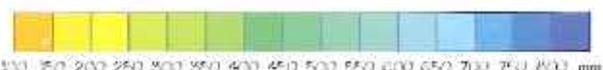
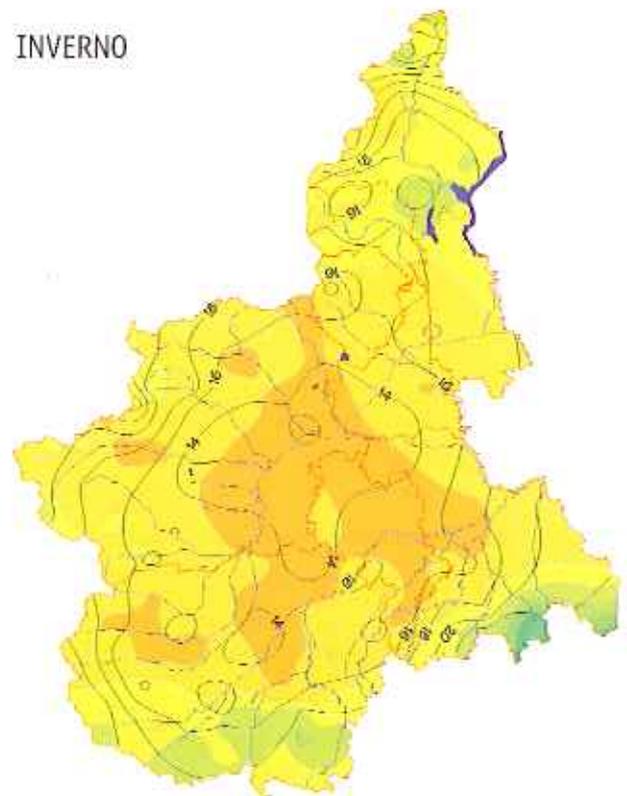
100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 mm

AUTUNNO



100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 mm

INVERNO



100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 mm

no di tipo continentale - (minimo principale in inverno) mentre il quarto è di tipo mediterraneo (minimo principale in estate):

- prealpino: con minimo principale in inverno, massimo principale in primavera e secondario in autunno;
- sublitoraneo: con un minimo principale in estate, massimo principale in autunno e secondario in primavera;

- subalpino: con minimo principale in inverno, massimo principale in autunno e secondario in primavera;

- subcontinentale: con minimo principale in inverno, massimo principale in autunno e secondario in estate.

Per aumentare il grado di dettaglio le aree attribuite ai regimi prealpino e sublitoraneo sono state suddivise in base alle percentuali mensili di pioggia rispetto al valore annuo.

Il regime pluviometrico più frequente in Piemonte, esteso sul 58% circa della regione, è il regime prealpino. Esso comprende le aree di pianura ad esclusione di quella alessandrina, buona parte del Monferrato, la pianura cuneese e tutte le Alpi Cozie, alta valle di Susa esclusa. Il mese più piovoso è maggio nel quale cadono il 12-13% delle precipitazioni annue; seguono ottobre (con l'11%), novembre, aprile e giugno (con il 10%). Il mese meno piovoso è gennaio (4%) seguito da dicembre (5%), febbraio e luglio (6%). Nei restanti mesi (marzo, agosto e settembre) il totale medio è pari al 8% annuo (figura 13 - Torino, Cavour e Vercelli).

La densità media giornaliera calcolata in alcune stazioni caratterizzate da questo regime è compresa tra 10 e 15 mm/giorno in tutte le stagioni, con valori lievemente più elevati in autunno. Il numero medio di giorni di pioggia è compreso tra 15 e 20 in autunno e in inverno, tra 20 e 25 in estate e tra 25 e 30 in primavera. Le precipitazioni sono poco concentrate in tutte le stagioni (figura 14).

Le piogge con intensità media giornaliera inferiore ai 20 mm costituiscono circa la metà delle piogge totali in tutte le stagioni; quelle superiori ai 40 mm/giorno sono a Torino e a Vercelli circa il 10 - 15% in inverno e in primavera e il 15-25% in estate e in autunno, mentre a Cavour sono sempre il 25-28%.

Il secondo regime pluviometrico in ordine di estensione è il sublitoraneo, che si estende su quasi il 24% del Piemonte. Comprende la pianura alessandrina, il

basso Monferrato, le Langhe una parte delle Alpi Marittime e l'alta valle di Susa. I mesi più piovosi sono, mediamente, ottobre e novembre in cui cade quasi il 12% del totale annuo; seguono marzo, aprile e maggio con il 9% circa. Il mese meno piovoso è luglio con il 5% circa del totale annuo; seguono gennaio, giugno e agosto con il 7% circa. Nei restanti mesi (febbraio, settembre e dicembre) il totale medio è pari al 8% annuo.

Le differenze all'interno di quest'area sono sensibili: nella zona dell'Appennino i valori medi di ottobre e novembre sono più elevati (rispettivamente 14% e 13% del totale annuo) mentre i valori estivi sono più bassi rispetto alla media; nella zona alpina invece - valle Susa - i valori autunnati sono più bassi dei valori medi mentre sono più elevati i valori estivi (figura 13 - Lavagnina, Alessandria e Bardonecchia).

Le precipitazioni sono generalmente poco concentrate in tutte le stagioni tranne che nell'Appennino in autunno. Il numero medio di giorni piovosi è compreso tra 20-25 in primavera e in autunno e tra 15-20 in inverno e in estate. (figura 14).

Le tre zone in cui è stata suddivisa l'area di questo regime differiscono sensibilmente riguardo all'intensità di precipitazione (figura 15); nella pianura alessandrina e in Val Susa (Bardonecchia) si hanno sempre intensità basse (inferiori ai 20 mm/giorno), invece nell'Appennino (Lavagnina) la quantità di pioggia con intensità inferiore a 20 mm/giorno costituisce circa il 40% delle precipitazioni totali in inverno, primavera ed estate, mentre in autunno diminuisce al 24%; le precipitazioni con intensità superiore a 40 mm/giorno sono circa il 30% tranne che in autunno in cui formano la metà delle precipitazioni totali.

Gli altri due regimi, subalpino e subcontinentale, sono limitati alla zona settentrionale del Piemonte e si estendono rispettivamente sul 13% e sul 5% circa della regione. In questi regimi si ha una maggior concentrazione delle piogge verso il periodo estivo, più evidente nel regime subcontinentale.

Il regime subalpino si estende sull'alta pianura novareso e vercellese, la valle Sesia e buona parte della valle Toce. Il mese più piovoso è maggio, in cui cade quasi il 12% del totale annuo, seguito da ottobre con l'11% e da giugno e novembre con il 10%; il mese meno piovoso è invece gennaio con il 4%, seguito da

Figura 13

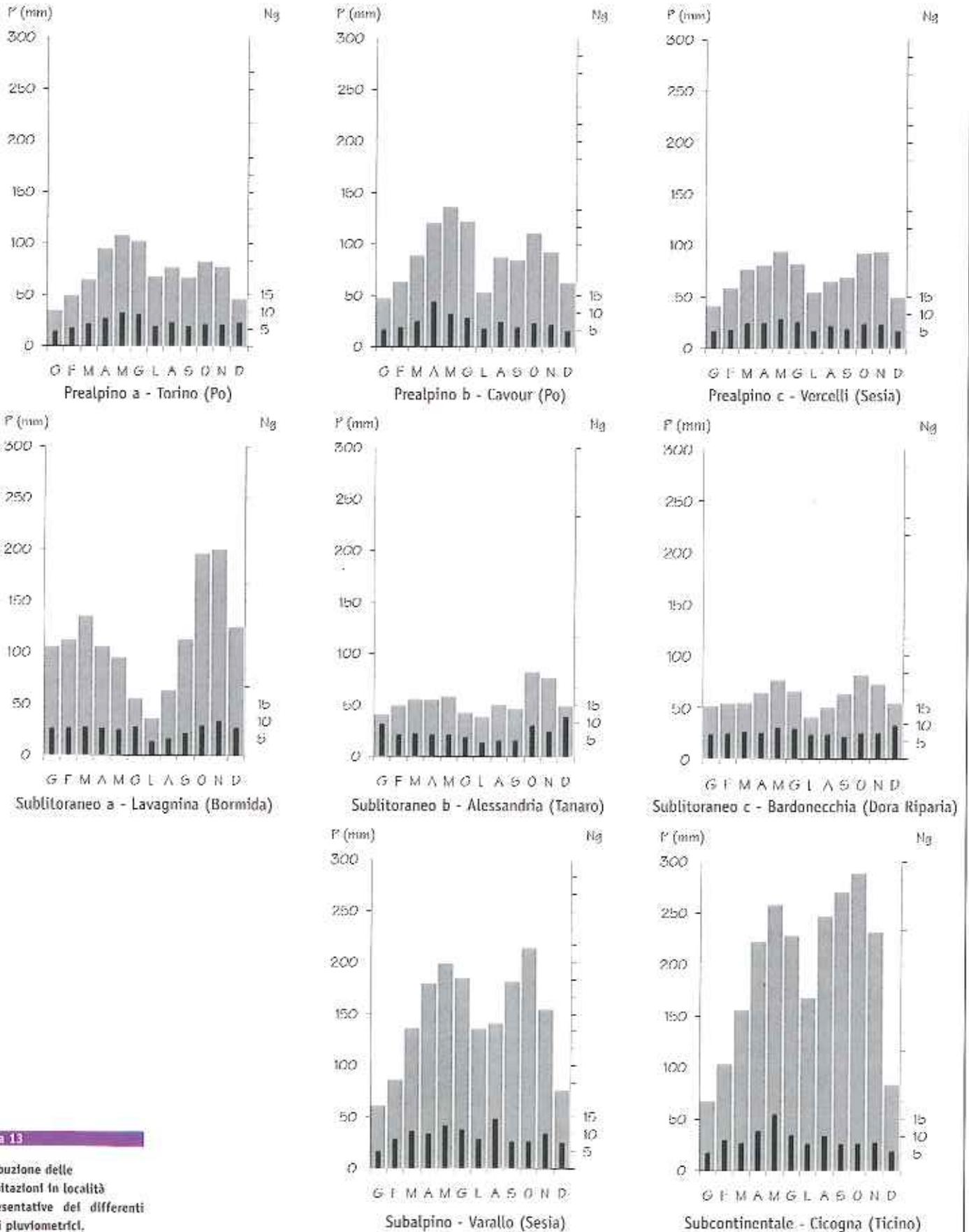
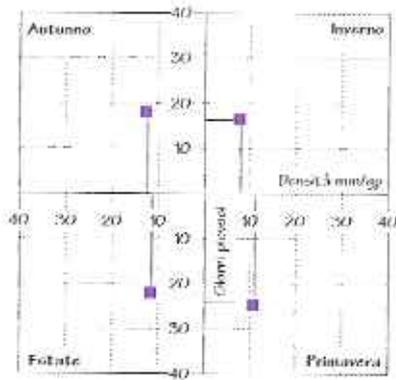


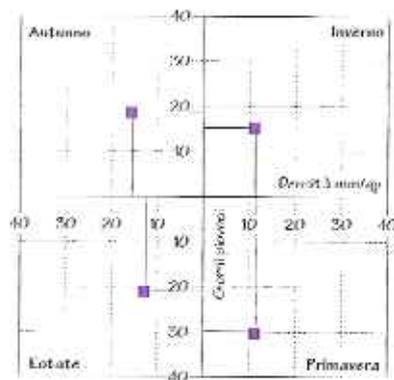
Figura 13

Distribuzione delle precipitazioni in località rappresentative dei differenti regimi pluviometrici.

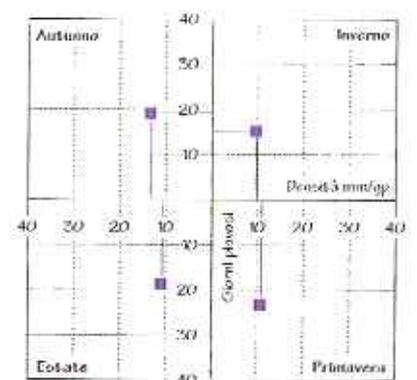
Figura 14



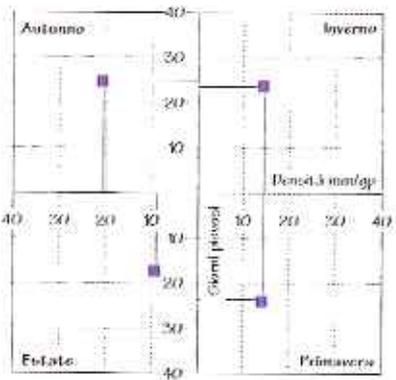
Prealpino a - Iorino (Po)



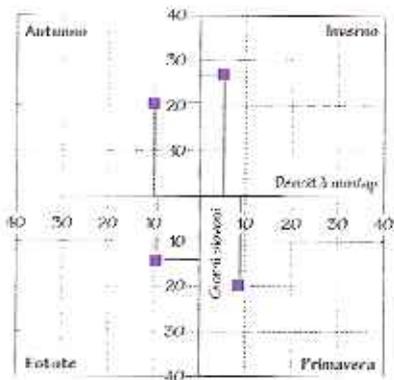
Prealpino b - Cavour (Po)



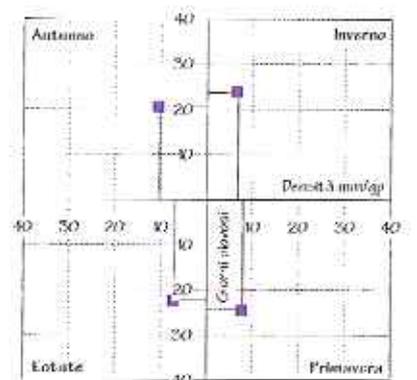
Prealpino c - Vercelli (Sesia)



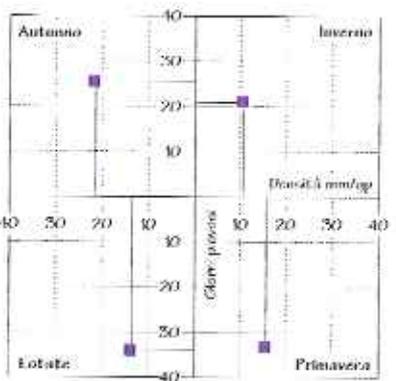
Sublitoraneo a - Lavagnina (Bormida)



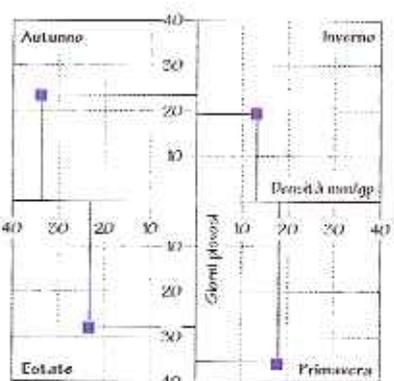
Sublitoraneo b - Alessandria (Tanaro)



Sublitoraneo c - Bardonecchia (Dora Riparia)



Subalpino - Varallo (Sesia)



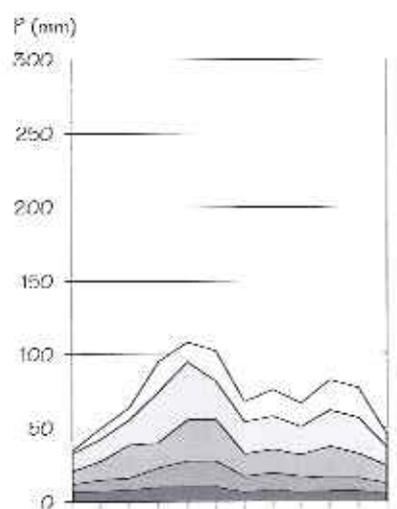
Subcontinentale - Cicogna (Ticino)

Figura 14

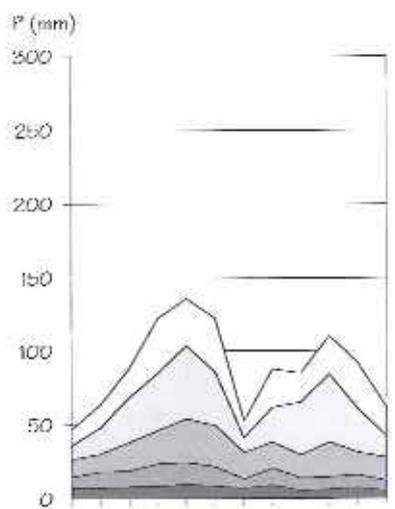
Pollgioni di Balseinte (1954)
per alcune località
rappresentative dei differenti
regimi pluviometrici.

Figura 15

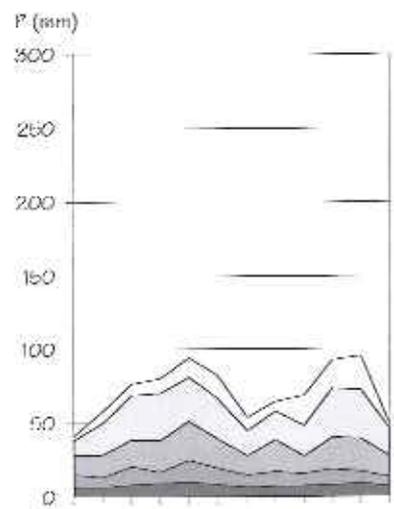
Scomposizione delle precipitazioni mensili in funzione dell'intensità giornaliera (Peguy, 1970).



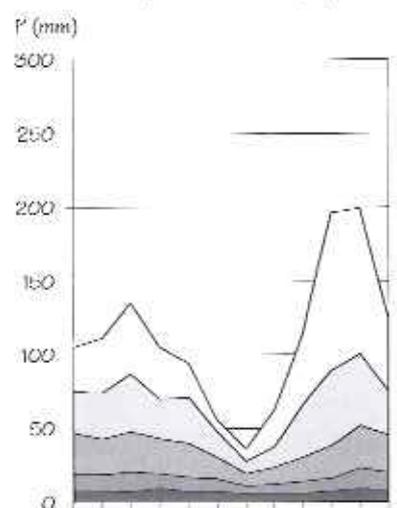
Prealpino a - Torino (Po)



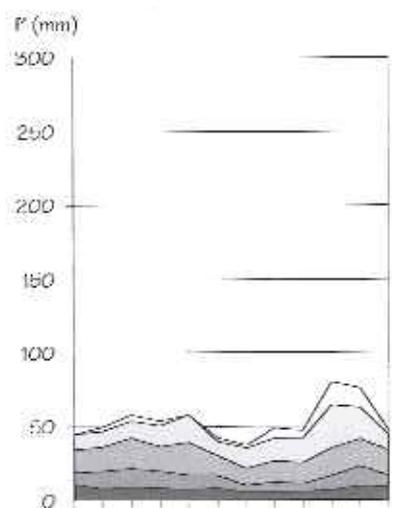
Prealpino b - Cavour (Po)



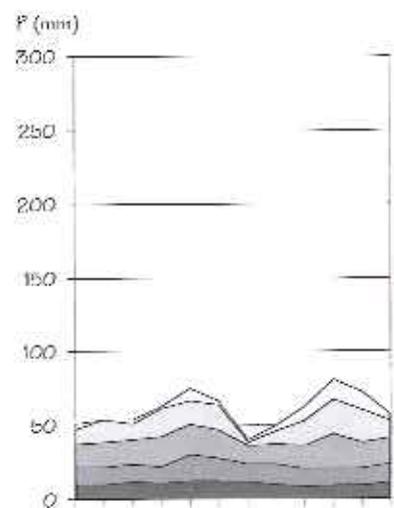
Prealpino c - Vercelli (Sesia)



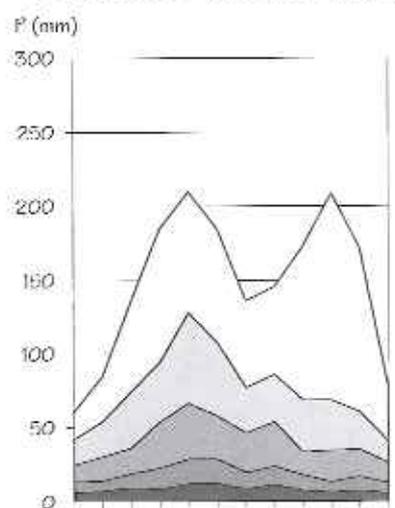
Sublitoraneo a - Lavagnina (Bormida)



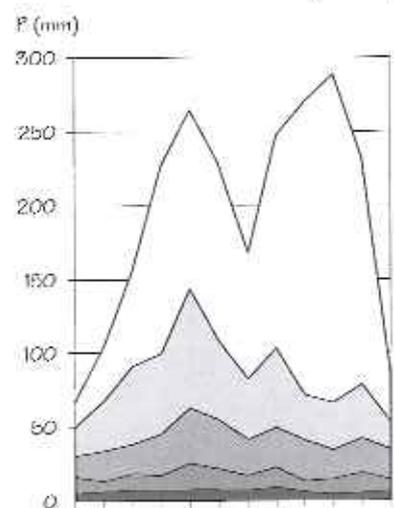
Sublitoraneo b - Alessandria (Tanaro)



Sublitoraneo c - Bardonecchia (Dora Riparia)



Subalpino - Varallo (Sesia)



Subcontinentale - Cicogna (Ticino)

dicembre e febbraio con il 5%; il mese estivo meno piovoso è luglio in cui cade il 7% del totale annuo. A marzo e settembre cade l'8%, mentre a agosto e novembre la percentuale è del 9%. (figura 13, Varallo). La densità media ha valori compresi tra 10-15 mm/giorno in inverno, in primavera e in estate; in autunno supera i 20 mm/giorno; a Varallo le piogge sono poco concentrate in inverno, primavera ed estate, e moderatamente concentrate in autunno.

Il numero di giorni piovosi è pari a 20 in inverno, a 25 in autunno e a 30-35 in primavera e in estate (figura 14). Il 30-35% delle piogge invernali, primaverili e estive ed il 20% di quelle autunnali cadono con un'intensità inferiore a 20 mm; in inverno, in primavera e in estate il 40-45%, e in autunno il 65% delle precipitazioni ha un'intensità superiore a 40 mm/giorno (figura 15).

Il regime subcontinentale si estende su una limitata area prossima al lago Maggiore. I mesi più piovosi sono maggio, settembre e ottobre con l'11% del totale annuo, seguiti da agosto e giugno con il 10%.

Il mese meno piovoso è gennaio con il 4%, seguito da febbraio e dicembre con il 5%; il mese estivo meno piovoso è luglio con il 7% del totale annuo; il 7% del totale annuo cade anche in marzo, mentre in aprile e novembre si ha il 9% (figura 13, Cicogna).

Le precipitazioni sono molto concentrate in autunno e moderatamente nelle altre stagioni. Il numero di giorni piovosi è pari a 20-25 in inverno e in autunno, 35-30 in estate e 35 in primavera (figura 14).

Le piogge che cadono con un'intensità inferiore a 20

mm/giorno rappresentano il 40% del totale in inverno, il 23% in primavera e in estate e il 15% in autunno; quelle con intensità superiore ai 40mm/giorno costituiscono il 33%, in inverno, il 50% in primavera e in estate e il 73% in autunno.

L'elevata intensità di precipitazione, che caratterizza l'Appennino e il Piemonte settentrionale, è correlabile alla loro elevata propensione al dissesto.

3.5 DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI NELL'ANNO

Suddividendo la regione in base a raggruppamenti di bacini idrografici (tabella 4) si osserva che piovono oltre 1500 mm solo nel gruppo di bacini Toce - Lago Maggiore, tra 1000 mm e 1500 mm, in ordine decrescente, nei gruppi Sesia - Agogna - Terdoppio, Stura di Lanzo, Orco, Pellice - Chisone, Dora Baltea e Bormida - Scrivia; nei rimanenti si registra una quantità di pioggia compresa tra 900 e 1000 mm, solo nel bacino della Dora Riparia si hanno meno di 900 mm di pioggia all'anno. Per quanto riguarda il numero di giorni piovosi, se ne hanno più di 110 solo nel raggruppamento Toce - Lago Maggiore, tra 100 e 110 nei bacini della Stura di Lanzo, del Pellice e del Sesia Agogna - Terdoppio, tra 90 e 100 negli altri, fatta eccezione per i bacini della Dora Baltea, del Po e del Bormida - Scrivia (meno di 90).

La massima densità annua di pioggia non si verifica nel bacino con il massimo pluviometrico, ma in quello del Sesia - Agogna - Terdoppio (14.4 mm/giorno),

Tabella 4

Precipitazioni medie annue e numero dei giorni piovosi medi annui per ogni bacino.

Tabella 4

Numero di stazioni	Bacino	Precipitazioni	Media annua	
			Giorni piovosi	Intensità media (mm/giorno)
14	Toce - Lago Maggiore	1594	119	13,4
17	Sesia - Agogna - Terdoppio	1424	100	14,2
3	Dora Baltea	1075	89	12,1
5	Orco	1224	96	12,8
9	Stura di Lanzo	1243	106	11,7
5	Dora Riparia	869	94	9,2
5	Pellice	1083	101	10,7
11	Po	902	89	10,2
13	Maira - Varaita	935	97	9,7
19	Tanaro	983	90	11,0
11	Bormida - Scrivia	1006	87	11,6

mentre la densità minima si verifica in quello della Dora Riparia (9.2 mm/giorno)

La mancanza in alcuni bacini di stazioni a quota superiore ai 1000 metri, dotate di un numero significativo di dati (Dora Baltea, Po, Bormida - Orba - Scrivia) non sempre permette una valutazione accurata delle relazioni quota e precipitazioni.

Dove si hanno le stazioni distribuite alle diverse altitudini (Tabella 5) si assiste ad un aumento della quantità di pioggia a quote intermedie (Toce, Sesia, Orco, Stura di Lanzo, Maira - Varaita e Tanaro) come già evidenziato nella descrizione della distribuzione delle precipitazioni. Il numero dei giorni piovosi ha una variabilità indipendente dalla quota.

Nel bacino della Stura di Lanzo, ad esempio crescono con l'altitudine, al contrario in quello della Dora Riparia diminuiscono.

I bacini Orco, Stura di Lanzo, Pellice - Chisone, Po, e Maira - Varaita sono caratterizzati da un regime di tipo prealpino; il bacino Bormida - Scrivia ha un regime di tipo sublitoraneo, mentre il bacino del Tanaro rappresenta il passaggio tra i regimi continentali con minimo principale invernale e quelli marittimi con minimo principale estivo, infatti le località a nord del corso d'acqua sono caratterizzate da un regime di tipo prealpino, quelle a sud e a est hanno un regime

sublitoraneo e le località a ovest, tranne Entracque (regime sublitoraneo), manifestano una situazione di transizione in cui il minimo principale è in estate ed il massimo principale è in primavera (regime intero - padano non rappresentato nella carta dei regimi pluviometrici, poiché i valori percentuali dei mesi in cui si verificano i massimi non superano l'unità).

Nel gruppo di bacini Toce - Lago Maggiore si ha un regime prealpino a Domodossola e Campliccioli, subcontinentale a Cicogna, Vannino, Toggia e subalpino in tutte le altre località;

Il Bacino Sesia - Agogna - Terdoppio è caratterizzato da un regime prealpino tranne che a Arborio, Salussola, Yricerro e Varallo dove è subalpino.

