

SERIE CLIMATICHE ULTRACENTENARIE

Collana a cura di:

Augusto Biancotti (1)

Stefano Bovo (2)

Autore:

Gian Camillo Cortemiglia (3)

Con la collaborazione di:

Augusto Biancotti (1), Barbara Cagnazzi (4), Claudio Marchisio (2),

Luigi Motta (1), Elena Turrone (2)

(1) Università di Torino – Dipartimento di Scienze della Terra – Via Valperga Caluso 35, 10125 Torino

(2) Regione Piemonte – Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione – Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio –
C.so Unione Sovietica 216, 10134 Torino

(3) Università di Genova – Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse – C.so Europa 26, 16132 Genova

(4) CSI-Piemonte – Settore Ambiente – C.so Unione Sovietica 216, 10134 Torino

Lavoro effettuato in regime di Convenzione tra Regione Piemonte e Università di Torino

I contributi del Prof. A. Biancotti, del Dott. L. Motta (Dip. Scienze della Terra dell'Università di Torino) e del Prof. G.C. Cortemiglia (Dip. Territorio Risorse dell'Università di Genova) sono effettuati nell'ambito del Progetto di Cofinanziamento MURST 1997: "Risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali" Responsabile Nazionale A. Biancotti.

Il presente cd rom viene distribuito gratuitamente dalla Regione Piemonte nell'ambito dei suoi compiti istituzionali per favorire una migliore conoscenza del territorio.

Si ringraziano sentitamente la Dott. Franca Mangianti dell'UCEA di Roma ed il Dott. Noemio Chiesa dell'Ufficio Idrografico di Torino per aver consentito la consultazione del materiale originale d'archivio relativo alle 25 stazioni meteorologiche analizzate.

Si esprime inoltre viva riconoscenza a Mons. Don Lino Zucchi per aver messo a disposizione l'importante archivio meteorologico ottocentesco conservato nella Biblioteca San Domenico del Seminario Vescovile di Tortona.

Copyright © 1999 Regione Piemonte – Tutti i diritti riservati

Realizzazione a cura di: CSI - Piemonte

Realizzazione informatica: EXHIBIT 11 - Multimedia

SERIE CLIMATICHE ULTRACENTENARIE

INTRODUZIONE

MATERIALI E METODI

- 2.1 - TIPOLOGIA DI RACCOLTA ED ARCHIVIAZIONE DEI DATI TERMOPLUVIOMETRICI
- 2.2 - ELABORAZIONE DEI DATI ORIGINARI DELLE SERIE TERMOPLUVIOMETRICHE
- 2.3 - DIAGRAMMI DI THORNTHWAITE

DESCRIZIONE CLIMATICA DELLE 25 STAZIONI PIEMONTESI

- | | |
|---|----------------------|
| 3.1 - TERMOMETRIA E PLUVIOMETRIA DELLE
SERIE STORICHE PIEMONTESI | 3.14 - IVREA |
| 3.2 - ALESSANDRIA | 3.15 - LOCARNO |
| 3.3 - ASTI | 3.16 - MIAZZINA |
| 3.4 - BIELLA | 3.17 - MONCALIERI |
| 3.5 - BORGOMANERO | 3.18 - MONCALVO |
| 3.6 - BRA | 3.19 - MONDOVI' |
| 3.7 - CASALE MONFERRATO | 3.20 - NOVARA |
| 3.8 - CAVOUR | 3.21 - NOVI LIGURE |
| 3.9 - CENTALLO | 3.22 - SOSTEGNO |
| 3.10 - CHIVASSO | 3.23 - STROPPO |
| 3.11 - CUNEO | 3.23 - TORINO |
| 3.12 - DOMODOSSOLA | 3.24 - TORTONA |
| 3.13 - FOSSANO | 3.25 - VARALLO SESIA |

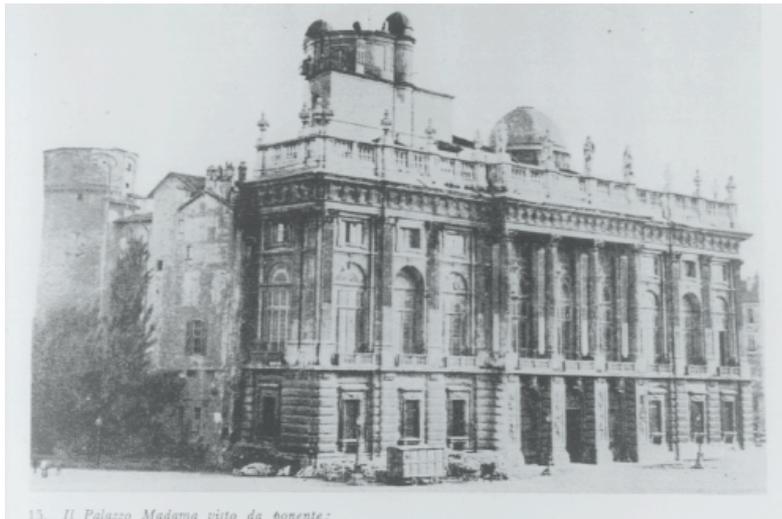
CONCLUSIONE GENERALE SUI CARATTERI EVOLUTIVI DELLE SERIE TERMOPLUVIOMETRICHE SECOLARI PIEMONTESI

OPERE CITATE

INTRODUZIONE



La misura dei parametri climatici e l'abitudine alla conservazione accurata di dati raccolti risale in Piemonte al secolo scorso. L'osservazione diventa capillare e sistematica a cominciare dal 1865, quando nascono a Firenze, allora capitale d'Italia, gli Uffici meteorologici del Ministero dell'Agricoltura. Negli stessi anni a Moncalieri presso Torino, al Real Collegio Carlo Alberto, inizia l'opera del Barnabita Padre F. Denza, che dedica la gran parte della sua vita all'organizzazione della rete piemontese: nel 1859 fonda l'Osservatorio meteorologico di Moncalieri, nel 1860 inizia la corrispondenza con i direttori delle altre stazioni piemontesi, P. Parnisetti ad Alessandria, F. Craveri a Bra, L. Gatta a Ivrea; successivamente promuove la nascita di molti altri punti di rilevamento.



15. Il Palazzo Madama visto da ponente;

L'universo delle descrizioni, osservazioni, registrazioni effettuate è riportata negli Annali meteorologici soltanto in parte, e per periodi limitati. Per conoscere la documentazione integrale occorre risalire alle fonti originali, operazione che richiede un lungo lavoro d'indagine sul territorio. La consultazione degli archivi esistenti ha permesso di reperire il materiale occorrente per ricostruire ventidue serie pluviometriche ultracentenarie, e tre che si avvicinano al secolo: Chivasso con 97 anni, Sostegno con 88 e Stroppio con 83. La più lunga, di 238 anni, riguarda Torino.

Ai valori delle precipitazioni si aggiungono in molti casi quelli delle temperature. L'opera di ricerca continua; la messe raccolta è già tanto ricca da consigliarne la pubblicazione.

Questo volume sulle variazioni climatiche secolari in Piemonte, oltre a costituire un documento inusuale per la densità dei casi riportati, è utile a molte scienze e a molte professioni: alle Scienze Naturali, all'Idrologia, alla Geografia, alla Storia, all'Ingegneria del territorio ed anche all'Economia. Offre un contributo importante alla Geologia applicata ed alla Meteorologia per integrare meglio le conoscenze sulla ricorrenza degli eventi, e per organizzarne la previsione.

L'opera si differenzia dalla più parte della letteratura esistente sull'argomento per due motivi:

- vengono analizzate contemporaneamente molte serie di un insieme territoriale relativamente piccolo. Ciò rende possibile la correlazione e la messa a punto di un quadro regionale visto in una prospettiva finora non praticata;
- oltre all'elaborazione dei dati, sono messi a disposizione i dati stessi, raccolti in un CD, per offrire agli operatori uno strumento di base prezioso sia dal punto di vista culturale sia pratico. I professionisti che agiscono nello spazio piemontese sanno bene quanto tempo e denaro occorre spendere per reperire misure termopluviometriche sufficientemente attendibili.

E' interesse di tutti che il territorio sia organizzato in modo efficiente, nei limiti rigorosi imposti dalla sicurezza

e dal rispetto dell'ambiente. Per compiere scelte giuste occorre basarsi su conoscenze ricche: è l'obiettivo di questo contributo, che accresce un patrimonio ragguardevole, necessitante di una memoria storica proporzionata.

Il lavoro è frutto della collaborazione fra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino e la Regione Piemonte. La creazione di prodotti di interesse sociale fa parte dei compiti statuari dell'istituto regionale; rientra altrettanto in quelli che si è dato il Progetto di Ricerca del Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica Risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali, nei cui programmi quest'impresa è inserita: coniugare ricerca pura ed applicazione, offrire al Paese strumenti utili per lo sviluppo e il benessere, abbreviare i tempi di trasferimento della produzione scientifica primaria.

Le stazioni analizzate sono rappresentative di tutti i biomi del Piemonte, e distribuite nello spazio in modo abbastanza omogeneo.

Tredici siti si trovano in pianura.

Centallo, Fossano, Bra, Cavour, Moncalieri descrivono l'evoluzione climatica della piana sud-occidentale, isolata dal resto della Pianura Padana dalla soglia di Torino, ondulata, solcata da valli planiziali, mossa da superfici terrazzate;

Torino, Chivasso, Casale Monferrato, Novara illustrano i cambiamenti pluviotermici intervenuti nella pianura settentrionale, alluvionata, aperta a Est verso le basse terre lombarde;

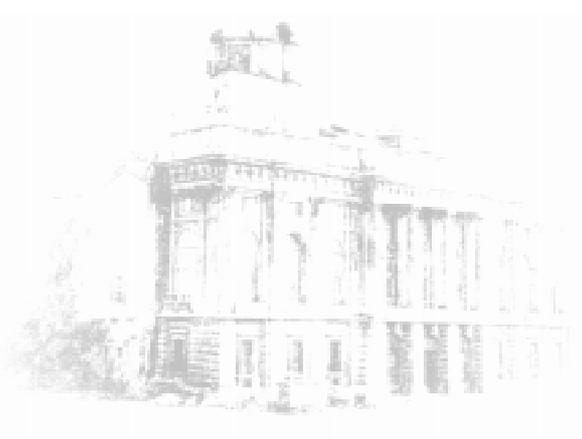
Alessandria, Tortona, Novi Ligure, Asti si riferiscono alla pianura sud-orientale, dotata di peculiarità geomorfologiche intermedie fra le prime due, ripartita com'è fra il settore a monte in erosione e quello a valle sovralluvionato.

Dieci stazioni sono localizzate nei fondovalle alpini, nelle fasce pedemontane e nelle zone collinari: Domodossola, Miazzina, Borgomanero, Varallo Sesia, Sostegno, Biella, Ivrea nel Nord-Est; Cuneo, Mondovì, Moncalvo nel Sud-Ovest.

Locarno, pur fuori dei confini amministrativi, è stata considerata, in quanto rappresentativa del bioma lacuale del Lago Maggiore, risultando Miazzina sebbene prossima a detta area, influenzata dalla quota elevata.

I luoghi in montagna corredati di punti di misura in funzione per tempi lunghi sono rari. Nel lavoro viene presa in considerazione la serie di Stroppo in Valle Maira, indicativa delle Alpi Cozie.

A questa carenza del passato fa riscontro la dovizia dei dati recenti, forniti dalla nuova rete meteorologica posizionata negli ultimi anni. Soltanto basandosi sui parametri misurati dai nuovi strumenti è stato possibile mettere a punto i volumi sulle precipitazioni, le temperature e sulla neve, i primi due della stessa collana alla quale appartiene anche questo terzo elaborato.



MATERIALI E METODI



2.1 TIPOLOGIA DI RACCOLTA ED ARCHIVIAZIONE DEI DATI TERMOPLUVIOMETRICI

Il reperimento dei dati termometrici e pluviometrici ha riguardato la ricerca di località piemontesi dotate d'osservatori meteorologici che abbiano operato con continuità temporale sul territorio iniziando la propria attività di rilevamento e di registrazione dei dati almeno dalla fine del secolo scorso, in modo così da poter disporre, in caso di reperibilità di tutti i dati, di serie climatologiche storiche pressoché centenarie.

L'analisi delle circa 300 stazioni, che risultano aver funzionato nel tempo sul territorio piemontese, ha permesso di selezionare 25 località dotate di periodi d'osservazione continui, almeno centenari, nelle rilevazioni dei dati (tabella 1).

Tabella 1

STAZIONI	PERIODO CONTINUATIVO DI OSSERVAZIONE		STAZIONI	PERIODO CONTINUATIVO DI OSSERVAZIONE	
Alessandria	1854÷1987	134 anni	Locarno	1886÷1995	110 anni
Asti	1881÷1994	114 anni	Miazzina	1893÷1997	105 anni
Biella	1865÷1996	132 anni	Moncalieri	1864 -1994	131 anni
Borgomanero	1881÷1996	116 anni	Moncalvo	1889÷1988	100 anni
Bra	1862÷1996	135 anni	Mondovi	1866÷1995	130 anni
Casale Monf.	1870÷1997	128 anni	Novara	1875÷1996	122 anni
Cavour	1879÷1993	115 anni	Novi Ligure	1879÷1979	101 anni
Centallo	1883÷1988	106 anni	Sostegno	1897÷1984	88 anni
Chivasso	1892÷1988	97 anni	Stroppio	1913÷1996	83 anni
Cuneo	1877÷1994	109 anni	Torino	1757÷1994	238 anni
Domodossola	1872÷1996	125 anni	Tortona	1873÷1997	125 anni
Fossano	1875÷1997	123 anni	Varallo Sesia	1871÷1995	124 anni
Ivrea	1865÷1988	124 anni			

Tabella 1

Stazioni e periodi di osservazione delle lunghe serie termopluviometriche piemontesi.

La distribuzione geografica di queste stazioni meteorologiche sul territorio piemontese, consente, almeno preliminarmente, di verificare la loro messa in relazione con le condizioni climatologiche regionali determinate, sulla base delle variazioni del gradiente termico con la quota, da G.C. CORTEMIGLIA et alii (1989). La raccolta dei dati termopluviometrici di queste stazioni meteorologiche, in grado almeno per anzianità di servizio di fornire serie storiche qualificate per l'analisi dei cambiamenti climatici, è avvenuta con la consultazione diretta dei registri originali. Allorché i registri originali mancavano, in sede locale, di parti più o meno ampie di registrazioni termopluviometriche, si è ricorso alla consultazione diretta delle copie dei registri originali inviate a suo tempo dai direttori pro tempore all'UCEA di Roma ed all'Ufficio Idrografico di Torino. Solo in pochi e sporadici casi, per la ricerca del completamento dei dati, soprattutto antecedenti il 1900, si è ricorsi alla consultazione, sia di riviste meteorologiche a diffusione nazionale, quali il "Bollettino Meteorico Giornaliero dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e di Geodinamica", gli "Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano", la "Meteorologia Italiana", il "Bollettino Meteorologico" e il "Bollettino Mensuale" del R. Collegio Carlo Alberto di Moncalieri, sia di periodici a tiratura locale contenenti però tabelle meteorologiche direttamente fornite dagli osservatori, quali il "Bollettino del Comizio Agrario di Alessandria", il

“Bollettino del Comizio Agrario di Mondovì”, il “Bollettino mensile delle osservazioni meteorologiche sul clima di Cuneo” ed il giornale “Il Progresso. Gazzetta del Circondario di Tortona”.

La ricerca del completamento dei dati termopluviometrici non sempre però ha condotto alla completa ricostruzione di tutte le serie storiche, per cui in alcune stazioni si ritrovano lacune più o meno ampie che però abbracciano intervalli temporali tra loro quasi sempre differenziati. Inoltre questo procedimento analitico del reperimento dei dati originali ha consentito di verificare, per diversi intervalli temporali di varie stazioni meteorologiche, anche la presenza di alcuni valori difformi da quelli riportati nei vari bollettini ufficiali (fig. 1).

Tali riscontrate diversità, sia nei valori termometrici, sia in quelli pluviometrici, risultano soprattutto dovute ad errori di sommatorie o di medie, ed, in molti casi, anche di copiatura o di trascrizione dei dati, per cui le serie termopluviometriche, così reperite ed utilizzate come base statistica di elaborazione, risultano effettivamente del tutto conformi ai registri originali, e, conseguentemente, diversificate in alcuni valori da quelle pubblicate sui bollettini ufficiali.

Sono stati quindi ricavati dalla predetta base documentaria i valori termopluviometrici giornalieri per ciascuna delle precitate stazioni meteorologiche, realizzando così una specifica banca dati informatica, da cui sono state calcolate le medie giornaliere, mensili, stagionali ed annuali.

Al diretto reperimento dei dati termopluviometrici dai registri originali, che ha consentito di rettificare alcuni valori errati, si è altresì associata la meticolosa ricostruzione dell'esatto posizionamento degli strumenti (termometri e pluviometri), del grado di precisione delle loro misurazioni, delle modalità orarie con cui avvenivano le letture strumentali e degli intervalli temporali giornalieri a cui venivano assegnate queste letture. Si è così potuto verificare che, per una stessa località, l'osservatorio meteorologico può aver subito nel tempo più di uno spostamento, per cui le serie storiche, pur risultando rilevate nella stessa località, ma non nella stessa posizione, debbono necessariamente essere sottoposte ad una preventiva analisi di validazione ed omogeneizzazione dei dati.

A tal fine, per ognuna delle 25 località, sono stati identificati i vari osservatori meteorologici di registrazione dei dati termopluviometrici succedutisi nel tempo, determinando così, per ciascuno di essi, le coordinate geografiche ed altimetriche della posizione dei termometri e della bocca dei pluviometri, in modo così da associare, a ciascuna serie storica, una scheda riassuntiva, che riporti in ordine cronologico, sia l'entità degli spostamenti subiti dalla strumentazione, sia la variabilità oraria delle letture strumentali eseguite.

Quindi, mentre la presentazione, delle medie pluviometriche mensili ed annuali, relative a queste serie storiche, è stata limitata al semplice risultato statistico, matematicamente derivato dai dati originari dei registri, senza cioè tenere conto, sia degli spostamenti eventualmente subiti nel tempo dalla posizione degli strumenti, sia della variazione oraria di lettura e registrazione dei dati, la loro analisi climatica, invece, applicata unicamente al solo intervallo temporale continuo di dati, ha comportato le necessarie verifiche d'omogeneità e l'applicazione, se ritenuta indispensabile, dei conseguenti procedimenti correttivi.

Pertanto, mentre le tabelle sinottiche delle medie mensili ed annuali rappresentano la reale base documentaria di dati originariamente raccolti da osservatori anche diversamente ubicati in una stessa località, la loro elaborazione per lo svolgimento dell'analisi climatica è avvenuta previa ricostruzione della posizione topografica della strumentazione ed applicata solo agli intervalli temporali continuativi dei dati della serie, senza cioè ampliarne l'estensione con la ricostruzione dei dati mancanti, procedimento del tutto aleatorio e d'indeterminata affidabilità.

Figura 1

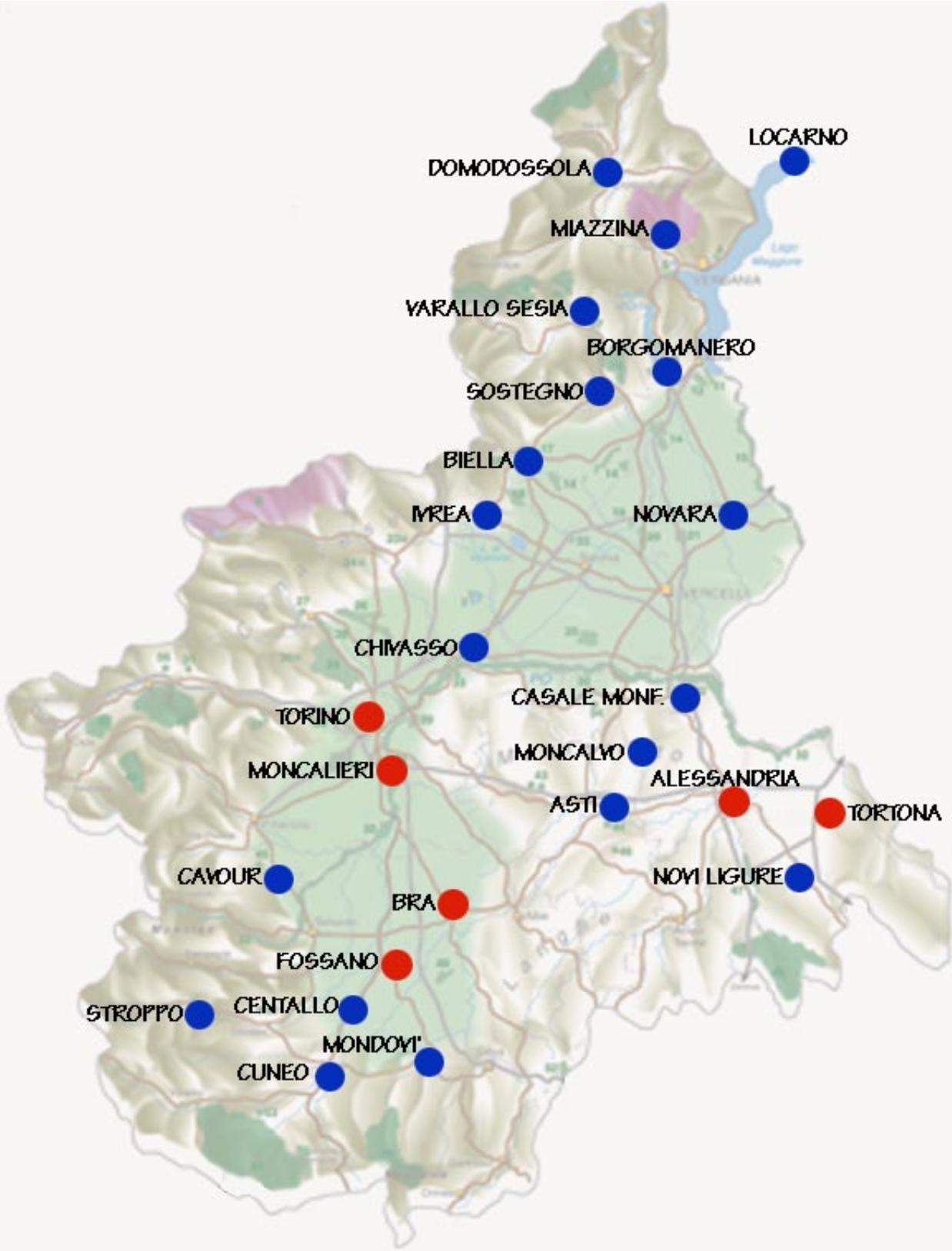


Figura 1

Distribuzione delle stazioni pluviometriche piemontesi con accertata attività iniziale di funzionamento risalente al secolo scorso. In rosso sono indicate le stazioni termopluviometriche mentre in blu sono rappresentate quelle pluviometriche.