Nel bacino Dora Baltea a Ivrea e a Mazzé si ha un regime pluviometrico subcontinentale, con un massimo estivo, mentre a Ponte Preti si ha un regime prealpino. Inoltre si osserva che nei bacini posti a nord i massimi cadono nei mesi di maggio-giugno e ottobre-novembre (Toce - Lago Maggiore, Sesia - Agogna - Terdoppio e Dora Baltea), più a sud cadono sempre nei mesi di maggio e ottobre (Orco, Stura di Lanzo, Dora Riparia, Pellice - Chisone, Po, Maira - Varaita) e in quelli del Tanaro e del Bormida - Scrivia - Orba i mesi in cui si hanno i massimi sono spostati verso l'inverno (marzo-aprile-maggio, ottobre-novembre).

Tabella 5 Valori di precipitazione media mensile ed annua e numero di giorni piovosi (sono evidenziati i massimi primaverile e autunnale).

Bacino	Nome stazione	Quota	Dati	gen	feb.	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
TOCE E LAGO MAGGIORE	Pallanza	202	mm	66	85	125	177	173	178	124	167	183	201	163	85	1726
			giorni	8	6	8	9	12	10	8	10	8	8	8	8	9
	Domodossola	277	mm	53	70	106	140	158	120	81	117	101	161	141	72	1320
			giorni	8	6	10	9	10	9	8	11	7	7	7	7	11
	Paruzzaro	334	mm	73	93	133	160	183	178	105	129	150	169	159	78	1610
			giorni	16	8	17	15	15	14	10	8	12	17	21	16	169
	Verampio	525	mm	61	71	97	135	152	124	78	120	105	147	139	75	1303
			giorni	7	8	9	9	11	11	9	10	8	8	8	8	9
	Varzo	550	mm	54	74	102	152	183	142	85	149	130	198	155	74	1498
			giorni	6	7	8	9	11	10	8	10	8	8	9	6	100
	Bannio-Anzino	670	mm	64	90	134	151	198	158	102	144	136	190	160	86	1613
			giorni	5	8	7	11	11	10	8	10	7	7	7	6	96
	Marmo Sambughetto	765	mm	79	110	169	257	305	238	167	221	258	281	229	96	2407
			giorni	6	10	12	11	14	12	9	10	9	8	8	6	115
	Cicogna	770	mm	67	103	156	222	258	228	168	247	271	289	232	84	2325
			giorni	5	9	8	11	16	10	8	10	8	8	8	5	106
Goglio	1140	mm	74	94	112	133	155	151	89	148	113	174	156	84	1483	
		giorni	8	9	10	10	12	15	13	14	9	9	10	8	127	
Campicciolo	1310	mm	61	80	115	171	195	137	85	139	124	188	151	75	1521	
		giorni	7	8	9	10	13	11	8	11	8	11	9	7	111	
Codelago	1846	mm	87	100	119	159	186	150	105	147	133	188	161	103	1638	
		giorni	11	10	11	11	14	13	10	12	13	12	14	11	142	
Vannino	2153	mm	65	73	71	103	135	133	103	154	133	151	103	74	1296	
		giorni	9	12	10	11	13	13	11	13	11	10	11	10	133	
Toggia	2160	mm	84	89	81	102	111	124	92	136	114	136	121	88	1278	
		giorni	12	10	11	11	12	13	11	13	10	10	11	11	136	
Camposecco	2308	mm	58	78	99	128	154	131	81	124	104	143	122	72	1295	
		giorni	15	11	9	10	12	11	9	11	8	9	9	8	122	
SESTIA, AOGNA E TERDOPPIO	Vercelli	135	mm	41	58	77	80	94	82	54	65	69	93	94	49	856
			giorni	5	5	7	7	9	7	5	6	6	7	7	5	76
	Tricerro	160	mm	46	65	79	84	97	82	53	76	72	94	100	56	903
			giorni	5	5	6	6	8	7	5	8	7	6	6	5	72
	Novara	164	mm	54	59	83	90	109	94	62	67	69	98	104	60	967
			giorni	14	11	12	8	11	11	5	6	5	10	12	6	111
	Arborio	185	mm	57	75	102	114	125	119	86	98	105	126	126	70	1202
			giorni	6	6	8	9	10	10	6	7	7	8	8	6	91
	Romagnano	266	mm	53	68	103	126	154	145	101	114	118	134	135	68	1317
			giorni	5	5	7	9	11	10	7	11	7	7	7	5	93
	Salussola	289	mm	50	67	100	114	129	124	80	94	99	129	127	63	1177
			giorni	5	5	7	7	9	8	5	6	6	6	6	7	5
	Borgomanero	306	mm	58	76	118	144	164	148	91	113	129	141	138	65	1385
			giorni	11	9	10	10	12	16	10	11	10	10	10	15	13
	Borghesio	360	mm	57	83	143	183	203	201	133	151	181	193	181	69	1778
			giorni	4	6	10	9	17	14	8	11	8	8	8	7	5
Sostegno	397	mm	52	83	121	160	159	164	127	128	129	146	156	73	1497	
		giorni	4	5	7	9	10	10	10	8	7	6	7	6	5	82

Tabella 5 Valori di precipitazione media mensile ed annua e numero di giorni piovosi (sono evidenziati i massimi primaverili e autunnale).

Bacino	Nome stazione	Quota	Dati	gen	feb.	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
SESSIA, AOGNA E TERDOPIO	Varallo	453	mm	60	86	136	179	199	184	136	141	181	214	155	75	1746
			giorni	5	8	11	10	12	11	8	14	8	8	10	8	113
	Tollegno	495	mm	49	69	104	154	174	174	118	135	117	147	131	57	1430
			giorni	5	6	16	13	13	12	11	17	10	10	7	10	131
	Bocciolèto	667	mm	66	86	133	192	216	176	118	141	146	199	186	86	1744
			giorni	5	6	8	11	12	12	9	10	8	7	8	6	102
	Campertogno	815	mm	54	76	121	164	201	135	81	122	118	172	150	71	1464
			giorni	5	6	8	12	16	14	11	11	8	8	8	8	115
Rimasco	905	mm	46	71	104	161	212	156	94	124	120	171	141	65	1466	
		giorni	5	6	7	10	14	14	10	14	8	8	8	5	108	
Piedicavallo	1050	mm	65	85	121	185	209	173	95	142	142	197	169	74	1658	
		giorni	4	5	7	9	12	11	8	9	7	7	7	4	91	
Carcoforo-Ferrate	1150	mm	65	104	133	188	212	164	106	146	127	187	166	84	1681	
		giorni	4	5	6	10	11	11	8	10	7	6	6	4	90	
Oropa	1180	mm	51	86	144	223	289	229	123	170	170	223	169	74	1951	
		giorni	6	7	10	11	14	13	9	11	9	9	8	6	113	
DORA BALTEA	Mazze'	218	mm	33	46	65	93	93	97	69	72	67	86	82	46	850
			giorni	4	5	6	8	9	9	9	7	6	7	6	5	81
	Ivrea	267	mm	39	48	77	109	125	134	88	100	80	105	97	49	1052
		giorni	4	8	10	9	11	10	7	8	6	7	7	5	92	
Ponte Preti	290	mm	47	72	105	136	170	154	107	117	102	137	116	61	1323	
		giorni	4	6	8	9	12	13	8	9	7	7	7	5	95	
ORCO	Pont Canavese	461	mm	40	54	84	135	182	160	83	117	97	138	91	47	1228
			giorni	4	6	7	9	12	11	7	11	7	7	7	4	94
	Rosone	714	mm	48	74	111	143	158	115	62	94	92	135	116	58	1204
			giorni	5	7	8	9	11	11	7	9	7	7	7	6	95
	Ingrìa	827	mm	48	86	118	159	181	167	85	110	107	150	127	54	1393
			giorni	5	7	8	12	12	11	8	9	7	8	8	5	100
Piamprato	1550	mm	47	69	81	130	153	137	83	127	106	135	106	64	1236	
		giorni	5	6	7	8	11	11	8	9	7	7	7	6	92	
Ceresole Reale	1600	mm	46	60	74	113	134	112	60	91	92	123	96	59	1051	
		giorni	6	7	8	9	11	10	8	9	7	8	7	7	99	
STUPRA DI LANZO	Funghera	502	mm	47	59	114	154	176	142	88	97	109	159	132	65	1342
			giorni	5	11	10	9	11	10	7	13	9	7	10	5	107
	Ceres	704	mm	45	62	104	146	160	140	77	97	113	140	112	59	1254
			giorni	6	12	9	10	11	11	8	9	8	8	7	6	104
	Viu'	785	mm	43	66	115	168	179	143	81	105	100	149	119	69	1338
			giorni	7	6	11	13	13	12	11	14	7	8	7	5	112
	Ala Di Stura	1210	mm	49	76	110	162	178	137	71	98	109	156	122	64	1332
			giorni	6	7	8	10	12	11	8	9	8	8	7	6	102
	Usseglio	1265	mm	47	64	90	130	151	122	56	84	84	121	90	58	1096
			giorni	6	7	9	10	12	11	8	9	7	8	7	6	102
Balme D'ala	1458	mm	76	103	109	153	163	130	57	88	100	154	123	83	1342	
		giorni	6	7	7	8	10	10	7	8	7	8	6	6	91	
Malciaussia	1810	mm	60	61	86	129	152	122	60	82	85	124	104	68	1131	
		giorni	10	8	9	10	11	11	10	9	7	8	8	7	107	

Tabella 5 Valori di precipitazione media mensile ed annua e numero di giorni piovosi (sono evidenziati i massimi primaverile e autunnale).

Bacino	Nome stazione	Quota	Dati	gen	feb.	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
STURA DI LAINZO	Lago Dietro	2400	mm	55	62	80	118	144	143	72	116	116	139	83	64	1192
			giorni	8	9	10	11	12	12	8	10	9	11	9	9	117
DORA RIPARIA	Lago Della Rossa	2716	mm	53	71	85	124	155	121	66	105	105	127	87	66	1164
			giorni	8	9	10	11	13	12	8	10	9	8	8	8	113
DORA RIPARIA	Reano	480	mm	36	59	83	109	138	122	55	83	87	124	106	56	1060
			giorni	6	8	12	13	15	15	8	6	8	9	12	7	118
DORA RIPARIA	Venaus	620	mm	49	57	75	92	94	67	31	51	57	89	74	52	780
			giorni	6	7	8	8	9	9	6	7	6	7	7	6	84
DORA RIPARIA	Salbertrand	1031	mm	51	62	68	82	85	69	34	54	56	84	71	61	775
			giorni	6	7	8	11	9	9	6	7	6	7	7	6	89
DORA RIPARIA	Bardonecchia	1360	mm	51	53	54	64	76	65	40	50	63	81	73	54	724
			giorni	7	7	8	7	9	9	7	7	6	7	7	10	91
DORA RIPARIA	Thures	1203	mm	66	70	83	90	100	96	53	68	88	104	102	76	996
			giorni	6	10	7	7	8	8	9	7	7	7	7	7	90
PELLICE E CHISONE	Luserna S.G.	476	mm	51	68	114	137	171	125	48	83	104	149	105	74	1220
			giorni	5	6	9	9	11	9	5	7	7	7	7	5	88
PELLICE E CHISONE	Villar Perosa	590	mm	46	60	101	144	152	119	50	82	98	129	96	63	1140
			giorni	5	6	9	10	11	10	9	10	7	8	10	5	99
PELLICE E CHISONE	Perosa Argentina	640	mm	43	47	78	113	133	102	46	68	78	113	84	55	960
			giorni	5	8	7	11	16	10	6	15	6	10	6	8	108
PELLICE E CHISONE	Angrogna	782	mm	54	73	118	146	177	124	57	89	111	148	110	63	1270
			giorni	4	6	8	9	11	10	6	7	7	7	6	5	85
PELLICE E CHISONE	Pragelato	1524	mm	50	51	66	79	91	86	40	65	65	95	74	56	818
			giorni	8	11	12	13	10	14	9	10	6	9	12	11	125
PO	Chivasso	183	mm	38	55	69	89	108	87	45	60	58	75	88	45	817
			giorni	5	5	7	8	9	11	5	6	5	6	9	7	83
PO	Moncalieri	225	mm	32	43	48	75	86	78	44	49	57	67	65	39	682
			giorni	10	8	12	13	14	14	9	12	8	6	9	7	122
PO	Torino	238	mm	35	49	64	95	108	102	68	76	67	82	77	45	869
			giorni	4	5	7	8	10	9	6	7	6	6	6	7	81
PO	Lombriasco	241	mm	33	47	64	81	89	84	46	53	68	71	76	50	762
			giorni	10	8	12	10	8	11	5	9	6	6	9	7	101
PO	Cumiana Bivio	290	mm	45	64	80	101	117	99	55	62	70	94	86	51	924
			giorni	8	9	10	11	12	9	6	7	6	10	6	7	101
PO	Mombello Monf.	294	mm	45	58	67	75	98	71	44	64	61	76	79	48	786
			giorni	7	7	6	6	7	6	7	5	4	5	5	4	69
PO	Cavour	360	mm	47	63	88	120	136	122	53	88	85	110	92	62	1067
			giorni	5	6	7	13	10	8	5	7	6	7	6	5	85
PO	Pinerolo	377	mm	54	72	104	141	150	124	58	82	99	135	110	63	1193
			giorni	4	6	7	8	9	9	6	7	6	7	9	4	81
PO	Saluzzo	395	mm	48	61	87	116	129	109	58	75	73	102	89	64	1011
			giorni	5	6	8	8	10	9	5	6	6	7	6	5	80
PO	Pino Tor.	620	mm	25	42	51	82	98	101	54	65	69	79	71	43	781
			giorni	4	5	6	8	9	10	6	7	6	6	6	5	78
PO	Calcinere	700	mm	36	53	82	120	144	119	59	80	87	112	82	54	1028
			giorni	4	6	8	10	11	10	7	10	7	10	7	4	94

Tabella 5 Valori di precipitazione media mensile ed annua e numero di giorni piovosi (sono evidenziati i massimi primaverile e autunnale).

Bacino	Nome stazione	Quota	Dati	gen	feb.	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
MAICA E VARALTA	Racconigi	255	mm	44	61	77	95	98	90	43	66	72	80	80	54	858
			giorni	5	8	7	7	8	8	8	5	6	5	6	6	4
	Savigliano	330	mm	28	42	62	78	76	73	34	42	61	67	73	44	679
			giorni	7	8	12	10	10	8	7	19	5	11	8	7	112
	Centallo	480	mm	45	69	89	95	101	81	39	50	66	99	91	68	892
			giorni	7	7	6	6	11	6	4	10	13	6	5	4	87
	Caraglio	575	mm	49	70	97	114	125	96	50	75	77	108	95	63	1020
			giorni	7	9	8	8	10	8	5	7	6	7	7	5	87
	Brossasco	610	mm	48	56	87	117	125	102	56	77	76	107	88	64	1002
			giorni	8	9	11	9	13	10	6	7	6	7	7	5	98
	Dronero	619	mm	47	49	77	91	112	91	45	57	74	98	85	56	883
			giorni	4	5	8	8	13	12	6	6	6	7	6	5	87
	Monterosso	720	mm	74	77	106	119	145	119	68	78	83	139	112	89	1210
			giorni	5	6	7	8	9	8	5	6	6	10	10	5	84
	Combamala	915	mm	42	46	78	103	115	95	59	67	74	99	77	55	909
			giorni	5	6	8	9	11	10	6	10	7	7	7	5	90
	Sampeyre	980	mm	36	44	63	92	103	92	52	59	70	88	74	50	824
			giorni	4	9	10	12	13	13	10	10	10	10	9	8	118
	Stroppa	1080	mm	49	62	91	99	103	86	41	57	65	84	86	64	887
giorni			11	16	17	15	11	11	7	8	11	14	8	12	140	
Castelmagno	1262	mm	68	81	110	132	154	116	57	79	97	132	107	91	1223	
		giorni	4	5	9	8	10	9	6	7	7	10	6	7	89	
Casteldelfino	1296	mm	46	52	75	94	107	93	43	58	71	91	74	55	858	
		giorni	5	6	9	9	11	10	7	7	7	8	7	6	93	
Acceglio Saretto	1540	mm	49	58	74	86	100	90	50	68	80	108	84	64	910	
		giorni	6	7	9	9	10	11	7	8	7	8	7	7	97	
TANARO	Sale	83	mm	54	61	68	60	69	57	42	51	54	89	89	65	758
			giorni	6	9	7	7	7	8	4	7	5	9	11	7	87
	Alessandria	95	mm	41	49	56	55	58	43	38	50	47	82	77	50	647
			giorni	9	6	7	6	6	6	4	5	5	9	7	11	81
	Asti	126	mm	42	49	66	60	66	53	50	50	51	72	79	45	682
			giorni	10	8	7	6	7	11	5	7	5	6	9	8	89
	Alba	183	mm	49	53	68	81	83	66	37	54	61	82	92	60	786
			giorni	8	11	6	6	8	6	4	5	5	6	6	11	83
	Castagnole Lanze	271	mm	51	65	69	81	88	59	44	53	58	83	96	53	802
			giorni	13	9	11	6	10	6	7	7	7	8	6	8	98
	Bra	290	mm	37	49	62	78	83	64	37	54	58	72	69	47	711
			giorni	4	5	9	7	8	9	7	8	5	6	6	5	80
	Ceva	388	mm	54	75	94	88	95	65	44	62	66	106	114	77	940
			giorni	5	6	7	7	9	7	5	6	5	7	6	6	77
	S.Stefano Roero	388	mm	43	50	70	88	86	69	45	60	55	75	82	46	769
			giorni	9	7	6	6	7	11	6	5	7	5	8	7	85
	La Morra	513	mm	49	65	83	94	97	74	41	60	64	92	100	66	886
			giorni	4	5	8	9	8	7	4	6	5	6	6	5	72
	Cuneo	536	mm	57	66	92	107	118	99	55	71	80	110	101	73	1028
giorni			6	6	9	8	10	9	6	7	6	7	7	5	85	

Tabella 5 Valori di precipitazione media mensile ed annua e numero di giorni piovosi (sono evidenziati i massimi primaverili e autunnali).

Bacino	Nome stazione	Quota	Dati	gen	feb.	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
TAMARO	Mondovì	555	mm	43	57	85	98	107	77	40	56	62	99	100	65	889
			giorni	8	9	10	10	9	8	7	6	8	7	6	5	93
	Chiusa Pesio	580	mm	74	104	132	140	139	128	73	103	114	132	135	93	1367
			giorni	10	6	7	11	12	8	8	6	6	10	6	5	94
	Presa C. Le Molline	620	mm	77	101	126	135	132	109	65	91	101	130	137	90	1292
			giorni	8	7	8	9	12	9	5	7	6	8	10	8	99
	Borgo S. Dalmazzo	641	mm	63	74	92	118	115	93	54	76	83	112	98	71	1050
			giorni	5	6	10	11	9	11	8	9	9	10	9	10	108
	Valdieri	780	mm	75	91	128	148	142	104	57	97	112	156	139	96	1363
			giorni	5	6	7	8	9	7	8	6	6	7	7	5	82
Prea	850	mm	88	99	108	121	140	124	77	98	110	147	133	103	1348	
		giorni	9	10	7	11	9	9	6	7	6	11	11	6	101	
Entracque	900	mm	88	92	118	134	128	85	57	82	104	147	137	99	1272	
		giorni	11	9	10	11	10	7	6	6	7	10	7	5	97	
Vinadio	900	mm	72	76	108	111	118	86	43	62	84	124	113	83	1079	
		giorni	6	7	9	10	11	12	6	6	7	8	10	6	96	
Pietraporzio	1250	mm	75	75	97	103	102	86	50	66	76	112	112	85	1039	
		giorni	7	8	9	9	10	10	7	8	7	8	8	7	97	
BORMIDA, OREA E SCRIVIA	Sezzadello	127	mm	45	53	68	60	69	46	36	56	59	104	90	54	741
			giorni	8	8	12	9	12	8	6	7	7	8	9	8	99
	Acqui	167	mm	46	54	76	63	62	33	26	44	53	100	93	61	711
			giorni	6	8	12	11	9	5	3	4	7	9	7	6	88
	Ovada	187	mm	63	81	100	80	75	41	29	50	83	149	140	73	965
			giorni	6	6	7	7	6	5	3	4	5	7	8	6	70
	Stazzano	219	mm	75	76	95	72	76	48	33	53	73	141	138	86	966
			giorni	17	12	8	15	7	5	6	4	5	10	9	13	111
	Bubbio	224	mm	39	56	71	65	61	41	34	49	52	87	91	52	697
			giorni	5	5	6	5	6	4	3	4	4	6	6	5	58
	Lavagnina C. Le	245	mm	105	112	135	105	94	56	36	63	113	196	199	124	1339
			giorni	8	8	8	8	7	8	4	5	6	9	10	8	89
	Spigno Monf.	258	mm	53	68	84	69	74	39	32	50	68	104	104	64	810
			giorni	6	6	7	7	7	5	4	5	5	7	7	6	70
	Ortiglieto	300	mm	97	102	126	96	94	52	36	67	102	186	174	111	1243
			giorni	8	8	8	8	8	6	4	8	9	8	9	8	90
	Cortemilia	305	mm	44	65	81	88	66	62	37	50	63	91	102	64	815
			giorni	7	7	9	6	6	5	9	7	4	8	11	7	87
	Castagnola	560	mm	163	142	154	123	103	70	68	76	146	247	253	172	1715
			giorni	11	7	11	8	8	7	4	5	7	9	10	10	98
Piancastagna	732	mm	66	87	111	84	92	48	36	60	86	148	158	87	1065	
		giorni	10	12	8	8	8	6	4	5	6	7	8	15	96	

3.6 PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITÀ DI DURATA 24 ORE

La distribuzione delle precipitazioni di massima intensità (figura 16) segue abbastanza fedelmente quella delle precipitazioni medie annue.

I massimi si collocano sempre nella provincia di Verbania per tutti i tempi di ritorno esaminati: 2, 5, 10, 20, 50, 100 anni.

Più precisamente i valori massimi sono raggiunti in Valle Strona rispettivamente con 200 mm, 280 mm, 340 mm, 400 mm, 490 mm e 560 mm in 24 ore.

I valori più bassi si rilevano nella pianura alessandrina ma tutta la pianura ed il Monferrato sono interessati da intensità relativamente moderate, rispettivamente inferiori a 75 mm, 100 mm, 150 mm, 150 mm, 200 mm e 200 mm nelle 24 ore.

La zona con elevate intensità di precipitazione interessa tutto il margine pedemontano e i primi rilievi montuosi e contrasta abbastanza fortemente con la situazione delle pianure; le intensità di precipitazione sulle 24 ore possono superare quelle della pianura di 50 o 100 mm.

Nella zona più interna dei rilievi alpini le intensità diminuiscono raggiungendo, nei pressi dello spartiacque, valori prossimi a quelli della pianura. Spicca su tutte le carte un corridoio, corrispondente alle valli Varaita e Maira, che divide la fascia prealpina a intensità elevate in due porzioni, una meridionale, comprendente l'Appennino, le Alpi Liguri e le Alpi Marittime, l'altra settentrionale che si estende dalle Alpi Cozie Settentrionali verso nord-est.

3.7 EVENTI PARTICOLARMENTE INTENSI

Dal 1951 al 1986 numerosi eventi hanno causato ingenti danni al territorio regionale. Tra quelli più importanti si ricordano gli eventi del 7-12 novembre 1951, del 1-2 novembre 1968, del 10-16 luglio 1957, del 5-9 novembre 1962, del 17-20 maggio 1977, del 31 marzo - 2 aprile 1968, del 7 agosto 1978, del 5-11 novembre 1967. Sono generalmente tutti riconducibili a una situazione sinottica caratterizzata dalla presenza di un minimo depressionario sul bacino del Mediterraneo o da una saccatura sull'Europa occi-

dentale, che determinano l'ingresso di masse di aria polare sull'Europa meridionale, associate a una situazione di blocco determinata da una vasta area anticiclonica posizionata sull'Europa Orientale.

Tra gli eventi sopra citati sono stati descritti quello del 12-16 giugno 1957, per la primavera, quello del 7 agosto 1978, per l'estate, e quello del 1-2 novembre 1968, per l'autunno.

I dati utilizzati per la descrizione degli eventi sono tratti essenzialmente dall'archivio informatico Processi - Effetti del Settore Studi e Ricerche Geologiche, Sistema Informativo Prevenzione Rischi. Questo archivio contiene informazioni georiferite ricavate dall'analisi di fonti di varia natura, riguardanti i processi di instabilità geologica.

Per una corretta interpretazione delle mappe relative ai singoli eventi, è importante tenere presente che la distribuzione delle informazioni selezionate riflette la disomogeneità della distribuzione dei dati presenti nell'archivio, più numerosi per il settore centro occidentale del territorio regionale.

Tuttavia anche tenendo conto delle limitazioni dei dati prima descritte, emerge dalla cartografia una sostanziale corrispondenza tra densità delle informazioni e distribuzione delle precipitazioni.

Si sono ampiamente consultate anche varie opere di carattere generale che danno informazioni sui fenomeni di dissesto verificatisi in Piemonte nel periodo considerato. Fra testi generali consultati vi sono BELLARDONE (inedito e 1997), CATENACCI (1992), CNR (1995), GOVI (1975), GOVI & *alii* (1985), LUTINO & *alii* (1994), TROPEANO (1989), TROPEANO TERZANO (1987).

12 - 16 giugno 1957

L'alluvione del 12-16 giugno viene ricordata come una delle più gravi registrate in Piemonte, sia per l'estensione dei territori interessati, sia per l'entità dei danni causati. La quantità di schede presenti nell'archivio regionale Processi ed Effetti riferite a questo evento - 453 - ne evidenzia le dimensioni.

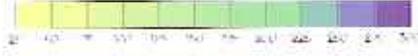
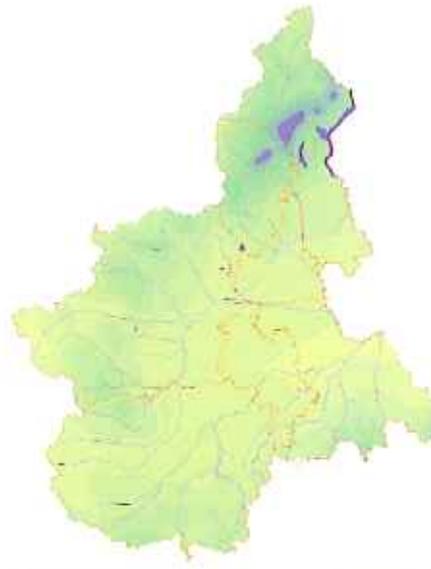
I massimi pluviometrici vennero registrati tra il 12 ed il 16 giugno, ma più significativo ai fini della comprensione e valutazione dell'entità dell'evento appare considerare le portate dei principali corsi d'acqua: i deflussi incontrarono terreni già imbibiti da piogge pre-

Figura 16

Distribuzione delle precipitazioni di massima intensità di durata 24 ore.



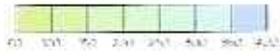
Tempo di ritorno 2 anni



Tempo di ritorno 5 anni



Tempo di ritorno 10 anni



Tempo di ritorno 20 anni



Tempo di ritorno 50 anni



Tempo di ritorno 100 anni

Figura 17

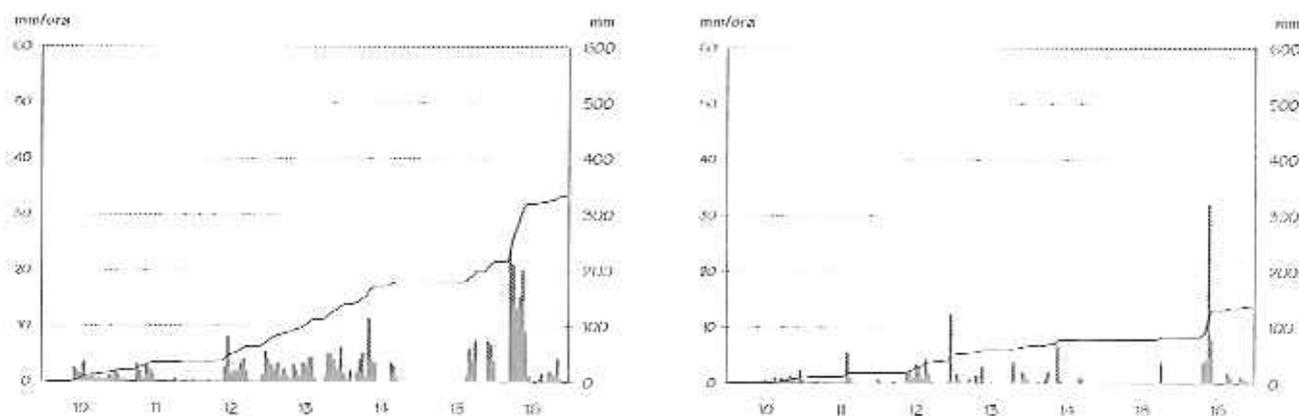


Figura 17

Precipitazioni cumulate e intensità nel giugno 1957 a Moncenisio-Lago (a sinistra) e Mocchie (a destra).

cedenti (il culmine fu preceduto infatti da un lungo periodo di piogge frequenti) e vennero ulteriormente incrementati dalla fusione delle coltri nevose ancora molto estese nei settori di testata dei principali bacini. L'evento fu in realtà costituito da tre successivi episodi separati tra loro da intervalli di circa 12 ore con precipitazioni deboli o assenti. Le piogge più intense si ebbero il giorno 16 (figura 17).

Nella tabella 6 sono riportati alcuni valori di massima intensità.

I valori per le durate 3, 6 e 12 ore registrati nell'area maggiormente colpita - bacini della Dora Riparia, dell'Orco, del Varaita e della Stura di Demonte - seppure in assoluto non elevati si collocano spesso tra i primi 3 valori delle serie storiche disponibili.

Si riconosce come maggiormente colpita la porzione centro-occidentale della regione e precisamente i bacini montani delle province di Torino e Cuneo (figura

18): i danni più gravi si registrarono infatti, nell'ordine, lungo le valli della Dora Riparia, della Stura di Demonte, del Maira, del Varaita e della Dora Baltea. Numerosi furono i centri abitati gravemente colpiti, alluvionati sia per attività dei corsi d'acqua principali che per fenomeni di trasporto in massa lungo numerose aste torrentizie e/o riattivazione di conoidi allo sbocco nei fondi valle principali.

Anche i dissesti legati ad instabilità dei versanti (essenzialmente si trattò di mobilitazione dei terreni di copertura) si verificarono in numero consistente (circa un quarto sul totale dei fenomeni segnalati), e coinvolsero per lo più la rete viaria e, in misura minore, edifici, provocando comunque gravi danni (1 vittima a Susa, per il crollo di un'abitazione).

In provincia di Torino si ricordano come gravemente danneggiati i comuni di Cesana Torinese (coinvolti il capoluogo ed alcune frazioni, per alluvionamento del

Tabella 6

Precipitazioni di massima intensità di durata 1/24 ore per l'evento del giugno 1957.

Tabella 6

Bacino	Stazione	Precipitazioni di massima intensità (mm) per le diverse durate				
		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Ticino	Malesco	40,0	55,8	67,2	113,8	134,0
Toce	Candoglia	25,0	50,0	75,0	103,0	116,2
Sesia	Camasco	64,0	92,0	104,0	122,0	164,0
Orco	Ceresole Reale	36,4	60,5	121,0	130,4	160,0
Stura di Lanzo	Ceres	39,0	60,0	80,0	95,0	113,0
Dora Riparia	Moncenisio Lago	24,0	58,0	102,0	106,6	142,6
Pellice	Pragelato	17,0	31,0	46,8	63,4	114,0
Varaita	Castello Diga	22,0	45,8	61,0	73,8	129,6
Stura di Demonte	Rio Freddo	18,0	43,0	66,0	94,8	132,0

T. Ripa e del Thuras), Oulx (ampie zone alluvionate sia dalla Dora Riparia sia dalla Dora di Bardonecchia, con frequenti fenomeni di trasporto in massa lungo i tributari e conseguenti danni agli attraversamenti viari), Salbertrand (frana per erosione al piede da parte della Dora in loc. Serre la Voute con asportazione di un tratto della S.S. 24), Chianocco (erosioni spondali con danni alle arginature nel fondovalle della Dora Riparia ed imponente piena e successiva trascinamento con trasporto in massa ad opera del T. Prebech, che devastò le frazioni di Colombè, Vindrolere e Crotte), ubicati nel tratto medio-alto della val di Susa, ma segnalazioni di allagamenti associati alla piena della Dora provennero praticamente da tutti comuni valsusini da Susa ad Avigliana, e quindi Sestriere (alluvionata la fraz. Borgata, dal T. Chisonetto), Prigelato e Usseaux in alla Val Chisone.

In val Pellice si registrarono danni ad opere di attraversamento (asportati o danneggiati ponti e passerelle soprattutto in alta valle, tra Bobbio Pellice e Luserna), ad opere di difesa per fenomeni di erosione spondale e ad infrastrutture viarie per fenomeni di instabilità dei versanti.

Più marginalmente vennero coinvolte anche alcune località nel bacino del Sesia (pur in presenza di piogge abbondanti e concentrate nei giorni 16 e 17, il coinvolgimento e l'entità dei danni subiti da questo settore, normalmente caratterizzato dai valori di piovosità più elevati di tutto l'arco alpino occidentale, furono nettamente inferiori), della Dora Baltea (Carema, Ivrea) e della Stura di Lanzo (alluvionata dalla Stura gli abitati di Groscavallo e Usseglio e, sempre in comune di Usseglio, a due giorni dalla piena, venne distrutta da una frana un'abitazione in loc. Cortevicio). In pianura i danni prodotti dalla piena interessarono soprattutto il settore agricolo, le opere di difesa spondali ed alcuni ponti (tra cui il ponte di Robassomero-Cirié sulla Stura di Lanzo).

Nel Piemonte meridionale gravi danni si ebbero nell'alta valle della Stura di Demonte: a causa del crollo di un ponticello si verificò lo sbarramento di un corso d'acqua con grave alluvionamento del capoluogo di Argentera (l'altezza dei depositi detritici superò il metro) e, più a valle, gravi danni subirono le frazioni di Preinaro e Bersezio per l'elevatissimo trasporto solido dei tributari minori; Pietraporzio fu soggetta

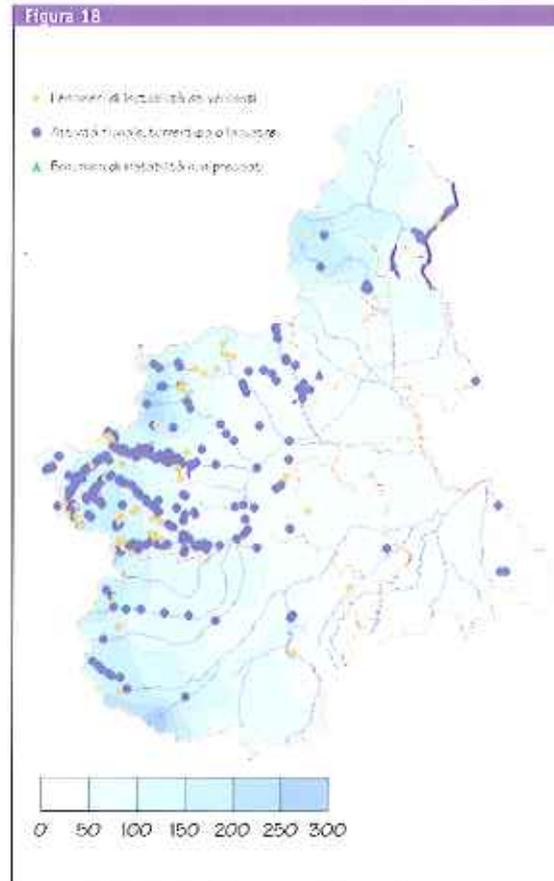


Figura 18

Precipitazioni di massima intensità di durata due giorni e segnalazioni di danni nel giugno 1957.

anch'essa ad alluvionamento a seguito dell'ostruzione di opere di attraversamento, a causa della concomitanza della piena dello Stura e del rio del Piz; a Vinadio lo Stura esondò in loc. Pianche coinvolgendo edifici e viabilità.

In val Maira venne quasi totalmente alluvionato l'abitato di Accoglio e, più a valle, allagamenti si registrarono a Villafalletto. In val Varaita gravi danni subirono gli abitati di Pontechianale (alluvionato dal rio Rivet), Bellino, Sampeyre, Casteldelfino e Venasca allo sbocco in pianura.

Numerose segnalazioni riguardarono anche le valli del Belbo e del Bormida, con prevalenza di fenomeni di instabilità dei versanti: si ricordano come maggiormente colpiti i territori di Cossano Belbo, Incisa Scappacino, Trezzo Tinella, Castino, Borgomale, S. Stefano Belbo per il Bormida e di Castelletto Uzzone, Levice, Pezzolo Uzzone per il Bormida.

Malgrado la vastità del fenomeno i riferimenti reperibili in letteratura sono relativamente scarsi.

Se si escludono le opere a carattere generale già citate il solo lavoro specifico sull'evento è quello di Govi (1971).

7 agosto 1978

Il 7 agosto sulle valli ossolane si registrarono precipitazioni abbondanti, a carattere temporalesco, che causarono l'innescarsi di processi di instabilità diffusi e gravi. I bacini maggiormente coinvolti furono i bacini ossolani del Melezzo Orientale ed Occidentale, dell'Isorno e dell'Anza e, secondariamente venne coinvolto l'alto Bacino del Sesia. Danni isolati si registrarono nei più occidentali bacini della Dora Baltea, a monte di Ivrea, del Chiusella e dell'Orco (figura 19). La durata del fenomeno fu inferiore alle 12 ore e le intensità raggiunte furono molto elevate; Ambrosetti & alii (1980) citano il caso di Camedo, dove su 318 mm totali, 250 caddero in 11 ore, il caso di Palagnedra, dove su un totale di 314 mm, 118 caddero in 3 ore e Locarno-Magadino, dove 148 mm dei 180 complessivi caddero in 6 ore.

Il carattere locale del fenomeno si desume anche dall'esiguo numero - 109 - delle schede riferibili a questo evento.

Nell'ossolano i fenomeni di dissesto causarono anche la morte di alcune persone.

La valle più colpita fu la Val Vigizzo (Bacino del Melezzo Occidentale ed Orientale) dove i processi mag-

giormente diffusi furono i trasporti in massa e, più in generale le piene torrentizie lungo i tributari di ordine inferiore e le riattivazioni di conoidi, cui sono associabili i danni più gravi ai centri edificati.

Il Melezzo Orientale ampliò notevolmente il proprio alveo causando la distruzione di alcuni edifici e di opere di attraversamento e, più in genere viarie.

Anche il settentrionale bacino dell'Isorno venne interessato da numerosi trasporti in massa e dalla piena dell'Isorno, ma se si escludono i danni alla strada di fondovalle, a tratti completamente asportata, i danni furono più limitati grazie alla scarsa presenza antropica e interessarono solo isolati edifici.

Ultimo bacino diffusamente colpito fu il bacino del torrente Anza, ove i danni furono causati sia dalla piena del corso d'acqua sia da trasporti in massa.

Nel resto dell'Ossola si segnalano danni isolati nella Val Bogna, in Valle Antigorio e lungo la valle principale. Nel bacino del Sesia i danni gravi furono associati soprattutto a piene lungo i fondovalle più sviluppati, in particolare per la piena del Sesia e, subordinatamente del Mastallone.

Oltre che da AMBROSETTI & alii (1980), l'evento è stato descritto anche da BERTAMINI (1978), REGIONE PIEMONTE (1978 e 1981), ANSELMO (1979).

1 - 2 novembre 1968

Questo evento colpì soprattutto il bacino del fiume Sesia e dei suoi affluenti, il Verbano Cusio-Ossola ed il bacino del torrente Belbo.

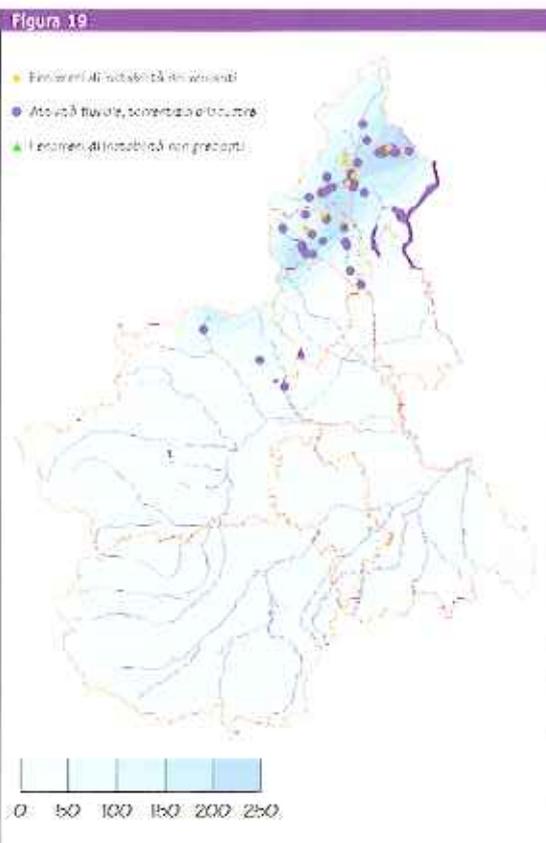
Fu l'evento più catastrofico verificatosi nell'ultimo secolo per il Biellese, in particolare per la Valle Strona, la Valle Mosso e la Val Sesslera. Per la Valle Mosso, zona densamente abitata ed industrializzata, l'evento rappresentò una catastrofe, sia per il numero delle vittime (un centinaio), sia per i gravissimi danni economici che subirono le industrie.

L'asse dell'evento risultò più nettamente orientato in senso nord-sud rispetto a quello del 1951 (figura 20). Si protrasse per poco più di 50 ore ma fu caratterizzato da alcuni scrosci molto violenti soprattutto nella zona settentrionale (figura 21).

I valori di massima intensità di durata 6, 12 e 24 registrati dalle stazioni presenti nelle aree maggiormente colpite si collocano spesso tra i primi tre valori delle serie storiche disponibili. Tra i dati dispo-

Figura 19

Precipitazioni di massima intensità di durata un giorno e segnalazione di danni nell'agosto 1978.



nibili spiccano le stazioni di Trivero per l'area settentrionale e la stazione di Cengio per il Piemonte meridionale (tabella 7).

Nell'archivio regionale Processi ed Effetti sono presenti 359 schede riferite a questo evento.

L'intensa urbanizzazione delle aree di fondo valle, con occupazione dell'alveo stesso dei torrenti da parte dei complessi industriali, la rete viaria costruita senza adeguate opere di regimazione delle acque hanno contribuito ad esaltare gli effetti indotti dalle precipitazioni eccezionali, con conseguenze catastrofiche sulle infrastrutture medesime.

L'area venne interessata da migliaia di frane per colata, e da eccezionali fenomeni di trasporto solido lungo i corsi da acqua di ogni ordine e grado.

Gli insediamenti produttivi ed i centri abitati posti nel fondo valle vennero sommersi da fango e detriti, mentre gli insediamenti abitativi lungo i versanti vennero investiti dalle colate.

Anche nel più settentrionale bacino del Sessera si verificarono ingenti danni agli insediamenti abitativi e produttivi ed alla viabilità, ad opera del torrente omonimo e per frane, anche se in minor numero che in valle Strona.

Tra i comuni più colpiti è da segnalare Coggiola dove numerosi edifici posti lungo il torrente Sessera subirono danni strutturali ed in alcuni casi vennero demoliti dal passaggio dell'onda di piena.

In Valsesia i processi associati alla piena del Sesia causarono danni di un certo rilievo soprattutto nelle zone medio basse della valle, mentre nel settore medio alto del bacino si verificarono danni più limitati ed associati soprattutto a trasporti in massa ed a frane. Nei bacini montani del Cervo e dell'Elvo i danni, seppur diffusi furono meno gravi, se confrontati con quelli registrati nei bacini prima elencati.

In pianura i comuni lungo il corso del Sesia, del Cervo, dell'Elvo e dei rii minori subirono danni anche ingenti. Lungo la fascia pedemontana, tra Biella e Cos-

Figura 20

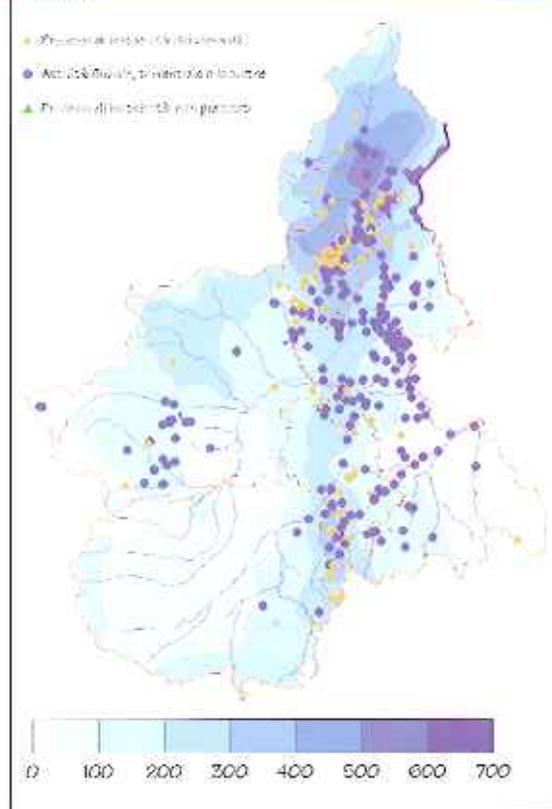


Figura 20

Precipitazioni di massima intensità di durata due giorni e segnalazione di danni nel novembre 1968.

sato i corsi d'acqua minori causarono diffusi danni per piene con notevole trasporto solido, i cui effetti furono esaltati dagli alvei sottodimensionati, spesso tombinati.

Subirono danni gravi i comuni posti lungo il corso del Cervo, notevolmente ingrossato dall'apporto dello Strona, mentre i danni lungo il Sesia, anche se diffusi e coinvolgenti aree edificate già a partire dallo sbocco in pianura, furono particolarmente gravi a valle della confluenza del Cervo.

Le arginalure lungo il fiume cedettero in molti punti e, molti abitati vennero inondata, tra i quali anche la città di Vercelli che ebbe numerosi quartieri allagati. In pianura le aree inondate dal Sesia, dal Cervo, dall'Elvo e dalla rete idrografica minore raggiunse un'estensione di 400 Km² (GTUFFRIDA, 1971).

Anche nei bacini ossolani si verificarono danni diffu-

Tabella 7

Precipitazioni di massima intensità di durata 1/24 ore per l'evento del novembre 1968.

Tabella 7

Bacino	Stazione	Precipitazioni di massima intensità (mm) per le diverse durate				
		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Bormida	Cengio	24.4	53.0	95.0	176.0	291.0
Sesia	Trivero	60.0	130.0	195.0	262.0	395.0

Figura 21

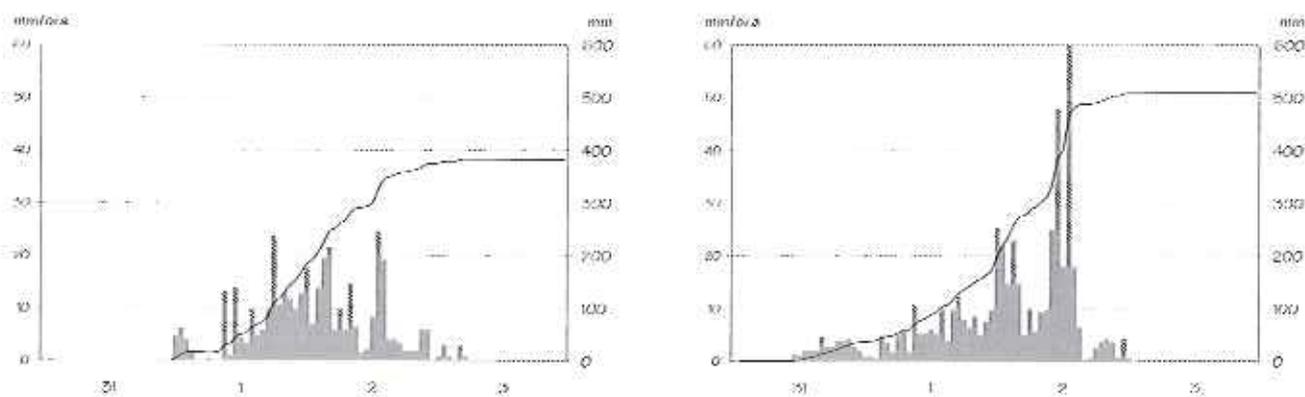


Figura 21

Precipitazioni cumulate e
Intensità nel novembre 1968
a Cenglo (a sinistra)
e a Trivero (a destra).

si, seppur non confrontabili con quelli registrati nel biellese e nella pianura vercellese, sia per processi fluviali (Toce) sia per trasporti in massa, sia per frane (bacini dell'Anza del Bogna, zona del lago d'Orta). Un trasporto in massa a Piedimulera causò la morte di otto persone.

Danni si registrarono anche per l'esondazione dei laghi Maggiore e d'Orta e, nella pianura novarese, dei torrenti Agogna e Terdoppio.

Nel Piemonte meridionale il bacino maggiormente colpito fu il bacino del torrente Belbo, sia per la piena del torrente omonimo, sia per piene dei suoi affluenti maggiori (Rocchea, Tinella, Nizza) nelle zone di confluenza.

I centri abitati più colpiti furono quelli che si trovano lungo il corso medio - basso del bacino.

Si verificarono inoltre numerosi movimenti di versante e trasporti in massa associati all'idrografia minore.

Si registrarono danni almeno nel territorio di cinque comuni nel bacino della Stura di Valcerrina (Monferato), per esondazioni anche di un certo rilievo del torrente omonimo.

Il Tanaro cominciò a esondare a partire da Alba soprattutto per l'apporto dei suoi affluenti (Talloria e Cherasca in primo luogo); ad Asti si registrarono gravi allagamenti dovuti soprattutto alla piena del Borbore. Danni significativi furono causati anche dal Versa e dal Tigllione.

Danni si registrarono anche nel bacino del Bormida, in particolare si registrarono allagamenti con coinvolgimento degli abitati di Cortemilia e Bistagno.

Oltre che in GIUFFRIDA (1971), descrizioni dell'evento e dei suoi effetti si possono ritrovare anche in: GRASSO (1970), MASPOLI & alii (1970), RAMASCO e ROSSANIGO (1988), REIS (1987, 1988), RAMASCO, CIAMPANI, ALIATA (1997).

TERMOMETRIA



4.1 ANDAMENTO TERMICO ANNUALE;

4.2 ANDAMENTO TERMICO GIORNALIERO;

4.3 GLI ESTREMI TERMICI:

Località poste a quote inferiori a 1000 metri; Campo di variazione termica; Temperature minime assolute inferiori a 0°C e numero medio di giorni di gelo; Probabilità di gelate tardive (21 marzo - 10 maggio) e precoci (1 ottobre - 10 novembre); Temperature estreme inferiori a -5°C;

Temperature massime assolute; Località poste a quote superiori a 1000 metri; Campo di variazione termica; Temperature minime assolute inferiori a 0°C e numero medio di giorni di gelo;

Temperature estreme inferiori a -5°C; Temperature massime assolute;

4.4 SOMMATORIE TERMICHE:

Base uguale a 6°C; Base uguale a 10°C; Indice di BRANAS;

4.5 VARIAZIONI TERMICHE CON LA QUOTA:

Funzioni di interpolazione; Andamenti interannuali; Continentalità

4.1 ANDAMENTO TERMICO ANNUALE

La tabella 8 riporta i valori delle temperature medie annue, quelli delle temperature estreme ed il numero di giorni di gelo per le stazioni dotate di un sufficiente numero di anni di osservazione (almeno 20 su 36), ordinate con la quota, mentre la tabella 9 riporta i valori di temperatura media mensili per le stesse stazioni.

L'intervallo entro il quale sono comprese le temperature medie annue va dai 13.2°C di Novara, a valori negativi alle quote superiori ai 2000 metri.

La temperatura media annua decresce regolarmente con la quota salvo che in alcune situazioni nelle quali si osservano scarti dovuti a condizioni locali. E' il caso per esempio della situazione urbana di Torino, dove si ha una temperatura media annua lievemente superiore a quella che si registra, a parità di quota, in aree rurali o delle situazioni di alcuni fondovalle come Domodossola, Varallo, Luserna S. Giovanni, e Usseglio dove si osservano temperature medie annue lievemente inferiori rispetto a altre località poste alle

stesse quote. Nelle aree di pianura la temperatura media mensile supera i 10°C da aprile fino a ottobre, mentre nelle zone montane sopra i 500 metri il periodo con temperature medie mensili superiori ai 10°C si accorcia progressivamente fino ad annullarsi al di sopra dei 2000 metri.

Valori superiori a 5°C si hanno da marzo a novembre sino a 800 m circa. A Lago d'Avino il periodo con temperature medie mensili superiori a 5°C si limita ai mesi da giugno a settembre (figura 22).

Valori superiori ai 7°C si registrano a partire da marzo sino a ottobre - novembre nelle aree di pianura al di sotto dei 500 metri; a quote superiori il periodo si accorcia spostandosi verso i mesi estivi, fino ad arrivare alla stazione di Lago d'Avino in cui i soli mesi con temperatura media mensile superiore a 7°C sono luglio (8.1°C) e agosto (7.5°C).

Il mese più freddo, a tutte le quote, è gennaio (tabella 9), quando il fenomeno di inversione termica è particolarmente evidente.