2.2 ELABORAZIONE DEI DATI ORIGINARI DELLE SERIE TERMOPLUVIOMETRICHE

La raccolta dei dati termometrici originali e la loro informatizzazione sono stati globali, nel senso che sono state recuperate, espresse in gradi centigradi, tutte le registrazioni sinottiche giornaliere effettuate nelle varie stazioni meteorologiche esaminate.

Su tale base documentaria si è proceduto alla determinazione della temperatura media giornaliera individuandola come la semisomma delle temperature minima e massima di ogni giorno (T_{m2}), in quanto tali valori risultano, in ogni periodo temporale, rilevati nella maggior parte degli osservatori considerati, perciò l'elaborazione statistica può così avvenire su un campione di dati ottenuti con la stessa metodologia di acquisizione. Questi valori di temperature medie giornaliere (T_{m2}) hanno così consentito di ricavare i relativi valori termici medi mensili ed annuali, che rappresentano il campione di valori argomentali su cui si è quindi sviluppata l'analisi climatica delle serie termometriche.

La catalogazione dei dati pluviometrici è avvenuta con la raccolta e l'informatizzazione dei valori giornalieri di precipitazione espressi in millimetri, tenendo conto, nella sommatoria mensile, di considerare giorno piovoso una quantità di pioggia maggiore od uguale ad 1 millimetro. Questi dati pluviometrici mensili e le relative sommatorie annuali rappresentano i valori argomentali su cui sono stati sviluppati il calcolo delle grandezze statistiche e l'analisi climatica.

L'analisi climatica, come precedentemente indicato, non è stata però direttamente applicata a questi valori argomentali mensili ed annuali ottenuti dalle serie storiche così come sono state raccolte negli archivi dei vari osservatori, ma, prima di questa loro elaborazione, ne è stato effettuato il confronto con le relative schede riportanti le variazioni temporali sul posizionamento e sulle letture strumentali, in modo tale da poter disporre di tutta quella indispensabile documentazione atta ad apportare, dove necessario, con la verifica dell'omogeneità delle serie, tutte quelle opportune correzioni ai valori mensili ed annuali, ottenuti dai precitati dati originari giornalieri, per renderli uniformi nella loro successione temporale, in quanto registrati in diversificate condizioni planoaltimetriche di una stessa località.

Questa preliminare verifica sulla omogeneità dei dati è avvenuta procedendo sia con l'applicazione del metodo delle curve cumulate, limitatamente ai soli intervalli temporali continui di valori di queste serie termopluviometriche, sia verificando la presenza di discontinuità, evidenziate da modificazioni di pendenza, che, confrontate con la relativa scheda indicante le variazioni temporali di posizionamento e lettura strumentale, ha consentito di documentare cronologicamente se le date degli avvenuti cambiamenti di localizzazione e di procedura delle osservazioni coincidessero o meno con le variazioni di pendenza.

Poiché le modificazioni di pendenza dei vari tratti di cumulata, come indicato dalle metodologie illustrate da GUGGINO PICONE & GRAMIGNANI (1966) e da TOMASINO (1971), presentano tra loro una relazione di proporzionalità, applicando, in questi casi di acclarata discontinuità, la metodologia del confronto delle pendenze delle rette regolatrici delle curve integrali descritte da CRESTANI, RAMPONI & VENTURELLI (1935) e da TONINI (1959), si sono ricondotte le osservazioni delle varie spezzate di cumulata a quelle del tratto ritenuto più attendibile.

Qualora questa metodologia del confronto delle pendenze delle rette regolatrici delle curve integrali, applicata ai tratti temporali di registrazione continua delle osservazioni termopluviometriche, abbia condotto alla loro rettificazione riferita all'intervallo temporale ritenuto più attendibile sulla base della scheda di rilevamento ed acquisizione dei dati, i procedimenti relativi allo sviluppo dell'analisi statistica sono stati quindi applicati a questi valori corretti.

Una volta proceduto quindi alla descritta validazione dei dati sulle serie termometriche si è proceduto all'appli-

cazione del test delle suites o delle sequenze di THOM (1972), per stabilire, con l'omogeneità dei valori argomentali, la presenza o meno di tendenze.

Al fine poi di meglio valutare e quantificare la presenza di tendenze, soprattutto se di modesta entità, è stato applicato alle serie termometriche anche il calcolo del coefficiente di pulsazione di PALIERNE (1990), in quanto, rispetto al coefficiente di variazione, tiene conto della successione temporale dei dati.

Tracciando il diagramma dell'andamento nel tempo delle temperature medie annue e delle precipitazioni annue è stata graficamente evidenziata la retta di tendenza con la relativa equazione, di cui si è provveduto a valutare l'accuratezza del coefficiente di correlazione adottando il metodo di bootstrap di EFRON (1979) con non meno di 1500 estrazioni campionarie.

Per l'individuazione delle caratteristiche delle tendenze termometriche si è quindi utilizzato, quale test di correlazione seriale, secondo le indicazioni di SNEYERS. (1975), il coefficiente t di Mann-Kendall, applicando la relativa analisi progressiva con la statistica $u(t)$ per la serie diretta ed $u(t')$ per quella retrograda, sia alla serie in esame dei dati, sia alla serie di valori assoluti ottenuti dagli scarti dalla media della serie in esame. In caso di accertata presenza di trend è stato altresì applicato il test di PETTITT (1979) per determinare l'anno di inizio della tendenza.

Accertata così la presenza di tendenze nelle serie termopluviometriche e verificata inoltre la distribuzione di frequenza delle temperature medie annue e delle precipitazioni annue in relazione alla normalità, si è quindi proceduto alla determinazione delle grandezze statistiche, necessarie per caratterizzare il clima locale, attraverso la determinazione degli indici di posizione, degli indici di forma e degli indici di variabilità.

Sono stati quindi tracciati gli istogrammi delle temperature medie annue e delle piogge annue, adottando, per la determinazione del numero delle classi, le indicazioni di BROOKS & CARRUTHERS (1953).

Le relative caratteristiche termometriche e pluviometriche delle 25 località così analizzate sono state quindi determinate attraverso l'analisi climatica annuale, stagionale, mensile e giornaliera, tracciando altresì i diagrammi ombrotermici di Gaussen e di Thornthwaite e calcolando i valori annuali dell'angolo di GAMS (1932) e dell'indice termoisodromico di Kerner (ARLÉRY, GRISOLLET & GUILMET, 1973).

Relativamente poi alle serie pluviometriche, adottando la metodologia di Weibull descritta da CHOW (1964), si sono altresì calcolate e graficizzate, per ciascuna delle 25 stazioni, le rette di probabilità di evenienza dei minimi e dei massimi di precipitazione annua, indicandone l'intervallo medio di ricorrenza. Sulla base quindi della determinazione dei primi decili (inferiore e superiore) e dei primi, secondi, terzi e quarti quintili, sono state determinate, nell'ambito delle serie pluviometriche esaminate, le varie tipologie di anni secchi e piovosi.

La ricerca e la ricostruzione su base documentaria delle serie storiche termometriche e pluviometriche delle precipitate 25 stazioni meteorologiche che hanno operato sul territorio piemontese per lunghi intervalli temporali, cioè in grado di fornire una popolazione di dati significativa per l'applicazione della descritta analisi climatica, sono però purtroppo risultate esaustive solo per le pluviometrie.

Infatti, la ricostruzione dei valori pluviometrici giornalieri è sempre stata possibile completarla per tutto l'intero periodo di funzionamento ed anche nei pochi casi, come quello di Casale Monferrato, dove non è stato possibile reperire 11 anni (1888-1898) di osservazioni del periodo iniziale, la serie risulta pur sempre comunque di lunghezza significativa (1899-1997).

La ricostruzione invece delle rilevazioni termometriche risulta molto più lacunosa, e, solo raramente, ricostruibile in uno stesso osservatorio, con l'identico intervallo temporale delle precipitazioni. In alcune stazioni, poi,

come per esempio Centallo e Stroppa, non venivano nemmeno rilevate le temperature giornaliere, mentre in altre, come, per esempio, Novi Ligure, Miazzina e Tortona, l'inizio delle registrazioni termometriche avvenne addirittura diversi decenni dopo la rilevazione dei dati pluviometrici. In altre stazioni, invece, come Cavour, le osservazioni termometriche sono state effettuate limitatamente ad un breve periodo iniziale rispetto alla lunghezza della serie e poi del tutto abbandonate, per cui rappresentano un intervallo temporale troppo breve per l'analisi climatica. In altri casi, riscontrabili in diverse stazioni, come per esempio Torino, pur figurando contemporaneamente presente l'attività giornaliera di rilevamento dei dati termometrici e pluviometrici, come evidenziabile sulle schede riassuntive relative alla rilevazione dei dati di ciascuna stazione, non venivano rilevate le T_{\min} e le T_{\max} , per cui le sole ore di lettura delle temperature sinottiche, per determinati lunghi intervalli temporali, non consentono di ricavare un valore della temperatura media giornaliera della stessa accuratezza delle T_{m2} .

Per siffatte ragioni, ne risulta, conseguentemente, che, delle 25 stazioni trattate, solo per alcune si è potuto ricostruire serie termometriche complete e di ampiezza temporale con gli stessi limiti di quelle pluviometriche, su cui quindi correttamente applicare compiutamente la descritta analisi climatica, mentre, per la maggior parte delle stazioni, la trattazione risulta necessariamente sviluppata soprattutto sulle sole serie pluviometriche. Pertanto, nell'ambito del capitolo relativo ai risultati ottenuti applicando la descritta metodologia alle 25 serie storiche piemontesi prese in considerazione, figurano, per ciascuna stazione, soprattutto riportati e descritti quelli relativi all'analisi climatica della serie pluviometrica, in quanto la corrispondente serie termometrica, per la presenza delle precipitate vistose lacune, non consente tale applicazione metodologica per inadeguata lunghezza continuativa dell'intervallo temporale. Allorché, però, in una stessa stazione, la serie termometrica, pur non risultando dotata di lunghezza identica a quella pluviometrica, si presenta comunque continua per un intervallo temporale di ampiezza significativa, come per esempio quelle di Alessandria e Tortona, allora è parso ragionevole sottoporla ugualmente all'analisi climatica per raccogliere il più ampio spettro possibile di dati sull'evoluzione recente del clima locale piemontese.

2.3 DIAGRAMMI DI THORNTHWAITE

Le serie storiche esaminate presentano generalmente periodi temporali di registrazioni termometriche inferiori a quelli pluviometrici, per cui, in ciascuna stazione, l'intervallo temporale più breve delle serie termometriche è stato assunto anche per i dati pluviometrici come base per realizzare i diagrammi di Thornthwaite. Nell'ambito del calcolo dell'evapotraspirazione potenziale previsto dal metodo di Thornthwaite è stato utilizzato, per l'area piemontese, il valore di 200 mm come parametro della quantità d'acqua trattenuta dal suolo ed utilizzabile dalle piante (available water capacity). Per la determinazione del bilancio idrico sono stati calcolati il deficit idrico e il surplus idrico da cui si sono ricavati l'indice di aridità e quello di umidità. Sulla base quindi della piovosità media mensile, della temperatura media mensile e dei precipitati parametri sono stati realizzati per ciascuna stazione termometrica, applicando la metodologia di BILLAUX (1978), i grafici relativi al bilancio idrico. Utilizzando poi la formula dell'indice di umidità globale proposta da Thornthwaite, sono stati quindi determinati, per ciascuna stazione, anche i relativi tipi climatici utilizzando la formula climatica a quattro termini di Thornthwaite, in cui il primo termine definisce il tipo di clima da perumido (A) ad arido (E), il secondo termine specifica l'esistenza di un periodo di eccedenza o di deficit idrico, il terzo stabilisce la varietà climatica da megatermico (A') a clima del gelo (E) ed infine il quarto termine stabilisce la concentrazione estiva dell'efficienza termica espressa in percentuale da <48% (a') a >88% (d').

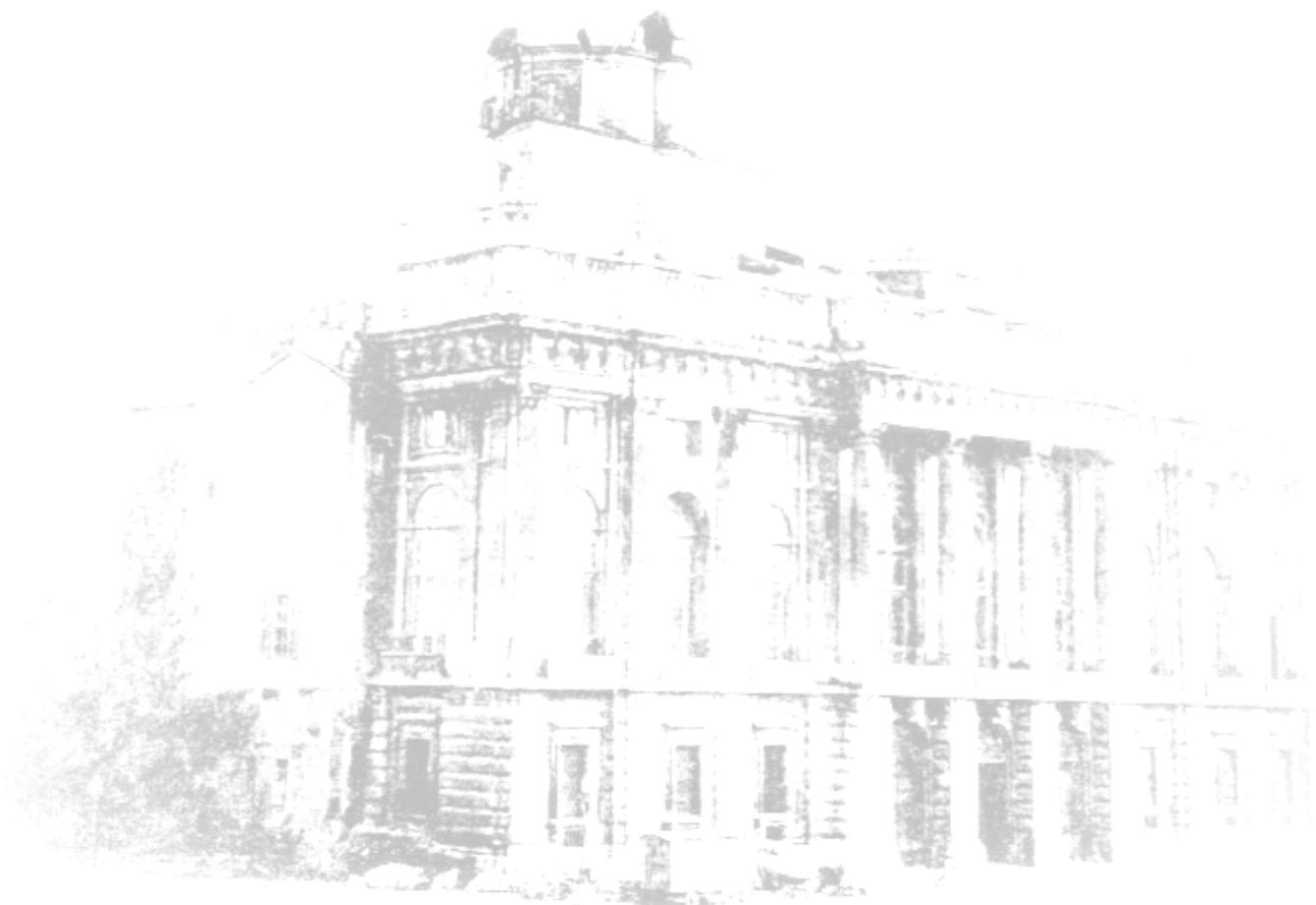
ANALISI CLIMATICA DELLE 25 STAZIONI PIEMONTESE



3.1 - TERMOMETRIA E PLUVIOMETRIA DELLE SERIE STORICHE PIEMONTESE

L'applicazione dell'analisi climatica alle serie termopluviometriche storiche piemontesi delle stazioni indicate nella **figura 1**, si è sviluppata, in linea generale, secondo le indicazioni esposte nel capitolo descrittivo della metodologia adottata, avendo però la cura di elucidarne le risultanze separatamente per ciascuna stazione, in quanto ogni località presenta, per i suoi vari osservatori succedutisi nel tempo, caratteri peculiari di localizzazione, di precisione e di procedura delle letture strumentali.

Inoltre la validazione dei dati, così come sono stati raccolti nei vari osservatori di una stessa stazione, richiedendo per le specifiche variabilità del loro rilevamento, una dettagliata descrizione sul grado di accuratezza dell'indagine climatica, comporta la necessità di procedere innanzitutto alla descrizione dei caratteri termometrici e pluviometrici per ciascuna delle località, in modo così da caratterizzare poi al meglio le relative risultanze sull'evoluzione climatica regionale.



3.2 - ALESSANDRIA

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime osservazioni meteorologiche continuative di cui si abbia notizia furono eseguite da Sobrero e riferite nella seduta del 30/6/1805 della allora Académie Impériale des Sciences di Torino. Altre successive osservazioni giornaliere, sia della temperatura in gradi centigradi delle ore 8 (T_8) e delle ore 14 (T_{14}), sia delle precipitazioni con i relativi giorni piovosi, furono ancora effettuate da Sobrero, unitamente a misure barometriche in pollici francesi e misure di direzione di provenienza del vento, dal 1/12/1816 al 30/11/1833, ma la città di Alessandria risulta dotata di una serie termopluviometrica pressoché ininterrotta solo allorché iniziarono registrazioni sistematicamente continuative degli elementi meteorologici a partire dal 1/1/1854 e sino al 14/9/1987, data in cui cessarono le attività di rilevazione in città e furono istituiti nuovi osservatori di dati meteorologici nelle località limitrofe di Spinetta Marengo, con gestione dell'Amministrazione Provinciale di Alessandria, e dei Lobbi, con gestione C.S.I. della Regione Piemonte.

Questa serie termopluviometrica storica del periodo 1854–1987 è stata però rilevata, in successione temporale, da due osservatori, il primo, funzionante nel periodo 1854–1964, ubicato nel centro storico, il secondo, operante nel periodo 1965–1987, sito alla periferia N della città sulla sponda orografica destra del Tanaro.

Osservatorio del Seminario Vescovile

Questo osservatorio, realizzato nel 1853 dal Canonico Pietro Parnisetti su disegno dell'ing. Garbarino, era sistemato su una torre, sita nel cortile interno del Seminario Vescovile di via Vochieri 58, attualmente divenuto immobile di proprietà della Regione Piemonte.

La strumentazione dell'osservatorio, oltre ad apparecchi di invenzione del Parnisetti, quali il meteoroscopio, l'anemometrografo

e l'anemoscopio registratore, consisteva, per le rilevazioni termopluviometriche, in un termometro con lettura del decimo di grado, in un termometro Mn $1/5^\circ$ SIAP 865/52, in un termometro MX $1/2^\circ$ SIAP 5013/52, in un termoigrografo, in un termografo, in un termometro per psicrometro, in un termometro a minima ed a massima, in un pluviografo OMP 2266 ed in un pluviometro.

La strumentazione termometrica, ubicata in una capannina meteorologica, era sita accanto al pluviometro, per cui sia i termometri, sia la bocca del pluviometro, presentavano le stesse coordinate geografiche di latitudine $44^\circ54'45''N$ e di longitudine $3^\circ51'10''W$ M.M., con altimetria di 121,9 m s.l.m.m. e con altezza sul suolo di 24 metri.



Foto 1

Via Vochieri ad Alessandria con il palazzo, a destra di colore arancio, già sede del Seminario Vescovile, al cui interno era ubicato l'Osservatorio Meteorologico.

Questo osservatorio iniziò l'attività con il 1/1/1854 e sino al 31/12/1858 eseguì rilevazioni termometriche alle ore sinottiche 9 (T_9), 12 (T_{12}), 15 (T_{15}) e registrò i valori giornalieri delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}).

Nel periodo dal 1/1.1859 al 31/12/1883, alle precedenti letture furono aggiunte anche quelle delle ore sinottiche 6 (T_6), 18 (T_{18}) e 21 (T_{21}), mentre per il periodo successivo dal 1.1.1884 al 30.11.1932, accanto ai valori giornalieri delle (T_{\min}) e (T_{\max}), si eseguirono le sole letture sinottiche delle ore 9 (T_9), 15 (T_{15}) e 21 (T_{21}).

Nel successivo periodo, compreso tra il 1/12/1932 ed il 31/12/1964, furono mantenute le letture termometriche giornaliere (T_{\min}) e (T_{\max}), associando, ad esse, quali letture sinottiche orarie, le temperature delle ore 8 (T_8), 14 (T_{14}) e 19 (T_{19}).

Relativamente alla precipitazioni, le letture della quantità giornaliera di pioggia del periodo dal 1/12/1856 al 31/12/1916 si riferiscono alle ore 24, per cui il valore giornaliero riguarda l'intervallo orario tra le ore 24 del giorno precedente e le ore 24 del giorno al quale sono assegnate, mentre, nel successivo periodo dal 1/1/1917 al 30/11/1932, il valore giornaliero è riferito alle ore 21, cioè riguarda l'intervallo tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di registrazione.

Infine dal 1/12/1932 al 31/12/1950 le letture pluviometriche giornaliere furono eseguite alle ore 19, cioè riguardano l'intervallo tra le ore 19 del giorno precedente e le ore 19 del giorno di registrazione, per adottare poi, dal 1/1/1951 al 31/12/1964, la lettura delle ore 9, assegnando conseguentemente il valore all'intervallo di 24 ore immediatamente precedente il giorno di registrazione del dato.

Osservatorio dell'aeroporto di Alessandria

Questo osservatorio entrò in funzione con il 1/1/1965 e cessò l'attività il 14/9/1987, per cui in Banca Dati, che riporta i valori mensili ed annuali delle precipitazioni, la quantità indicata nel settembre 1987 si riferisce non al valore mensile ma alla sola quantità di precipitazioni avvenuta sino al giorno 14. I valori pluviometrici dell'anno 1987, pur incompleti, in quanto mancanti dei mesi di ottobre, novembre, dicembre, e dei valori relativi alla seconda metà del mese di settembre, sono stati ugualmente riportati solo per completezza dell'indagine, ma non sono stati però utilizzati, né nel calcolo delle grandezze statistiche, né tantomeno nello sviluppo dell'analisi climatica. La strumentazione, per le letture termometriche, consisteva in un termometro con letture al decimo di grado ed in un termometro a minima e massima, allocati in una capannina meteorologica a 1,2 m dal suolo, e, per le letture pluviometriche, in un pluviometro, posto accanto alla capannina, con la bocca ad un'altezza di 1,8 m dal suolo.

Le coordinate di questa strumentazione presentavano latitudine 44°55'28,1"N e longitudine 3°49'26"W M.M. con quota altimetrica del suolo di 92 m s.l.m.m., per cui, con questo posizionamento, rispetto al precedente, si è avuto uno spostamento orizzontale verso NE di 1408 m ed uno spostamento verticale verso il basso di 28,1 m per la bocca del pluviometro e di 28,7 m per i termometri.

Nel periodo dal 1/1/1965 al 31/12/1968 si registrarono le temperature sinottiche delle ore 8 (T_8), 14 (T_{14}) e 19 (T_{19}) ed i valori giornalieri delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), mentre, nel successivo



Foto 2

Torretta interna al Seminario Vescovile di Alessandria sulla cui sommità era sistemato l'Osservatorio Meteorologico che funzionò dal 1.1.1854 al 31.12.1964.

periodo dal 1/1/1969 al 14/9/1987, furono unicamente rilevati i valori giornalieri delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}).

Le quantità di pioggia giornaliera per tutto il periodo di funzionamento dell'osservatorio dal 1/1/1965 al 14/9/1987 vennero lette alle ore 9 ed assegnate all'intervallo di 24 ore intercorrente tra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di registrazione.

Le letture termometriche però di questo ultimo periodo non risultano inoltre lette al decimo di grado e, talora, mancano i dati per alcuni giorni, per cui, non solo la media giornaliera non presenta l'apprezzamento del precedente periodo, ma anche, in alcuni mesi, per mancanza di qualche lettura giornaliera, non si può calcolare la media mensile se non valutando prima il dato mancante.

Al fine di avere un compendio riassuntivo del complesso delle descritte caratteristiche di rilevamento dei dati termopluviometrici relativi alla stazione di Alessandria per l'intero suo periodo di rilevazione (1854–1987) è stata redatta la scheda di funzionamento riportata nella **Tabella 2**.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri dell'Osservatorio del Seminario Vescovile di Alessandria è avvenuta sui registri originari, per quanto riguarda il periodo 1854–1899, con integrazione di alcuni dati mancanti ricavati dal *"Bollettino del Comizio Agrario di Alessandria"* e dal *"Bullettino meteorologico di Moncalieri"*, mentre, per il restante periodo 1900–1964, essendo andati perduti nell'alluvione del 6.11.1994 i registri originari, sono state consultate le copie originali dei registri a suo tempo inviati all'UCEA di Roma ed all'Ufficio Idrografico di Torino.

Per il periodo 1965–1987, invece, la raccolta dei dati dell'Osservatorio dell'Aeroporto di Alessandria è avvenuta esclusivamente con lettura diretta dei valori giornalieri sul materiale documentario, costituito sia da schede originali, sia da pluviogrammi, conservato nell'archivio meteorologico dell'Ufficio Idrografico di Torino.

Le letture pluviometriche, risultando determinate, per l'intero periodo 1857–1987, in entrambi gli osservatori, con misurazioni della quantità di pioggia in litri, decilitri e parti di decilitro, si possono complessivamente ritenere come uniformemente espresse in millimetri.

Lo spostamento della strumentazione nella rilevazione dei dati termopluviometrici avvenuto con il 1/1/1965 potrebbe invece comportare una disomogeneità tra i dati dei due osservatori, soprattutto per quanto concerne le precipitazioni, sia per le diverse letture orarie (**tabella 2**) delle quantità di pioggia giornaliera, sia, principalmente, per la riduzione dell'altezza sul suolo della bocca di captazione del pluviometro, modificata da 24 m (quota 121,9 m s.l.m.m.) a 1,8 m (quota 93,8 m s.l.m.m.), quindi con uno spostamento verticale complessivo verso il basso di 22,2 m rispetto al suolo e di 28,1 m rispetto alla quota altimetrica.

Infatti, soprattutto lo spostamento verticale della bocca del pluviometro, passata da 24 m a 1,8 m dal suolo, secondo BRAMANTI (1942), comporterebbe un aumento dell'efficacia di captazione di circa il 15%.

La ricerca e l'acquisizione complessiva delle quantità di pioggia giornaliera, relative al periodo temporale dal 1/1/1854 al 14/9/1987 di funzionamento complessivo delle attività di rilevazione dei precipitati due osservatori (**tabella 2**), ha consentito di ricostruire la serie pluviometrica storica di Alessandria, completa e senza lacune, per un periodo di 132 anni.

L'insieme complessivo delle osservazioni termometriche giornaliere ha invece consentito di ricostruire la serie termometrica continua e senza lacune per il più limitato intervallo temporale dal 1/1/1854 al

31/5/1973. Infatti, per il successivo periodo sino al 14/9/1987, sono presenti le ricordate modeste e limitate lacune relative a pochi giorni privi di rilevazioni termometriche. Il confronto però con la [tabella 2](#) evidenzia che la strumentazione termometrica ha subito, in data 1/1/1965, uno spostamento orizzontale di 1408 m verso NE, ma soprattutto uno spostamento verticale verso il basso di 28,7 metri, per cui le rilevazioni del periodo 1965–1987 presentano rispetto alle precedenti una diversità d'acquisizione dovuta alla diminuita quota di rilevazione dei dati. La diversa posizione altimetrica ed esposizione topografica dei due osservatori comportano, infatti, condizioni di differente gradiente termico verticale che, per regolarizzare i dati, andrebbe quantificato attraverso una contemporanea serie di misure giornaliere nelle due posizioni per ricavare, con il metodo della stima parallela di LINACRE (1992), il relativo coefficiente di correzione da apportare all'intervallo temporale di una delle due serie di rilevazioni e rendere così omogenea ed uniforme la serie termometrica dell'intero periodo in esame.

La mancanza di tale sistematica valutazione di confronto dei valori termometrici rilevati contemporaneamente nelle posizioni strumentali dei due osservatori e la ricordata minor accuratezza di misurazione dei dati termometrici nell'osservatorio dell'Aeroporto di Alessandria hanno consigliato di limitare l'analisi climatica alla serie termometrica rilevata nell'osservatorio del Seminario Vescovile per il periodo temporale dal 1/1/1854 al 31/12/1964. Il complesso delle temperature minima (T_{min}) e massima (T_{max}) giornaliere di questo periodo sono state pertanto utilizzate per calcolare le temperature medie giornaliere (T_{m2}), da cui sono state quindi ricavate le relative temperature medie mensili ed annuali adoperate come base documentaria per l'analisi climatica.

Analisi climatica

Precipitazioni

L'analisi della serie pluviometrica evidenzia che il periodo 1857-1986 di rilevazione delle precipitazioni annue risulta dotato di registrazioni senza mancanza di dati, per cui è stato utilizzato come base documentaria per il tracciamento dell'andamento delle precipitazioni annue riportato in [figura 2](#).

La curva cumulata delle precipitazioni annue ([fig.1.2](#)) presenta, in maniera però appena apprezzabile, un tratto, tra gli anni 1910 e 1944, con andamento non esattamente sovrapponibile alla relativa retta di regressione dell'intero periodo. La comparazione con le modalità d'acquisizione dei dati riportati nella [tabella 2](#) permette di verificare che non vi è stato, all'inizio ed alla fine di tale periodo, alcun cambiamento, né nella posizione strumentale, né nelle modalità di lettura, in quanto la metodologia d'acquisizione risulta invariata per tutto l'intervallo temporale dal 1/1/1917 al 30/11/1932. Relativamente al tratto dal 1965 al 1986, appartenente alle registrazioni dell'Osservatorio dell'Aeroporto di Alessandria, la curva cumulata non mostra rilevanza alcuna rispetto all'andamento precedente relativo all'Osservatorio del Seminario Vescovile

Lo spostamento subito dal pluviometro in data 1/1/1965 non ha quindi influito in maniera apprezzabile sui valori delle quantità di pioggia misurata ed anche l'intervallo di variabilità tra il 1910 ed il 1944 non risulta imputabile, com'è stato evidenziato, né a modificazioni strumentali, né a variazioni di lettura o di registrazione, per cui si può complessivamente ritenere la serie pluviometrica di Alessandria (1857-1986) come uniformemente continua. Inoltre, poiché l'andamento della cumulata delle precipitazioni annue risulta nel complesso significativamente rettilinea (coefficiente di correlazione $r = 1$), la serie può anche essere rite-

— fig.1.2

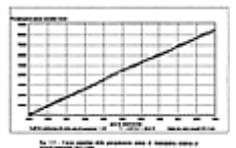


Tabella 2 - Stazione di Alessandria - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1854						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Letture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/1/1854 al 31/12/1858	44°54'45"	3°51'10"	121.9	0	0	T ₉ -T ₁₂ -T ₁₅
Dal 1/1/1859 al 31/12/1883	44°54'45"	3°51'10"	121.9	0	0	T ₆ -T ₉ -T ₁₂ -T ₁₅ -T ₁₈ -T ₂₁
Dal 1/1/1884 al 30/11/1932	44°54'45"	3°51'10"	121.9	0	0	T ₉ -T ₁₅ -T ₂₁
Dal 1/12/1932 al 31/12/1964	44°54'45"	3°51'10"	121.9	0	0	T ₈ -T ₁₄ -T ₁₉
Dal 1/1/1965 al 31/12/1968	44°55'28.1"	3°49'26"	93.2	1408 → NE	- 28.7	T ₈ -T ₁₄ -T ₁₉
Dal 1/1/1969 al 14/09/1987	44°55'28.1"	3°49'26"	93.2	0	0	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/12/1856 al 31/12/1916	44°54'45"	3°51'10"	121.9	0	0	Ore 24.00
Dal 1/1/1917 al 30/11/1932	44°54'45"	3°51'10"	121.9	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	44°54'45"	3°51'10"	121.9	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 al 31/12/1964	44°54'45"	3°51'10"	121.9	0	0	Ore 9.00
Dal 1/1/1965 al 14/09/1987	44°55'28.1"	3°49'26"	93.8	1408 →NE	- 28.1	Ore 9.00

nuta sufficientemente omogenea, tale cioè da non richiedere, per l'analisi climatica, operazioni di regolarizzazione dei dati.

L'andamento delle precipitazioni annue del periodo 1857-1986 (fig. 2), evidenzia la presenza di una tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 130 anni, una diminuzione della precipitazione media annua con un gradiente di 0,76 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1857-1986, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente in tutti i mesi, tranne agosto, e risulta particolarmente significativa nei mesi di aprile, giugno, ottobre e dicembre.

Il calcolo delle grandezze statistiche della serie, nella tabella 45, mostra una precipitazione media annua di 641,4 mm, compresa nel campo di variabilità del massimo di 1180,1 mm, avvenuto nell'anno 1910, e del minimo di 318,8 mm, verificatosi nell'anno 1894. La probabilità di evenienza della precipitazione minima annuale, come mostra la fig. 1.3, presenta un tempo di ritorno di circa 38 anni, mentre quella del massimo, come evidenzia la figura 1.4, mostra un tempo di ritorno millenario, quindi da considerarsi, in relazione alla lunghezza della serie, come indicativo di larga massima.

Il modulo pluviometrico estremo di 3,7 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 9,3° individuano un regime pluviometrico tipico dell'Europa occidentale oceanica a flora mediterranea con grado di continentalità <10°, in cui (tavola 1.3b) gli anni secchi (precipitazione annua <574,5 mm) rappresentano il 40% del totale e quelli piovosi (precipitazione annua >638 mm) il 40% del totale (fig. 41).

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue dell'intervallo temporale 1857-1986 evidenzia (tavola 1.3b) un andamento bimodale con moda principale nella classe 553,7÷632 mm e moda secondaria nella classe 1101,8÷1180,1 mm, mentre quella dei rapporti delle piogge annue alla normale indica che il rapporto dominante non corrisponde alla normale, per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non risulta quella della sua normale.

L'andamento poi dei giorni piovosi annui di questo periodo 1857-1986 (figura 2) indica la presenza di

tab. 45

fig. 1.3

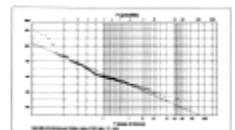


fig. 1.4

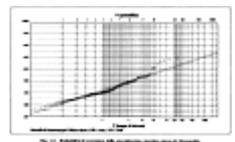
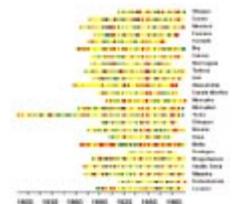


fig. 41



tav. 1.3b

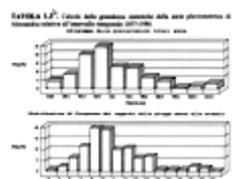


Figura 2

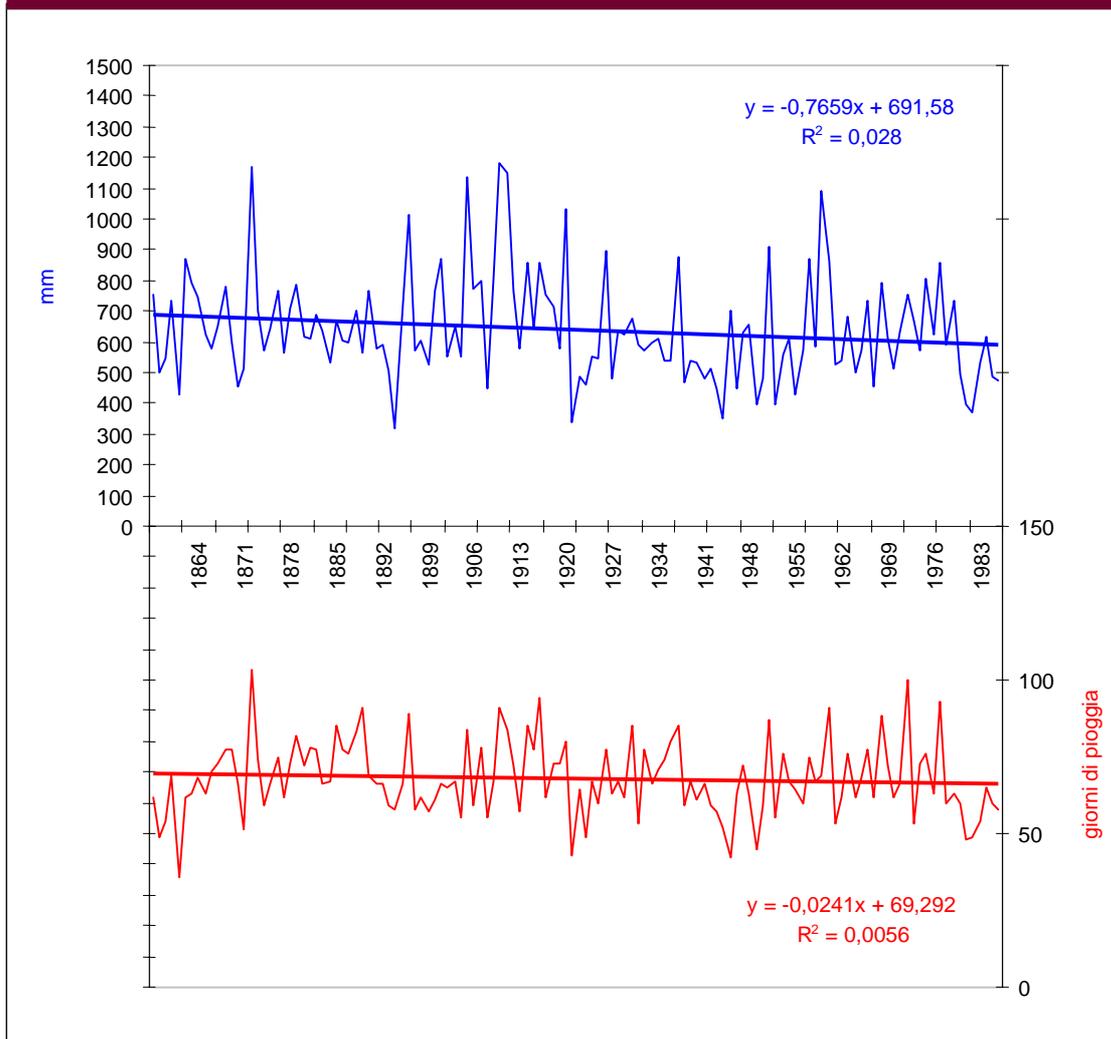


Figura 2

Andamento delle precipitazioni e dei giorni piovosi di Alessandria nel periodo 1857–1986.

minimi significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1921-1925, 1938-1950 e 1978-1986.

L'andamento stagionale delle precipitazioni in questo periodo dal 1857 al 1986 evidenzia inoltre valori medi per la primavera di 176,8 mm con 19,8 giorni piovosi, per l'estate di 121,7 mm con 13,2 giorni piovosi, per l'autunno di 205,5 mm con 18,4 giorni piovosi e per l'inverno di 137,6 mm con 16,3 giorni piovosi

In particolare poi si rileva che la primavera più piovosa è stata quella del 1879 con 422,1 mm in 37 giorni piovosi e la più secca quella del 1870 con 22,2 mm in 4 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1905 con 368,7 mm in 22 giorni piovosi e la più secca quella del 1928 con 7,2 mm in 2 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1960 con 493,6 mm in 34 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 10,7 mm in 1 giorno piovoso. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1911 con 516,5 mm in 20 giorni, mentre il più secco è stato il 1981 con 0,6 mm.

Temperature

Le temperature medie giornaliere sono state calcolate, per tutto l'intervallo temporale dal 1/1/1854 al 31/12/1984, sulla base dei valori giornalieri delle temperature minima (T_{min}) e massima (T_{max}), ottenendo così, successivamente, le medie mensili ed annuali. Tale scelta operativa è derivata dalla constatazione che, per tutto l'intervallo considerato, le temperature minima (T_{min}) e massima (T_{max}) rappresentano, tra le varie osservazioni termometriche giornaliere, quelle acquisite sempre con la stessa uniformità di lettura e

di registrazione. Ciò non di meno, questa serie termometrica, avendo subito, a partire dal 1/1/1965, uno spostamento dei termometri di 28,7 m verso il basso e di 1408 m verso NE, passando così da un'area urbanizzata ad una zona periferica, potrebbe aver risentito in maniera apprezzabile della nuova localizzazione nelle misure rilevate. La curva cumulata delle temperature medie annue risulta però perfettamente sovrapposta alla relativa retta di regressione, per cui non evidenziando né significative, né apprezzabili modificazioni o variazioni di pendenza, si può ritenere che nel complesso i dati termometrici risultino rilevati in modo tale da costituire una serie accettabilmente uniforme.

Tale carattere viene altresì confermato dalla distribuzione di frequenza di questa serie di 111 temperature medie annue, in quanto risulta riconducibile ad una distribuzione normale presentando i seguenti intervalli di densità di probabilità molto prossimi ad una gaussiana: media $\pm 2/3$ deviazione standard = 50,47%, media \pm deviazione standard = 71,03%, media $\pm 1,86$ deviazione standard = 92,52%, media ± 3 deviazione standard = 100%.

In particolare la determinazione delle grandezze statistiche di questa serie di 111 temperature medie annue relative all'intervallo temporale 1854–1964 consente di ricavare i valori riportati nella tabella 3.

Tabella 3 - Grandezze statistiche della serie termometrica di Alessandria

INDICI DI POSIZIONE		INDICI DI VARIABILITA'		Misure dell'asimmetria	INDICI DI FORMA	
Media	12.5	Dev.st.	0.7		Coeff. di Yule	0.19
Mediana	12.5	Coeff. di variazione	5%	1° coeff. di Pearson	0.04	
Moda principale	12.6	Varianza	0.5	Coeff. β_1 di Pearson	0.03	
Momento all'origine di 2°ordine	159.7	Devianza	46.7	Coeff. γ_1 di Fisher	0.18	
		Campo di variabilità	11.0- 14.6	Coeff. di C_1 Kelley	6.73	
		Momento centrale di ordine 2	0.5	Momento centrale di ordine 3	0.05	
		Coeff. di pulsazione di Palierne	77.4	Misure dell'appiattimento	Coeff. β_2 di Pearson	16.9
					Coeff. γ_2 di Fisher	13.9
					Coeff. C_2 di Kelley	0.0
					Momento centrale di ordine 4	0.05

I parametri della tendenza centrale, risultando tra loro poco differenziati indicano quindi che la dispersione è prossima al centro di gravità dei dati, mentre le misure della variabilità confermano la presenza di un'importante dispersione dei dati attorno alla media entro un campo di variazione molto contenuto in quanto compreso in 3,6°C.

Le misure dell'asimmetria confermano che la distribuzione è piuttosto simmetrica e quelle dell'appiattimento rivelano una dispersione di tipo leptocurtico.

L'insieme delle grandezze statistiche individua quindi una distribuzione, per questa serie termometrica di Alessandria relativa all'intervallo temporale 1854–1964, di tipo approssimativamente normale.

L'applicazione del test delle sequenze o di Thom a questa serie termometrica, presentando 50 valori superiori e 53 inferiori alla mediana, determina nella sequenza 40 cambiamenti, che risultano un numero inferiore al limite inferiore di significatività (45) per probabilità al 10%, per cui si evince la presenza di un'eterogeneità nella serie imputabile o alla presenza di un trend od allo spostamento della mediana. Il coefficiente di variazione (5%) ed il coefficiente di pulsazione di Palierne (77,44%) consentono di optare per la presenza di una tendenza di debole ampiezza, che, la retta di tendenza globale (fig.3), relativa all'andamento delle temperature medie annue del periodo 1854–1964, individua come positiva.