I valori massimi si hanno tra i 300 ed i 750 metri, mentre valori inferiori si hanno sia al di sopra, sia al

TAB. 10

Stazione	Quota	Numero di anni	Temperature medie						Temperature estreme		Giorni di gelo	
			annue	mese di gennaio	mese di luglio	massime giorn.	minime giorn.	massime mensili	minime mensili	massime		minime
Alessandria	95	22	12.6	0.6	23.9	17.0	8.2	23.0	2.5	39.2	-18.0	65
Casale Monf.	113	26	12.0	0.6	22.8	16.9	7.1	23.1	1.8	39.5	-20.3	81
Asti	126	32	12.9	1.4	24.0	17.5	8.3	22.9	3.0	38.6	-19.7	65
Vercelli	135	36	12.1	0.6	23.1	17.0	7.3	23.2	1.7	37.0	-23.4	91
Novara	164	35	13.2	2.2	24.3	17.6	8.8	22.8	4.1	38.0	-13.7	51
Pallanza	202	35	12.4	3.0	22.4	16.3	8.6	22.1	4.1	36.5	-10.0	41
Moncalieri	225	28	13.1	2.3	24.3	17.2	9.1	22.8	4.2	38.7	-15.8	45
Torino	238	36	13.0	2.2	23.9	16.9	9.1	24.1	4.1	42.6	-19.0	51
Spigno Monf.	258	35	12.6	1.3	23.4	18.2	7.1	24.7	0.8	40.0	-21.0	81
Ivrea	267	34	12.5	1.8	23.4	16.1	8.8	21.6	3.6	45.0	-16.0	62
Domodossola	277	31	12.0	1.5	22.8	16.7	7.3	22.7	2.4	39.0	-15.0	82
Varallo	453	36	10.4	0.9	20.5	14.6	6.2	19.8	1.9	36.0	-14.0	86
Luserna S. G.	476	34	10.8	0.5	21.6	14.9	6.8	20.0	2.1	35.0	-18.0	88
Cuneo	536	36	10.5	1.3	20.5	14.6	6.4	20.7	1.4	34.9	-16.8	85
Ormea	730	26	10.4	1.2	19.8	15.0	5.7	19.8	1.1	32.0	-13.0	86
Oropa	1180	34	7.2	-0.6	16.0	9.9	4.5	15.5	-0.4	28.8	-15.8	101
Usseglio	1265	36	5.1	-4.0	14.5	11.2	-1.0	17.6	-6.8	34.0	-24.0	208
Casteldelfino	1296	28	7.4	-2.5	16.5	12.3	2.4	19.7	-3.2	35.0	-18.0	140
Ceresole R.	1600	36	4.3	-4.6	13.9	8.3	0.3	14.1	-5.2	29.0	-25.0	184
Lago d'Avino	2240	27	-0.6	-8.8	8.1	3.8	-5.0	9.6	-11.2	23.0	-28.0	272

FASCE

Temperature medie annue, estreme e giorni di gelo.

di sotto di queste quote. In situazioni particolari i comportamenti cambiano, a Pallanza per esempio il clima è evidentemente mitigato dalla presenza del lago (CAROLLO e LIBERA, 1989).

Nel mese di febbraio in tutte le stazioni si osserva una ripresa termica che varia in funzione della quota. L'incremento al di sotto dei 300 metri supera i 2°C, tra i 300 e i 1300 metri è compreso tra 1 e 2°C, mentre è inferiore al grado a quote superiori a 1300 metri. Il minimo invernale si presenta generalmente "piatto" alle quote elevate e "acuto" alle quote basse, salvo alcune eccezioni (Pallanza, Cuneo e Oropa). Il mese più caldo è sempre luglio.

Le temperature medie mensili più elevate, 24°C circa, si registrano nelle grandi città (Alessandria, Asti, Novara e Torino), per diminuire fino a 8°C intorno ai 2300 metri. Il profilo del massimo è relativamente "appiattito" a tutte le quote, in quanto le differenze

tra luglio e agosto sono modeste (generalmente inferiori al grado e mezzo).

Particolarmente evidente è l'asimmetria nella variazione annua delle temperature: mentre nei mesi primaverili la variazione intermensile è sempre inferiore ai 5°C, nei mesi autunnali supera i 5°C giungendo in alcuni casi fino a 6°C.

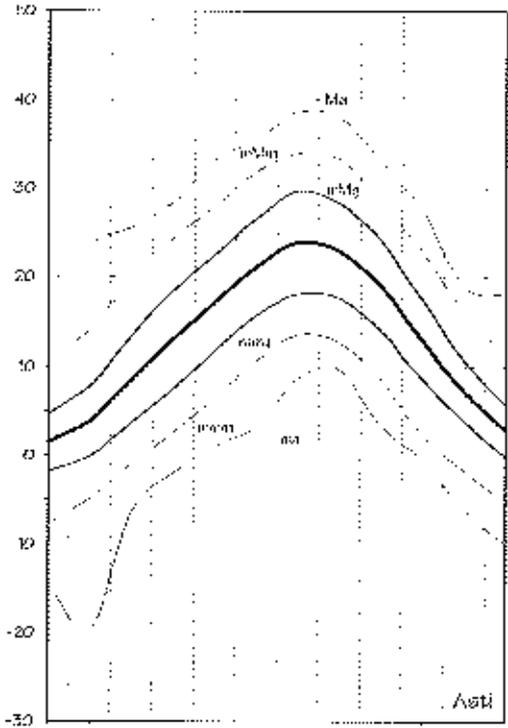
I valori dell'escursione media annua sono compresi tra i 23.3°C di Alessandria e i 16.6 °C di Oropa; il limite tra pianura e rilievi montani corrisponde all'isodiafora di 21°C.

Nel regolare decremento dell'escursione termica media annua con la quota si osservano le due eccezioni di Pallanza ed Oropa, dove i valori sono inferiori rispetto ad altre località poste alla stessa altitudine. In entrambi i casi l'attenuazione dell'escursione è dovuta soprattutto a valori più elevati nei mesi invernali.

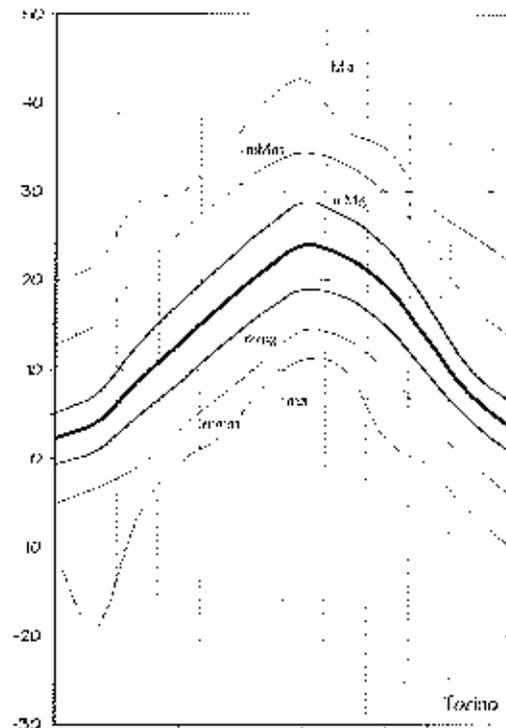
Le sette curve termiche:
Asti, Torino, Oropa e
Lago d'Avino.

LEGENDA:
la linea piú spesso centrata rappresenta la temperatura medie mensili.

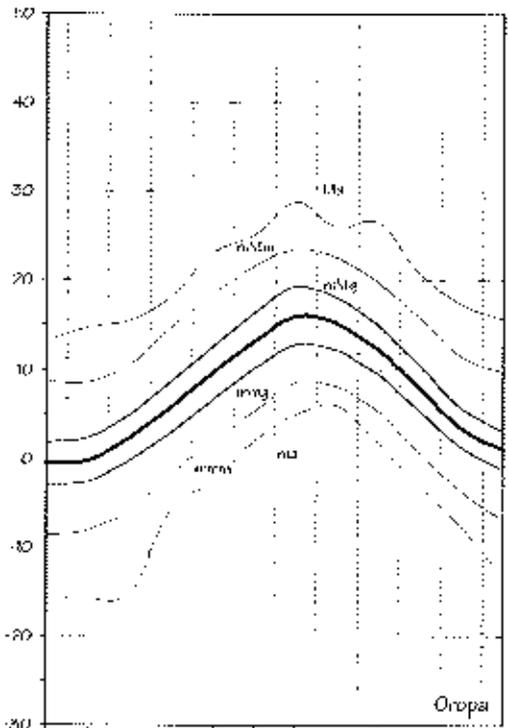
Ma= massima assoluta
ma= minima assoluta
mMm= medie dei massimi mensili
mmm= medie dei minimi mensili
mMg= medie dei massimi giornalieri
mmg= medie dei minimi giornalieri



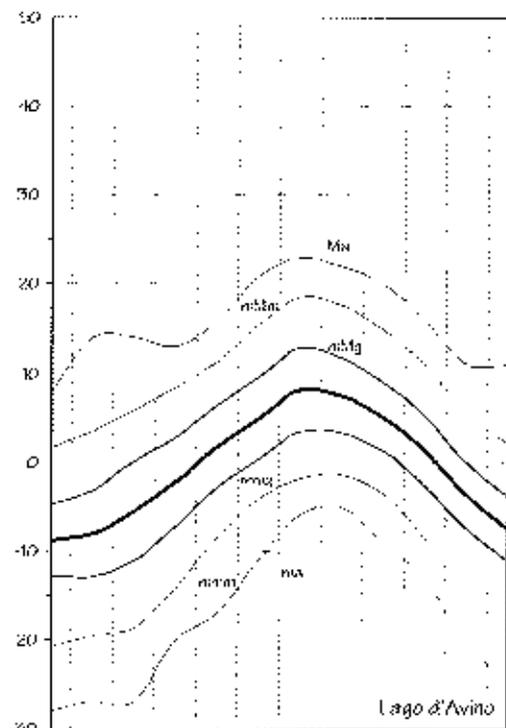
gen feb mar apr mag giu lug ago set ott nov dic



gen feb mar apr mag giu lug ago set ott nov dic



gen feb mar apr mag giu lug ago set ott nov dic



gen feb mar apr mag giu lug ago set ott nov dic

Tabella 9

Temperature medie, valori estremi e medie dei valori estremi (°C)

Stazione		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Alessandria (95 m s.l.m.m.)	Minime estreme	-18.0	-14.6	-9.0	-4.0	0.0	7.0	7.0	7.0	2.0	-4.0	-9.0	-12.0
	Medie delle minime mens.	-8.8	-5.5	-2.0	2.1	6.0	10.7	12.8	12.1	8.6	2.3	-2.1	-6.1
	Medie delle minime giorn.	-2.1	-0.2	3.4	7.5	11.8	15.7	18.1	17.4	14.0	8.8	4.3	-0.2
	Medie	0.6	3.2	8.1	12.8	17.3	21.2	23.9	22.9	19.1	13.1	7.0	2.2
	Medie delle massime giorn.	3.2	6.6	12.7	18.1	22.8	26.7	29.7	28.3	24.2	17.4	9.7	4.6
	Medie delle massime mens.	8.7	13.8	19.9	25.2	28.8	32.6	34.4	33.3	29.3	23.4	16.2	10.8
	Massime estreme	16.0	17.7	25.5	30.5	33.0	38.2	39.2	38.5	34.4	26.6	20.0	18.0
Casale Monf. (113 m s.l.m.m.)	Minime estreme	-16.0	-20.3	-8.0	-2.0	-1.0	1.5	9.0	6.5	2.0	-1.5	-6.0	-11.0
	Medie delle minime mens.	-9.0	-6.2	-2.0	1.2	5.2	9.7	11.7	10.6	7.6	1.7	-2.7	-6.1
	Medie delle minime giorn.	-3.0	-1.4	2.6	6.4	10.7	14.6	16.7	15.9	12.9	7.9	3.0	-1.0
	Medie	0.6	2.7	7.7	11.8	16.1	20.4	22.8	21.7	18.5	12.7	6.7	2.2
	Medie delle massime giorn.	4.1	6.8	12.7	17.2	21.6	26.2	28.9	27.6	24.0	17.5	10.3	5.4
	Medie delle massime mens.	11.6	14.4	19.6	24.1	27.8	31.5	33.3	31.6	28.9	23.8	17.6	12.5
	Massime estreme	19.0	25.0	25.5	29.5	32.0	35.0	39.5	34.5	33.0	28.0	21.5	17.0
Asti (126 m s.l.m.m.)	Minime estreme	-14.7	-19.7	-6.3	-2.0	1.0	3.3	8.5	9.6	3.2	-0.5	-6.1	-10.0
	Medie delle minime mens.	-7.7	-4.9	-1.0	2.6	6.6	10.7	13.5	12.7	8.6	2.3	-1.7	-5.4
	Medie delle minime giorn.	-1.9	-0.1	3.8	7.5	11.9	15.8	18.1	17.6	14.1	8.5	3.9	-0.2
	Medie	1.4	3.9	8.6	13.0	17.3	21.2	24.0	23.0	19.1	13.0	7.3	2.8
	Medie delle massime giorn.	4.7	7.8	13.4	18.5	22.7	26.7	29.8	28.4	24.1	17.4	10.6	5.8
	Medie delle massime mens.	10.6	14.2	19.6	24.4	28.1	32.0	33.9	33.4	28.5	23.0	16.1	11.2
	Massime estreme	19.0	23.9	25.6	28.5	33.3	35.6	38.6	38.0	33.0	27.5	19.0	18.0
Vercelli (135 m s.l.m.m.)	Minime estreme	-19.1	-23.4	-12.0	-5.0	1.0	7.0	10.0	8.0	1.2	-3.6	-6.4	-11.0
	Medie delle minime mens.	-9.7	-6.8	-3.4	1.0	7.3	11.2	13.0	11.5	5.9	0.3	-3.7	-6.9
	Medie delle minime giorn.	-3.2	-1.4	2.1	7.1	12.7	16.1	17.7	16.4	12.0	7.1	2.6	-1.4
	Medie	0.6	3.1	7.5	12.2	17.1	20.9	23.1	21.9	18.1	12.6	6.5	2.0
	Medie delle massime giorn.	4.4	7.6	12.9	17.3	21.6	25.7	28.4	27.5	24.2	18.1	10.5	5.5
	Medie delle massime mens.	11.7	15.2	19.9	24.0	27.6	31.0	32.5	31.8	29.2	25.1	17.4	12.5
	Massime estreme	19.4	21.4	24.8	29.0	32.0	34.6	37.0	34.6	32.5	28.8	21.2	16.4
Novara (164 m s.l.m.m.)	Minime estreme	-12.0	-13.7	-8.0	-2.0	3.0	7.0	9.0	9.0	3.0	0.0	-4.0	-9.0
	Medie delle minime mens.	-5.5	-2.9	-0.4	3.4	7.1	11.0	13.7	12.9	9.6	4.2	-0.2	-4.3
	Medie delle minime giorn.	-0.9	1.0	4.4	8.2	12.4	16.0	18.6	17.6	14.3	9.3	4.5	0.5
	Medie	2.2	4.4	8.7	13.1	17.7	21.7	24.3	23.1	19.2	13.4	7.6	3.3
	Medie delle massime giorn.	5.2	7.7	13.0	18.1	23.0	27.3	30.0	28.5	24.1	17.4	10.7	6.2
	Medie delle massime mens.	10.1	13.2	19.3	23.9	29.1	32.5	34.3	33.1	28.8	22.6	15.7	11.6
	Massime estreme	18.0	19.0	29.0	29.0	33.4	35.0	37.7	38.0	34.0	29.0	25.0	18.0
Pallanza (202 m s.l.m.m.)	Minime estreme	-10.0	-8.5	-7.1	-0.1	2.8	7.0	5.0	9.8	4.9	0.7	-2.5	-5.3
	Medie delle minime mens.	-3.8	-2.4	-0.3	3.0	6.2	10.2	12.8	12.5	9.4	4.4	0.3	-2.5
	Medie delle minime giorn.	0.1	1.1	4.1	7.5	11.4	15.1	17.6	17.0	14.1	9.2	4.5	1.1
	Medie	3.0	4.5	8.0	11.7	15.8	19.6	22.4	21.4	18.2	13.0	7.5	3.9
	Medie delle massime giorn.	6.0	8.0	12.0	16.0	20.1	24.2	27.1	25.8	22.3	16.8	10.6	6.8
	Medie delle massime mens.	12.6	14.2	18.8	22.6	26.4	29.6	31.6	30.7	27.4	22.3	16.1	12.5
	Massime estreme	20.6	20.3	23.1	30.0	30.2	34.0	36.5	33.1	30.1	25.0	22.3	20.7
Moncalieri (225 m s.l.m.m.)	Minime estreme	-14.1	-15.8	-3.2	0.2	2.6	3.0	11.9	10.8	6.0	0.4	-3.8	-10.2
	Medie delle minime mens.	-5.9	-3.4	0.1	3.5	7.1	10.9	14.6	13.5	9.9	3.8	-0.4	-3.9
	Medie delle minime giorn.	-0.6	1.0	5.1	8.5	12.4	16.3	19.1	17.8	14.7	9.2	4.3	0.7
	Medie	2.3	4.4	9.1	13.0	17.4	21.5	24.3	22.7	19.0	13.0	7.4	3.6
	Medie delle massime giorn.	5.3	7.7	13.2	17.4	22.4	26.6	29.5	27.6	23.3	16.7	10.5	6.5
	Medie delle massime mens.	11.6	13.7	19.3	23.6	28.6	32.4	34.0	32.0	28.1	22.1	15.8	12.7
	Massime estreme	19.8	19.0	24.7	28.2	33.2	36.0	38.7	35.9	33.6	27.4	21.8	18.8

Tabella 9

Temperature medie, valori estremi e medie dei valori estremi (°C)

Stazione		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Ormea (730 m s.l.m.)	Minime estreme	-12.0	-13.0	-9.0	-4.0	2.0	3.0	6.0	5.0	2.0	-3.0	-6.0	-10.0
	Medie delle minime mens.	-7.3	-5.2	-3.7	0.5	4.0	6.7	9.8	9.2	5.6	1.4	-2.7	-5.5
	Medie delle minime giorn.	-2.3	-1.1	1.6	5.2	8.6	11.7	14.1	13.2	10.5	6.3	2.1	-1.0
	Medie	1.2	2.9	5.9	9.7	13.6	17.2	19.8	18.9	15.5	11.0	6.2	2.5
	Medie delle massime giorn.	4.7	6.8	10.3	14.3	18.7	22.7	25.4	24.5	20.6	15.8	10.2	6.0
	Medie delle massime mens.	9.6	12.1	16.0	19.7	24.0	27.1	28.8	28.1	25.0	20.2	15.7	11.3
	Massime estreme	17.0	16.0	20.0	23.0	29.0	30.0	32.0	32.0	27.0	23.0	20.0	15.0
Oropa (1180 m s.l.m.)	Minime estreme	-15.8	-15.8	-15.2	-5.6	-2.6	2.1	5.0	6.0	1.6	-3.0	-7.6	-13.0
	Medie delle minime mens.	-8.7	-8.0	-6.0	-1.7	2.1	5.4	8.5	8.2	5.2	0.7	-3.7	-6.9
	Medie delle minime giorn.	-2.9	-2.6	-0.2	2.9	6.8	10.2	12.7	12.2	9.5	5.4	1.3	-1.3
	Medie	-0.6	-0.1	2.4	5.8	9.7	13.3	16.0	15.1	12.2	7.9	3.5	0.9
	Medie delle massime giorn.	1.8	2.4	5.0	8.7	12.6	16.4	19.3	18.1	14.9	10.5	5.6	3.2
	Medie delle massime mens.	8.6	8.6	10.6	14.7	18.5	21.7	23.6	22.6	19.8	15.8	11.5	9.7
	Massime estreme	13.3	14.7	15.5	18.2	23.3	25.2	28.8	25.9	26.6	20.8	17.3	15.7
Usseglio (1265 m slmm)	Minime estreme	-24.0	-24.0	-22.0	-14.0	-10.0	-6.0	-3.0	-2.0	-6.0	-10.0	-18.0	-22.0
	Medie delle minime mens.	-15.9	-15.1	-12.6	-8.0	-3.7	0.1	2.5	1.8	-1.0	-5.2	-10.7	-14.1
	Medie delle minime giorn.	-9.1	-8.4	-5.6	-2.4	1.9	5.3	7.3	6.7	4.1	0.0	-4.5	-7.5
	Medie	-4.0	-2.3	0.8	4.2	8.3	12.0	14.5	13.5	10.6	6.0	0.4	-2.9
	Medie delle massime giorn.	1.0	3.8	7.1	10.9	14.7	18.7	21.7	20.3	17.1	11.9	5.2	1.7
	Medie delle massime mens.	8.6	10.1	13.6	17.8	21.5	25.1	26.2	25.4	23.0	18.6	12.3	9.2
	Massime estreme	14.0	19.0	20.0	23.0	27.0	34.0	30.0	30.0	30.0	26.0	17.0	16.0
Casteldelfino (1296 m slmm)	Minime estreme	-17.0	-17.0	-18.0	-8.0	-3.0	0.0	2.0	2.0	-2.0	-7.0	-10.0	-16.0
	Medie delle minime mens.	-12.4	-11.2	-8.7	-3.9	0.3	3.5	5.3	5.3	2.4	-1.9	-7.0	-10.2
	Medie delle minime giorn.	-5.8	-4.8	-1.8	1.9	5.5	8.3	10.1	9.8	7.4	3.4	-1.1	-4.2
	Medie	-2.5	0.5	3.7	7.1	10.9	14.0	16.5	15.7	12.7	8.5	2.4	-1.0
	Medie delle massime giorn.	0.9	5.8	9.2	12.2	16.2	19.8	22.8	21.5	18.1	13.7	6.0	2.1
	Medie delle massime mens.	9.4	14.1	17.1	19.5	23.4	26.7	28.2	26.9	25.4	21.0	14.0	10.3
	Massime estreme	16.0	20.0	23.0	24.0	32.0	35.0	35.0	34.0	32.0	28.0	24.0	18.0
Ceresole R. (1600 m slmm)	Minime estreme	-25.0	-25.0	-20.0	-12.0	-7.0	-3.0	2.0	1.0	-2.0	-7.0	-14.0	-19.0
	Medie delle minime mens.	-15.4	-15.0	-12.6	-7.4	-2.2	1.9	5.0	4.9	1.9	-2.5	-8.0	-12.6
	Medie delle minime giorn.	-8.5	-8.2	-5.7	-1.9	2.7	6.8	9.3	8.8	6.3	2.2	-2.4	-6.1
	Medie	-4.6	-3.7	-1.1	2.7	7.4	11.4	13.9	12.7	9.8	5.3	0.6	-2.8
	Medie delle massime giorn.	-0.6	0.9	3.5	7.3	12.0	15.9	18.4	16.6	13.2	8.4	3.6	0.4
	Medie delle massime mens.	6.1	6.7	9.2	13.2	18.5	21.9	23.4	21.1	18.2	13.8	9.9	7.1
	Massime estreme	12.0	12.0	15.0	17.0	28.0	28.0	29.0	25.0	23.0	19.0	15.0	14.0
Lago D'Avino (2240 m slmm)	Minime estreme	-28.0	-27.0	-27.0	-20.0	-17.0	-11.0	-6.0	-5.0	-9.0	-13.0	-20.0	-25.0
	Medie delle minime mens.	-20.8	-19.5	-18.7	-14.2	-8.3	-4.1	-1.8	-1.4	-3.6	-8.5	-14.5	-18.6
	Medie delle minime giorn.	-12.8	-12.9	-11.0	-7.1	-2.8	0.5	3.4	3.3	1.3	-2.6	-7.4	-11.1
	Medie	8.8	8.0	-5.5	-2.1	1.8	5.0	8.1	7.5	5.1	1.3	-3.7	-7.5
	Medie delle massime giorn.	-4.8	-3.2	0.0	2.9	6.4	9.6	12.8	11.8	9.0	5.2	0.0	-3.9
	Medie delle massime mens.	1.6	3.4	5.8	8.4	11.3	15.6	18.5	17.6	14.9	10.9	5.7	2.1
	Massime estreme	8.0	14.0	14.0	13.0	16.0	21.0	23.0	22.0	20.0	16.0	11.0	11.0

4.2 ANDAMENTO

TERMICO GIORNALIERO

I valori medi mensili delle temperatura minime giornaliere, sotto i 1000 metri, sono generalmente inferiori a zero da dicembre a febbraio, ma a Novara, Ivrea, Torino e Moncalieri l'unico mese con temperatura inferiore a zero è gennaio. A Pallanza non si hanno mesi con valori inferiori a zero. Al di sopra dei 1000 metri il numero dei mesi con valori inferiori a zero aumenta rapidamente passando dai 4 di Oropa (dicembre - marzo) agli 8 del Lago d'Avino (ottobre - maggio).

I valori medi mensili delle temperatura massime giornaliere sono sempre positivi fino ai 1500 metri circa. Al di sopra di tale quota si possono avere da 1 (gennaio) a 3 (dicembre - febbraio) mesi l'anno con valori negativi. Il valore massimo pari a 30,6°C si raggiunge a Spigno Monferrato nel mese di luglio.

L'escursione media giornaliera varia poco con la quota, mentre è più evidente nel corso dell'anno. A gennaio varia tra i 5°C e gli 8°C e a luglio tra gli 8°C e i 15°C; generalmente in primavera è lievemente maggiore rispetto all'autunno.

I valori medi delle temperature minime mensili sotto ai 1000 metri sono generalmente inferiori a zero da novembre a marzo, più in alto il numero di mesi aumenta gradualmente fino ai 2000 metri, dove i valori sono negativi durante tutto l'anno.

I valori medi mensili delle temperature massime sono sempre positivi con un minimo di 1,6°C a Lago d'Avino in gennaio. Fino ai 700 metri di quota i valori di gennaio sono superiori a 10°C, tranne che ad Alessandria (8,7°C). Valori superiori a 30°C sono registrati da giugno ad agosto sino a 400 metri circa e sono assenti sopra ai 500 metri.

La figura 23 presenta i grafici della variazione delle escursioni medie giornaliere in relazione alla temperatura media mensile.

Le stazioni analizzate possono essere ricondotte quasi tutte alle sei tipologie rappresentate.

Le stazioni della pianura più calda e delle colline meridionali, Casale, Asti, Novara e Spigno, anche se quest'ultima ha escursioni mediamente più elevate, presentano un andamento analogo a quello di Alessandria: elevata differenza tra escursioni medie

giornaliere (EMG) estive e invernali e debole differenza tra EMG primaverili e autunnali; Pallanza, Moncalieri, Ivrea, Domodossola e Luserna - stazioni del margine piemontano e collinare - presentano analogie con Torino: moderata differenza tra EMG estive e invernali e debole differenza tra EMG primaverili e autunnali; Ormea e Varallo, nei fondovalle tra i 500 e i 1000 metri, presentano entrambe una moderata differenza tra EMG estiva e invernale e una scarsa differenza tra i valori primaverili e quelli autunnali.