Figura 3

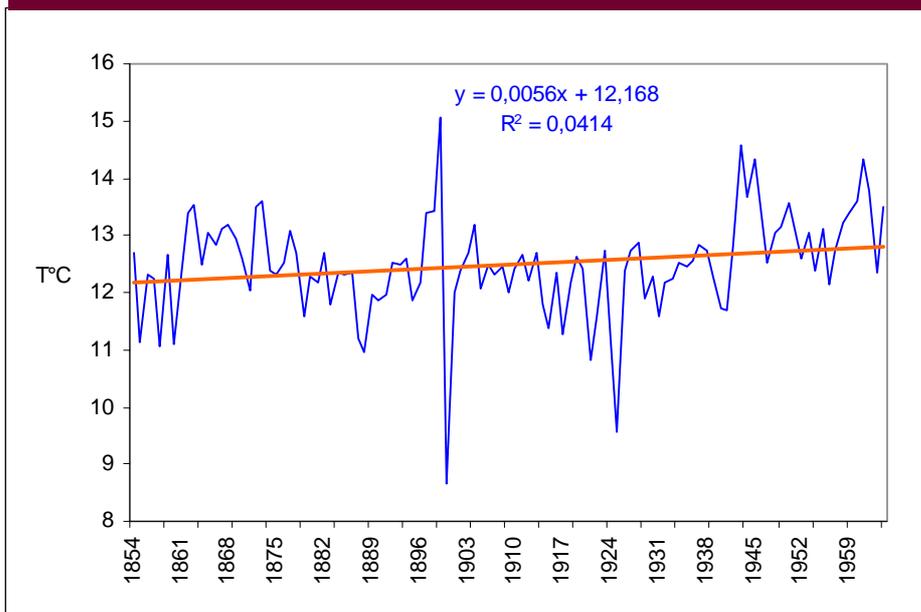


Figura 3

Andamento delle temperature di Alessandria nel periodo 1854 -1964.

Il coefficiente di correlazione di questa retta del trend risulta però strettamente legato al campione analizzato (111 valori argomentali), per cui necessita determinare quanto approssima il valore vero. L'analisi di bootstrap, svolta con 2000 estrazioni campionarie, fornisce una stima di 0,0923 della distanza media tra il valore osservato ed il valore vero del coefficiente di correlazione, per cui tale grandezza media della deviazione della stima dal valore vero consente di ritenere affidabile questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Alessandria nel periodo 1854–1964.

Questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Alessandria nel periodo dal 1/1/1854 al 31/12/1964 viene altresì confermata dal calcolo del coefficiente t di Mann-Kendall e dall'applicazione della relativa analisi progressiva con la statistica $u(t)$ per la serie diretta ed $u(t')$ per quella retrograda, in quanto, risultando un valore di $u(t) = 2,3878$ con livelli di significatività $\alpha_0 = 0,05000$ ed $\alpha_1 = 0,0169$ l'ipotesi nulla deve essere rifiutata. La conseguente applicazione del test di Pettitt individua l'inizio di questa tendenza nell'anno 1919.

Questa serie di temperature medie annue, ricavate dalla media delle temperature minime (T_{\min}) e massime (T_{\max}) giornaliere, rivela inoltre che, nell'intervallo temporale 1854–1964, l'anno più freddo è risultato il 1888 con una temperatura media annua di 11°C e quello più caldo il 1943 con una temperatura media annua di 14,6°C, mentre il calcolo per ogni anno dell'indice termoisodromico di Kerner mostra un valore medio del periodo 1854–1964 di 0,78.

Relativamente poi alla serie delle temperature minime giornaliere (T_{\min}) di questo periodo si ricava una media annua di 8,46°C, con deviazione standard di 0,64 e campo di variabilità compreso tra la minima media annua di 5,42°C dell'anno 1887 e la massima media annua di 9,95°C dell'anno 1961, mentre per la serie delle temperature massime giornaliere (T_{\max}) si ricava una media annua del periodo di 16,77°C con deviazione standard di 0,86 e campo di variabilità compreso tra la minima media annua di 14,96°C dell'anno 1855 e la massima media annua di 19,55°C dell'anno 1945.

Relativamente alle caratteristiche stagionali l'elaborazione statistica permette di ricavare le grandezze statistiche riportate in [tabella 4](#).

Tabella 4

	T media	Dev.st.	T media minima assoluta	Anno	T media massima assoluta	Anno	T media dei valori giornalieri delle minime	Dev. St.	T media dei valori giornalieri delle massime	Dev. st
Primavera	12.7	1.0	4.5	1892	23.2	1945	8.1	0.9	17.4	1.4
Estate	23.1	1.0	14.3	1969	29.8	1945	17.8	1.0	28.4	1.1
Autunno	13.0	0.9	4.4	1965	20.1	1962	9.3	1.1	16.8	1.0
Inverno	1.6	1.6	-7.9	1947	9.4	1908	-1.3	1.7	4.5	1.6

Tabella 4

Valori di temperatura stagionali di Alessandria.

In particolare si osserva che in questo intervallo di 111 anni tra il 1854 ed il 1964 la temperatura media della primavera (12,73°C) risulta inferiore a quella dell'autunno (13,02°C), per cui, unitamente al valore di 0,78 dell'indice termoisodromico di Kerner, viene segnalata la presenza di un'influenza marittima sul clima locale.

L'analisi delle temperature medie mensili di Alessandria per l'intervallo temporale 1854–1964 mostra, per ciascun mese dell'anno, le caratteristiche riportate nella [tabella 5](#), da cui si evince che il mese più freddo risulta gennaio con una temperatura media di 0,1°C e quello più caldo luglio con una temperatura media di 24,1°C.

Inoltre il gennaio più freddo è stato quello del 1858 con una temperatura media di -6,1°C ed il più caldo quello del 1920 con una temperatura media di 5°C, mentre il luglio più caldo è risultato quello del 1945 con una temperatura media di 28,5°C e quello più freddo il luglio del 1888 con 21,2°C. L'escursione termica annua media è risultata di 24,6°C, con il massimo valore dell'escursione termica annua verificatosi nel 1945 con 31,7°C ed il minimo riscontrato nel 1910 con 19,8°C.

L'analisi delle temperature giornaliere evidenzia che il giorno più freddo è stato il 18/1/1893 con una temperatura media giornaliera di -12,6°C e quello più caldo il 6/7/1952 con una temperatura media giornaliera di 32,5°C. Le temperature minima e massima assolute sono state rispettivamente rilevate il 7/1/1971 con -18,0°C ed il 28/7/1947 con 39,5°C, mentre la media delle temperature minime assolute annue è risultata di -10,34°C e quella delle temperature massime assolute annue di 34,73°C. La frequenza poi di queste temperature minime e massime assolute annue risulta distribuita, per quanto riguarda le minime, per il 48,4% in gennaio, per il 32% in dicembre, per il 13,9% in febbraio e per il 1,6% in marzo, e, per quanto riguarda le massime, per il 50,8% in luglio, per il 35% in agosto, per il 12,5% in giugno e per 0,8% in settembre.

Tabella 5

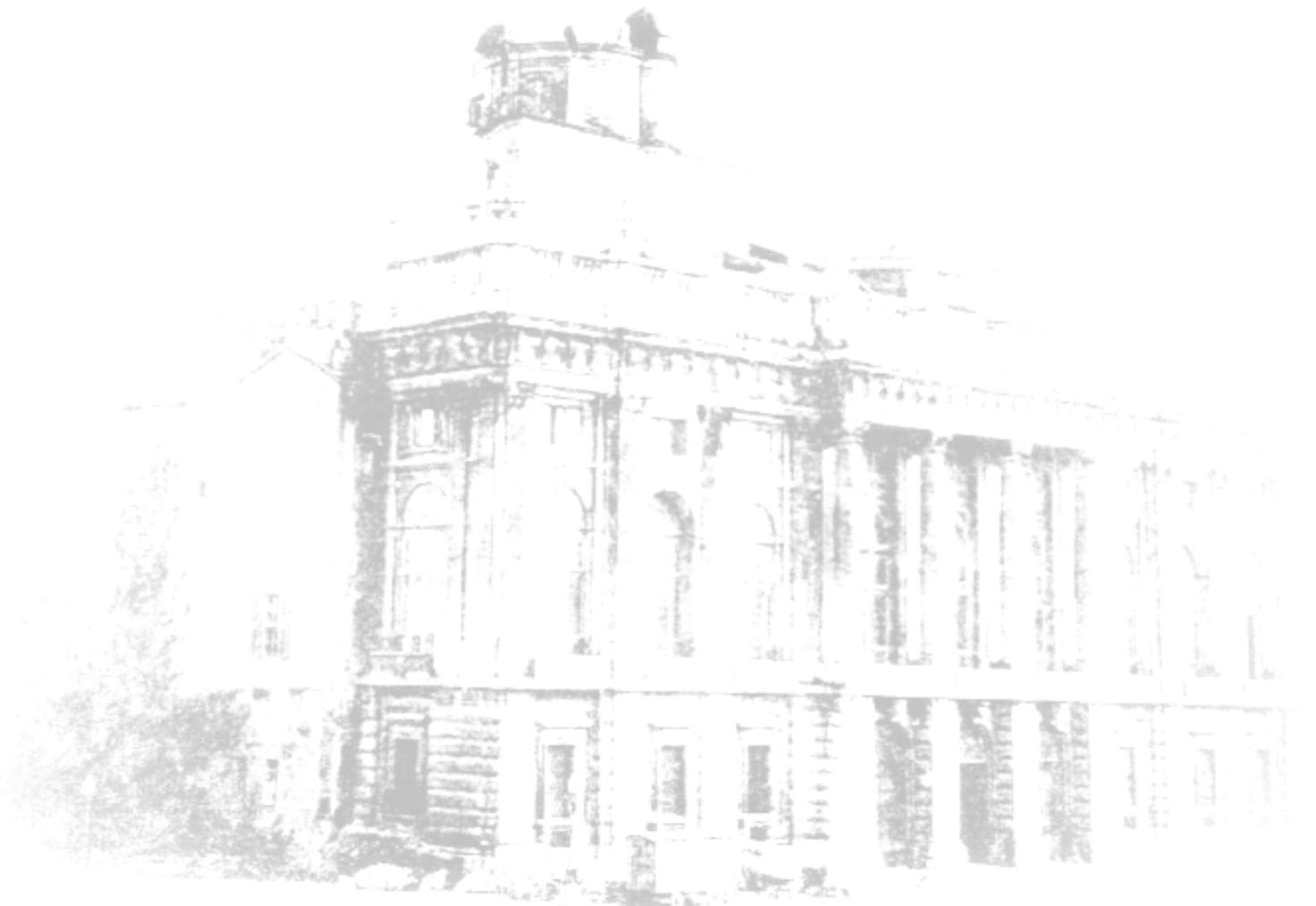
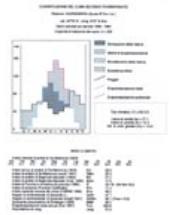
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
T media	0.2	2.84	7.86	12.74	17.27	21.52	24.08	23.31	19.26	12.96	6.55	1.90
devst	2.2	2.3	1.61	1.42	1.42	1.26	1.36	1.22	1.39	1.23	1.40	1.72
Min	-6.1	-3.7	4.4	9.6	13.9	18.4	21.1	20.1	15.5	9.3	3.1	-5.7
Anno	1858	1895	1883	1931	1879	1884	1919	1896	1912	1936	1884	1879
Max	4.5	6.8	11.8	16.8	21.0	25.7	28.5	26.6	22.9	16.0	10.2	6.3
Anno	1893	1961	1961	1945	1868	1945	1945	1944 e 1962	1961	1943	1898	1953

Tabella 5

Temperature medie mensili di Alessandria relative all'intervallo temporale 1854-1964.

La correlazione con le precipitazioni registrate ad Alessandria nello stesso periodo temporale delle temperature (1854–1964) consente di tracciare il diagramma ombrotermico, che indica presenza di aridità nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre, ed il diagramma di Thornthwaite (fig. 4) che conferma il deficit di evapotraspirazione da giugno a settembre con diminuzione della riserva da giugno a settembre e che individua un tipo climatico da sub umido a sub arido definito dalla formula climatica a quattro termini $C_1sB'_2b'_3$.

fig. 4



3.3 - ASTI

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

La città di Asti risulta dotata di una serie di osservazioni continue, sia pluviometriche, dal 1881, sia termometriche, dal 1886, il cui complesso di dati risulta però rilevato da osservatori diversamente ubicati nel tempo, ma comunque distribuiti nell'ambito del centro storico cittadino.

Infatti, l'insieme complessivo dei dati è stato rilevato, in successione temporale, da quattro distinte posizioni, che, all'interno del centro storico, individuano pertanto altrettanti osservatori cui assegnare, sulla base della relativa documentazione cartacea, le sotto riportate denominazioni.

Osservatorio meteorologico della città di Asti

Questo osservatorio, che funzionò dal 1/1/1881 al 31/12/1923, era ubicato in piazza San Secondo nel Municipio di Asti con la strumentazione meteorologica posta sul terrazzo della torretta retrostante la facciata del palazzo comunale. In questo osservatorio venivano lette, alle ore 21, le quantità giornaliere di pioggia, assegnandole poi alle 24 ore precedenti, per cui i relativi valori si riferivano all'in-



Foto 3

Palazzo, a fianco della chiesa di San Secondo, sede del Municipio di Asti, sulla cui torretta, visibile sul tetto, era posto l'Osservatorio Meteorologico della Città di Asti che funzionò dal 1.1.1881 al 31.12.1923.

tervallo temporale compreso tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di registrazione. La quota altimetrica della superficie topografica risulta di 120 m s.l.m.m., per cui la bocca del pluviometro, essendo stata posta a 14,7 m sul suolo e ad 1 m sul pavimento del terrazzo, presentava il captatore ad un'altitudine di 134,7 m s.l.m.m. Le osservazioni termometriche iniziarono con il 1/1/1886 e consistevano, risultando l'osservatorio dotato di uno psicrometro e di un termometro a minima e massima, nella lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), delle ore 15 (T_{15}) e delle ore 21 (T_{21}). I bulbi dei termometri, risultando posti a 14,7 m sul suolo, presentavano anch'essi osservazioni strumentali rilevate alla quota di 134,7 m s.l.m.m.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio, rilevate sulla tavoletta I.G.M. Rocca d'Arazzo, presentano latitudine 44°53'55,9"N e longitudine 4°14'49,6"W M.M.

Le caratteristiche geografiche e di posizione degli strumentali di questo osservatorio sono state riportate nella [tabella 6](#) sulla scheda riassuntiva di rilevamento dati della stazione di Asti.

Osservatorio meteorologico del Seminario Vescovile

Questo osservatorio, che entrò in funzione il 1/1/1924 sotto la direzione di Michele Gallo e registrò i valori giornalieri delle temperature e delle quantità di pioggia sino al 10/4/1960, era ubicato in piazza del Seminario sul terrazzo di una torretta posta sul tetto della manica centrale del Seminario Vescovile, prospiciente il cortile interno. Su tale terrazzo in disuso dopo la chiusura dell'osservatorio, erano posti i termometri ad un'altezza

sul suolo di 18,50 m ed il pluviometro ad un'altezza sul suolo di 22,50 m, per cui, presentando il cortile del seminario una quota di 127 m s.l.m.m., i relativi valori termometrici venivano letti ad un'altitudine di 145,5 m s.l.m.m. e quelli pluviometrici a 149,5 m s.l.m.m. Le osservazioni termometriche vennero effettuate dal 1/1/1924 al 30/11/1932 con lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), delle ore 15 (T_{15}) e delle ore 21 (T_{21}), mentre dal 1/12/1932 al 10/4/1960, data di chiusura dell'osservatorio, accanto alla registrazione giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), vennero rilevate le temperature sinottiche delle ore 8 (T_8), delle ore 14 (T_{14}) e delle ore 19 (T_{19}). Le letture delle quantità giornaliere di pioggia dal 1/1/1924 al 30/11/1932 vennero lette alle ore 21



Foto 4

Cortile interno del Seminario Vescovile di Asti sulla cui torretta, emergente dal tetto, eraposto l'Osservatorio Meteorologico, che funzionò dal 1.1.1924 al 10.4.1960.

ed assegnate all'intervallo temporale compreso tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di registrazione, mentre dal 1/12/1932 al 10/4/1960 le letture furono eseguite alle ore 19 con analogha assegnazione all'intervallo di 24 ore precedenti le ore 19 del giorno di registrazione.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio presentano latitudine $44^{\circ}53'59,2''N$ e longitudine $4^{\circ}15'13,8''W.M.M.$, per cui la strumentazione per le osservazioni termopluviometriche, rispetto a quella del precedente osservatorio, risulta aver subito uno spostamento orizzontale verso NW di 325 m ed uno spostamento verticale verso l'alto di 10,8 m per le temperature e di 14,8 m per le piogge.

Sulla **tabella 6**, relativa alla scheda riassuntiva di rilevamento dati della stazione di Asti, sono state pertanto riportate queste caratteristiche di posizione degli strumenti, in modo così da poter impostare il quadro sinottico complessivo di riferimento sulla variabilità di acquisizione dei dati, necessario nella successiva fase di validazione ed analisi climatica della serie storica.

Osservatorio del Centro Provinciale Culture Agrarie

Questo osservatorio, gestito dalla Provincia, funzionò dal 11/4/1960 al 31/12/1969 nella torretta posta in piazza Libertà, che presenta un'altitudine di 115 m s.l.m.m. Relativamente alle termometrie questo osservatorio effettuò, dal 11.4.1960 al 31.12.1962, letture giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle ore sinottiche 8 (T_8) e 19 (T_{19}), mentre dal 1/1/1963 al 31/12/1969, data di chiusura dell'osservatorio, furono lette giornalmente solo le temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}). I bulbi dei termometri risultavano posti a 16,5 m sul suolo, per cui, presentando la superficie topografica la quota di 115 m s.l.m.m., le osservazioni termometriche venivano effettuate ad un'altitudine di 131,5 m s.l.m.m. Il pluviometro presentava la bocca a 18 m sul suolo, per cui la quota altimetrica di lettura delle quantità giornaliere di pioggia, effettuate alle ore 9 ed assegnate, per tutto il periodo di funzionamento dal 11/4/1960 al 31/12/1969, all'intervallo delle 24 ore immediatamente precedenti, risulta di 133 m s.l.m.m.

La descritta posizione della strumentazione di rilevazione dei dati termometrici e pluviometrici, rispetto a quella del precedente periodo di osservazione effettuato nel seminario vescovile, risulta pertanto aver subito uno spostamento orizzontale verso SE di 625 m ed uno spostamento verticale, per i termometri, di 14 m verso

il basso, e, per il pluviometro, di 16.5 m verso il basso.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio presentano latitudine 44°53'52,7"N e longitudine 4°14'38,2"W M.M.

Le descritte caratteristiche di acquisizione dei dati e di posizione delle relative strumentazioni meteorologiche sono state quindi riportate nella **tabella 6** a completamento della scheda di rilevamento dati della stazione di Asti.

Osservatorio del Servizio Idrografico di Torino

Questo osservatorio, attualmente in funzione, risulta sistemato, in via Torretta, a W del serbatoio dell'acquedotto comunale ed ha iniziato l'attività di rilevazione giornaliera delle temperature e delle quantità di pioggia dal 1/1/1970.

La strumentazione per i rilievi termometrici e pluviometrici, allocata in una capannina meteorologica, presenta il bulbo del termometro a minima e massima ad 1,5 m sul suolo e la bocca del pluviografo a 2 m sul suolo.

La quota topografica del suolo su cui è posta la capannina risulta di 156 m s.l.m.m., per cui le letture termometriche vengono eseguite all'altimetria di 157,5 m s.l.m.m. e quelle pluviometriche a 158 m s.l.m.m.

Relativamente alle termometrie, in questo osservatorio vengono effettuate rilevazioni giornaliere delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), mentre per le pluviometrie le quantità di pioggia giornaliera vengono lette alle ore 9 ed assegnate all'intervallo di 24 ore compreso tra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di registrazione.

Le coordinate topografiche di questo osservatorio presentano latitudine 44°54'34"N e longitudine 4°15'19"W M.M., per cui, rispetto alla posizione strumentale del periodo dal 10/4/1960 al 31/12/1969, si è verificato uno spostamento orizzontale verso NW di 1500 m ed uno spostamento verticale, per le letture termometriche, di 26 m verso l'alto, e, per le letture pluviometriche, di 25 m verso l'alto.

Le indicazioni di posizione strumentale e di lettura dei dati di questo osservatorio, riportate nella **tabella 6**, permettono così di completare le scheda di rilevamento della stazione di Asti per l'intero intervallo temporale (1881-1993) di durata della serie storica.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri dei vari osservatori succedutisi nel tempo in Asti è avvenuta per diretta consultazione delle copie di registrazione originariamente inviata all'UCEA di Roma e all'Ufficio Idrografico di Torino.

Al fine di integrare alcune lacune saltuarie e sporadiche di valori, sono stati consultati, per il completamento dei dati ottocenteschi, gli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, la Rivista Meteorico Agraria del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica, il Bollettino mensile del Real Collegio Carlo Alberto di Moncalieri e le tabelle sinottiche di EREDIA (1920), mentre le più recenti mancanze di valori sono state integrate con la consultazione degli Annali Idrologici, parte prima, Ministero LL.PP. e con lo spoglio diretto di termogrammi e pluviogrammi.

Le misure termometriche e pluviometriche negli osservatori, succedutisi dal 1881 ad oggi, sono state effettuate con strumentazioni di rilevamento in gradi centigradi per le temperature ed in millimetri per le quantità di pioggia, per cui, complessivamente, si possono ritenere uniformemente espresse e valutate.

Lo spostamento, avvenuto nel tempo, della strumentazione meteorologica e delle variazioni di lettura nell'acquisizione dei dati, anche nell'ambito di uno stesso osservatorio, potrebbe invece aver introdotto in

questa serie storica disomogeneità tali da dover richiedere procedimenti di correzione e di regolarizzazione. In particolare, lo spostamento verticale della bocca del pluviometro con variazioni significative dell'altezza sul suolo, più dei modesti cambiamenti di altimetria dovuti alla posizione dell'osservatorio nell'area urbana di Asti, potrebbero aver influito sull'efficacia di captazione delle precipitazioni e conseguentemente prodotto, per questo effetto meccanico, aumenti o diminuzioni delle precipitazioni simulanti inesistenti discontinuità od oscillazioni climatiche.

L'insieme dei dati raccolti sulle quantità di pioggia giornaliera hanno consentito di ricavare, senza lacune, la serie pluviometrica storica di Asti dal 1/1/1881 al 31/12/1993, da cui sono state ricavate quindi le piogge mensili ed annue utilizzate per l'analisi climatica.

La raccolta delle rilevazioni termometriche svolte in Asti dai vari osservatori nel periodo dal 1/1/1881 ad oggi hanno consentito di ricostruire, con continuità e senza lacune, le temperature giornaliere T_{\min} e T_{\max} per gli intervalli dal 1/1/1888 al 31/12/1906 e dal 1/1/1924 al 31/12/1979, mentre, per l'intervallo temporale dal 1/1/1980 al 31/12/1987 le mancanze di dati giornalieri risultano distribuite su vari anni. Il confronto con le risultanze della tipologia di acquisizione dei dati indica però che il più lungo di questi intervalli temporali (1924–1979) risulta in realtà rilevato da due diversi osservatori, in cui i termometri presentano una distanza orizzontale di 625 m ed una verticale di 14 m. Le due posizioni strumentali termometriche non risultano quindi acquisite alla stessa altimetria, per cui si rende indispensabile applicare ad una delle due serie un coefficiente di correzione, necessario per regolarizzare i dati almeno in funzione della quota. Allo stato attuale delle ricerche si ritiene però più opportuno non applicare l'analisi climatica a questa serie termometrica, ma proseguire nelle verifiche per cercare di completare anche l'intervallo 1907-1923 prima di applicare il metodo sistematico di confronto e correzione dei valori rilevati dalle due posizioni strumentali.

Analisi climatica

Precipitazioni

L'analisi dei dati raccolti, indica che il periodo 1881-1993 di rilevazione delle precipitazioni mensili ed annue risulta dotato d'osservazioni senza carenze di dati, per cui questo intervallo temporale viene assunto come base documentaria per tracciare l'andamento delle precipitazioni annue riportato nella [figura 5](#).



Tabella 6 - STAZIONE DI ASTI - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1881 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Area antistante il serbatoio dell'acquedotto comunale in via Torretta						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Letture ($T_{min}-T_{max}$)
Dal 1/1/1886 al 31/12/1923	44°53'55.9"	4°14'49.6"	134.7	0	0	$T_9-T_{15}-T_{21}$
Dal 1/1/1924 al 30/11/1932	44°53'59.2"	4°15'13.8"	145.5	325 → NW	+ 10.8	$T_9-T_{15}-T_{21}$
Dal 1/12/1932 al 10/04/1960	44°53'59.2"	4°15'13.8"	145.5	0	0	$T_8-T_{14}-T_{19}$
Dal 11/4/1960 al 31/12/1962	44°53'52.7"	4°14'38.2"	131.5	625 → SE	-14	T_8-T_{19}
Dal 1/03/1963 al 31/12/1969	44°53'52.7"	4°14'38.2"	131.5	0	0	
Dal 1/1/1970 ad oggi	44°54'34"	4°15'19"	157.5	1500 → NW	+26	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1881 al 31/12/1923	44°53'55.9"	4°14'49.6"	134.7	0	0	Ore 21.00
Dal 1/1/1924 al 30/11/1932	44°53'55.2"	4°15'13.8"	149.5	325 → NW	+14.8	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 10/04/1960	44°53'55.2"	4°15'13.8"	149.5	0	0	Ore 19.00
Dal 11/4/1960 al 31/12/1969	44°59'52.7"	4°14'38.2"	133	625 → SE	-16.5	Ore 9.00
Dal 1/1/1970 ad oggi	44°54'34"	4°15'19"	158	1500 → NW	+25	Ore 9.00

La curva cumulata delle precipitazioni annue di Asti per l'intervallo temporale 1881-1993, (fig. 2.2) rivela la presenza di un tratto tra il 1910 ed il 1918 che si discosta, in maniera peraltro modesta, dalla retta di regressione che, per l'intero periodo presenta un ottimo coefficiente di correlazione. Confrontando questa risultanza con i dati riassuntivi della tabella 6 non emergono, nell'intervallo temporale 1910--1918, né cambiamenti di posizione della strumentazione, che è rimasta nell'ambito dello stesso osservatorio Città di Asti, né tantomeno modificazioni nelle modalità di acquisizione dei dati.

In particolare, invece, pur osservando che si sono effettuati negli anni 1923 e 1969 spostamenti nella strumentazione e negli anni 1932 e 1960 variazioni nelle modalità di acquisizione dei dati, non emergono sulla curva cumulata in corrispondenza di tali eventi, modificazioni significative o sostanziali del suo andamento, per cui si può ritenere che i vari cambiamenti non hanno influito sull'omogeneità della serie.

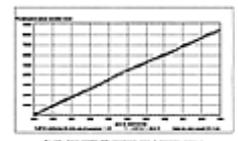
L'insieme pertanto complessivo dell'andamento della cumulata risulta accettabile o quanto meno tale da non richiedere, quindi, per l'analisi climatica, operazioni di regolarizzazione dei dati.

L'andamento delle precipitazioni annue del periodo 1881-1993, come mostra la fig. 5, evidenzia la presenza di una tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 113 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 190,8 mm pari ad un gradiente di 1,7 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1881-1993, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente in tutti i mesi, tranne agosto e novembre, e risulta particolarmente significativa nei mesi di gennaio, febbraio, settembre, ottobre e dicembre.

Il calcolo delle grandezze statistiche della serie, di cui alla tabella 45, indica per Asti una precipitazione media annua di 703,9 mm, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di 309,4 mm (anno 1894) ed il massimo di 1360,5 mm (anno 1887).

La verifica della probabilità di evenienza di questi valori estremi annuali della serie pluviometrica evidenzia, per

(fig.2.2)



tab. 45

il minimo, un tempo di ritorno di 26 anni (fig. 2.3), mentre, per il massimo, emerge un tempo di ritorno di 610 anni (fig. 2.4), da ritenersi, quindi, un valore solo indicativo, in considerazione della lunghezza di 113 anni di questa serie pluviometrica.

La distribuzione di frequenza dei valori pluviometrici annui rispetto ad una gaussiana, indica che questa serie, potendosi ritenere a distribuzione prossima alla normale, fornisce all'analisi climatica valori statistici affidabili (tav. 2.3b).

In particolare la distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue dell'intervallo temporale 1881-1993 (tav. 2.3b) evidenzia un andamento unimodale, con classe modale a limiti 624,7-729,8 mm, mentre il rapporto delle piogge annue alla normale segnala che il rapporto dominante, risultando compreso nella classe a limiti 0,9-1, indica che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese risulta quella della sua normale.

fig. 2.3

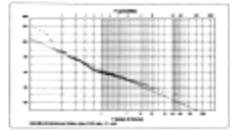
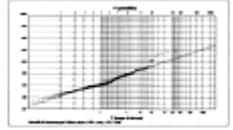


fig. 2.4



tav. 2.3b

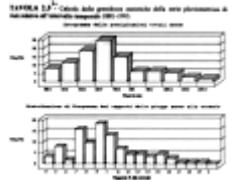


Figura 5

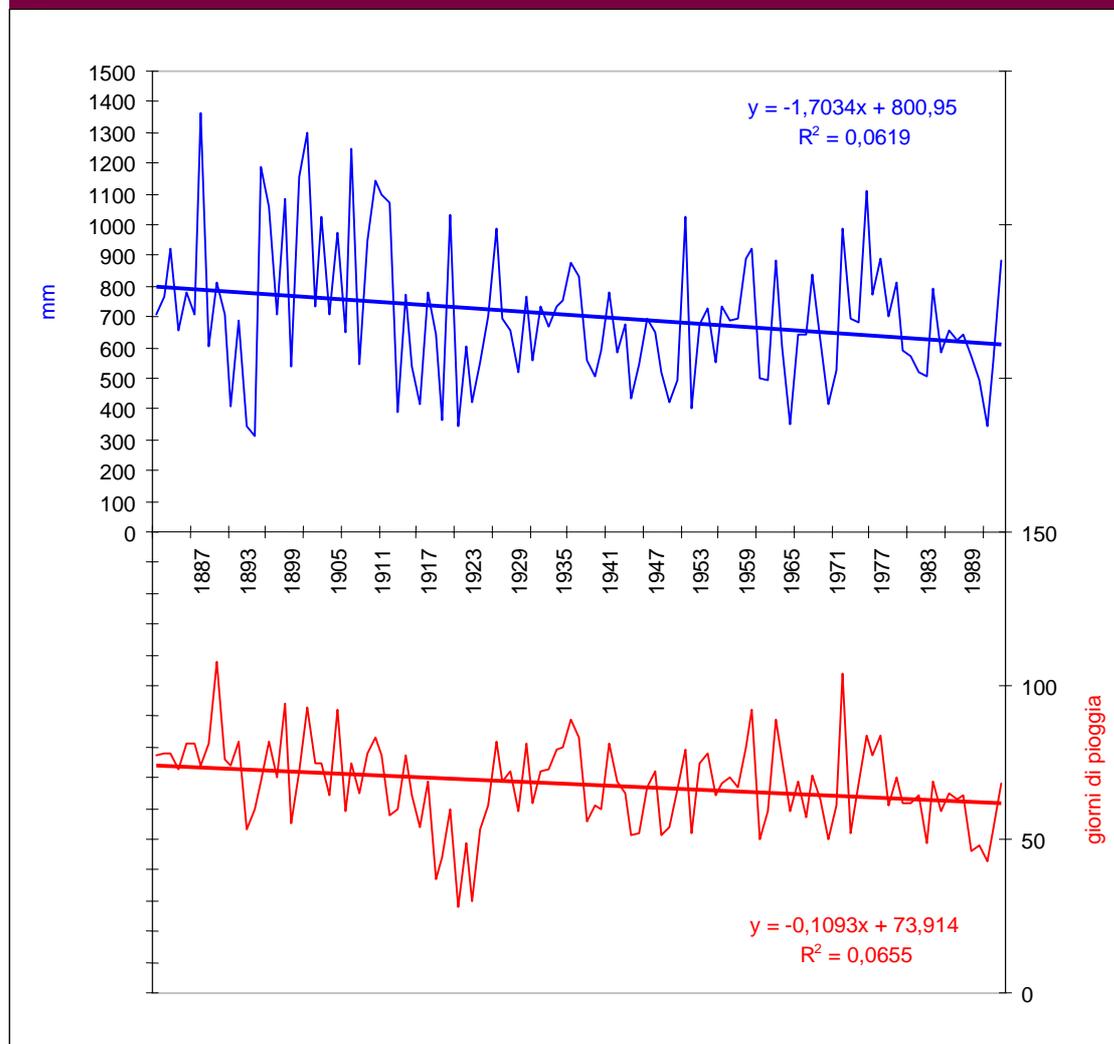


Figura 5

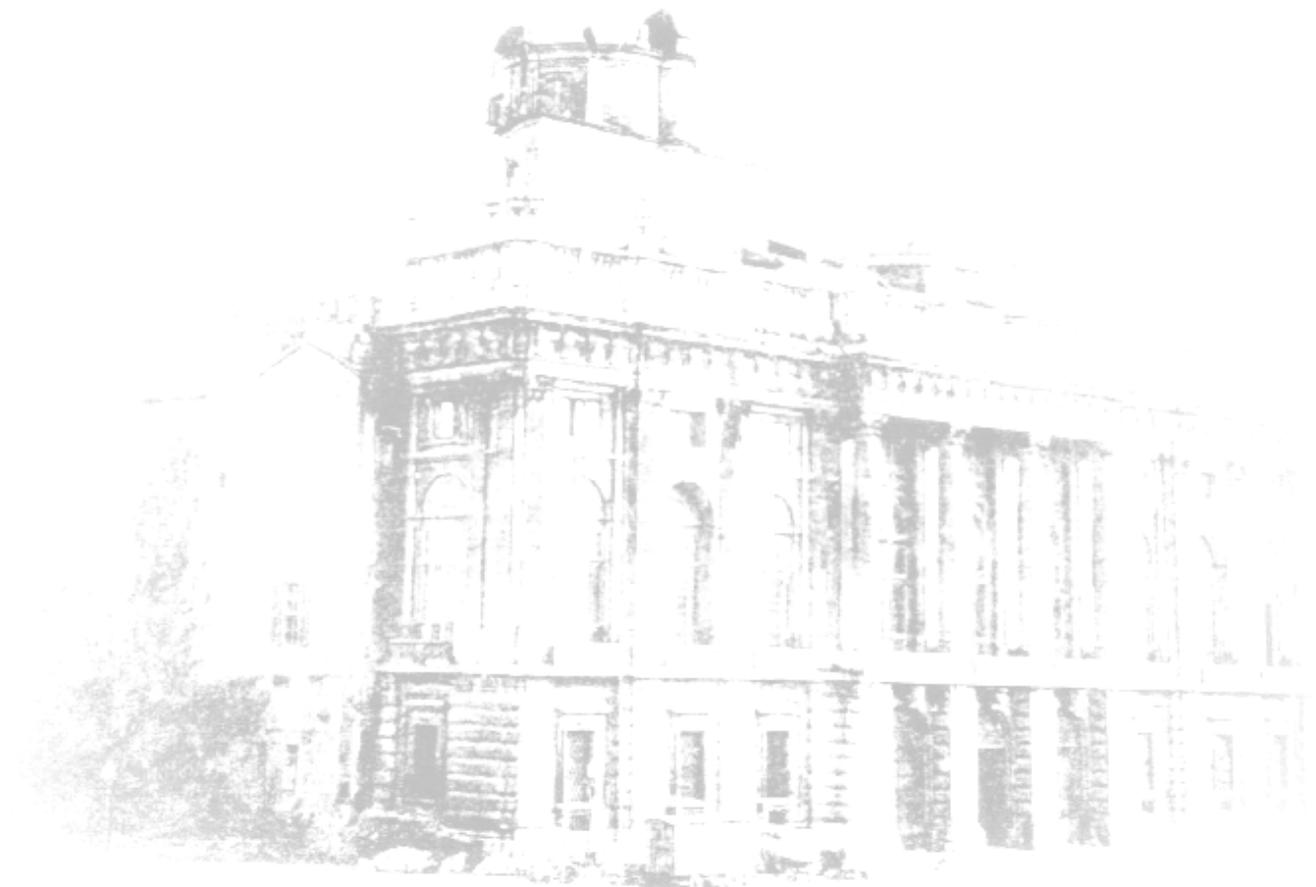
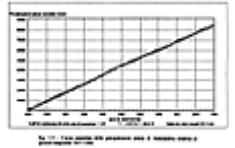
Andamento delle precipitazioni e dei giorni piovosi di Asti nel periodo 1881-1993.

L'andamento dei giorni piovosi annui nel periodo 1881-1993 (figura 5), presenta un minimo significativo tra il 1917 ed 1922, cioè in corrispondenza dell'intervallo temporale segnalato dalla cumulata di fig. 2.2. Il modulo pluviometrico estremo di 4,4 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 12,5° individuano un regime pluviometrico tipico della zona sub-mediterranea o sub-insubrica, caratteristica del confine sud occidentale delle Alpi, con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, in cui gli anni secchi (precipitazioni annue <640 mm) rappresentano il 39,8% del totale e quelli piovosi (precipitazioni annue >707,4 mm) il 40,7% del totale.

L'andamento stagionale delle precipitazioni in questo periodo dal 1881 al 1993 evidenzia inoltre valori medi per la primavera di 204,1 mm con 21,1 giorni piovosi, per l'estate di 144,5 mm con 14,8 giorni piovosi, per l'autunno di 200,8 mm con 17,3 giorni piovosi e per l'inverno di 154,7 mm con 14,5 giorni piovosi.

In particolare poi si rileva che la primavera più piovosa è stata quella del 1898 con 525,6 mm in 33 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 36 mm in 5 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1912 con 467,2 mm in 18 giorni piovosi e la più secca quella del 1991 con 16,4 mm in 6 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1907 con 704,4 mm in 37 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 3,5 mm in 1 giorno piovoso. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1895 con 689,0 mm in 12 giorni, mentre il più secco è stato il 1992 con 2,6 mm.

— fig. 2.2



3.4 - BIELLA

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

La città di Biella presenta, con inizio dal 1/12/1865, una serie ininterrotta di dati termopluviometrici giornalieri rilevati però, in successione temporale, da quattro osservatori dotati di differenti posizioni topografiche, ma comunque ubicati all'interno dell'area cittadina. Le caratteristiche geografiche e la posizione strumentale con i relativi orari di lettura di questi osservatori, ricostruite in base ad atti documen-

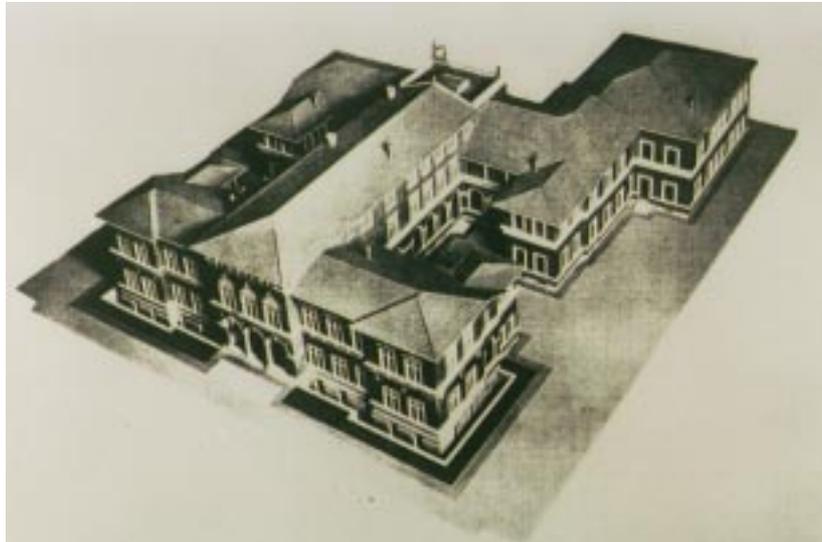


Foto 5

Istituto Tecnico Eugenio Bona in via Gramsci n.22 a Biella sul cui terrazzo, posto sul tetto della manica interna rivolta a NW, erano ubicate le strumentazioni meteorologiche che rimasero in attività per il periodo dal 1.1.1931 al 1.4.1958.

tari originali e ad indicazioni bibliografiche, sono state riassunte nella **tabella 7** relativa all'attività di funzionamento della stazione di Biella e suddivise secondo i seguenti tre osservatori succedutisi nel tempo e descritti con le seguenti principali denominazioni ritrovate sulle copie dei registri originali o sulle schede inviate dagli osservatori *pro tempore* all'Ufficio Idrografico di Torino.

Osservatorio meteorologico di Biella

Questo osservatorio, che iniziò la sua attività di servizio sotto la direzione dell'ing. T. Gavosto in data 1/12/1865 terminando le ultime letture strumentali il 30/12/1930, presentava quale posizione geografica, documentata anche da MILLOSEVICH (1881) e da EREDIA (1920), latitudine $45^{\circ}33'43,8''N$ e longitudine $4^{\circ}23'46,7''W$ M.M. La strumentazione subì però, nel complesso dell'ala dell'edificio contenente questo osservatorio, alcuni spostamenti nel tempo, che, pur mantenendosi nell'ambito di questa stessa localizzazione geografica, hanno comunque comportato mutamenti nell'altitudine di acquisizione dei dati.

Il bulbo dei termometri e la bocca del pluviometro risultavano posizionati, nel periodo temporale dal 1/12/1865 al 31/12/1878, ad una quota di 22 m sul suolo, che presentava un'altitudine di 412 m s.l.m.m., mentre, dal 1/1/1879 al 31/12/1930, furono sistemati ad un'altezza sul suolo di 12 metri. Nell'ambito di questo stesso osservatorio, quindi, le letture di acquisizione dei dati termopluviometrici hanno subito, dall'anno 1879 una diminuzione di quota di 10 m, passando da 434 m s.l.m.m. a 424 m s.l.m.m.

Relativamente alle termometrie, nel periodo temporale dal 1/12/1865 al 31/12/1874, venivano registrate in questo osservatorio le temperature giornaliere minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}). Nel successivo periodo temporale dal 1/1/1875 al 31/12/1878, il rilevamento delle temperature giornaliere non venne ancora eseguito secondo le norme dettate nel 1865 dalla Direzione Statistica del Ministero di Agricoltura e Commercio, continuando a registrare le sole temperature giornaliere estreme (T_{\min} e T_{\max}), per cui, come peraltro evidenziabile nelle ricostruzioni di EREDIA (1909 e 1912), per il calcolo delle T_{m4} giornaliere si dovette applicare la formula di Kämtz. Nel successivo periodo temporale dal 1/1/1879 al 31/12/1921 furono rilevate le temperature giornaliere minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e le temperature sinottiche delle ore 9 (T_9) e delle ore 21 (T_{21}), mentre dal 1/1/1922 al 31/12/1930 si lessero giornalmente solo le temperature (T_{\min}) e (T_{\max}).

Relativamente alle pluviometrie, le quantità di pioggia giornaliera dal 1/12/1865 al 31/12/1912 vennero lette alle ore 21 ed assegnate all'intervallo di 24 ore intercorrente tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di assegnazione, mentre con il 1/1/1913 e sino al 30/11/1932 le letture vennero eseguite alle ore 9 ed assegnate all'intervallo di 24 ore compreso tra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Osservatorio meteorologico di Biella annesso all'Istituto Tecnico Commerciale E. Bona

Questo osservatorio iniziò la sua attività, come rilevabile anche da OMODEI ZORINI (1964), il 1.1.1931 con ubicazione su un terrazzo, oggi ricoperto dai tetti, posto sulla facciata rivolta a NW della manica interna dell'Istituto Tecnico Commerciale E. Bona, sito attualmente in via Gramsci 22 allora invece via XX Settembre.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio mostrano latitudine $45^{\circ}33'43.8''N$ e longitudine $4^{\circ}23'46.7''W$ M.M. ed una quota topografica del suolo di 422 m s.l.m.m., mentre i bulbi dei termometri e la bocca del pluviometro presentavano un'altezza sul suolo di 10 m.