E' possibile identificare una certa analogia tra Oropa e Cuneo: debole differenza tra EMG estiva e invernale e debole differenza tra EMG autunnale e primaverile; Cuneo però differisce notevolmente da Oropa per i valori di EMG ben più elevati. Casteldelfino e Usseglio - stazioni di fondovalle, di valli orientate est-ovest, poste a circa 1300 metri - presentano entrambe una elevata differenza tra EMG estive e invernali, una scarsa differenza tra EMG degli ultimi mesi primaverili e dei primi mesi autunnali mentre è elevata la differenza tra EMG degli ultimi mesi dell'autunno e dei primi mesi della primavera. Ceresole Reale e Lago d'Avino - siti montani al di sopra dei 1600 metri - presentano una scarsa differenza tra EMG estive e invernali e una elevata differenza tra EMG primaverili ed autunnali. Vercelli si differenzia dalle altre stazioni in quanto nei mesi primaverili l'EMG è inferiore a quella autunnale.

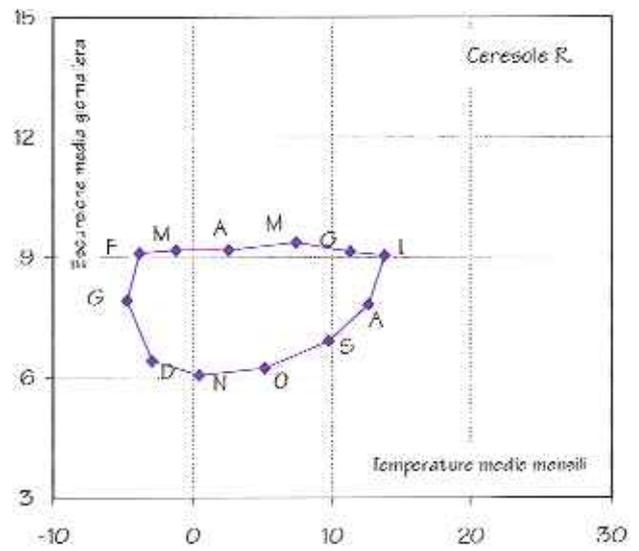
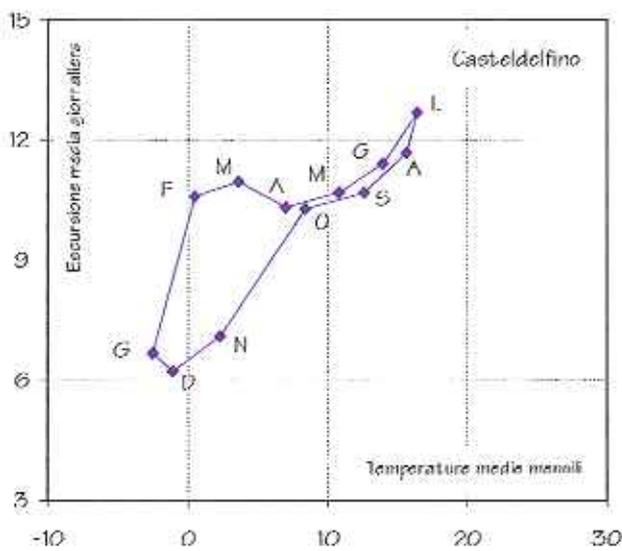
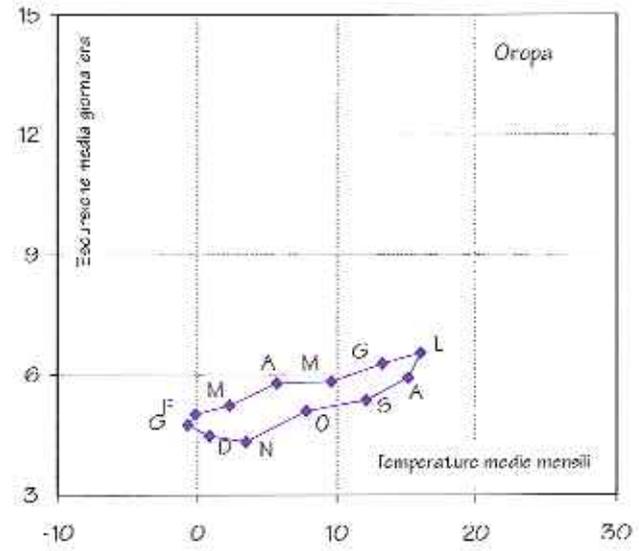
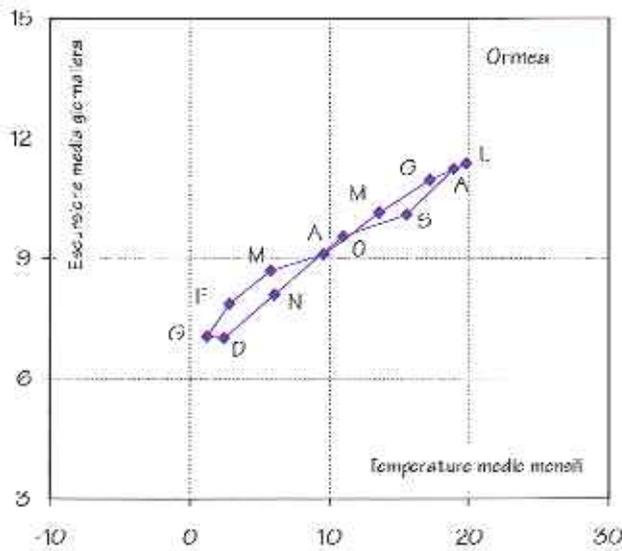
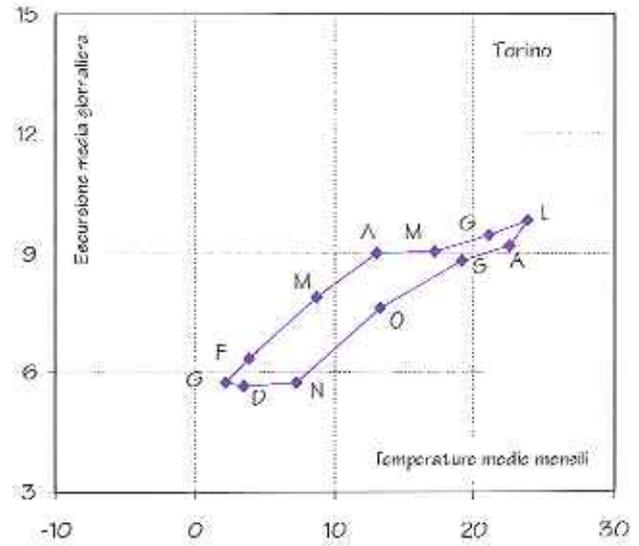
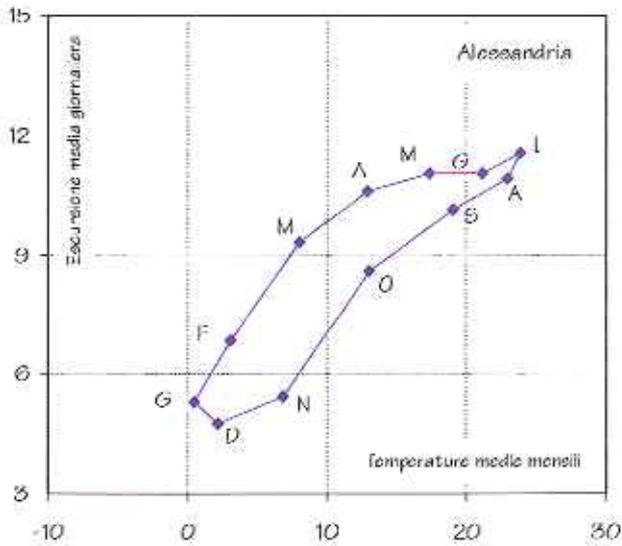
L'EMG non mostra una chiara correlazione con la quota. La variazione annuale è invece sensibile: i valori inferiori sono registrati durante il mese di gennaio (15°C - 21°C), mentre i valori più elevati cadono nel mese di luglio (18°C - 24°C).

A Spigno Monferrato, Usseglio e Casteldelfino le escursioni superano i 20°C durante tutto l'anno. Il valore massimo si registra ad Usseglio nel mese di marzo (26,3°C).

I valori minimi si hanno a Oropa nei mesi di agosto e settembre con 14,5°C. In primavera l'escursione è lievemente più elevata di quella autunnale; mediamente la differenza è di circa 0,5°C - 2°C.

Si hanno però, alcune eccezioni quali Vercelli, dove le escursioni primaverili sono inferiori a quelle autunnali, Ceresole Reale e Lago d'Avino in cui la differenza supera i 3°C.

Fig. 33



GLI ESTREMI TERMICI

La quota 1000 metri separa due ambiti che presentano differenti caratteristiche di distribuzione delle temperature estreme. È per questo che la trattazione che segue è suddivisa in due parti.

Località poste a quote inferiori a 1000 metri

Campo di variazione termica

Il campo di variazione termico (CVT) è compreso tra i 45°C di Ormea e i 61°C di Spigno, Ivrea e Torino. È possibile suddividere questo intervallo in tre parti:

- CVT inferiore o uguale a 50 (Ormea, Varallo, Pallanza);
- CVT compreso tra 52°C e 58°C (Novara, Cuneo, Luserna, Domodossola, Moncalieri, Alessandria e Asti);
- CVT superiore o uguale a 60°C (Casale, Vercelli, Spigno, Ivrea e Torino).

Temperature minime assolute inferiori a 0°C e numero medio di giorni di gelo

Le temperature minime assolute negative si riscontrano da ottobre ad aprile (tabella 10).

La probabilità che si verifichino gelate da novembre a marzo è sempre superiore al 50% (un anno ogni 2) e superiore al 80% da dicembre a febbraio (tabella 10); fanno eccezione Novara, Pallanza e Torino dove la probabilità è, nel mese di marzo, inferiore al 50%, ma superiore al 33% (un anno su 3).

In aprile la probabilità è sempre inferiore al 33% tranne che a Cuneo; ad Asti, Novara, Pallanza, Moncalieri, Torino e Ivrea è, invece, inferiore al 10% (un anno ogni 10).

In maggio le uniche stazioni poste a queste quote in cui si sono verificate gelate, nel periodo considerato, sono Alessandria, Casale Monferrato e Luserna San Giovanni, ma la probabilità anche in queste località è inferiore al 10%.

Il numero medio annuo di giorni di gelo (tabella 11) è superiore a 90 solo a Vercelli, seguono Ormea, Varallo, Luserna, Cuneo.

Le località in cui il numero di giorni di gelo è minore sono Moncalieri e Torino, Pallanza, e Novara.

Probabilità di gelate tardive (21 marzo - 10 maggio) e precoci (1 ottobre - 10 novembre)

Tutta l'area al di sotto dei 1000 metri è soggetta a gelate tardive.

Mediamente la probabilità di gelate nell'ultima decade di marzo è del 30% circa, ma in alcune località si supera il 50%: Vercelli, Spigno Monferrato, Varallo e Cuneo. Solo a Pallanza, sulle rive del Lago Maggiore, la probabilità è inferiore al 10%. In nessuna località il rischio è nullo.

Nelle prime due decadi di aprile la probabilità media è del 15% circa, ma a Casale Monferrato, Vercelli, Spigno Monferrato, Varallo Cuneo e Ormea si supera il 25%. Il rischio è invece molto basso a Asti, Novara, Pallanza, Moncalieri e Torino (dove è nullo), e Ivrea. La probabilità nell'ultima decade di aprile e nella prima di maggio è mediamente inferiore al 10%, ma in molte località il rischio è nullo o inferiore al 5%. Solo a Spigno, Cuneo e Ormea si supera il 10%. Probabilità non trascurabili in maggio si hanno ad Alessandria, Casale, Spigno, Varallo e Luserna.

La distribuzione del rischio di gelate precoci riflette quasi specularmente quella delle gelate tardive.

Nelle prime decadi di ottobre il rischio è mediamente inferiore al 10%. In particolare nella prima decade in nessuna località viene superato tale valore.

Nella seconda decade invece la probabilità di gelate supera il 10% a Vercelli, Spigno - dove si raggiunge il valore massimo: 26% - e Ormea.

Nella terza decade di ottobre la probabilità media di gelate è del 15% circa; cresce però fortemente il divario tra località a bassa e ad alta probabilità: a Vercelli si arriva al 50%, mentre a Casale, Spigno e Domodossola si supera il 25%; d'altro lato valori nulli o nettamente inferiori al 10% si hanno a Pallanza, Moncalieri, Torino e Ivrea.

Il rischio di gelate nella prima decade di novembre è sempre elevato, mediamente del 25% circa; i valori minimi si hanno a Novara, Pallanza e Moncalieri. Valori massimi, superiori al 40%, si hanno a Vercelli e a Spigno.

In tutte le decadi esaminale Casale (Istituto Pioppicoltura) e Vercelli (Stazione Riscicoltura) mostrano probabilità di gelate maggiori rispetto alle stazioni urbane poste alle stesse quote.

TABELLA 10

Probabilità che il verificarsi di temperature estreme (Tm<=-5, Tm<=0, Tm<=-15, Tm>=30, Tm>=35) si verifichi almeno una volta in un anno

Tm = temperatura minima estrema

TM = temperatura massima estrema

Stazione	quota	anni	TIPO	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Alessandria			Tm<=-15	10											
			Tm<=-5	71	48	19								24	57
	95	22	Tm<=0	100	100	81	24	5					14	67	100
			TM>=30				5	29	81	100	95	38			
			TM>=35						24	24	29				
Casale Monf.			Tm<=-15	15	4										
			Tm<=-5	88	58	15								27	73
	113	26	Tm<=0	100	100	88	31	8					31	88	92
			TM>=30					27	85	100	85	35			
			TM>=35						4	23					
Asti			Tm<=-15		4										
			Tm<=-5	79	54	11								7	71
	126	32	Tm<=0	100	96	75	7						11	82	96
			TM>=30					32	89	100	100	25			
			TM>=35						14	32	18				
Vercelli			Tm<=-15	12	3										
			Tm<=-5	79	68	24	3							29	94
	135	36	Tm<=0	100	100	94	35						59	100	100
			TM>=30					12	76	100	94	47			
			TM>=35							9					
Novara			Tm<=-15												
			Tm<=-5	55	21	3									38
	164	35	Tm<=0	100	93	59	10						7	62	100
			TM>=30					34	97	100	97	34			
			TM>=35						7	41	24				
Pallanza			Tm<=-15												
			Tm<=-5	31	11	3									6
	202	35	Tm<=0	97	89	54	6							49	97
			TM>=30				6	3	43	86	71	14			
			TM>=35							9					
Moncalieri			Tm<=-15		4										
			Tm<=-5	48	33										22
	225	28	Tm<=0	100	81	52								56	100
			TM>=30					33	89	96	89	19			
			TM>=35						19	33	7				
Torino			Tm<=-15		3										
			Tm<=-5	59	32	6								6	38
	238	36	Tm<=0	100	94	53	3						6	62	100
			TM>=30					41	82	100	91	47			
			TM>=35						24	32	21				

Tabella 10

Probabilità che si verificano temperature estreme inferiori o superiori a alcuni valori limite

Tm = temperatura minima estrema

TM = temperatura massima estrema

Stazione	quota	anni	TIPO	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Usseglio			Tm<=-15	60	51	31								9	43
			Tm<=-5	100	100	100	91	37	9			17	69	97	100
	1265	36	Tm<=0	100	100	100	100	97	63	14	31	66	100	100	100
			TM>=30						3	11	3	3			
			TM>=35												
Casteldelfino			Tm<=-15	23	15	4									8
			Tm<=-5	100	100	81	42						4	85	100
	1296	28	Tm<=0	100	100	100	100	62	8			8	85	100	100
			TM>=30					8	19	31	12	8			
			TM>=35						4	4					
Ceresole R.			Tm<=-15	57	57	34									26
			Tm<=-5	100	100	100	91	14					17	91	100
	1600	36	Tm<=0	100	100	100	100	94	26			34	94	100	100
			TM>=30												
			TM>=35												
Lago d'Avino			Tm<=-15	92	92	83	58	4						50	83
			Tm<=-5	100	100	100	100	92	58	8	8	46	88	100	100
	2240	27	Tm<=0	100	100	100	100	100	100	92	88	96	100	100	100
			TM>=30												
			TM>=35												

Temperature estreme inferiori a -5°C

Temperature estreme inferiori a -5°C si possono verificare tra novembre e marzo in quasi tutte le stazioni. Fanno eccezione Vercelli, in cui si sono registrate queste temperature anche in aprile, e Spigno dove il rischio comprende anche ottobre; a Novara, Pallanza e Moncalieri invece il periodo critico esclude novembre. La probabilità è generalmente elevata (superiore al 20%) da dicembre a febbraio; a marzo il rischio si riduce ovunque ma solo in alcune località è inferiore al 10%: Novara, Pallanza, Moncalieri, Torino e Ivrea.

Temperature estreme inferiori a -15°C si sono verificate tra gennaio e febbraio in quasi tutte le località; fanno eccezione Novara, Pallanza, Varallo e Ormea. La probabilità di avere geli così intensi è piuttosto bassa, generalmente inferiore al 10%.

I mesi in cui si registrano le minime assolute sono febbraio (10 località su 15) e gennaio (le restanti 5).

Minime assolute inferiori ai -20°C sono molto rare.

Il valore minimo di temperatura per il mese di febbraio è stato raggiunto in tutte le località nei giorni 13-17 febbraio del 1956. Temperature particolarmente rigide si ebbero anche nel gennaio 1954, nel gennaio 1971 e nel gennaio 1977.

Temperature massime assolute

Le temperature massime assolute sono sempre superiori ai 10°C.

Temperature superiori a 30°C possono essere raggiunte da maggio a settembre, o già nel mese di aprile a Pallanza, Alessandria, Spigno Monferrato, Ivrea e Domodossola.

Ma la probabilità è elevata solo da giugno a agosto e per altitudini inferiori ai 400 metri. Nel mese di luglio la soglia dei 30°C è stata superata tutti gli anni a Alessandria, Casale, Asti, Vercelli, Novara, Torino e Spigno, in quest'ultima località tale soglia è

Tabella 11

Numero medio mensili e annuo degli giorni di gelo.

Nome Stazione	Quota	Numero di anni	Mesi												anno
			gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
Alessandria	95	22	22	15	5	1						1	4	17	65
Casale Monf.	113	26	26	20	7	1						1	7	21	81
Asti	126	32	22	14	5								5	19	65
Vercelli	135	36	25	20	11	1						2	10	22	91
Novara	164	35	19	10	3								3	16	51
Pallanza	202	35	15	10	2								2	13	41
Moncalieri	225	28	17	10	2								2	13	45
Torino	238	36	19	12	3								3	14	51
Spigno Monf.	258	35	24	17	9	1						2	8	20	81
Ivrea	267	34	21	14	5								5	17	62
Domodossola	277	31	25	19	7							1	9	21	82
Varallo	453	36	26	20	8	1							8	23	86
Luserna S. G.	476	34	25	20	10	1						1	9	22	88
Cuneo	536	36	26	21	9	1							8	21	85
Ormea	730	26	25	19	10	1						1	8	22	86
Oropa	1180	34	26	22	16	5						1	10	21	101
Usseglio	1265	36	31	28	30	25	11	2		1	5	17	28	30	208
Casteldelfino	1296	28	29	26	22	9	1					4	20	28	140
Ceresole R.	1600	36	30	28	30	23	8				1	10	25	30	184
Lago d'Avino	2240	27	31	28	31	30	27	16	6	6	12	25	30	31	272

Tabella 12

Probabilità di gelo nei decenni nel periodo 21 marzo - 10 maggio e 1 ottobre - 10 novembre.

Stazione	Quota	Numero di anni	Decadi										
			marzo			aprile			maggio		ottobre		novem.
			21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	1-10	11-20	21-31	1-10		
Alessandria	95	22	23	14	14	9	5	5	9	18	18		
Casale Monf.	113	26	42	12	27	4	8	-	-	31	31		
Asti	126	32	16	3	6	-	-	-	3	9	23		
Vercelli	135	36	63	28	14	3	-	3	19	50	53		
Novara	164	35	14	6	3	-	-	-	-	9	9		
Pallanza	202	35	6	6	-	-	-	-	-	-	6		
Moncalieri	225	28	11	-	-	-	-	-	-	-	7		
Torino	238	36	11	-	-	3	-	-	-	6	19		
Spigno Monf.	258	35	56	23	40	14	6	6	26	43	46		
Ivrea	267	34	18	3	3	-	-	-	-	6	15		
Domodossola	277	31	32	19	10	-	-	3	3	26	35		
Varallo	453	36	50	22	25	3	6	-	3	11	36		
Luserna S. G.	476	34	39	24	18	6	3	6	9	15	26		
Cuneo	536	36	58	31	28	11	-	-	3	14	33		
Ormea	730	26	38	15	27	15	-	8	12	23	38		

superata tutti gli anni in giugno e agosto.

Temperature superiori a 35°C sono possibili sino ai 500 m di quota, ma la probabilità supera il 20% (un anno ogni 5) solo sotto i 300 metri.

Si distinguono Spigno, dove in luglio la probabilità di avere temperature superiori supera il 70%, e Pallanza dove è inferiore al 10%.

Temperature massime estreme superiori a 40°C si sono registrate a Torino, dal 30 giugno al 8 luglio 1957 e il 3 luglio 1959, a Spigno Monferrato il 5 e il 6 luglio 1957, a Ivrea dal 2 al 8 luglio 1952; il valore più elevato registrato nel periodo considerato, 45°C, è stato misurato a Ivrea il 7 luglio del 1952.

Temperature elevate si registrarono, oltre che nel luglio 1952, anche nel giugno 1951, nel luglio 1957, nel luglio 1964, nel giugno 1968, nell'agosto 1973, nell'agosto 1974 e nel luglio 1983.

Località poste a quote superiori a 1000 metri

Sopra ai 1000 metri la variabilità della fisiografia determina forti contrasti. I valori misurati nelle singole stazioni sono influenzati da situazioni locali che alterano il normale gradiente termico in relazione con la quota. In particolare la stazione di Usseglio, collocata nel fondo di una valle particolarmente incisa e disposta in senso Est-Ovest, presenta sempre temperature fortemente negative.

Campo di variazione termica

Il campo di variazione termico (CVT) è compreso tra i 44.6°C di Oropa e i 58°C di Usseglio. Nelle altre tre località disponibili (Casteldelfino, Ceresole, Lago d'Avino) il CVT è compreso tra 51°C e 54°C.

Temperature minime assolute inferiori a 0°C e numero medio di giorni di gelo

Minime estreme inferiori o uguali a 0°C si sono verificate da ottobre a maggio ad Oropa e da settembre a giugno a Casteldelfino e Ceresole. A Usseglio e Lago d'Avino minime negative sono state registrate anche nei mesi estivi. La probabilità che si verificano gelate è però elevata (superiore al 50%) solo da novembre ad aprile per Oropa; da ottobre a maggio a Casteldelfino e Ceresole e da settembre a giugno a Usseglio; a Lago d'Avino invece la probabilità è elevata (superiore al 80%) tutto l'anno.

Al di sopra dei 1000 metri il numero medio dei giorni di gelo è superiore a 100 ma a Usseglio e Lago d'Avino supera i 200.

Temperature estreme inferiori a -5°C

Temperature estreme inferiori a -5°C sono frequenti sia in primavera che in autunno e, sopra i 2000 metri, anche in estate. Temperature estreme inferiori a -15°C, rare a Oropa, sono frequenti nelle altre località; a Usseglio e Ceresole diventano comuni (probabilità superiore al 50%) in gennaio e febbraio, mentre a Lago d'Avino lo sono da novembre a aprile.

I mesi in cui si registrano le minime assolute sono gennaio e febbraio. Le minime assolute sono sempre inferiori ai -20°C al di sopra dei 1500 metri.

A quote inferiori solo a Usseglio si sono registrati geli così intensi nel periodo considerato.

Temperature particolarmente rigide si ebbero nel febbraio 1956, nel gennaio e febbraio 1963, nel gennaio 1967, nel marzo 1971 e nel gennaio 1985.

Temperature massime assolute

Le temperature massime assolute sono sempre superiori ai 10°C fino a 2000 metri. Temperature superiori a 30°C sono state registrate solo a Usseglio e Casteldelfino nel periodo da maggio a settembre; mai a Oropa, Ceresole o Lago d'Avino. La temperatura di 35°C è stata registrata solo a Casteldelfino nei giorni 17 giugno 1951 e 18 luglio 1964. Temperature elevate si registrarono anche nel giugno 1968, nel luglio 1982 e nel luglio 1983.

SOMMATORIE TERMICHE

Base uguale a 6°C

I valori medi annui più elevati della sommatoria termica a base 6°C (superiori a 2500) si hanno nelle aree della pianura piemontese sotto i 300 metri circa (tabella 13). Valori inferiori si verificano nelle località di fondo valle o in prossimità dei grandi laghi. In questo ambito le stazioni urbane manifestano valori nettamente più elevati.

I minimi annui sono generalmente superiori a 2200, tranne che nelle località che risentono della prossimità dei rilievi montuosi o dei laghi. Il minimo

Tabella 13

Vannoli S. C. (1977) - I dati climatici del Piemonte a base 6°C

stazioni	stazioni														
	Alessandria	Casale Monf.	Asti	Vercelli	Novara	Pallanza	Moncalieri	Torino	Spigno Monf.	Ivrea	Domodossola	Varallo	Luserna S. G.	Cuneo	Ormea
quota	95	113	126	135	164	202	225	238	258	267	277	453	476	536	730
11-20 marzo	25	29	37	21	36	26	39	35	42	32	31	19	27	14	18
21-31 marzo	53	38	59	39	55	46	60	56	60	49	52	33	40	27	34
1-10 aprile	65	56	68	61	64	56	69	65	78	60	63	44	50	39	41
11-20 aprile	70	62	74	67	73	62	70	75	81	68	71	59	56	44	52
21-30 aprile	87	72	86	77	85	70	78	81	85	77	78	68	62	50	56
1-10 maggio	107	88	97	96	101	84	98	98	105	93	97	82	77	65	65
11-20 maggio	117	101	116	118	117	101	114	114	118	111	110	96	93	74	86
21-31 maggio	139	126	141	138	143	117	141	132	136	133	129	109	118	95	95
1-10 giugno	139	136	143	140	144	126	141	137	142	135	133	114	122	104	102
11-20 giugno	153	142	153	145	155	135	156	150	150	148	142	129	136	112	112
21-30 giugno	164	152	166	160	166	148	166	164	161	162	155	143	142	135	127
1-10 luglio	173	159	174	169	174	158	176	175	163	171	166	155	155	145	135
11-20 luglio	176	166	176	174	179	165	178	176	168	177	164	153	159	148	141
21-31 luglio	199	185	194	185	196	180	196	192	186	190	181	172	178	165	154
1-10 agosto	177	167	178	165	179	163	178	173	167	170	165	148	160	145	141
11-20 agosto	171	156	171	160	171	154	169	166	160	160	153	141	147	138	130
21-31 agosto	177	160	173	159	172	158	169	165	166	160	157	148	145	141	135
1-10 settembre	147	135	146	133	148	136	144	144	139	138	133	117	122	124	108
11-20 settembre	134	127	133	119	133	121	132	130	124	124	116	97	114	105	99
21-30 settembre	118	116	118	107	116	108	114	119	108	109	104	94	102	98	92
1-10 ottobre	93	93	96	89	95	90	90	96	82	89	82	77	79	78	75
11-20 ottobre	72	66	73	67	74	70	70	73	56	68	65	57	58	56	55
Media annua	2742	2512	2766	2571	2744	2470	2743	2703	2647	2601	2535	2244	2299	2089	2023
Minimo annuo	2331	2299	2482	2356	2323	2095	2519	2401	2467	2120	2278	2014	1994	1923	1916
Massimo annuo	2987	2787	3073	2753	3075	2855	2896	2938	2880	3252	2759	2577	2596	2389	2112

dei valori massimi annui si registra a Ormea che è già classificabile come località montana.