L'attività ufficiale di questo osservatorio cessò, come si evince dalle indicazioni di OMODEI ZORINI (1964), il 27/6/1952, quando iniziò il funzionamento dell'Osservatorio Meteorologico Vescovile posto un poco più a NW all'angolo tra via dei Seminari e piazza Duomo, ma il rilevamento dei dati termopluviometrici, come si evince dalle schede originarie, proseguì sino 30/4/1958.

Rispetto al precedente osservatorio meteorologico la strumentazione subì uno spostamento orizzontale verso NW di 350 m ed uno verticale verso l'alto di 8 m, rimanendo però inalterata l'altezza sul suolo di 12 m. Nel periodo dal 1/1/1931 al 30/4/1958, data quest'ultima di cessazione delle osservazioni meteorologiche, si registrarono giornalmente le temperature (T_{\min}) e (T_{\max}) e quelle sinottiche delle ore (T_8) e (T_{19}).

Relativamente alle pluviometrie dal 1/1/1931 al 30/11/1932 le letture vennero eseguite alle ore 9 ed assegnate all'intervallo di 24 ore compreso tra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di registrazione del dato, mentre nel successivo periodo dal 1/12/1932 al 31/12/1950 le letture delle quantità di pioggia giornaliera vennero effettuate alle ore 8 ed assegnate perciò all'intervallo tra le ore 8 del giorno precedente e le ore 8 del giorno di assegnazione del valore. Nel successivo intervallo temporale compreso tra 1/1/1951 e il 30/4/1958, data di cessazione dell'attività dell'osservatorio, si ritornò a registrare alle ore 9, come nel precedente periodo, le quantità di piogge giornaliera in conformità alle indicazioni del Servizio Idrografico di Torino.

Osservatorio meteorologico vescovile

Questo osservatorio entrò in funzione nell'edificio del Seminario Vescovile di Biella nel 1952 (OMODEI ZORINI, 1964), ma, ai fini della presente ricerca, vengono utilizzati i relativi dati meteorologici dalla data del 1/5/1958 per ottenere la continuità temporale con quelli del periodo precedente. L'attività di questo osservatorio, che inviava le letture giornaliere all'Ufficio Idrografico di Torino, perdurò sino al 28/2/1982. Le sue coordinate geografiche presentano latitudine $45^{\circ}33'57,9''N$ e longitudine $4^{\circ}23'46,7''W$ M.M. mentre la strumentazione meteorologica, con un'altezza sul suolo di 18 m, mostra una quota altimetrica di 440 m s.l.m.m. Rispetto al precedente periodo dal 1/1/1931 al 30/4/1958 la posizione degli strumenti di registrazione termopluviometrica ha quindi subito uno spostamento orizzontale verso NW di 165 m ed uno spostamento verticale verso l'alto di 8 m, con un aumento dell'altezza sul suolo di 6 m, essendo passata da 12 a 18 m.

Relativamente alle osservazioni termometriche, dal 1/5/1958 al 31/12/1960 sono state eseguite giornalmente letture delle temperature estreme (T_{\min} e T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 8 (T_8) e delle ore 19

te letture delle temperature estreme (T_{\min} e T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 8 (T_8) e delle ore 19 (T_{19}), mentre, dal 1/1/1961 al 28/2/1982, data di cessazione delle attività di osservazione, si sono giornalmente registrate le sole temperature estreme T_{\min} e T_{\max} .

Le letture della quantità di pioggia giornaliera sono effettuate dal 1/5/1958 alle ore 9 ed assegnate alle 24 ore immediatamente precedenti la data di registrazione.

Osservatorio Biella e dell'Ufficio Idrografico di Torino

Questo osservatorio, attualmente in esercizio, che iniziò la sua attività il 1/3/1982, è sito in via Cernaia 40 presso il Lanificio Cerruti e presenta, quali coordinate geografiche, latitudine $45^{\circ}33'56,8''N$, longitudine $4^{\circ}23'21,9''W$ M.M. ed altitudine del suolo di 419 m s.l.m.m. La strumentazione termometrica, allocata in una capannina meteorologica presenta il bulbo del termometro ad 1,2 m sul suolo, per cui le letture dei dati risultano acquisite alla quota di 420,2 m s.l.m.m., mentre la bocca del pluviometro, tipo Pluvio 84 Cavicchioli, risultando posta a 2,2 m sul suolo, fornisce letture della quantità di pioggia giornaliera alla altitudine di 421,2 m s.l.m.m.

La sua posizione strumentale, rispetto a quella precedente, ha subito quindi uno spostamento orizzontale di 800 m verso E ed uno verticale verso il basso di 19,8 metri per il termometro e di 18,8 m per il pluviometro.

Le osservazioni termometriche giornaliere avvengono con lettura delle temperature estreme T_{\min} e T_{\max} , mentre le quantità di pioggia giornaliera sono rilevate alle ore 9 ed assegnate alle 24 ore immediatamente precedenti la registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri dei tre osservatori che si sono susseguiti nell'intervallo temporale 1865-1996 nella zona urbana di Biella è stata svolta consultando gli archivi dell'UCEA di Roma e dell'Ufficio Idrografico di Torino, cui si sono aggiunte, per l'integrazione di alcuni dati sporadicamente mancanti nelle annate ottocentesche, le consultazioni delle tabelle di MILLOSEVICH (1881) e di EREDIA (1920), nonché degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano e del Bollettino meteorologico del Real Collegio Carlo Alberto di Moncalieri, mentre, le modeste, scarse e saltuarie carenze riscontrate nelle annate del XX secolo sono state integrate con la consultazione degli Annali Idrologici del Ministero LL.PP. e con il diretto esame di termogrammi e pluviogrammi.

Le misure termometriche e pluviometriche risultano espresse, per tutto l'intervallo temporale esaminato, in grandezze scalari commisurabili nei vari osservatori descritti nella **tabella 7**, per cui, complessivamente, la serie termopluviometrica di Biella può ritenersi uniformemente espressa e valutata.

Considerata la presenza, invece, nel tempo, di diversificati posizionamenti della strumentazione e di diverse tipologia di acquisizione dei dati, si renderà necessario, in sede di analisi climatica, procedere, per tal motivo, ad una verifica sulla presenza o meno di disomogeneità nei dati. In particolare questa valutazione verrà svolta sulla sola serie pluviometrica, in quanto il reperimento dei valori giornalieri di temperatura, allo stato attuale delle risultanze, non è ancora stato completato. La serie pluviometrica invece è stata completata per l'intervallo dal 1/1/1866 al 31/12/1996 con le relative quantità di pioggia giornaliera, da cui sono state calcolate le quantità mensili ed annue utilizzate come valori argomentali per l'applicazione dell'analisi climatica.

Analisi climatica

La cumulata delle precipitazioni annue, di cui alla [fig. 3.2](#), evidenzia però chiaramente come esista, in corrispondenza degli intervalli temporali 1894 -1916 e 1926 -1949 la mancanza di sovrapposizione con la retta di regressione, per cui l'intervallo temporale 1916 -1926 della cumulata registra un cambiamento di pendenza. Se questo andamento della cumulata viene confrontato con le caratteristiche di acquisizione dei dati esposte nella [tabella 7](#) si evince che, tra questi due periodi temporali 1894 -1916 e 1926 -1949 di mancata sovrapposizione della cumulata alla retta di regressione, risulta interposto l'intervallo temporale dal 1/1/1913 al 30/11/1932 in cui avvenne il cambiamento di lettura, dalle ore 21 alle ore 9, delle quantità di precipitazione giornaliera, senza però che la strumentazione di acquisizione dei dati abbia subito, né modificazioni, né spostamenti.

Questa modificazione avvenuta nella modalità di acquisizione dei dati potrebbe quindi aver provocato la variazione di pendenza nell'andamento della cumulata. Adottando allora la metodologia del confronto delle pendenze delle rette regolatrici delle curve integrali e considerando come più affidabile l'intervallo di precipitazioni annue 1933 -1996, si ottiene la curva cumulata regolarizzata della [fig. 3.2a](#), in cui, come evidenzia il confronto con quella della [fig. 3.2](#), questi valori pluviometrici annuali corretti della serie storica presentano una media annua per il periodo 1866 -1996 di 1276,1 mm al posto di 1365,1 mm, ottenibile invece dai dati documentari originali.

Questa modesta variabilità di andamento della cumulata relativa ai dati documentari rispetto alla retta di regressione e la contenuta, sull'ordine del 6,5%, modificazione che si verifica su questo periodo di 131 anni nella media annua ottenuta dai dati regolarizzati rispetto a quelli originali, unitamente alla constatazione che nel periodo 1916 -1926, come si evince dalla [tabella 7](#), non fu apportata alcuna modificazione strumentale o di posizione al pluviometro, consentono di ritenere anche accettabile l'applicazione dell'analisi climatica direttamente sui valori documentari originali, in quanto l'operazione di omogeneizzazione dei dati, ancorché regolarizzi meglio l'andamento della cumulata, lascia pur sempre adito ad incertezze sul valore reale della serie così ottenuta.

fig. 3.2

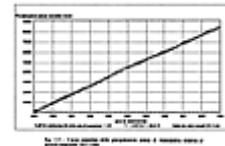


fig. 3.2a

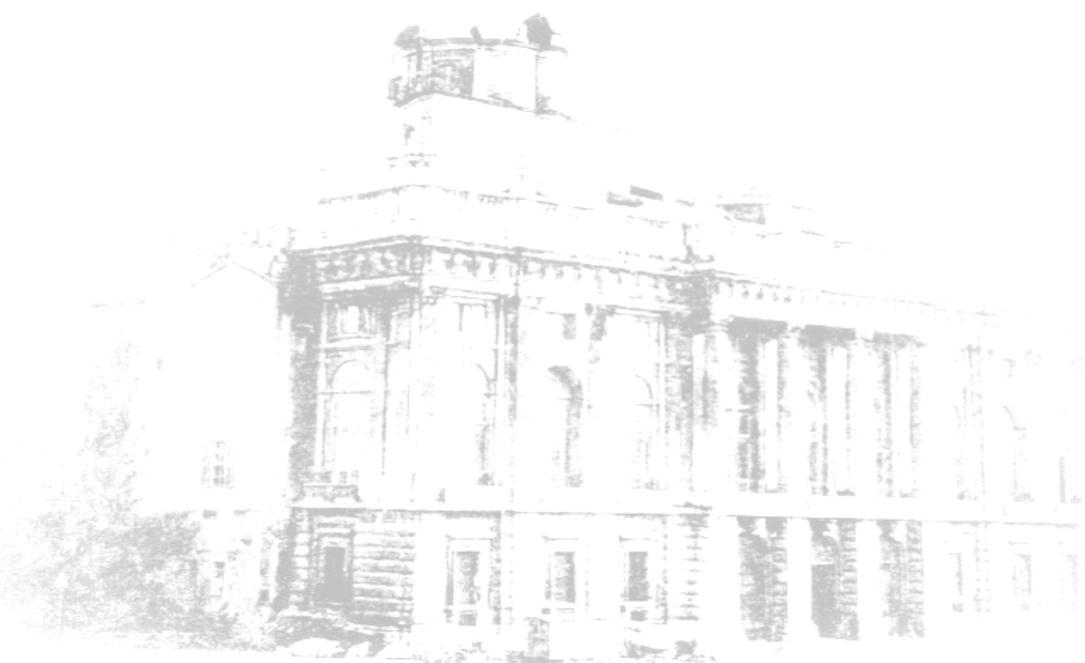
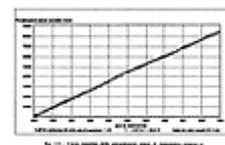


Tabella 7 - STAZIONE DI BIELLA - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1865

Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione Meteorologica Biella e dell'Ufficio Idrografico

RILEVAMENTO TERMOMETRICO

Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/12/1865 al 31/12/1878	45°33'43.8"	4°23'46.7"	434	0	0	
Dal 1/1/1879 al 31/12/1921	45°33'43.8"	4°23'46.7"	424	0	-10	T ₉ -T ₂₁
Dal 1/1/1922 al 31/12/1930	45°33'43.8"	4°23'46.7"	424	0	0	
Dal 1/1/1931 al 31/12/1941	45°33'43.8"	4°23'46.7"	432	0	+8	
Dal 1/1/1942 al 30/04/1958	45°33'43.8"	4°23'46.7"	432	0	0	T ₈ -T ₁₉
Dal 1/05/1958 al 31/12/1960	45°33'57.9"	4°23'46.7"	440	165 → NW	+8	T ₈ -T ₁₉
Dal 1/1/1961 al 28/02/1982	45°33'57.9"	4°23'46.7"	440	0	0	
Dal 1/3/1982 ad oggi	45°33'56.8"	4°23'21.9"	420.2	800 → E	-19.8	

RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO

Dal 1/12/1865 al 31/12/1878	45°33'43.8"	4°23'46.7"	434	0	0	Ore 21.00
Dal 1/1/1879 al 31/12/1912	45°33'43.8"	4°23'46.7"	424	0	-10	Ore 21.00
Dal 1/12/1913 al 30/12/1930	45°33'43.8"	4°23'46.7"	424	0	0	Ore 9.00
Dal 1/1/1931 al 30/11/1932	45°33'43.8"	4°23'46.7"	432	350 → NW	+8	Ore 9.00
Dal 1/1/1932 al 31/12/1950	45°33'43.8"	4°23'46.7"	432	0	0	Ore 8.00
Dal 1/1/1951 al 30/4/1958	45°33'43.8"	4°23'46.7"	432	0	0	Ore 9.00
Dal 1/5/1958 al 28/2/1982	45°33'57.9"	4°23'46.7"	440	165 → NW	+8	Ore 9.00
Dal 1/3/1982 ad oggi	45°33'56.8"	4°23'21.9"	421.2	800 → E	-18.8	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue nel periodo 1866 -1996, riportato nella [figura 7](#), mostra un coefficiente angolare della retta di regressione di modesta correlazione positiva, in quanto valutabile, sulla base della relativa retta del trend, per questo periodo di 131 anni, nell'aumento della quantità di pioggia media annua di circa 25 mm pari quindi ad 1,82% della media del periodo (1365,1 mm). Analoga risultanza si ottiene anche utilizzando i dati regolarizzati, mentre, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1866 -1996, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che la tendenza positiva risulta modestamente presente solo su sei mesi dell'anno (gennaio, febbraio, marzo, agosto, settembre, novembre) e quella negativa, palese in tutti gli altri restanti mesi, risulta significativamente evidente nei mesi di settembre, ottobre e dicembre.

Il calcolo delle grandezze statistiche, di cui alla [tabella 45](#), evidenzia che la precipitazione media annua di 1365,1 mm risulta compresa nel campo di variabilità tra il minimo di 405,5 mm (anno 1866) ed il massimo di 3267,7 mm (anno 1920). La relativa verifica della probabilità di evenienza dei valori estremi annuali di questa serie pluviometrica, mostra per il minimo un tempo di ritorno di 64,1 anni ([fig. 3.3](#)), mentre per il massimo il relativo tempo di ritorno risultante dal calcolo è da ritenersi del tutto indicativo tenuto conto della lunghezza di 131 anni della serie argomentale dei valori ([fig. 3.4](#))

tab. 45

fig. 3.3

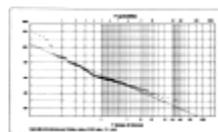


fig. 3.4

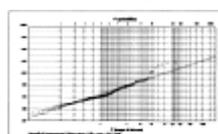


Figura 7

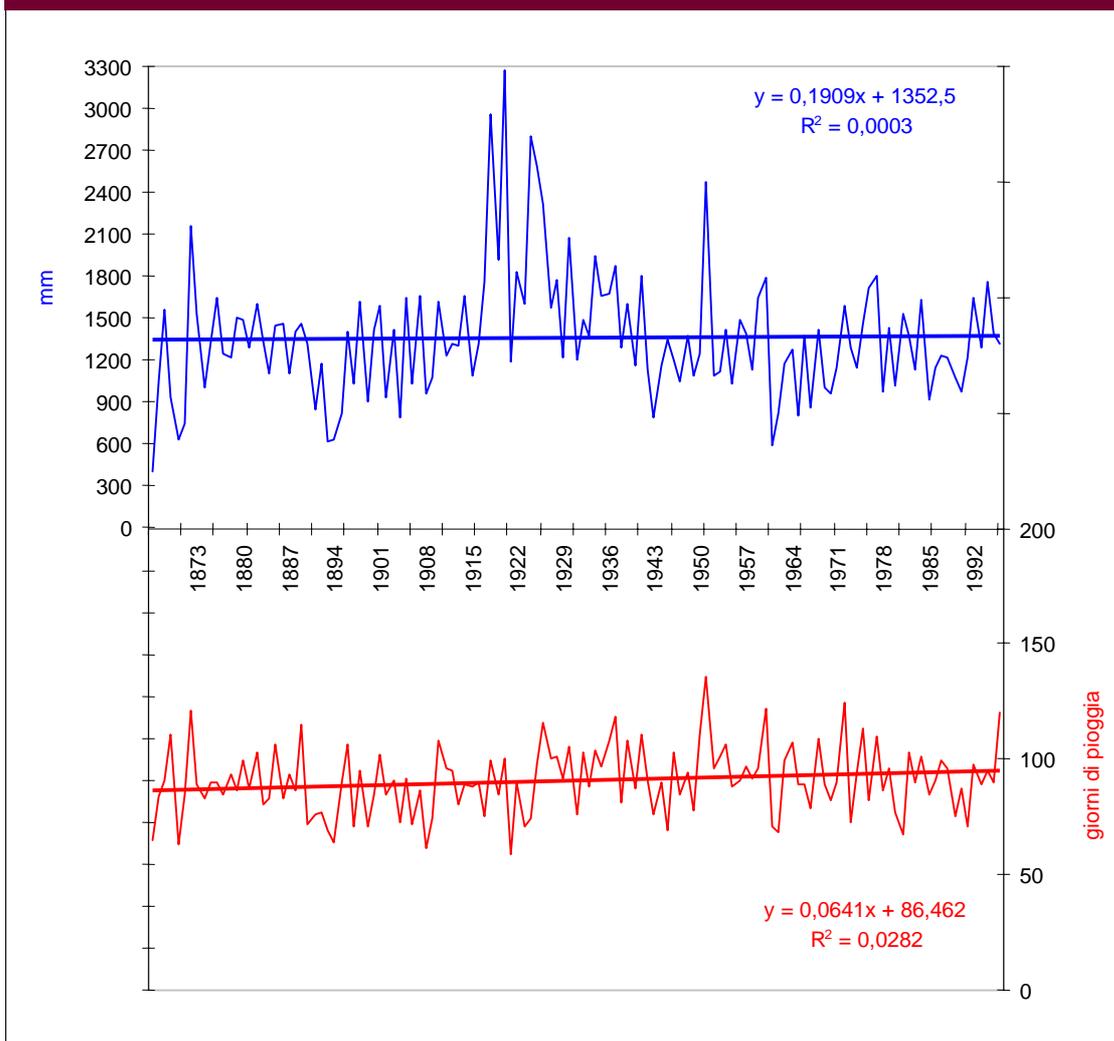


Figura 7

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi di Biella nel periodo 1866-1996.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue (tav. 3.3b), presenta un andamento bimodale, con moda principale nella classe a limiti 1186,1÷1446,3 mm e moda secondaria nella classe a limiti 2747,3÷3007,5 mm, mentre il rapporto delle piogge annue alla normale, segnala che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non risulta quella della sua normale.

In particolare l'andamento delle precipitazioni annue, evidenzia la presenza, in corrispondenza del periodo temporale 1917-1920, del massimo di precipitazioni annue di tutta la serie, per cui tale intervallo viene praticamente a sovrapporsi a quello evidenziato sulla cumulata di figura 3.2a spiegandone così l'irregolarità evidenziata.

L'andamento del numero di giorni piovosi annui di questo periodo 1866 -1996 indica la presenza di minimi significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1869 -1871, 1890 -1895, 1897-1909, 1912 -1925, 1942-1946, 1961-1963, 1979-1982 e 1987-1992, da cui si ricava che al massimo di precipitazioni dell'intervallo 1917-1920 corrisponde il periodo di minimo di giorni piovosi dell'intervallo 1912-1925, quindi, conseguentemente, l'aumento delle precipitazioni annue dipende dall'aumento della quantità di pioggia per giorno piovoso (figura 7).

Il modulo pluviometrico estremo di 8,1 e l'angolo medio annuo di Gams di 18,3° consentono di individuare per Biella un regime pluviometrico tipico della zona sub-mediterranea o sub-insubrica, caratteristica del confine sud occidentale delle Alpi, con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, in cui gli anni secchi

tav. 3.3b

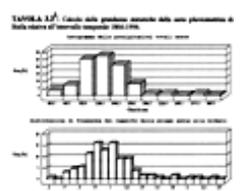
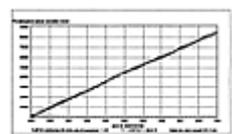


fig. 3.2a

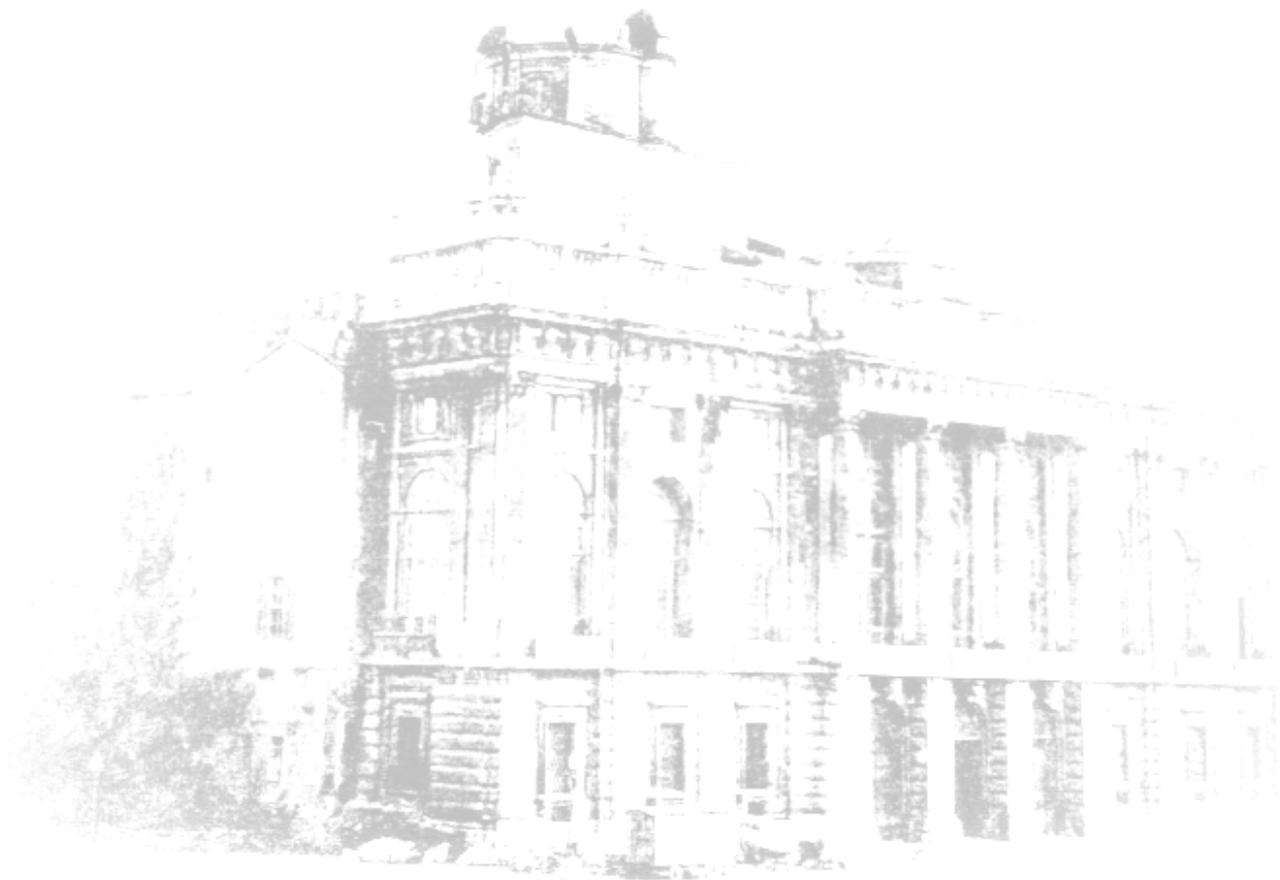
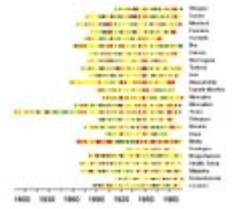


(precipitazioni annue <1217,2 mm) rappresentano il 39,7% del totale e quelli piovosi (precipitazioni annue >1409,8 mm) il 40,5% del totale (fig. 41).

L'andamento stagionale delle precipitazioni in questo periodo dal 1866 al 1996 evidenzia inoltre valori medi per la primavera di 431 mm con 28,9 giorni piovosi, per l'estate di 366,5 mm con 24,9 giorni piovosi, per l'autunno di 400,4 mm con 22,2 giorni piovosi e per l'inverno di 167 mm con 14,6 giorni piovosi.

L'analisi stagionale poi della serie di queste precipitazioni del periodo 1866-1996 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1918 con 1464,1 mm in 39 giorni piovosi e la più secca quella del 1870 con 81,8 mm in 10 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1924 con 993,2 mm in 25 giorni piovosi e la più secca quella del 1866 con 90,6 mm in 12 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1918 con 1085,2 mm in 33 giorni piovosi ed il più secco quello del 1866 con 56,4 mm in 12 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1925 con 560,0 mm in 14 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 4 mm in 2 giorni piovosi.

fig. 41



3.5 - BORGOMANERO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

La stazione meteorologica di Borgomanero, attualmente funzionante, iniziò la sua attività con il 1/1/1881 e sino al 31/12/1986 i dati vennero inviati all'UCEA di Roma ed al Servizio Idrografico di Torino, quindi l'archivio divenne quello dell'Ufficio Idrografico di Milano, attuale gestore delle registrazioni. Il rilevamento dei dati termopluviometrici in questa stazione fu effettuato da tre osservatori i cui periodi di attività, risultando temporalmente susseguenti, consentono di realizzare un'unica serie continua d'osservazioni.

Osservatorio termo-udometrico

Questa prima stazione meteorologica, denominata negli archivi consultati come "*stazione termo-udometrica*", iniziò l'attività di registrazione sotto la direzione del Conte Morozzo il 1/1/1881. L'osservatorio cessò l'invio dei dati il 31/12/1915, cioè dopo l'inaugurazione avvenuta nel 1911 del nuovo Ospedale realizzato in viale Francesco Zoppis (COLOMBO, 1978, pag.269). Infatti, la sua

ubicazione era posta all'interno dell'antico Ospedale degli Infermi (DE-VIT V., 1880), fondato nel 1590 dai fratelli Francesco e Giuseppe Majoni (LOMAGLIO & M.F., 1977, pag.20; COLOMBO, 1978, pag.244) ed attualmente sede, in corso Garibaldi 59, della Banca Popolare di Novara. La posizione di questo osservatorio presentava, quali coordinate geografiche, latitudine 45°42'00"N, longitudine 3°59'32"W M.M. ed altitudine del suolo di 303 m s.l.m.m. Il bulbo dei termometri e la bocca del pluviografo risultano stimati sui tabulati ad un'altezza sul suolo di 8 m, per cui le letture di acquisizione dei dati termopluviometrici avvennero alla quota di 311 m s.l.m.m.

Le osservazioni termometriche riguardavano le letture giornaliere delle temperature estreme minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9) e ore 21 (T_{21}) per tutto il periodo temporale dal 1/1/1881 al 31/12/1915.

Le letture pluviometriche in questo stesso periodo temporale di funzionamento dell'osservatorio erano eseguite alle ore 21 e venivano assegnate all'intervallo di 24 ore compreso tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di registrazione del dato.

Osservatorio del Servizio Idrografico Italiano

Questo osservatorio, in esercizio sino al 17/9/1995 presso la Centrale Beatrice dell'ENEL, sita in via per Gozzano 79, entrò in funzione il 1/1/1916 e la sua posizione presenta, quali coordinate geografiche, latitudine 45°43'12.1"N, longitudine 4°00'16.9"W M.M. ed un'altitudine del suolo di 329 m s.l.m.m. Il bulbo dei termometri e la bocca del pluviometro risultano posti ad un'altezza sul suolo di 2,1 m, quindi le letture termopluviometriche risultano acquisite alla quota di 331,1 m s.l.m.m.

La strumentazione meteorologica, pertanto, rispetto alla posizione tenuta nel precedente osservatorio, ha subito uno spostamento orizzontale verso NW di circa 2500 m ed uno spostamento verticale verso l'alto di 20.1 m.

Le osservazioni termometriche continuarono con la lettura delle temperature giornaliere estreme minima (T_{\min})



Foto 6

Corso Garibaldi a Borgomanero, dove, a sinistra, dopo la facciata della Chiesa, sorgeva l'antico Ospedale degli Infermi, al cui interno era posto l'Osservatorio termoudometrico che funzionò per il periodo dal 1.1.1881 al 31.12.1915.

e massima (T_{max}) e di quelle sinottiche delle ore 9 (T_9) e delle ore 21 (T_{21}) per il periodo dal 1/1/1916 al 30/11/1932, quindi proseguirono dal 1/12/1932 ad oggi con la sola lettura delle temperature minima (T_{min}) e massima (T_{max}).

La quantità di pioggia giornaliera nel periodo dal 1/1/1916 al 30/11/1932 venne eseguita alle ore 21, assegnando il relativo valore alle 24 ore precedenti le 21 del giorno di rilevazione del dato. Dal 1/12/1932 al 31/12/1950 le letture delle quantità di pioggia giornaliera vennero eseguite alle ore 8 e conseguentemente assegnate all'intervallo di 24 ore precedenti le ore 8 del giorno di registrazione del dato, mentre dal 1/1/1951 ad oggi le letture vengono eseguite alle ore 9.

Osservatorio del Servizio Idrografico Italiano

Questo osservatorio, attualmente in esercizio, iniziò l'attività il 18/9/1995 presso la sede dell'ENEL di via per Gozzano 5 allorché la strumentazione termopluviometrica venne trasferita dalla centrale Beatrice. Il pluviografo di tipo Cavicchioli 84 venne installato nella zona perimetrale di questo complesso ENEL in fregio alla via per Gozzano con la bocca ad un'altezza di 2.03 m sul suolo con un'altitudine di 315 m s.l.m.m., per cui le letture pluviometriche vengono acquisite a 317.03 m s.l.m.m. Il termografo risulta invece posizionato 58 m più a W, contenuto in una capannina ubicata sotto una tettoia con il sensore termometrico posto a 1.25 m sul suolo, per cui le letture di acquisizione dei dati vengono effettuate alla quota di 316.3 m s.l.m.m. Le coordinate di questo osservatorio presentano Latitudine 45°42'33.2"N e Longitudine 3°59'50.1"WM.M., quindi, rispetto al precedente osservatorio del Servizio Idrografico, la strumentazione ha subito uno spostamento orizzontale verso SE di 1337.5 m ed uno verticale verso il basso di 14.07 m per le letture delle piogge e di 14.6 m per quelle delle temperature.

Le osservazioni termometriche dal 18/9/1995 sono continuate con le letture giornaliere della temperatura minima (T_{min}) e massima (T_{max}) ed anche le quantità di pioggia giornaliera proseguono con le letture alle ore 9 con conseguente assegnazione alle 24 ore immediatamente precedenti il giorno di registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri dei tre osservatori descritti nella [tabella 8](#) è stata svolta esaminando le copie dei registri originali inviate dagli osservatori *pro tempore* all'UCEA di Roma ed agli Uffici Idrografici di Torino e Milano, con la consultazione, per l'integrazione di alcuni dati mancanti relativi alle annate ottocentesche, sia degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano e del Bolletino mensile del Real Collegio Carlo Alberto di Moncalieri, sia delle tabelle sinottiche di MILLOSEVICH (1881) e di EREDIA (1920), mentre, per le lacune sporadiche di dati relativi alle annate del XX secolo sono stati consultati gli Annali Idrologici del Ministero LL.PP..

Inoltre sono stati direttamente visionati, per alcune annate, termogrammi e pluviogrammi ed effettuati confronti con le stazioni limitrofe specie per l'intervallo temporale 1903-1919, che, nello spoglio delle schede originali presentava non poche limitate lacune ed incertezze su alcuni valori.

Le misure pluviometriche raccolte consentono di ricostruire con completezza tutta la serie storica dal 1881 al 1996, e le risultanze consentono di ritenere che questa popolazione di valori argomentali sia anche da considerarsi uniformemente espressa e valutata, in quanto i dati sono stati rilevati con le medesime unità scalari di misura.

L'analisi sulle modalità di acquisizione dei dati pluviometrici consente altresì di evidenziare come la posizione della strumentazione abbia subito un solo spostamento di modesta entità e parimenti le variazioni delle

modalità di lettura e di registrazione dei valori strumentali risultino alquanto limitate.

La raccolta, invece, dei dati termometrici giornalieri, allo stato attuale della ricerca, ha consentito di completare, senza lacune, unicamente l'intervallo temporale dal 1/1/1926 al 31/12/1955, che risulta, pertanto, di ampiezza troppo modesta per una ricerca sui caratteri evolutivi della temperatura, per cui l'analisi climatica verterà unicamente sulla più completa serie pluviometrica.

Analisi climatica

Precipitazioni

La base documentaria dei valori pluviometrici su cui è stata sviluppata l'analisi climatica è rappresentata dall'intervallo temporale 1881-1996 e la **figura 8** mostra la curva ottenuta dai valori di precipitazione annua. La cumulata risulta praticamente sovrapponibile alla retta di regressione con un ottimo coefficiente di correlazione, per cui si può ritenere che i valori argomentali di questa serie pluviometrica storica non presentino disomogeneità.

Anche il confronto dell'andamento della cumulata (**fig. 4.2**) con la scheda di rilevamento dei dati della tabella 8 non evidenzia, in corrispondenza del 1916 e del 1995, anni degli spostamenti della strumentazione, e degli anni 1932 e 1951, caratterizzati dal cambiamento orario di lettura ed assegnazione della quantità di pioggia giornaliera, alcuna particolare o significativa variazione di andamento.

fig. 4.2

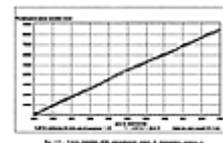


Tabella 8 - STAZIONE DI BORGOMANERO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1881 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione Meteorologica dell'Ufficio Idrografico di Milano						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T_{\min} - T_{\max})
Dal 1/1/1881 al 31/12/1915	45°42'00"	3°59'32"	311	0	0	T_9 - T_{21}
Dal 1/1/1916 al 30/11/1932	45°42'00"	3°59'32"	311	0	0	T_9 - T_{21}
Dal 1/1/1916 al 17/9/1995	45°43'12.1"	4°00'16.9"	331.1	2500 → NW	+20.1	
Dal 18/9/1995 ad oggi	45°42'33.2"	3°59'50.1"	316.3	1337.5 → SE	-14.6	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1881 al 31/12/1915	45°42'00"	3°59'32"	311	0	0	Ore 21.00
Dal 1/1/1916 al 30/11/1932	45°43'12.1"	4°00'16.9"	331.1	2500 → NW	+20.1	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	45°43'12.1"	4°00'16.9"	331.1	0	0	Ore 8.00
Dal 1/1/1951 al 17/9/1995	45°43'12.1"	4°00'16.9"	331.1	0	0	Ore 9.00
Dal 18/9/1995 ad oggi	45°42'33.2"	3°59'50.1"	317.03	1337.5 → N	-14.07	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue di questo periodo dal 1881 al 1996 (**figura 8**), mostra la presenza di una tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 116 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 112,73 mm pari ad un gradiente negativo di 0,98 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1881-1996, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in marzo, agosto e novembre, in tutti gli altri mesi, risultando particolarmente significativa nei mesi di febbraio, settembre, ottobre e dicembre.

Figura 8

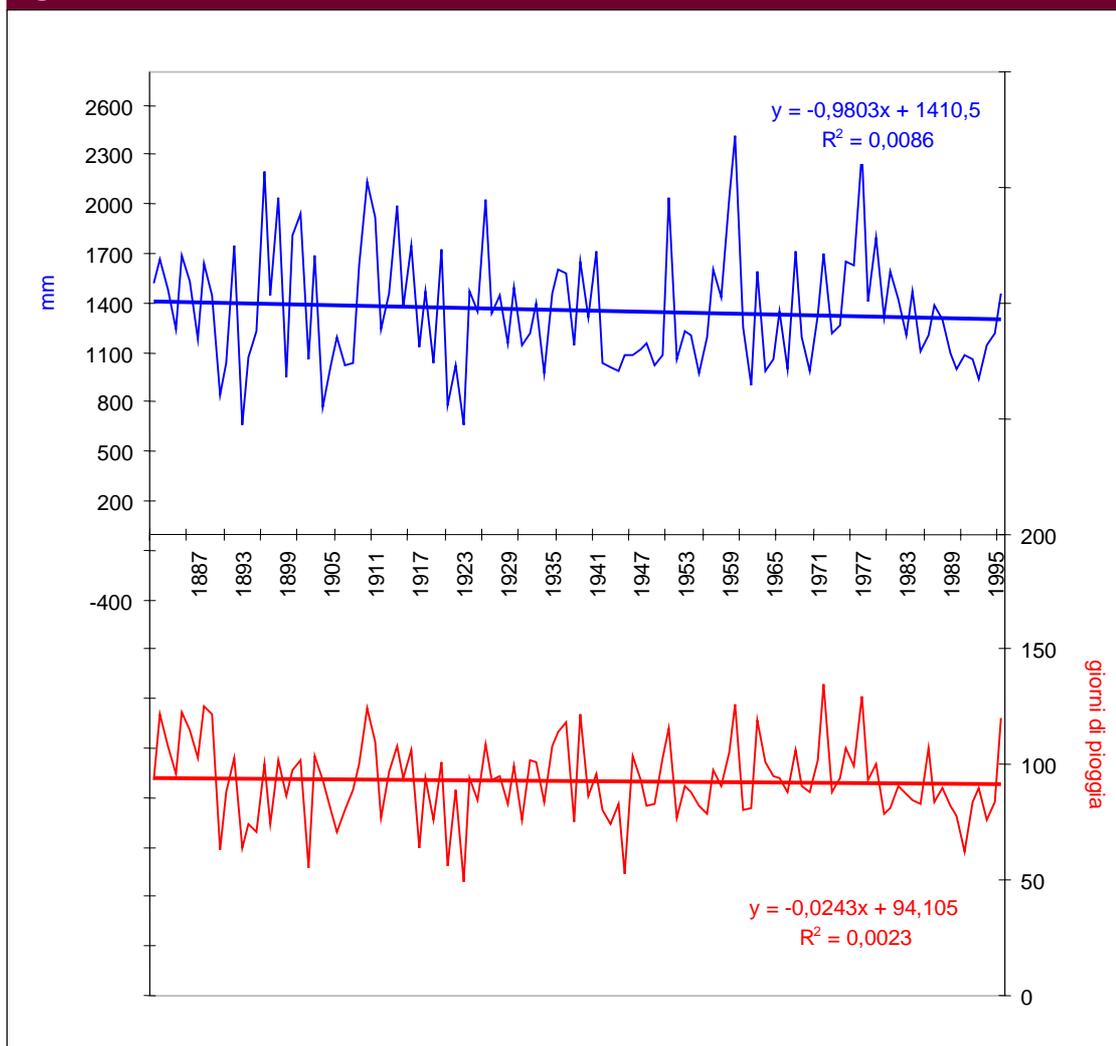


Figura 8

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi di Borgomanero nel periodo 1881-1996.

tab. 45

Dal calcolo delle grandezze statistiche si ricava, per la stazione di Borgomanero, una precipitazione media annua di 1353,2 mm (tabella 45), compresa in un campo di variabilità dei valori argomentali tra il minimo di 653,2 mm (anno 1893) ed un massimo di 2416,6 mm (anno 1960).

La verifica della probabilità di evenienza di questi valori estremi della serie pluviometrica annua mostra, per il minimo, un tempo di ritorno di 41,2 anni (fig. 4.3) e, per il massimo, un tempo di ritorno di 732,8 anni (fig. 4.4), che si deve ritenere, in relazione alla lunghezza di 116 anni della serie su cui è stato calcolato, come valore indicativo di larga massima.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue fornisce un istogramma bimodale, con moda principale nell'intervallo di classe a limiti 1887÷2063,2 mm, mentre il grafico del rapporto delle piogge annue alla normale, rivela un rapporto dominante, compreso nelle classe a limiti 0,7÷0,8, per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non risulta quella della sua normale (tav. 4.3b).

Il grafico dell'andamento, per il periodo 1881-1996, del numero di giorni piovosi annui (figura 8), individua la presenza di tre significativi periodi di minima in corrispondenza degli intervalli temporali 1890-1895, 1917-1924 e 1942-1945.

Il modulo pluviometrico estremo di 3,7 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 13,4° contraddistinguono un regime pluviometrico tipico della zona sub-mediterranea o sub-insubrica, caratteristico del confine sud occidentale delle Alpi, con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, in cui, gli anni secchi (precipitazioni

fig. 4.3

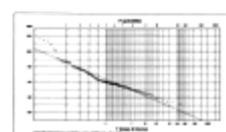
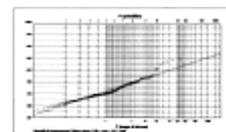
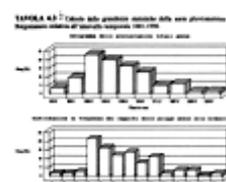


fig. 4.4



tav. 4.3b

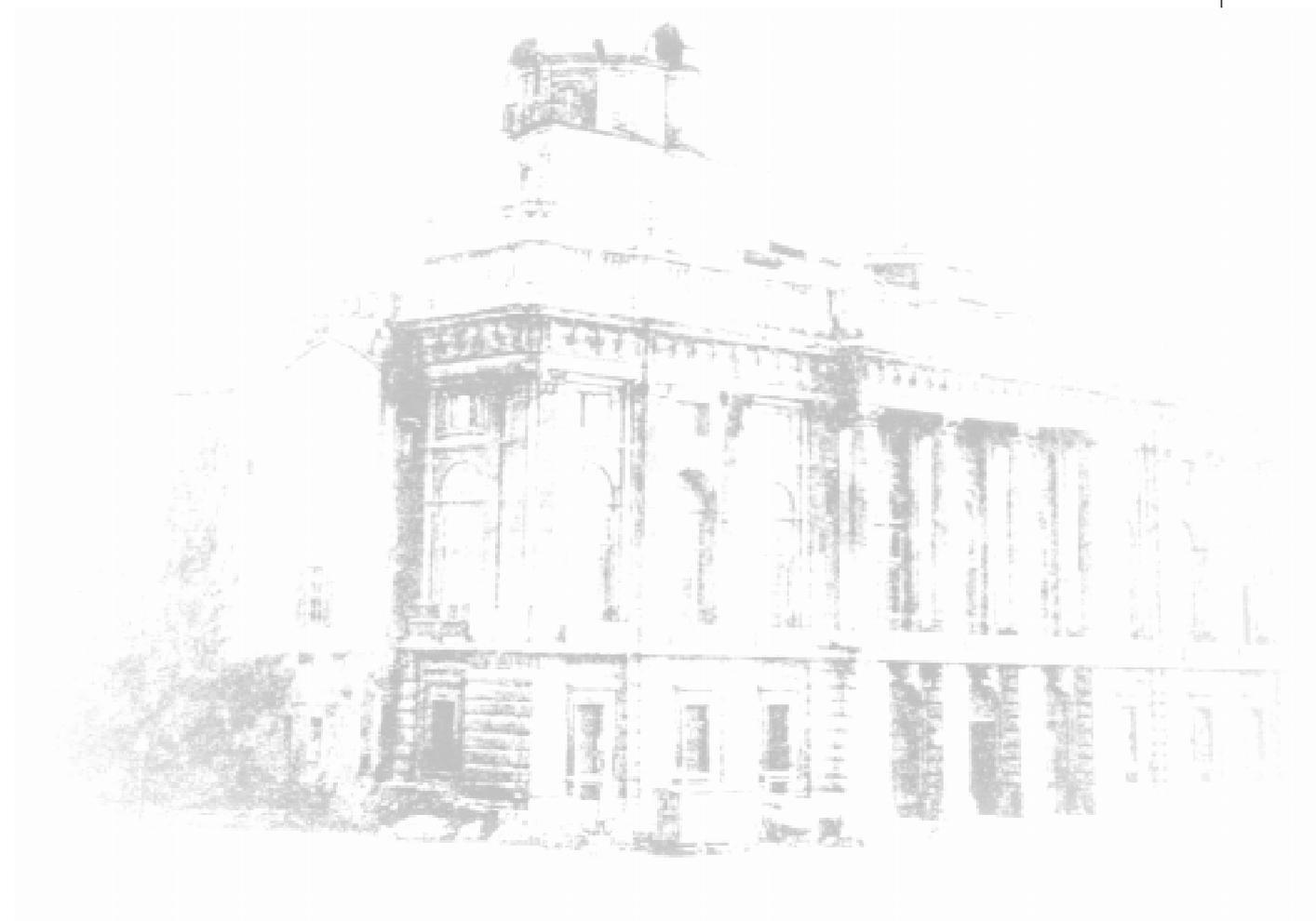
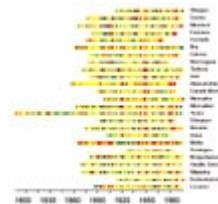


secchi (precipitazioni annue <1203,4 mm) rappresentano il 39,7% del totale e quelli piovosi (precipitazioni annue >1426,4 mm) il 40,5% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1881 al 1996 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 407,8 mm con 28,6 giorni piovosi, per l'estate di 334,5 mm con 25 giorni piovosi, per l'autunno di 401,5 mm con 22,8 giorni piovosi e per l'inverno di 207,9 mm con 16,2 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1881-1996 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1898 con 970,5 mm in 40 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 66 mm in 14 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1896 con 967,5 mm in 34 giorni piovosi e la più secca quella degli anni 1905 e 1907 con 126,6 mm in 13 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1960 con 1124,6 mm in 40 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 62,1 mm in 4 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1911 con 829 mm in 25 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 6 mm in 2 giorni piovosi.

fig. 41



3.6 - BRA

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati



Osservazioni meteorologiche riguardanti intervalli di più anni di misurazioni giornaliere continuative furono eseguite a Bra, in epoca settecentesca, dal medico Andrea Valfré, il cui figlio Giacinto ne pubblicò (VALFRÉ, 1713, pag.60), dopo la morte del padre, solo la parte di valori orari giornalieri relativa alla durata di un'eclissi solare, lasciando, quindi, in registri manoscritti la restante maggior parte dei dati.