Base uguale a 10°C

Come per le sommatorie in base 6°C, anche per i valori medi annui della sommatoria termica a base 10°C (superiori a 1800) i massimi si hanno nelle aree della pianura piemontese sotto i 300 metri circa. Anche in questo caso le località di fondo valle, in prossimità dei grandi laghi e nelle zone rurali sono caratterizzate da valori inferiori (tabella 14).

I minimi annui sono generalmente superiori a 1500,

tranne che nelle località che risentono della prossimità dei rilievi montuosi o dei laghi. I minimi dei valori massimi annui si registrano a Ormea e a Cuneo.

Indice di BRANAS

La figura 24 presentata la distribuzione dell'indice di Branas (1946) sul territorio piemontese. Il valore 2,6, limite per la vite, include le aree montane in cui si producono ancora uve da vino: Pomaretto in Val Chisone, Chiomonte in Val Susa, Carema lungo la Dora Baltea e la Val Vigizzo.

TABELLA 14

VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA (MEDIATE GIORNALIERE) IN FUNZIONE DELLA QUOTA (IN METRI) A 10° C.

stazioni	stazioni														
	Alessandria	Casale Monf.	Asti	Vercelli	Novara	Pallanza	Moncalieri	Torino	Spigno Monf.	Ivrea	Domodossola	Varallo	Luserna S. G.	Cuneo	Ormea
quota	95	113	126	135	164	202	225	238	258	267	277	453	476	536	730
11-20 marzo	10	36	22	9	19	17	22	6	25	23	8	15	0	0	9
21-31 marzo	21	25	31	19	26	26	30	28	33	24	22	15	6	0	20
1-10 aprile	44	37	42	38	42	34	42	42	51	32	33	18	25	23	24
11-20 aprile	50	45	49	45	47	36	42	47	53	42	43	31	30	24	31
21-30 aprile	53	44	54	47	48	43	45	57	56	50	42	56	33	32	28
1-10 maggio	71	54	62	63	65	54	60	65	70	56	58	74	41	44	41
11-20 maggio	83	63	76	83	81	70	77	81	83	71	71	75	52	40	52
21-31 maggio	92	76	97	90	101	78	101	107	96	87	84	102	69	57	60
1-10 giugno	104	93	104	99	112	74	105	95	102	95	91	110	85	58	68
11-20 giugno	118	100	115	110	116	99	116	110	111	103	113	100	94	83	66
21-30 giugno	126	112	126	127	127	107	120	124	122	119	118	109	101	101	91
1-10 luglio	133	113	133	125	135	109	132	132	124	125	122	121	112	103	99
11-20 luglio	136	122	137	133	139	107	138	134	128	142	125	124	118	97	100
21-31 luglio	151	135	154	141	151	124	151	145	142	153	138	141	124	108	116
1-10 agosto	137	135	139	130	138	120	136	124	127	137	123	128	122	94	108
11-20 agosto	125	117	130	119	129	115	125	122	121	125	112	128	100	95	92
21-31 agosto	134	116	130	115	129	116	126	120	121	123	118	112	104	88	97
1-10 settembre	105	97	106	90	108	99	104	107	100	104	87	86	89	93	70
11-20 settembre	98	94	98	80	97	86	96	84	86	93	73	61	88	62	67
21-30 settembre	81	84	84	69	79	72	81	79	71	80	63	56	61	57	60
1-10 ottobre	59	59	65	57	60	59	58	63	54	61	44	45	35	40	45
11-20 ottobre	34	34	42	36	40	33	37	45	33	39	23	36	29	30	34
Media annua	1952	1757	1986	1813	1952	1672	1934	1901	1881	1852	1692	1732	1460	1329	1344
Minimo annuo	1686	1562	1797	1643	1656	1507	1772	1680	1720	1476	1530	1682	1341	1280	1319
Massimo annuo	2174	1970	2245	1978	2215	2003	2064	2045	2027	2381	1787	1782	1684	1379	1380

4.5 VARIAZIONI TERMICHE CON LA QUOTA

Nella tabella 15 si forniscono i coefficienti relativi alle relazioni tra la quota e le temperature per le varie tipologie di temperatura (media mensile, media dei massimi giornalieri e media dei minimi giornalieri).

Esse sono sempre del tipo:

$$t = a + b \cdot q + c \cdot q^2$$

dove:

t è la temperatura;

q è la quota;

a è l'intercetta;

b è il coefficiente del termine di primo grado (q);

c è il coefficiente del termine di secondo grado (q²).

Funzioni di interpolazione

L'esame degli errori evidenzia come le relazioni trovate siano abbastanza rappresentative per l'area esaminata; in particolare l'errore della stima delle medie mensili non è mai superiore a 1,5°C.

È necessario però precisare che le relazioni trovate hanno significato solo in ambito regionale ed esclusivamente all'interno del campo di variazione delle quote delle stazioni utilizzate (90-2300 m s.l.m.m.). Data la provenienza di una parte dei dati per le quote inferiori a 500 m s.l.m.m. da stazioni urbane, le relazioni trovate sono affette da un lieve errore sistematico in eccesso solo in parte compensato dai dati delle altre stazioni.

L'andamento della relazione tra la temperatura media annua e la quota è di tipo parabolico a debole curvatura, come è dimostrato dal basso coefficiente del termine di secondo grado.

La concavità è rivolta verso il basso evidenziando l'ovvia diminuzione con la quota.

Dalla tabella 15 risulta che l'andamento con la quota è lineare, per tutte le tipologie considerate, da maggio a settembre.

In dicembre e gennaio la funzione che interpola meglio i dati esaminati è di tipo parabolico; questo implica una debole variazione alle altitudini inferiori dovuta certamente alle condizioni di inversione tipiche dei mesi invernali.

Nei mesi intermedi si può avere un andamento più o meno lineare. Le medie mensili nei mesi febbraio-aprile e ottobre-novembre hanno un andamento ben interpolato da un ramo di parabola poco arcuato (come dimostrano i bassi valori del coefficiente del termine di secondo grado).

Le medie delle massime giornaliere seguono invece un andamento lineare già a partire dal mese di marzo, che diventa curvilineo a partire da ottobre e la curvatura della parabola interpolante aumenta via via sino a raggiungere il massimo nel mese di febbraio. Le medie delle minime giornaliere infine decrescono con la quota con andamento lineare da maggio a ottobre; negli altri mesi seguono invece un andamento parabolico con curvatura crescente da novembre a gennaio e decrescente da febbraio a aprile. Al fine di rendere più apprezzabile la modalità di decrescita della temperatura media mensile al variare della quota si riportano nella tabella 16 i gradienti per elevazioni di 100 m per varie fasce altimetriche e mesi dell'anno.

I valori per la fascia altimetrica più elevata nei mesi invernali e primaverili non sono stati calcolati perché

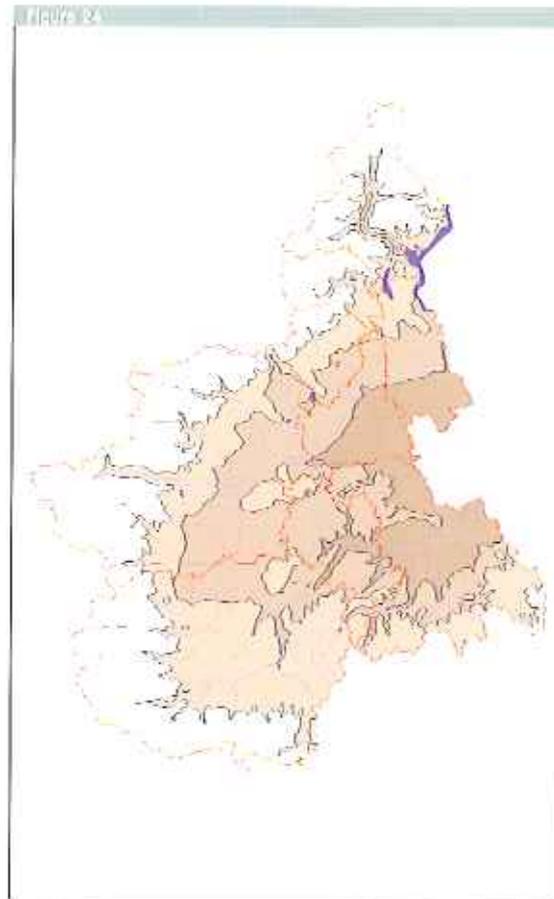


Figura 25

Distribuzione dell'indice di Branas.

poco significativi a causa della forte curvatura indotta nella curva interpolante dalla presenza dell'inversione termica.

Il valore medio annuo, pari a 0.54°C, non differisce da quello generalmente ammesso.

Si osserva però una forte variazione nel corso dell'anno e al variare della quota.

I valori più elevati si hanno nei mesi estivi; da maggio a agosto, il gradiente è maggiore di 0.65°C/100 m.

I valori più bassi si verificano invece nei mesi invernali alle quote inferiori dove la decrescita è poco evidente.

Anche l'aumento con la quota del numero medio annuo di giorni di gelo segue un andamento parabolico ma con concavità rivolta verso l'alto; la funzione interpolante è la seguente:

$$Gg = 50,2 + 1,6 \cdot 10^{-7} \cdot q + 2,9 \cdot 10^{-5} \cdot q^2$$

dove:

Gg è il numero di giorni di gelo;

q è la quota.

L'errore quadratico medio è pari a 24.4.

MEDIE MENSILI E ANNUE

Mesi

Coefficienti	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
intercetta	1.6	4.2	9.0	13.4	18.1	22.0	24.6	23.5	19.7	13.6	7.9	3.0	13.5
primo g.		-2.1E-3	-4.5E-3	-5.5E-3	-6.7E-3	-7.0E-3	-6.9E-3	-6.7E-3	-6.1E-3	-3.6E-3	-2.4E-3		-4.0E-3
secondo g.	-1.9E-6	-1.3E-6	-7.2E-7	-5.3E-7						-7.0E-7	-1.0E-6	-1.9E-6	-6.7E-7
rmse	1.5	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.1

MEDIE MENSILI DEI MASSIMI GIORNALIERI

Mesi

Coefficienti	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
intercetta	4.8	5.3	13.3	17.9	24.9	28.8	31.1	29.5	23.8	18.2	10.4	5.8
primo g.			-5.5E-3	-6.7E-3	-7.1E-3	-7.3E-3	-7.3E-3	-7.1E-3	-6.5E-3	-3.6E-3	-1.8E-3	
secondo g.	-1.8E-6	-2.0E-6								-8.3E-7	-1.2E-6	-1.8E-6
rmse	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.6

MEDIE MENSILI DEI MINIMI GIORNALIERI

Mesi

Coefficienti	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
intercetta	-1.9	-0.9	4.3	9.4	14.8	18.1	20.2	19.1	14.3	9.7	3.8	-0.7
primo g.		-3.2E-3	-4.1E-3	-4.8E-3	-6.5E-3	-6.7E-3	-6.5E-3	-6.2E-3	-5.6E-3	-4.8E-3	-3.0E-3	
secondo g.	-2.1E-6	-1.1E-6	-1.0E-6	-0.8E-6							-7.7E-7	-1.8E-7
rmse	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7

fascia altimetrica

gen feb mar apr mag giu lug ago set ott nov dic anno

1750	2300					0.68	0.70	0.69	0.67	0.61	0.64	0.65		0.67
1300	1750	0.58	0.61	0.50	0.71	0.68	0.70	0.69	0.67	0.61	0.57	0.55	0.58	0.60
950	1300	0.43	0.50	0.49	0.67	0.68	0.70	0.69	0.67	0.61	0.52	0.47	0.43	0.55
750	950	0.32	0.43	0.48	0.64	0.68	0.70	0.69	0.67	0.61	0.48	0.41	0.32	0.51
400	750	0.22	0.36	0.47	0.61	0.68	0.70	0.69	0.67	0.61	0.44	0.36	0.22	0.48
300	400	0.13	0.30	0.46	0.59	0.68	0.70	0.69	0.67	0.61	0.41	0.31	0.13	0.45
media		0.41	0.49	0.52	0.66	0.68	0.70	0.69	0.67	0.61	0.51	0.46	0.41	0.54

La funzione che meglio esprime la relazione tra la sommatoria termica in base 6°C e la quota è la seguente:

$$St = 2843 - 114 \cdot q$$

dove:

St è la sommatoria termica;

q è la quota.

L'errore quadratico medio è pari a 187.

Il valore minimo del termine noto è 2640 mentre il valore massimo è 3014.

La funzione che meglio esprime la relazione tra la sommatoria termica in base 10°C con valore massimo a 300 e la quota è la seguente:

$$St = 2058 - 0,987 \cdot q$$

dove:

St è la sommatoria termica;

q è la quota.

L'errore quadratico medio è pari a 160.

Il valore minimo del termine noto è 1817 mentre il valore massimo è 2387.

La funzione che meglio esprime la relazione tra la sommatoria termica in base 100, utilizzata per il calcolo dell'indice di Branas, e la quota è la seguente:

$$St = 1915 - 1,36 \cdot q + 2,4 \cdot 10^{-6} \cdot q^2$$

dove:

St è la sommatoria termica;

q è la quota.

L'errore quadratico medio è pari a 192.

Il valore minimo del termine noto è 1725 mentre il valore massimo è 2135.

Andamenti interannuali

Lo studio dell'andamento delle temperature nel periodo compreso tra il 1951 ed il 1986 non permette di individuare le fluttuazioni e le tendenze degli elementi del clima, la cui analisi richiede una serie di dati notevolmente più lunga ed è rimandata ad un successivo volume della stessa collana riguardante specificamente le serie storiche. Può fornire però informazioni su un innalzamento o un abbassamento delle temperature durante il periodo considerato.

Nella figura 25 sono rappresentate gli andamenti

delle temperature medie annue, medie del mese più freddo e del mese più caldo ottenuti con i valori di intercetta della media annua e delle due medie mensili, di tutta la regione calcolati con il modello descritto nel capitolo "Materiali e i metodi".

Nelle tre figure è evidente un innalzamento delle temperature, che risulta più contenuto per le temperature medie annue (0.01°C/anno) e maggiore nel caso delle temperature medie del mese più caldo (0.02°C/anno) e del mese più freddo (0.03°C/anno). È inoltre evidente che nella prima metà del periodo considerato (1951-1986) si è avuta una maggiore frequenza di picchi negativi e che nel decennio 1970-80 la variabilità interannuale delle temperature medie annue e di quelle del mese più caldo è più contenuta. L'anno mediamente più caldo risulta essere il 1967, mentre quello più freddo è stato il 1956. Mesi particolarmente caldi vengono segnalati dal modello nel 1983 e nel 1952, anni già segnalati nell'esame delle temperature massime assolute; come mese più freddo il modello individua con precisione il febbraio 1956.

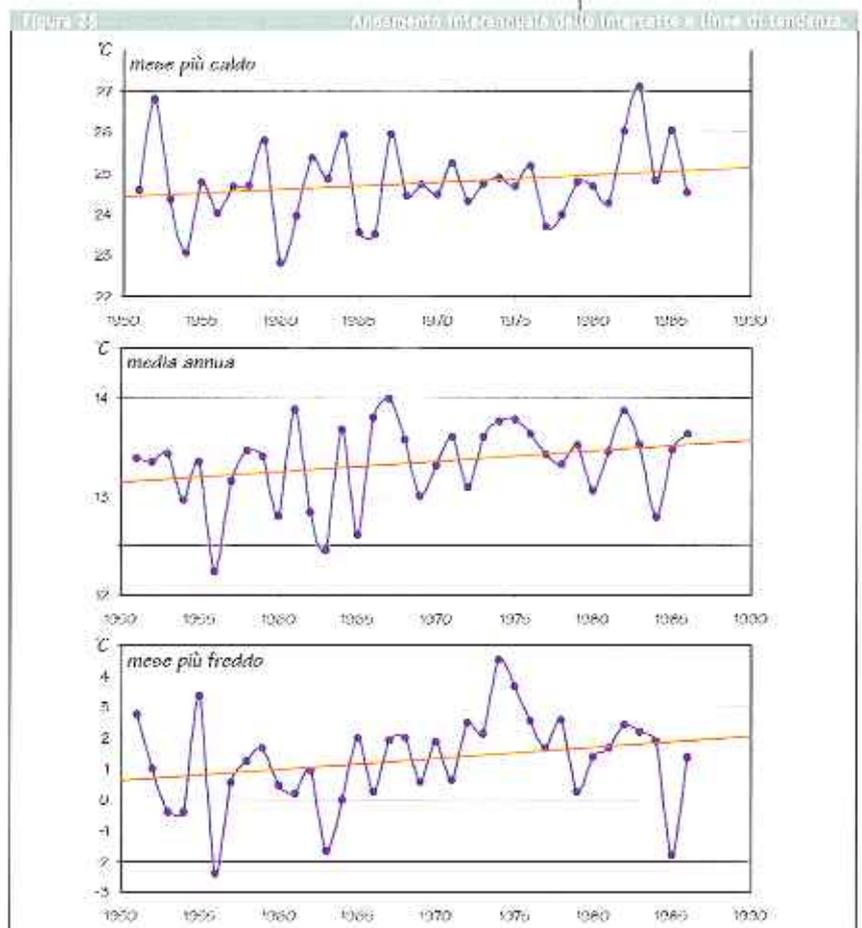
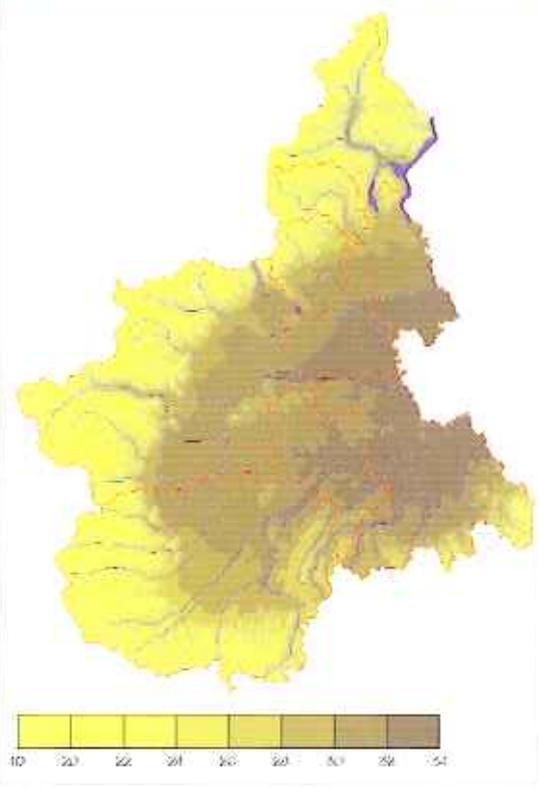


Figura 25

Distribuzione dell'indice di continentalità di Gorczinski.

Figura 26



Continentalità

A partire dalle relazioni determinate tra temperature mensili e quota è stato possibile stimare il livello di continentalità. Tale parametro è stato determinato utilizzando la formula di GORCZINSKI:

$$IC = 17 - \frac{ETA}{\sin \varphi} - 20,4$$

dove:

ETA è l'escursione termica annua;

φ è la latitudine.

L'indice di continentalità decresce con la quota (Figura 26). L'area di massima continentalità si situa nelle zone delle pianure alessandrina, vercellese e novarese, dove la forte escursione termica annua è determinata principalmente dalla forma depressa del bacino padano che favorisce il permanere di masse di aria anticiclonica responsabili delle basse temperature alle basse quote in inverno e del forte innalzamento termico nei mesi estivi.

CLASSIFICAZIONE CLIMATICA



- 5.1 CARTA CLIMATICA ELABORATA CON IL METODO DI THORNTHWAITE;
- 5.2 CARTE CLIMATICHE ELABORATE CON IL METODO DI BAGNOULS E GAUSSEN;
- 5.3 CARTA PEDOCLIMATICA ELABORATA CON IL METODO DEL SOIL CONSERVATION SERVICE;
- 5.4 CONFRONTO TRA LE METODOLOGIE UTILIZZATE

Le aree climaticamente omogenee individuate dall'analisi pluvio-termica sono state cartografate seguendo i metodi di classificazione proposti da autori diversi, THORNTHWAITE (1948), BAGNOULS e GAUSSEN (1957) e NEWHALL (1972).

5.1 CARTA CLIMATICA ELABORATA CON IL METODO DI THORNTHWAITE

La classificazione climatica di THORNTHWAITE (1948) è basata sulla determinazione dell'evapotraspirazione (reale e potenziale) e sul suo confronto con la quantità di precipitazioni.

I tipi di clima vengono classificati in base alla combinazione di tre indici:

- l'indice di umidità globale (I_m);
- l'evapotraspirazione potenziale (ETP);
- l'indice di efficienza termica.

L'indice di umidità globale offre un valore sintetico del grado di umidità o di aridità di una regione e risulta dalla seguente relazione:

$$I_m = \frac{S - D}{ETP} \cdot 100$$

dove:

S rappresenta l'eccedenza idrica (qualsiasi afflusso superiore alla massima capacità idrica del suolo);

D è il deficit idrico (differenza tra l'evapotraspirazione potenziale e quella reale).

Entrambi vengono espresse in millimetri.

L'evapotraspirazione potenziale rappresenta la massima quantità di acqua, espressa in millimetri, che eva-

porerebbe e traspirerebbe in date condizioni climatiche, se le riserve idriche del suolo venissero costantemente rinnovate.

Questo parametro coincide con il fabbisogno idrico della vegetazione.

L'indice di efficienza termica esprime i valori di temperatura non nella forma normale di dati termometrici, bensì in termini di una possibile efficacia delle temperature osservate nel determinare la crescita delle piante.

Dalla combinazione di questi indici sono state determinate delle regioni climatiche caratterizzate da una formula, costituita dalla successione di quattro lettere (le prime due maiuscole, le altre due minuscole) che nell'ordine indicano il gruppo di valori dell'indice di umidità globale, quello dell'efficienza termica media annua, il tipo di variazione stagionale dell'umidità effettiva (per conoscere il periodo dell'anno in cui si ha deficienza o eccedenza idrica) ed il gruppo di valori della concentrazione estiva dell'efficienza termica. Alcune delle aree individuate, di estensione troppo limitata per la scala adottata, sono state accorpate ad altre di dimensioni superiori e con caratteristiche simili (figura 27).

In Piemonte si ha una zona con clima perumido (A), che occupa il 25% della regione, ed è situata in corrispondenza delle aree in cui si verificano i massimi pluviometrici: la parte settentrionale del Piemonte dal Lago Maggiore alle valli di Lanzo, l'area compresa tra la Val Pellice e la Valle Po, le Alpi Marittime e la parte sud - orientale dell'Appennino.

Questa area è stata suddivisa in quattro sottotipi ca-

Tabella 17

Tipi climatici	Varietà climatiche	Variazioni stagionali di umidità				% di km ²
		moderata eccedenza idrica in inverno	non vi è deficienza idrica o è molto piccola			
			Concentrazione estiva dell'efficienza termica %			
		51.9-56.3	56.3-61.6	61.6-68.0	76.3-88.0	
Da Subumido a Subarido	Secondo mesotermico	C ₁ B ₂ 'sb ₃ ' C ₁ B ₂ 's ₂ b ₃ '				9%
	Secondo mesotermico		C ₂ B ₂ 'rb ₃ '			12%
Da Umido a Subumido	Primo mesotermico		C ₂ B ₁ 'rb ₃ '			6%
	Primo microtermico				C ₂ C ₁ 'rc ₁ ' C ₂ C ₁ 'rb ₁ ' C ₂ C ₁ 'rc ₂ '	2%
		Secondo mesotermico		BB ₂ 'rb ₃ '		
Umido	Primo mesotermico		BB ₁ 'rb ₃ '			16%
	Secondo microtermico			BC ₂ 'rb ₂ ' BC ₂ 'rb ₃ '		6%
		Primo microtermico			BC ₁ 'rb ₁ ' B ₄ C ₁ 'rc ₂ ' BC ₁ 'rc ₁ '	
	Primo mesotermico			AB ₁ 'rb ₃ ' AB ₂ 'rb ₃ '		
	Perumido	Secondo microtermico		AC ₂ 'rb ₃ '	AC ₂ 'rb ₂ '	
Primo microtermico					AC ₁ 'rb ₁ ' AC ₁ 'rc ₂ ' AC ₁ 'rc ₁ '	4%

ratterizzati dalla mancanza di deficit idrico (r) e da una diminuzione dell'ETP all'aumentare della quota:

- l'area posta a quota inferiore occupa l'11% della regione ed è temperata con estate moderatamente calda (AB₁rb₃');
- le due aree a quota intermedia (10% del territorio regionale) si differenziano dalla precedente solo per la minore quantità in mm di ETP e per la maggiore concentrazione termica estiva (AC₂rb₂' e AC₂rb₃');
- la zona a quota superiore di dimensione ridotta

(4%) è caratterizzata da una concentrazione dell'efficienza termica estiva molto elevata (b₁) e da un valore estremamente basso dell'ETP annua, dal quale deriva la varietà climatica del primo microtermico (C₁') caratteristico dei climi molto freddi; tale area non si trova sull'Appennino ed è scarsamente presente anche sulle Alpi Marittime (AC₁rb₁').

Al confine tra pianura e montagna si hanno quattro zone con un clima di tipo umido (B), dove si ha un deficit idrico nullo o molto piccolo (r) e che occupa-

Figura 27

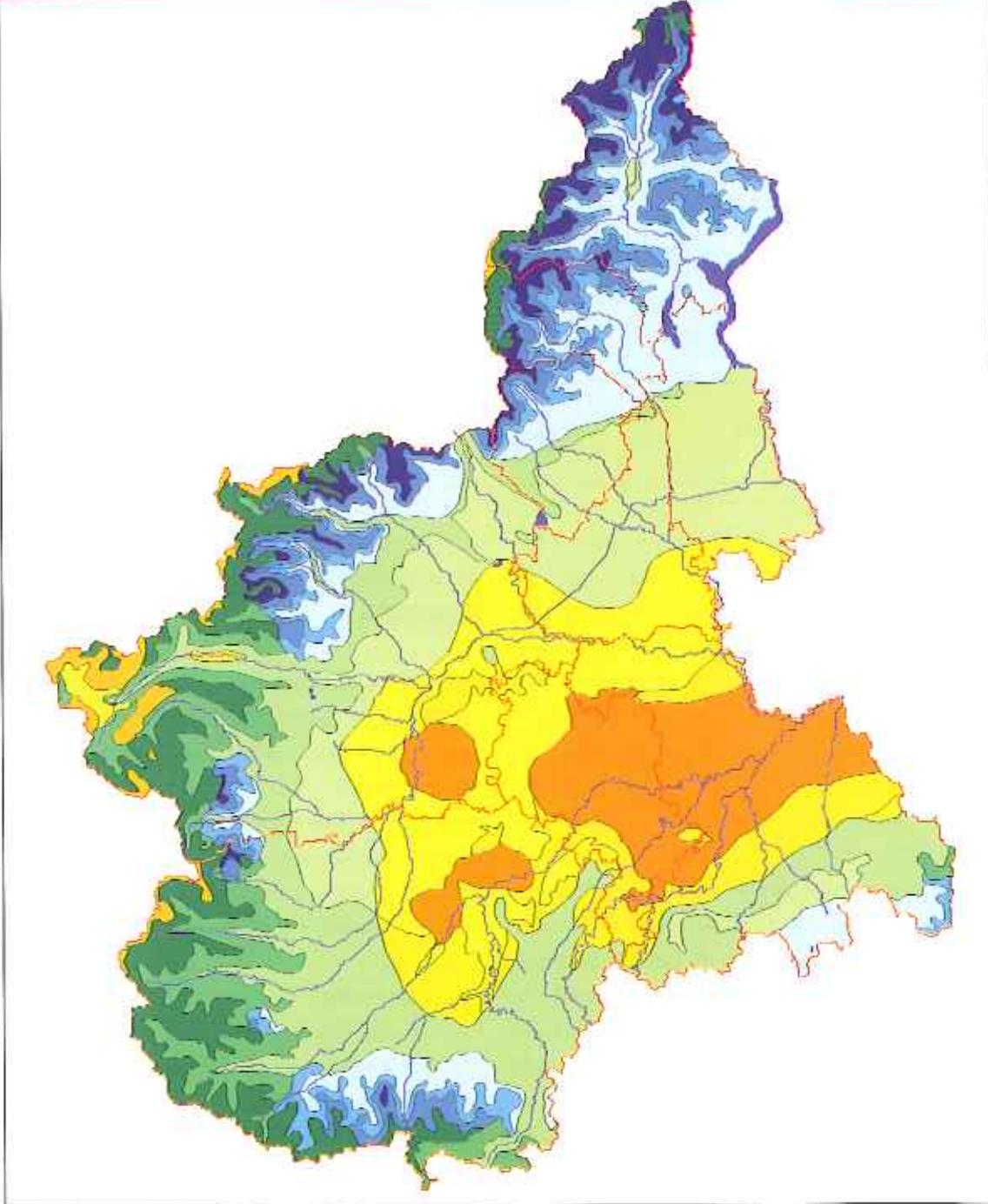


Figura 27

Regimi climatici
secondo Thornthwaite.

no quasi la metà della regione (46%):

- un'area compresa tra la pianura novarese, e la pianura a nord del Po (14% della regione) è caratterizzata da un valore abbastanza elevato di ETP, da cui deriva la varietà climatica del secondo mesotermico (B_2'), e una bassa concentrazione dell'efficienza estiva ($BB_2'rb_3'$);
- un'area che contorna quella precedente e si estende a sud fino al confine con la Liguria, che occupa il 16% del territorio regionale, ha valori di ETP leg-

germente inferiori all'area precedente (primo mesotermico B_1' - $BB_1'rb_3'$);

- altre due zone poste a quote più elevate occupano rispettivamente il 10 ed il 6% della regione con valori dell'ETP decrescenti all'aumentare della quota (C_2 e C_1) e con una concentrazione estiva dell'efficienza termica direttamente proporzionale all'altitudine (b_2 e b_1 - $BC_2'rb_2'$ e $BC_1'rb_1'$).

In Val di Susa ed in pianura, tranne che nell'Alessandrino e nel Novarese, si manifesta un clima di tipo

Tabella 18

Regione climatica	Sotto - regione	Modalità	Numero di mesi aridi	
Xeroterica (giorni lunghi secchi)	Submediterranea	transizione	1-2	
Mesaxerica	Tpomesaxerica (temperata)	T mese più freddo tra 0 e 10 gradi	0	
Axerica fredda	Temperata fredda	meno di 4 mesi di gelo	0	
	Mediamente fredda (oroigroterica)	da 4 a 6 mesi di gelo	0	
	Fredda (oroigroterica)	da 6 a 8 mesi di gelo	0	
	Molto fredda	più di 8 mesi di gelo	0	

umido - subumido (C_2) che interessa il 20% del Piemonte, con una deficienza idrica nulla o quasi (r). Questa regione climatica è suddivisa in tre sottotipi:

- le prime due zone, che si estendono rispettivamente sul 12% e 6% della regione, si differenziano solo per la diversa quantità di ETP (B_2' e B_1') maggiore nella parte più settentrionale e nella media ed alta Val Susa, mentre entrambe hanno una bassa concentrazione estiva dell'efficienza termica ($C_2B_1'rb_3'$ e $C_2B_2'rb_3'$);

- la terza area che interessa solo il 2% della regione ha la più elevata concentrazione estiva dell'efficienza termica (c_1') in Piemonte e un valore molto basso di ETP (C_1') da cui deriva la varietà climatica del primo microtermico; essa caratterizza l'alta Val Susa e le zone poste alle quote più elevate delle Valli di Lanzo e della Val Varaita ($C_2C_1'rc_1'$).

La pianura alessandrina, in cui si ha il minimo annuo di precipitazioni, è caratterizzata da un clima subumido - subarido (C_1), con tendenza al secco ed occupa un'area pari al 9% del territorio regionale; essa ha una moderata eccedenza idrica in inverno (s), infatti è l'unica area in cui non si ha il minimo pluviometrico principale in questa stagione, come accade nel resto della regione, e un'estate calda (b_3').

In conclusione è evidente una suddivisione della regione in due parti:

- una settentrionale con un clima umido;
- una meridionale in cui si ha una tendenza maggiore all'aridità.

5.2 CARTE CLIMATICHE ELABORATE CON IL METODO DI BAGNOULS E GAUSSEN

BAGNOULS E GAUSSEN (1957) hanno elaborato una classificazione climatica basata sull'alternarsi delle temperature e delle precipitazioni medie mensili nel corso dell'anno.

Sono stati definiti i periodi caldi, freddi, e secchi partendo dall'osservazione delle condizioni favorevoli e sfavorevoli per la vegetazione. Questo metodo fa quindi riferimento a due fattori limitanti:

- la siccità
- il freddo intenso.

I periodi caldi sono definiti dalla successione dei mesi, in cui si registra una temperatura media superiore a 20°C; in questo periodo non si ha rischio di gelate. I periodi freddi sono definiti dalla sequenza dei mesi, in cui si registra una temperatura media mensile inferiore a zero gradi. I periodi aridi sono rappresentati dalla successione di mesi secchi, definiti dalla relazione:

$$P < 2T$$

dove:

P rappresenta le precipitazioni;

T rappresenta le temperature.

Dalla combinazione di questi fattori sono state identificate le regioni climatiche a loro volta suddivise in sottoregioni definite da (figura 28):

- la durata e l'intensità del periodo secco;

Figura 28.

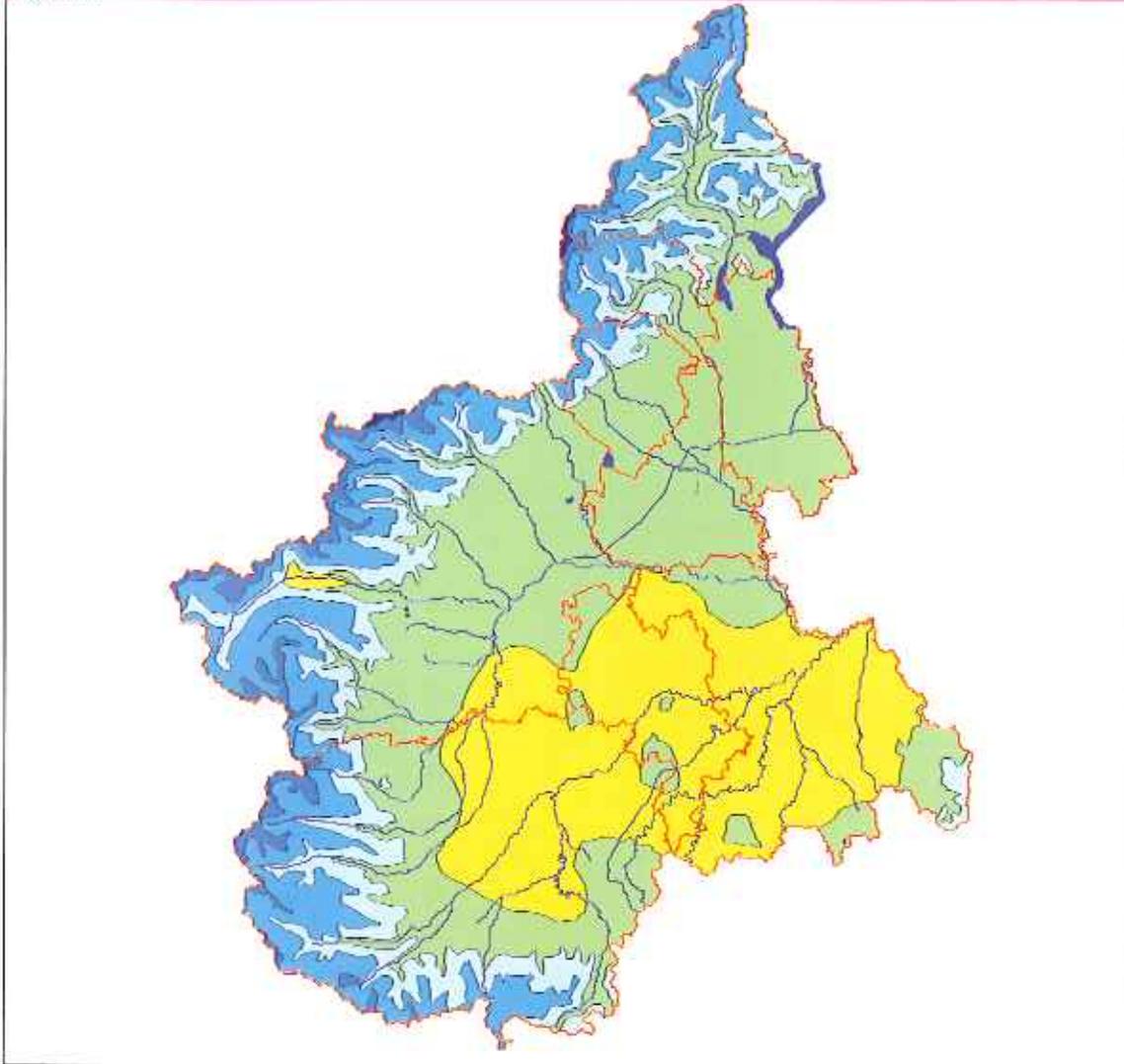


Figura 28.

Regimi climatici secondo Bagnouls e Gausson (1957).

- la durata e l'intensità del periodo freddo;
- i valori di temperatura;
- il regime delle temperature;
- il regime pluviometrico.

In Piemonte sono state individuate tre regioni climatiche di cui una suddivisa in quattro sottoregioni:

- un'area a clima xeroterico estesa al 32% della regione (submediterraneo di transizione), con uno o due mesi aridi in estate (figura 29, Alessandria), è situata nella pianura intorno ad Asti, ad Alessandria ed in Val di Susa; in quest'ultima l'aridità si traduce nella presenza di specie vegetali xerofile (*Pinus silvestris*, *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*, *Stipa pennata*, *Bromus erectus*...); intorno ad Acqui, dove la litologia è caratterizzata dalla presenza di argille e marne (Biancotti, 1996) e si verificano due mesi aridi, si ha un paesaggio a calanchi, tipico di un ambiente subarido e mediterraneo;

- la maggior parte del territorio piemontese di pianura (37%) è caratterizzata da un clima mesaxerico (ipomesaxerico): non si hanno mesi aridi e le temperature medie mensili del mese più freddo sono comprese tra zero e dieci gradi centigradi. Città come Torino, Novara, Vercelli e Cuneo rientrano in questa regione climatica (figura 29, Torino e Vercelli);

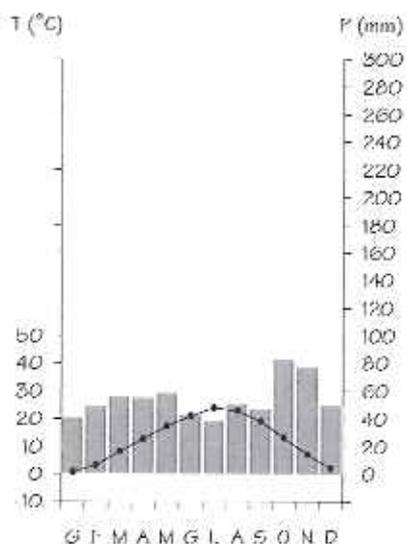
- le aree montuose hanno clima axerico freddo; si riconoscono:

- una zona molto fredda di dimensione ridotta (1%), corrispondente al territorio coperto dai ghiacciai del M. Rosa e del Gran Paradiso e alle zone circostanti caratterizzate da un clima di tipo axerico molto freddo, tipico della tundra e delle nevi perenni;

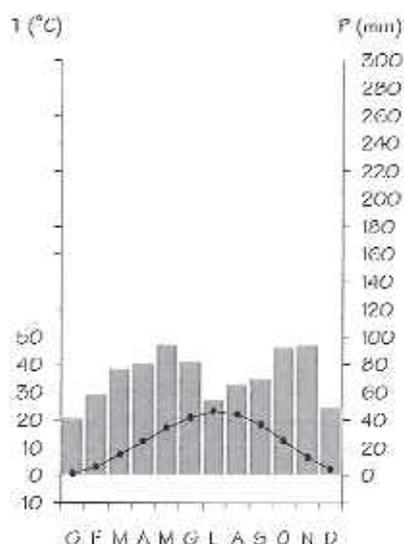
- una zona fredda (di montagna - figura 29, Lago d'Avino) estesa sul 4% del territorio, un'area (24% del totale) mediamente fredda (di montagna - figura 29, Ceresole Reale) ed una temperata fredda al con-

Figura 29

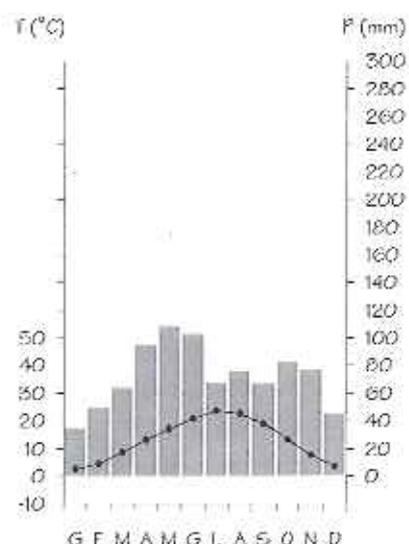
Xeroterica (submediterranea)
Alessandria



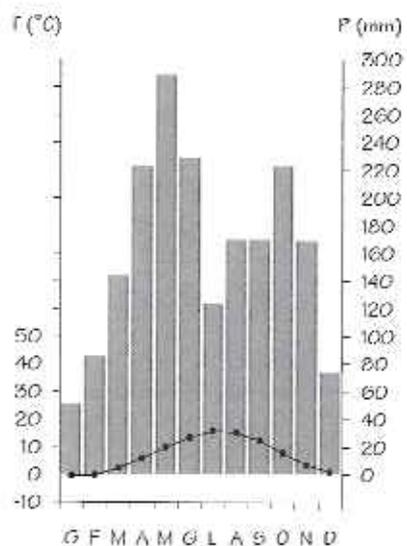
Mesaxerica (ipomesaxerica)
Vercelli



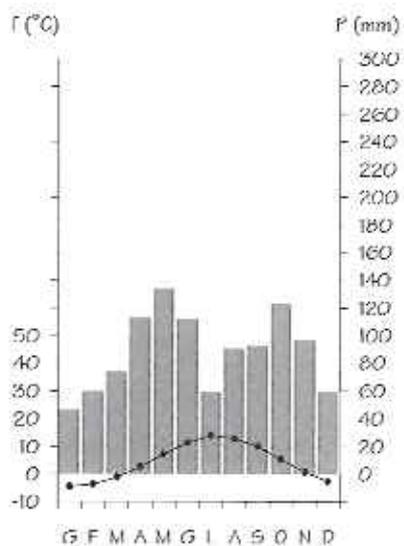
Mesaxerica (ipomesaxerica)
Torino



Axerica fredda (temperata fredda)
Oropa



Axerica fredda (mediamente fredda)
Ceresole Reale



Axerica fredda (fredda)
Lago d'Avino

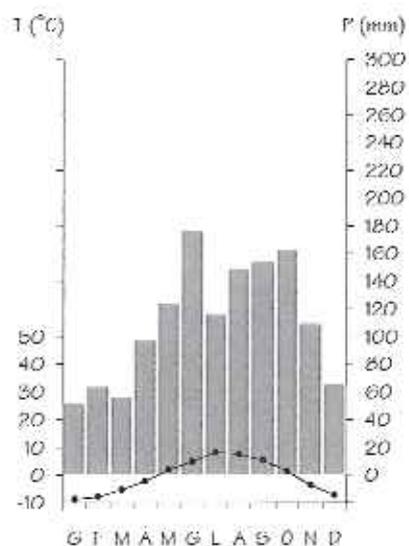


Figura 30

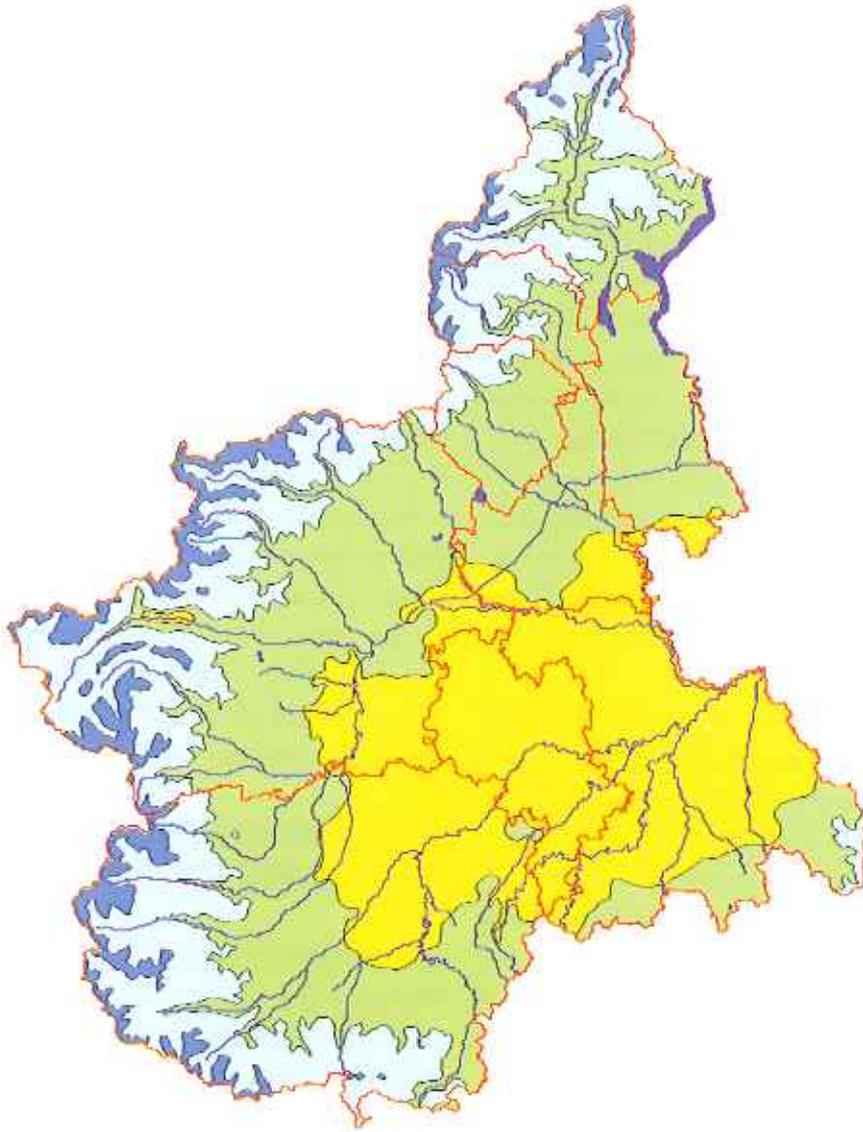


Figura 30

Distribuzione dei regimi di umidità e di temperatura dei suoli.

Tabella 18

Legenda alla carta della distribuzione dei regimi di umidità e di temperatura dei suoli.

Regime di umidità	Regime di temperatura		
	Mesic	Cryic	Pergelic
Ustic			
Udic			

fine con la pianura (figura 29, Oropa) che occupa il 12% del Piemonte.

5.3 CARTA PEDOCLIMATICA ELABORATA CON IL METODO DEL SOIL CONSERVATION SERVICE

La metodologia utilizzata per analizzare le temperature e le precipitazioni ha permesso di distribuire sul territorio regionale informazioni per tutto il periodo considerato. Di conseguenza è stato possibile, per ogni chilometro quadrato di territorio, applicare la metodologia proposta da NEWHALL (1972) che consente di stimare il regime di umidità e di temperatura dei suoli effettuando un bilancio idrico "mobile"; i risultati dell'elaborazione sono stati analizzati per individuare la frequenza con cui si presentano le condizioni di umidità e di aridità di una porzione di suolo denominata sezione di controllo (SOIL CONSERVATION SERVICE, 1975).

Il metodo, che presenta numerose analogie con quello di THORNTHWAITE, ne differisce per alcune ipotesi sull'infiltrazione rispetto all'intensità della pioggia e sulla quantità di energia richiesta per rimuovere l'umidità dai vari strati del suolo.

L'elaborazione eseguita segue le indicazioni fornite da NEWHALL; riguardo al suolo per esempio lo si è considerato come costituito da una matrice di 200x200 elementi. In Piemonte sono presenti due regimi di umidità dei suoli (figura 30):

- Ustic
- Udic

Il primo è caratterizzato dalla presenza di periodi significativi di aridità tali da rendere assolutamente necessario il ricorso all'irrigazione o la scelta di colture resistenti, mentre nel secondo i periodi aridi sono di durata e frequenza limitate e tali da non interferire fortemente con lo sviluppo delle colture. Data il notevole sviluppo altimetrico del Piemonte vi sono tre regimi di temperatura:

- Mesic, alle quote inferiori ai 1400 m s.l.m.m., con temperature sufficientemente elevate da permettere lo sviluppo delle colture;
- Cryic, presente tra i 1400 e i 2200 m s.l.m.m., con temperature troppo rigide per permettere lo sviluppo delle colture;

- Pergelic, al di sopra dei 2200 m s.l.m.m., con temperature tali da permettere lo sviluppo soltanto di specie vegetali particolarmente tolleranti.

Il regime di umidità Ustic è presente sul 26% del territorio piemontese. In quest'area il regime di temperatura è sempre di tipo Mesic.

L'area interessata comprende la pianura alessandrina, tutto il Monferrato, parte della pianura cuneese, di quella torinese e le porzioni meridionali delle pianure vercellese e novarese. Ricade in questo regime una porzione della bassa valle di Susa nota per la sua particolarità climatica (stazioni relitte di *Quercus ilex* nei pressi di Chianocco). Il regime di umidità Udic è presente sul restante 74% del territorio piemontese.

In quest'area si hanno tre regimi di temperatura:

- Mesic, esteso sul 44% del territorio, comprende tutte le porzioni di pianura e collina non comprese nel regime Ustic, e gli imbocchi delle grandi valli alpine;
- Cryic, esteso al 23% del territorio comprende le aree montane tra i 1400 e i 2200 m s.l.m.m.;
- Pergelic, esteso al 7% del territorio, comprende le aree a quota superiore a 2200 m s.l.m.m.

5.4 CONFRONTO TRA LE METODOLOGIE UTILIZZATE

Le tre metodologie utilizzate si propongono obiettivi diversi e queste differenze si riflettono nella struttura delle legende o delle carte ottenute.

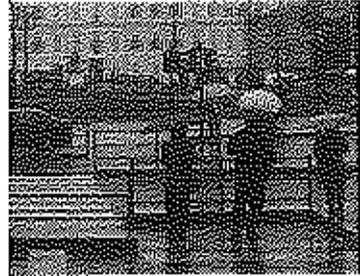
La metodologia di Thornthwaite proponendosi come obiettivo la classificazione generale dei climi suddivide il campo di variazione dei parametri utilizzati in molte classi.

La legenda della carta risulta molto articolata e la zonizzazione del territorio dettagliata.

Le carte realizzate applicando lo schema di Bagnouls e Gaussen e quello di Newhall non differiscono molto tra loro; le due metodologie sono basate sugli stessi fattori limitanti (aridità e rigidità termica) e la loro applicazione porta a delimitare praticamente le stesse aree.

Anche il grado di complessità delle legende è simile. Nonostante i diversi approcci, le tre carte presentano la stessa struttura di base: una zona centro meridionale relativamente arida contornata da un'area più umida racchiusa a sua volta da una fascia più fredda.

CARTA CLIMATICA DEL PIEMONTE



- 6.1 METODOLOGIA DI COSTRUZIONE DELLA "CARTA PRINCIPALE";
 6.2 FONDO TERMICO;
 6.3 FATTORI CLIMATICI LIMITANTI:
 Mesi aridi; Mesi freddi;
 6.4 PRECIPITAZIONI;
 6.5 LE CARTE ANCILLARI:
 Regimi pluviometrici; Decile inferiore e decile superiore delle precipitazioni annue; Precipitazioni con massima intensità giornaliera e con tempo di ritorno di 50 anni;
 Altezza di precipitazione nevosa media cumulata annua;
 6.6 GRAFICI DI CONTORNO;
 6.7 ESEMPIO DI LETTURA DELLA CARTA

La carta climatica costituisce uno strumento realizzato per ricavare rapidamente le informazioni riguardanti le temperature (medie annue, medie mensili, medie dei massimi, medie dei minimi, minimi assoluti e massimi assoluti) e le precipitazioni (medie annue e mensili).

Essa si differenzia dalle classificazioni riportate nel capitolo precedente poiché non si propone come obiettivo la zonizzazione climatica.

9.1 METODOLOGIA DI COSTRUZIONE DELLA "CARTA PRINCIPALE"

La carta, in scala 1:250.000, è stata realizzata prendendo a esempio le carte prodotte dal C.N.R.S. francese (PEGUY, 1969). In Italia il metodo è già stato riprodotto per realizzare la Carta Climatica della Toscana (RAPETTI e VITTORINI, 1994) e quella della Liguria (POTENTI e VITTORINI, 1995).

La base dei punti quotati è stata tratta dalla Carta Regionale in scala 1:250.000, su cui sono stati selezionati solo i siti trigonometrici di maggiore importanza; per l'idrografia è stata utilizzata una base cartografica semplificata, in scala 1:500.000 realizzata dall'Ufficio Territorio del CSI Piemonte.

Il territorio regionale è stato suddiviso in fasce alti-

metriche i cui limiti sono 200; 500; 1000; 2000; 3000 m s.l.m.n.

La carta principale è stata realizzata sovrapponendo al fondo termico, che rappresenta la distribuzione della temperatura media annua dell'aria, l'andamento dei fattori climatici limitanti:

- i mesi aridi (bande arancione);
- i mesi freddi (bande grigie).

A questi tematismi si sono sovrapposte le isoiete medie annue (linee blu).

Alla carta principale sono state affiancate sei carte ancillari in scala 1:1.500.000 e cinque grafici. Oltre all'ipsometria esse presentano:

- le precipitazioni con massima intensità in 24 ore e con tempo di ritorno di 50 anni;
- la distribuzione dei tipi di regime pluviometrici il decile superiore e il decile inferiore delle precipitazioni annue;
- la distribuzione dell'innevamento.

I cinque grafici presentano la distribuzione, in relazione al variare di quota e dei mesi, delle temperature:

- massime assolute;
- medie dei massimi;
- medie mensili;
- medie dei minimi;
- minime assolute.

6.2 FONDO TERMICO

Le isoterme sono state tracciate sulla base dei dati elaborati con il metodo descritto nel capitolo 2 dedicato ai materiali e ai metodi.

Le isoterme sono comprese tra quella dei 14°C e quella dei 4°C, in modo da individuare sei classi di temperatura, numerate progressivamente, a partire dal valore più basso.

Le temperature medie annue scelte per delimitare le classi sono le seguenti:

4.0 / 7.0 / 9.0 / 11.0 / 12.5 / 14.0.

6.3 FATTORI CLIMATICI LIMITANTI

Mesi aridi

Si è utilizzato il criterio di GAUSSEN (1955), secondo cui un mese si considera arido se la quantità di precipitazioni, espressa in millimetri, è inferiore al doppio della temperatura dell'aria espressa in gradi centigradi. Il numero dei mesi aridi in Piemonte varia da zero a due e le aree interessate sono rappresentate da bande arancione, inclinate di 60 gradi rispetto all'asse orizzontale ed orientate dal quadrante SW al quadrante NE, con una larghezza crescente all'aumentare del numero di mesi secchi.

Mesi freddi

Si è considerato mese freddo quello in cui la temperatura medie mensile è inferiore a 7°C, tenendo conto che l'attività vegetativa del bosco è limitata da temperature inferiori a tale valore.

Il numero dei mesi freddi varia da tre a dodici; se ne fanno derivare sette classi: la prima (3 mesi) non viene rappresentata, mentre le altre sono indicate da bande grigie di larghezza via via crescente, a cominciare da un millimetro per la classe 4-5 mesi freddi, fino a coprire tutta la superficie per la classe di dodici mesi; le bande grigie, inclinate di 60 gradi rispetto all'asse orizzontale sono orientate dal quadrante NW al quadrante SE.

Le aree con temperatura media mensile di gennaio inferiore a - 3°C, sono state rappresentate con le stesse bande grigie dei mesi freddi, ma bordate con un tratto nero e sono presenti a partire dalla classe 6-7 mesi freddi.

6.4 PRECIPITAZIONI

Le isoiete (colore blu) rappresentanti le precipitazioni medie annue hanno un'equidistanza di 100 millimetri fino a 1400 mm di precipitazione media annua, e un'equidistanza di 200 mm per valori superiori.

6.5 LE CARTE ANCILLARI

Regimi pluviometrici

Il territorio regionale è stato suddiviso in 9 aree omogenee per regime pluviometrico; la cartina è stata completata da istogrammi che permettono di apprezzare visivamente la distribuzione della precipitazione media nell'anno.

A completamento della cartina si è allegata una tabella con i valori medi mensili di precipitazione espressi come percentuale della precipitazione media annua; è così possibile leggendo la precipitazione media annua sulla carta principale, stimare i valori di precipitazione media mensile.

Decile inferiore e decile superiore delle precipitazioni annue

Sono indici della variabilità interannuale degli afflussi meteorici e rappresentano la quantità di precipitazioni (in mm) che sono superate rispettivamente in nove anni su dieci e in un anno su dieci. Sono state considerate classi di uguale ampiezza (200 mm) a partire da 400 mm sino a 1600 mm per il decile inferiore e da 600 a 3200 mm per quello superiore.

Precipitazioni con massima intensità giornaliera e con tempo di ritorno di 50 anni

Sono rappresentate le isoiete con equidistanza di 50 mm, fino a 600 mm.

In Piemonte almeno una volta ogni 50 anni si verificano precipitazioni con durata di 24 ore pari a :

- meno di 100 mm in un'area di dimensioni ridotte (meno del 1% del territorio) intorno ad Alessandria;
- 100 - 300 mm nel 92% della regione (tutta la pianura, le Alpi Occidentali e parte del Piemonte settentrionale);
- 300 - 600 mm nel resto della regione (circa l'8%) nella zona del Lago Maggiore e nell'estremità meridionale dell'Appennino.

Tabella 20 Valori di temperatura media (espressi in °C) di Torino ricavati dai grafici della carta climatica

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Massima	15;20	20;25	25	25;30	30;35	30;35	>35	30;35	30;35	25;30	20	15
Media massima	0;0	5	10;15	15;20	20;25	25;30	25;30	25;30	20;25	15;20	10	5
Minima	0;5	0;5	5;10	10;15	15;20	20	>20	>20	15;20	10;10	5;10	0;5
Media minima	0;0	5;0	0;5	5;10	10;15	15;20	15;20	15;20	10;15	5;10	0;5	0;0
Annua	15;20	15;20	5;10	-5	0	0;5	>5	>5	0;5	0;5	0;0	0;0

Altezza di precipitazione nevosa media cumulata annua

La carta è stata realizzata utilizzando i gradienti calcolati per i diversi settori alpini riportati nel volume della stessa collana "Le precipitazioni nevose sulle Alpi piemontesi" (BIANCOTTI, CAROTTA, MOTTA e TURRONI, 1998). Sono rappresentate le isolinee con equidistanza di 200 cm da 200 ad oltre 1000 cm.

6.6 GRAFICI DI CONTORNO

I grafici presentano la distribuzione, in relazione al variare di quota e dei mesi, delle temperature massime assolute, medie dei massimi, medie mensili, medie dei minimi e minime assolute.

Sui grafici sono riportati: sulle ascisse i mesi dell'anno, sulle ordinate a sinistra le quote, che vanno da 0 m s.l.m.m. a 2500 m s.l.m.m., e sulle ordinate a destra i valori di temperatura media annua, comprese tra 0°C e 12,5°C e sono rappresentate le isoterme seguendo la variazione della quota e dei mesi. Nota la temperatura media annua, desumibile dalla carta principale, è possibile stimare il valore delle cinque temperature mensili per ogni mese dell'anno.

6.7 ESEMPIO DI LETTURA DELLA CARTA

La carta climatica è strutturata in modo tale da permettere la stima di un certo numero di condizioni climatiche.

Si supponga di voler conoscere le condizioni climatiche di un sito, ad esempio Torino.

Si stima sulla carta principale una temperatura media annua compresa tra 11°C e 12,5°C (area colorata in giallo) e una precipitazione media annua compresa tra gli 800 e i 900 mm; si desume inoltre che la condizione prevalente è di assenza di mesi aridi (nessuna campitura in rosso) e che si manifestano mediamente 4-5 mesi freddi (definita da una campitura in grigio più sottile).

Con le informazioni ricavate dalla carta principale, consultando le carte di contorno si ottengono informazioni più dettagliate.

Con il valore di temperatura media annua desunta dalla carta "grande" e riportata sull'ordinata a destra dei grafici (in alto a destra) si leggono i valori mensili delle cinque tipologie di temperatura corrispondenti (tabella 20).

Nella mappa dei regimi pluviometrici si osserva che Torino è caratterizzata da un regime prealpino di tipo a, e dalla tabella con i valori di precipitazione media mensile in percentuale del valore medio annuo (desunto dalla carta principale) si può stimare un valore medio di precipitazione mensile (tabella 21).

Dalla consultazione delle carte rappresentanti i decili superiore ed inferiore si ricava che a Torino un anno su dieci si hanno meno di 400 - 600 mm mentre nove anni su dieci ne cadono più di 800 e 900.

Inoltre sulla carta delle massime precipitazioni giornaliere si desume che almeno un anno ogni 50 cadono in un solo giorno tra 100 e 150 mm di pioggia.

Tabella 21 Valori di precipitazione media mensile di Torino ricavati mediante la tabella dei regimi pluviometrici

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Media	10,5	43,4	64,6	93,5	110,5	102,0	60,3	74,0	68,0	85,0	100,0	100,0

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	Altimetria del Piemonte.	10
Figura 2	Variazioni del numero di stazioni pluviometriche disponibili dal 1951 al 1986.	14
Figura 3	Variazione del numero annuo di stazioni disponibili dotate di almeno 30 anni di osservazioni.	15
Figura 4	Curva ipsometrica del Piemonte e variazione del numero di stazioni pluviometriche con la quota.	15
Figura 5	Variazione al mutare della quota della densità di stazioni pluviometriche.	16
Figura 6	Variazione al mutare della quota.	16
Figura 7	Variazione nel tempo del numero di mensilità disponibili.	19
Figura 8	Distribuzione delle stazioni termometriche in Piemonte.	20
Figura 9	Variazione del numero di mensilità disponibili con la quota.	21
Figura 10	Profili pluviometrici e altimetrici lungo due sezioni del Piemonte.	24
Figura 11	Numero medio di giorni di pioggia (isolinee) e intensità media.	25
Figura 12	Distribuzione delle precipitazioni medie stagionali e dei giorni di pioggia (isolinee).	26
Figura 13	Distribuzione delle precipitazioni in località rappresentative dei differenti regimi pluviometrici.	28
Figura 14	Poligoni di Balseinte (1954) per alcune località rappresentative dei differenti regimi pluviometrici.	29
Figura 15	Scomposizione delle precipitazioni mensili in funzione dell'intensità giornaliera (Peguy, 1970).	30
Figura 16	Distribuzione delle precipitazioni di massima intensità di durata 24 ore.	39
Figura 17	Precipitazioni cumulate e intensità nel giugno 1957 a Moncenisio-Lago e a Mocchie.	40
Figura 18	Precipitazioni di massima intensità di durata 2 giorni e segnalazioni di danni nel giugno 1957.	41
Figura 19	Precipitazione di massima intensità di durata 1 giorno e segnalazioni di danni nell'agosto 1978.	42
Figura 20	Precipitazioni di massima intensità di durata 2 giorni e segnalazioni di danni nel novembre 1968.	43
Figura 21	Precipitazioni cumulate e intensità nel novembre 1968 a Cengio e a Trivero.	44
Figura 22	Le sette curve termiche: Asti, Torino, Drova e Lago d'Avino.	47
Figura 23	Temperature medie mensili e escursioni medie diurne in alcune stazioni piemontesi.	52
Figura 24	Distribuzione dell'indice di Branas.	61
Figura 25	Andamento interannuale delle intercelle e linee di tendenza.	63
Figura 26	Distribuzione dell'indice di continentalità di Gorczyński.	64
Figura 27	Regimi climatici secondo Thornthwaite.	67
Figura 28	Regimi climatici secondo Bagnouis e Gausson (1957).	69
Figura 29	Diagrammi ombrotermici (Gausson, 1955) per alcune località rappresentative delle diverse regioni climatiche.	70
Figura 30	Distribuzione dei regimi di umidità e di temperatura dei suoli.	71

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	Numero di stazioni disponibili.	14
Tabella 2	Variazione del numero di stazioni pluviometriche e di dati disponibili al mutare della quota.	17
Tabella 3	Variazione del numero di stazioni termometriche e di dati disponibili al mutare della quota.	18
Tabella 4	Precipitazioni medie annue e numero di giorni piovosi medi annui per ogni bacino.	31
Tabella 5	Valori di precipitazione media mensile ed annua e numero di giorni piovosi.	33
Tabella 6	Precipitazione di massima intensità di durata 1/24 ore per l'evento del giugno 1957.	40
Tabella 7	Precipitazione di massima intensità di durata 1/24 ore per l'evento del novembre 1968.	43
Tabella 8	Temperature medie annue, estreme e giorni di gelo.	46
Tabella 9	Temperature medie, valori estremi e medie dei valori estremi (°C).	48
Tabella 10	Probabilità che si verifichino temperature estreme inferiori o superiori ad alcuni valori limite.	54
Tabella 11	Numero medio mensile e annuo dei giorni di gelo.	57
Tabella 12	Probabilità di gelo per decadi nel periodo 21 marzo - 10 maggio e 1 ottobre - 10 novembre.	57
Tabella 13	Valori medi decadici e annui delle sommatorie termiche a base 6°C.	59
Tabella 14	Valori medi decadici e annui delle sommatorie termiche a base 10°C.	60
Tabella 15	Coefficienti e errore quadratico medio (rmse) per le relazioni tra temperatura e quota.	62
Tabella 16	Gradienti termici verticali per fasce altimetriche.	62
Tabella 17	Legenda alla carta della distribuzione dei tipi climatici secondo Thornthwaite (1948).	66
Tabella 18	Legenda alla carta della distribuzione dei tipi climatici secondo Bagnouls e Gaussen (1957).	68
Tabella 19	Legenda alla carta della distribuzione dei regimi di umidità e di temperatura dei suoli.	71
Tabella 20	Valori di temperatura media (espressi in °C) di Torino ricavati dai grafici della carta climatica	75
Tabella 21	Valori di precipitazione media mensile di Torino ricavati mediante la Tabella dei regimi pluviometrici.	75

OPERE CITATE**AMBROSETTI W., BARBANTE L.,****DE BERNARDI, LIBERA V. (1980)**

Alcune risposte ad un evento meteorologico eccezionale: il nubifragio del 7 agosto 1978 nel bacino del Lago Maggiore. Atti del 3° Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia. Sorrento, 18-20 dicembre 1978, Pallanza, p. 389-394.

ANSELMO V. (1979)

Il nubifragio del 7 agosto 1978 nel bacino del Toce. Boll. Ass. Min. Sub., XVI, 2, p. 283-300.

BAGNOULS F., GAUSSEN H. (1957)

Les climats biologiques et leur classification. Ann. de Géogr., LXVI, 355, 193 - 220.

BALSEINTE R. (1954)

Un point de methologie climatique: essai d'une représentation graphique complète de la piovosità. Riv. Geogr. Alp., 42.

BELLARDONE G. (1991)

Zonazione della pianura piemontese in funzione dei processi fluviali e della granulometria dei sedimenti. Relazione conclusiva tra il CNR-IRPI e la Regione Piemonte di cui al D.G.R. n. 36-34058 del 21/12/1989. Ricerca di zone idonee per impianti di scarico controllato per rifiuti urbani e speciali e tossici e nocivi, 71 p. (inedito).

BELLARDONE G. (1997)

5-6 novembre 1994, la piena del torrente Belbo. Regione Piemonte, Sett. Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, Quaderno n. 9, 45 p.

BERTAMINI T. (1978)

Alluvione in Ossola 7 agosto 1978. Estratto da "Oscellana", Rivista illustrata della Val d'Ossola, Verbania, anno 8, n.3, p. 113-132.

BIANCOTTI A. (1976)

Il clima della Valle Po e la sua influenza sulla pedogenesi. It. For. e Mont., vol. 31.

BIANCOTTI A., FRANCESCHETTI B. (1979)

Analisi dell'ambiente fisico nel bacino del Torrente Rea (Alto Langa). Analisi dell'ambiente fisico del bacino della Stura del Monferrato. Studi dell'IREIS sui piani di sistemazione idrogeologica. Reg. Piemonte, Assessorato Tutela Ambiente.

BIANCOTTI A. (1982)

Ricerche di Geografia fisica nel bacino del Fiume Varaita (Alpi Cozie, Piemonte). CNR, P. F. Conservazione del Suolo, Sottoprogetto Dinamica dei Versanti, pubbl. 138.

BIANCOTTI A. (1983)

Morfoneotettonica delle Alpi Cozie: prime ipotesi sul

settore sud-orientale del Massiccio Dora-Maira. Atti Acc. Naz. Linc., vol.74.

BIANCOTTI A. (1996)

Corso di geografia fisica. Ed. LITOCOP

BIANCOTTI A., MOTTA L., MOTTA M. (1998)

La Geografia fisica e la Geomorfologia del Parco Nazionale della Val Grande. Mem. Soc. Geol. It., in stampa.

BIANCOTTI A., CAROTTA M., MOTTA L., TURRONI E. (1998)

Precipitazioni nevose sulle Alpi piemontesi (trentennio 1966-1996). In stampa.

BRANAS J., BERNON G., LEVADEUX L. (1946)

Elements de viticulture generale. A l'ecole nationale d'agriculture de Montpellier.

BRAYH A., ROSSO R. (1995)

La valutazione delle piene nel bacino padano e nella Liguria tirrenica, in: Valutazione delle piene. A cura di F. Rosso e P. Versace. Pubbl. CNR-GNDICI, Roma.

CARRARO F., DAL PIAZ G.V., GOVI M., SACCHI R. (1970)

Il dissesto idrogeologico del 2 novembre 1968 nel bacino dello Strona a monte di Cassato. Studi geologici nel vercellese e nella valle Strona. Torino, Istituto di Geologia dell'Università di Torino.

CAROLLO A., LIBERA V. (1989)

Influence des lacs sur la temperature. Publications de l'Association Internationale de Climatologie, Actes colloque de Pavia, 1989, 2: 57 - 61.

CATENACCI V. (1992)

Il dissesto idrogeologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990. Servizio Geologico Nazionale. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. XLVII. Ist. Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma. 301 p.

CNR- ISTITUTO DI RICERCA PER LA PROTEZIONE**IDROGEOLOGICA NEL BACINO PADANO - TORINO (1995)**

L'evento alluvionale del 23-25 settembre 1993 in Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta. Supplemento a "GEAM- Geoingegneria Ambientale e Mineraria, Anno XXXII, n. 2-3, Torino, Giugno-Settembre 1995, 43 p.

CORTEMIGLIA G.C. & ALII (1989)

Variations thermique avec l'altitude dans les Alpes Occidentales Italiennes. Pubbl. Ass. Int. Clim., Vol. 2 .

CUNNANE C. (1989)

Statistical distributions for flood frequency analysis. WMO-Operational Hydrology report n. 33, Geneva

- DE PHILIPPS A. (1937)**
Classificazione ed indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana.
Nuovo Giorn. Bot. It., 44.
- EREDIA F. (1911)**
Le temperature in Italia.
Ann. Off. Contr. Met. e Geodin., vol. 31.
- EREDIA F. (1925)**
Riassunti delle osservazioni pluviometriche compiute a Mantova, Genova e Domodossola.
Ann. Min. Lav. Pubbl., LXIII, 754-758, Roma.
- GAUSSEN H. (1955)**
Détermination des climats par les méthodes des courbes ombrotérmiques.
C.R.A.S., 240, 642 - 644.
- GIACOBINE A. (1947, 48, 49)**
Le basi concrete per una classificazione ecologica della vegetazione italiana.
Arch. Bot., vol. 23, 24, 25.
- GIUFFRIDA G. (1971)**
L'evento alluvionale del 2-3 novembre 1968 in Piemonte.
Ann. Idrologici, P. II, pp. 111-137, Min. Lav. Pubbl.
- GOVI M. (1971)**
L'evento alluvionale del 12-15 giugno 1957. I danni nei bacini del Piemonte e della Valle d'Aosta (con una carta allegata).
Estratto da "Atti del XXI Congresso Geografico Italiano", Verbania, 1971, 25 p.
- GOVI M. (1975)**
Cartographie, documentation et interprétation de crues et coulées de boue dans les Alpes italiennes. "Impreuevent 1975" Internationales Symposium, Innsbruck, Band 2, p. 209-223.
- GOVI M., MORTARA G., SORZANA P.F. (1985)**
Eventi idrologici e frane.
Geol. Appl. e Idrog., vol. XX, parte 2, Bari, p. 359-375.
- GRASSO F. (1970)**
Studi per la sistemazione idrogeologica della valle Belbo. in CRPE Piemonte in "L'agricoltura delle principali zone piemontesi colpite dalle alluvioni del novembre 1968".
Torino, Sirea Print, p. 235-278.
- GREENWOOD, J.A., LANDWEHR, J.M., MATALAS, N.C., WALLIS, J.R. (1979)**
Probability weighted moments: Definition and relation to parameters of distributions expressible in inverse form.
Water Resour. Res., 15(5) 1049-1054.
- GUMBEL E.J. (1941)**
The return period of flood flows.
Ann. Math. Statist., 12(2), 163-190.
- HAZEN, A. (1914)**
Discussion on "Flood flows" by W.E. Fuller.
Trans. ASCE., 77, 626-632.
- HOSKING, J.R.M., WALLIS, J.R. (1985)**
The effect of inter-site dependence on regional flood frequency analysis.
EOS, 66(46), p. 906.
- JENKINSON, A.F. (1955)**
The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements.
Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 81 158-171.
- LUINO F., RAMASCO M., SUSELLA G. (1994)**
Atlante dei centri abitati piemontesi.
G.N.D.C.I. Linea 2. Artistica di Savigliano, 245 p.
- MASPOLI G. & ALII (1970)**
L'agricoltura delle principali zone piemontesi colpite dalle alluvioni del novembre 1968.
Torino, Istituto Ricerche Economiche Sociali "A. Valente" Torino.
- MENNELLA C. (1967)**
Il clima d'Italia: il clima d'Italia in generale.
Vol. 1, EDART, Napoli.
- MENNELLA C. (1970)**
Il clima d'Italia: i climi compartimentali della regione italiana.
Vol.2. Frilli Conte ed., Napoli.
- METEOROLOGICAL OFFICE (1963)**
Estimation of standard period averages for stations with incomplete data.
Hydrological Memoranda, No. 5.
- MIN. LL. PP. UFFICIO IDROGRAFICO DEL PO (1913 - 1986)**
Annali Idrologici.
Poligrafico dello Stato di Roma.
- MORI A. (1969)**
Carta del regime delle precipitazioni.
CNR, Roma.
- NEWHALL F. (1972)**
Calculation of soil moisture regimes from climatic record.
Rev.4, mimeographed. Soil Conservation Service, USDA, Washington, DC.
- OLIVERO A., BONELLO G., BERTOGLIO M., D'ARNESE L. (1990)**
Banca Dati pluviometrica. Modalità di accesso alle informazioni e indicazioni per il loro utilizzo.
Regione Piemonte, CNR, CSI.
- PEGUY CH. P. (1969)**
L'expression cartographique des climats aux moyennes échelles.
Bull. Comité Fr. de Cartogr.

PEGUY CH. P. (1969)

Carte Climatologique Détaillée de la France.
8 carte in sc. 1:250.000, Edition Ophrys, Paris et Gap.

PEGUY CH. P. (1970)

Precis de Climatologie.
Masson, Paris.

PIRINA M. (1977)

Climatologia.
UTET, Torino.

POTENTI L., VITTORINI S. (1995)

Carta climatica della Liguria.
CNR Centro di studio per la geologia strutturale e dinamica dell'Appennino, Pisa.

REGIONE PIEMONTE

ASSESSORATO ALLA TUTELA DELL'AMBIENTE (1980)

Progetto per la pianificazione delle risorse idriche del territorio piemontese.
Torino

RAMASCO M., ROSSANIGO P. (1988)

Evoluzione morfologica dell'alveo del torrente Cervo nel tratto di pianura e studio fotointerpretativo dell'inondazione verificatesi il 3-3 novembre 1968.
Amministrazione Provinciale di Vercelli- Settore Assetto Ambientale, Regione Piemonte, Servizio Geologico, 28 p.

RAMASCO M., CIAMPANI C., ALIATA P. (1997)

Analisi comparata dell'evoluzione storica dell'alveo del fiume Sesia e delle piene del novembre 1968 e del settembre 1993 finalizzata alla prevenzione degli effetti indotti da eventi alluvionali.
Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, Quad. n. 8, 37 p.

RAPETTI F., VITTORINI S. (1994)

Carta climatica della Toscana centro-settentrionale.
Pacini, Pisa.

RAPETTI F., VITTORINI S. (1994)

Carta climatica della Toscana centro-meridionale ed insulare.
Pacini, Pisa.

REGIONE PIEMONTE - GRUPPO GEOLOGICO (1978)

Relazione sui danni agli edifici di civile abitazione nei comuni di Druogno, Santa Maria Maggiore, Tocco, Craveggia, Malesco. 7-8 agosto 1978.
Inedito.

REGIONE PIEMONTE - ASSESSORATO ALLA PIANIFICAZIONE SERVIZIO GEOLOGICO (1981)

I dissesti dei torrenti Melezza, Fenocchio e Basso Isorno. Studio effettuato a seguito dell'evento alluvionale del 7 agosto 1978 nelle valli dell'Ossola.
Carta scala 1:25.000, S.E.L.C.A., 1981.

REGIONE PIEMONTE - SETTORE STUDI E RICERCHE GEOLOGICHE, SISTEMA INFORMATIVO PREVENZIONE RISCHI

Selezione dall'archivio Processi ed Effetti di schede informatiche georiferite riguardanti i principali effetti e danni associati agli eventi alluvionali.
Inedito.

REIS R. (1987)

La diversione del fiume Cervo.
Bollettino Storico Vercellese, 2, p. 27-47.

REIS R. (1988)

Contributo allo studio della dinamica fluviale dei fiumi Cervo e Sesia presso Vercelli.
Bol. Ass. Min. Sub., 25, 2-3, p. 303-314.

ROSSE R., FIORENTINO M., VERSACE P. (1984)

Two component extreme value distribution for flood frequency analysis.
Water resour. Res., 20(7), 847-856.

SOIL CONSERVATION SERVICE (1975)

Soil taxonomy.
USDA, Washington.

THORNTHWAITE C. W. (1948)

An approach toward a rational classification of climate.
Geogr. Review; vol.38, 55 - 94.

THORNTHWAITE C. W., MATHER J.R. (1955)

The water balance.
Laboratory of Climatology, Centerton, NY, Publications in Climatology, 8 (1).

THORNTHWAITE C.W., MATHER J.R. (1957)

Instructions and tables for computing potentials evapotranspiration and water balance.
Publications in Climatology, 10, 185 - 311.

TREVISAN L. (1967)

I diversi tipi di alvei fluviali e la loro evoluzione.
Accademia Nazionale Dei Lincei, quad. 112.

TROPEANO D. (1989)

Eventi alluvionali e frane nel bacino della Bormida. Studio retrospettivo.
Supplem. Al Boll. Ass. Miner. Subalp., Anno 26°, N. 4, Quaderno di Studio Documentazione N. 10, 155 p.

TROPEANO D., TERZANO P. (1987)

Eventi alluvionali nel bacino del Belbo: tipologia e frequenza dei dissesti in base a notizie storiche.
Boll. Ass. Miner. Subalp., Torino, Anno 24°, n. 3-4.