Rilievi meteorologici più sistematici

iniziarono però solo con il 1/12/1859 ad opera di Federico Craveri, che, con il fratello Ettore, realizzò sulla finestra, chiamata terrazzino, posta sulla parete N in corrispondenza dell'ultimo piano del palazzo di famiglia, una stazione meteorologica, protetta da persiane secondo la ricostruzione riportata da MOLINARO (1995, pag.180). Su questo terrazzino, come descritto da CRAVERI (1863), erano esposti, con relativa protezione, due termometri, uno a minima della ditta Duroni di Torino, ed uno a massima della ditta Fastré di Parigi. Inoltre, sul soprastante tetto, era posto un pluviometro cilindrico del diametro di 0,357 cm con fondo collegato con un tubo di piombo alla sottostante stanza, destinata a laboratorio, la cui parete N conteneva appunto il precipitato terrazzino. Le indicazioni fornite da CRAVERI (1863, pag.179) conducono a valutare un'altezza sul suolo dei bulbi dei termometri e del pluviografo di 10,87 m, per cui, risultando la quota del suolo di 290 m s.l.m.m., si possono stimare le relative letture strumentali come rilevate alla quota di 300,87 m s.l.m.m. Le coordinate geografiche di questo terrazzino osservatorio, affacciato a N dell'edificio sull'attuale via della Provvidenza, presentavano latitudine 44°42'00"N e longitudine 4°35'59,5"W M.M.

In questo osservatorio, relativamente alle osservazioni termopluviometriche, venivano effettuate, come riportato da CRAVERI. (1863, pag.177) e ricordato da BRIZIO & MERCALLI (1992), una volta al giorno, alle ore 10, letture della temperatura minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e della quantità di pioggia.

Successivamente ai lavori di ampliamento dell'edificio, eseguiti, come indicato da BERGESIO, BOGLIETTI & MOLINARO (1980), dal marzo al dicembre del 1861, la strumentazione meteorologica fu allocata nella cosiddetta specola, rappresentata da un terrazzo sul tetto realizzato in posizione soprastante il precipitato terrazzino, in cui figuravano un termometro per la misura delle minime, un termometro per la misura delle massime, uno psicrometro, un barometro, un pluviometro ed un anemometro. La strumentazione posta in questa torretta presentava un'altezza sul suolo di 13 m, per cui, risultando la quota topografica del suolo di 290 m s.l.m.m., la strumentazione termopluviometrica presentava un'altitudine di 303 m s.l.m.m.. Le coordinate geografiche rimangono identiche a quelle del precedente osservatorio, in quanto è avvenuto un semplice spostamento verticale della strumentazione verso l'alto di 2,13 m.

Questo spostamento della strumentazione dal terrazzino alla specola dovette avvenire tra l'inizio del 1862,

Foto 7

Il giardino interno del Museo Craveri a Bra con in primo piano l'attuale Osservatorio Meteorologico in attività di funzionamento dal 11.3.1972, mentre, prima, le strumentazioni di acquisizione dei dati erano poste nell'edificio visibile a sinistra, ospitate, dal 1.12.1859 al 31.12.1863, su una finestra prospiciente via Provvidenza, e, dal 1.1.1864 al 10.3.1972, su un terrazzino posto sul tetto.

data della fine dei lavori di ampliamento dell'edificio, e la data di introduzione nella specola dell'eliofotometro, ideato nel 1873 da Federico Craveri, per cui, tenendo conto delle indicazioni ricavabili da CRAVERI (1865, pag.118) e da EREDIA (1909), si può stimare, come data presunta del trasferimento, il 1/1/1864. In questo osservatorio della specola, relativamente alle termometrie, venivano eseguite, come indicato da CRAVERI (1863, 1864, 1865, 1866, 1867), letture giornaliere della temperatura minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), e, dal 1/1/1873 al 30/11/1932, anche delle temperature delle ore 9 (T_9), ore 15 (T_{15}) e ore 21 (T_{21}). Dal 1/12/1932 al 31/12/1960, accanto alle letture giornaliere della temperatura minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), vennero rilevate le temperature delle ore 8 (T_8), delle ore 14 (T_{14}) e delle ore 19 (T_{19}), per poi procedere alla sola lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) dal 1/1/1961 al 11/3/1972, data quest'ultima in cui le strumentazioni vennero trasferite, come da indicazione documentaria apposta sulla scheda relativa al mese di marzo del 1972 conservata nell'archivio dell'Ufficio Idrografico di Torino e da conferma avuta da Ettore Molinaro e da Domenico Brizio, in una capannina meteorologica posta nel giardino.

Relativamente alle pluviometrie, queste, dal 1/1/1873 al 30/11/1932, vennero registrate giornalmente, alle ore 21, in conformità cioè alle norme emanate nel 1865 dalla Direzione di Statistica del Ministero di Agricoltura e Commercio, utilizzando ben tre pluviometri, come descritto da BRIZIO & MERCALLI (1992), quindi dal 1/12/1932 al 31/12/1971 le letture furono eseguite alle ore 19.

Dalla data del 11/3/1972, come precedentemente indicato, la strumentazione di rilevamento dei dati venne trasferita in una capannina meteorologica, sistemata nel sottostante giardino, con gli strumenti posti ad un'altezza di 1,5 m sul suolo, mantenendo però la stessa metodologia di acquisizione delle temperature adottata dal 1/1/1961, mentre, per la quantità di pioggia giornaliera, l'orario di registrazione fu portato alle ore 9. La strumentazione termopluviometrica ha quindi subito uno spostamento verticale di 11,5 m verso il basso ed una conseguente riduzione dell'altezza sul suolo di 11,5 m, mentre la posizione geografica presenta latitudine 44°41'59,1"N e longitudine 4°36'1"W M.M., per cui è avvenuto anche uno spostamento orizzontale di 42 m verso SW.

Anche se il rilevamento dei dati è quindi avvenuto, dal 1859 ad oggi, praticamente sempre nella stessa posizione geografica, mentre sono solo cambiate le posizioni strumentali, nella **tabella 9** è stata riportata la scheda riassuntiva di rilevamento dei dati a Bra, indicando, per uniformità con le altre stazioni, come osservatori le descritte varie posizioni assunte dalla strumentazione nel tempo.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri di Bra è stata effettuata sui registri originali, conservati a Bra presso il Museo Craveri di Storia Naturale, e sui tabulati inviati dagli osservatori *pro tempore* agli archivi dell'UCEA di Roma e dell'Ufficio Idrografico di Torino, associandola altresì alla consultazione degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, degli Annali Idrologici del Ministero LL.PP. e delle tabelle riportate da BRIZIO & MERCALLI (1992).

In particolare, poi, per le pluviometrie, si è provveduto ad effettuare il confronto con la serie storica delle precipitazioni mensili fornita su supporto informatico da Domenico Brizio, per integrarla, quindi, dei dati mancanti relativi ai giorni piovosi e per verificare complessivamente la qualità dei valori argomentali così raccolti con quelli già validati da BRIZIO & MERCALLI (1992).

La permanente presenza, nella stessa postazione geografica, di questa stazione meteorologica, che, peraltro, come mostra la scheda di rilevamento dati di **tabella 9**, ha subito altresì anche modesti e limitati spostamenti

nella strumentazione pluviometrica e poche variazioni nelle modalità di acquisizione dei dati, consentono quindi di ritenere la popolazione dei valori argomentali delle quantità di pioggia mensile ed annua dotata di una certa omogeneità e di accuratezza.

Relativamente invece alla serie termometrica, anche se la raccolta dei dati, svolta sui registri originari conservati presso il Museo Craveri di Storia Naturale, ha consentito di ricavare le temperature medie giornaliere dal 1/1/1862 ad oggi, non si può ritenere a priori ininfluenza lo spostamento di 11,5 m verso il basso subito dai termometri dal giorno 11/3/1972. Inoltre la colorazione e l'esposizione della capannina meteorologica, in cui sono stati allocati i termometri dal 1972, sembra abbiano provocato effetti sui dati di acquisizione della temperatura, per cui sono in corso da alcuni anni misure contemporanee di temperature sinottiche nel posto di stazionamento precedente il 1972 ed in quello attuale per ricavare, con il metodo della stima parallela, il relativo coefficiente di correzione. L'analisi climatica della serie termometrica viene pertanto limitata all'intervallo di rilevazione dal 1/1/1862 al 31/12/1970, in quanto da ritenersi piuttosto uniforme ed omogeneo nell'acquisizione strumentale dei dati termometrici.

Analisi climatica

Precipitazioni

La base documentaria dei valori pluviometrici su cui sviluppare l'analisi climatica, risulta rappresentata dall'intervallo temporale 1862-1996 e la [figura 9](#) riproduce l'andamento dei valori di precipitazione annua di tale periodo. La cumulata delle precipitazioni annue ([fig. 5.2](#)), presentandosi praticamente sovrapponibile alla retta di regressione dotata di coefficiente di correlazione massimale, conferma le caratteristiche di omogeneità

fig. 5.2

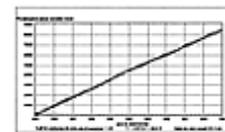


Tabella 9 - STAZIONE DI BRA - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 dicembre 1859 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Osservatorio Museo Civico Craveri						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/12/1859 al 31/12/1863	44°42'00"	4°35'59.5"	300.9	0	0	
Dal 1/1/1864 al 31/12/1872	44°42'00"	4°35'59.5"	303	0	+2.1	
Dal 1/1/1873 al 30/11/1932	44°42'00"	4°35'59.5"	303	0	0	T ₉ -T ₁₅ -T ₂₁
Dal 1/12/1932 al 31/12/1960	44°42'00"	4°35'59.5"	303	0	0	T ₈ -T ₁₄ -T ₁₉
Dal 1/1/1961 al 11/3/1972	44°42'00"	4°35'59.5"	303	0	0	
Dal 11/3/1972 ad oggi	44°41'59.1"	4°36'1"	291.5	42 → SW	-11.5	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/12/1859 al 31/12/1863	44°42'00"	4°35'59.5"	300.87	0	0	Ore 10.00
Dal 1/1/1864 al 30/11/1932	44°42'00"	4°35'59.5"	303	0	+2.13	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1971	45°42'00"	3°59'32"	306	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1972 al 10/3/1972	45°42'00"	3°59'32"	306	0	0	Ore 9.00
Dal 11/3/1972 ad oggi	45°41'54.4"	3°59'28"	308.1	250 → SE	+2.1	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue dell'intervallo 1862-1996 (fig. 9) indica la presenza di un coefficiente angolare della retta di regressione di modesta correlazione positiva, in quanto valutabile, sulla base della relativa retta del trend, per questo periodo di 135 anni, nell'aumento della quantità di pioggia media annua di 45,05 mm, pari al 6,53% della media del periodo (689,6 mm), e, quindi, equivalente ad un gradiente positivo di 0,33 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1862-1996, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che la tendenza positiva risulta presente su sei mesi dell'anno (febbraio, marzo, aprile, maggio, agosto e settembre) con valori significativi però solo nei mesi di aprile, agosto e settembre, mentre quella negativa risulta palese in tutti gli altri restanti mesi.

Il calcolo delle grandezze statistiche, riportate nella tabella 45, individua per Bra una precipitazione media annua di 689,6 mm contenuta entro un campo di variabilità di valori argomentali compresi tra un minimo di 328,4 mm (anno 1967) ed un massimo di 1189,6 mm (anno 1972).

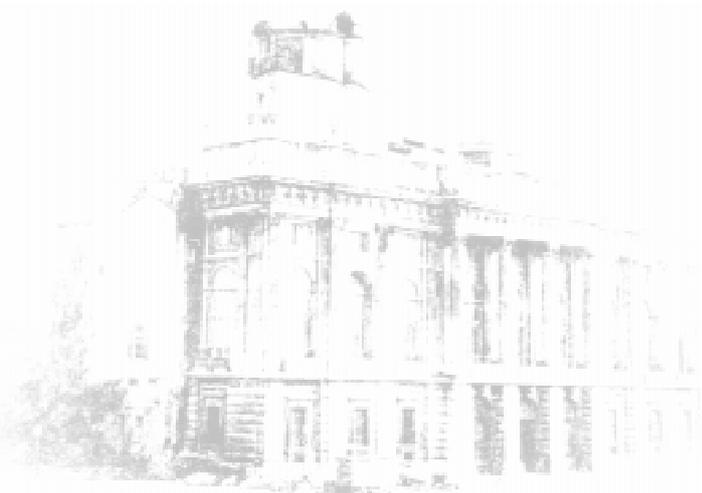
La verifica di probabilità di evenienza di questi valori estremi della precipitazione annua del periodo 1862-1996 mostra, per il minimo, un tempo di ritorno di 50,8 anni (fig. 5.3) e per il massimo un tempo di ritorno di 459,2 anni (fig. 5.4) da ritenersi del tutto indicativo in considerazione della lunghezza limitata a 135 anni della serie.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue (tav. 5.3b) mostra un istogramma ad andamento trimodale, con moda principale nella classe a limiti 641,6÷719,9 mm e quella secondaria più significativa nella classe a limiti 798,1÷876,4 mm, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 5.3b) segnala che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non è rappresentata dalla normale del mese.

Il grafico dell'andamento, per il periodo 1862-1996, del numero annuo di giorni piovosi (figura 9) mostra la presenza di significativi periodi di minimi in corrispondenza degli intervalli temporali 1863-1871, 1916-1923, 1937-1950 e 1979-1995.

Il modulo pluviometrico estremo di 3,6 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 24° indicano che presenta un regime pluviometrico tipico del settore periadriatico o illirico orientale con grado di continentalità compreso tra 20° e 30°, in cui, gli anni secchi (precipitazione annua < 647,6 mm) rappresentano il 40% del totale e gli anni piovosi (precipitazione annua > 718,8 mm) il 39,3% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1862 al 1996 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 222,8 mm con 23,3 giorni piovosi, per l'estate di 142,9 mm con 17,4 giorni piovosi, per l'autunno di 201,5 mm con 19,2 giorni piovosi e per l'inverno di 119,6 mm con 14,3 giorni piovosi.



tab. 45

fig. 5.3

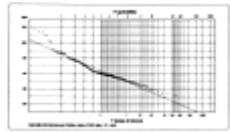
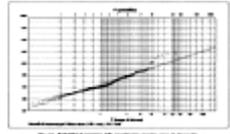


fig. 5.4



tav. 5.3b

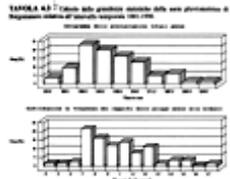


fig. 41

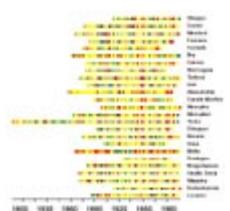


Figura 9

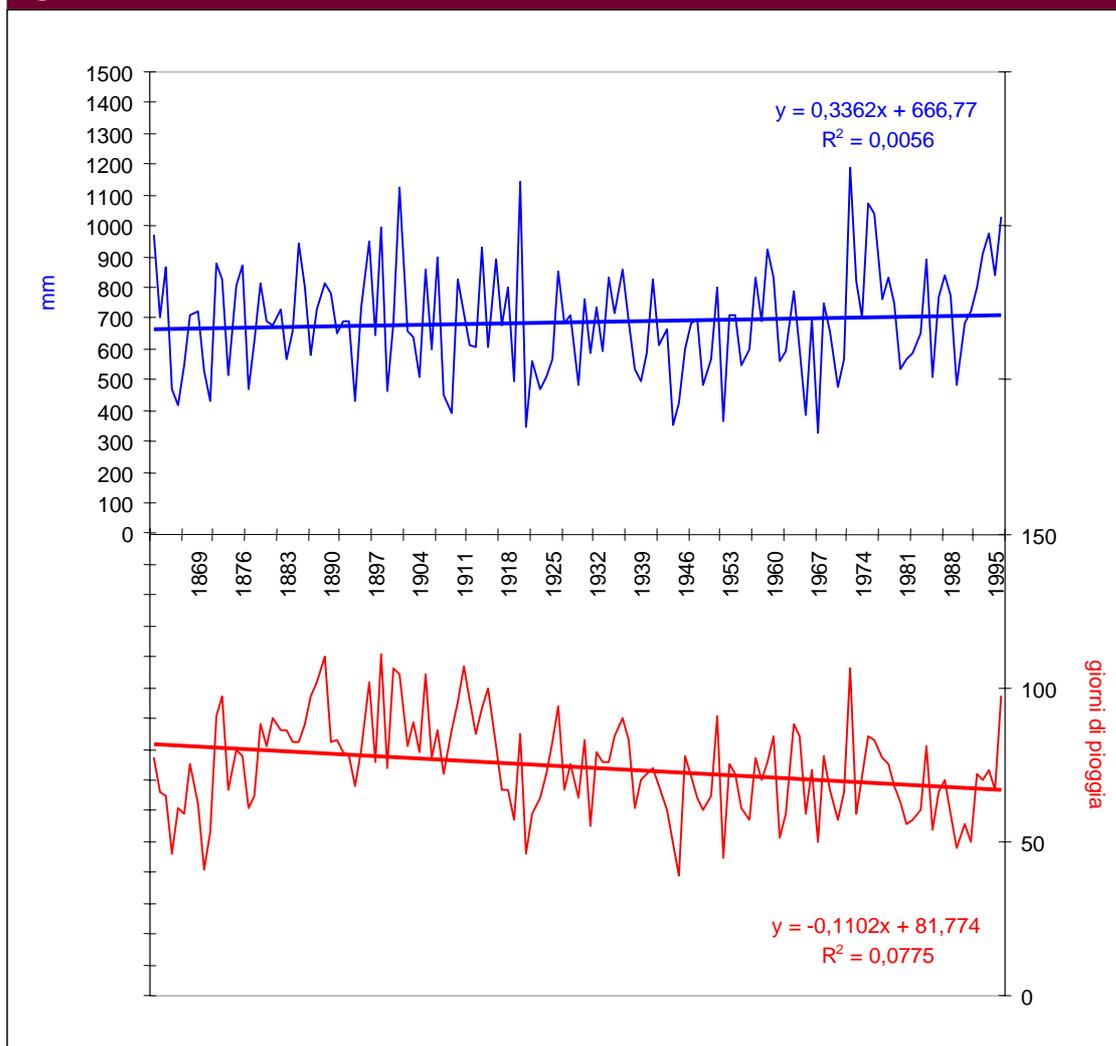


Figura 9

Andamento delle precipitazioni e dei giorni piovosi di Bra nel periodo 1862-1996

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1862-1996 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1879 con 485,9 mm in 43 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 32 mm in 9 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1875 con 346 mm in 35 giorni piovosi e la più secca quella del 1991 con 20,8 mm in 5 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1907 con 504,6 mm in 34 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 18,6 mm in 3 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1972 con 349,0 mm in 35 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1990 con 6,4 mm in 2 giorni piovosi.

Temperature

I dati delle temperature medie annue della serie termometrica di Bra, relative al periodo dal 1/1/1862 al 31/12/1970 preso in esame per l'analisi climatica, mostrano una curva cumulata perfettamente sovrapposta alla relativa retta di regressione, per cui viene confermata l'uniformità di questi valori argomentali. Tale carattere viene altresì confermato dalla distribuzione di frequenza di questa serie di 109 temperature medie annue, in quanto risulta riconducibile ad una distribuzione normale presentando i seguenti intervalli di densità di probabilità molto prossimi ad una gaussiana: media $\pm 2/3$ deviazione standard = 50,46%, media \pm deviazione standard = 66,97%, media $\pm 1,86$ deviazione standard = 94,54%, media ± 3 deviazione standard = 100%. In particolare la determinazione delle grandezze statistiche di questa serie di 109 temperature medie annue relative all'intervallo temporale 1862–1970 consente di ricavare i valori riportati nella [tabella 10](#).

Tabella 10

INDICI DI POSIZIONE		INDICI DI VARIABILITÀ'			INDICI DI FORMA	
Media	12.3	Dev.st.	0.7		Misure dell'asimmetria	Coeff. di Yule
Mediana	12.3	Coeff. di variazione	5%	1° coeff. di Pearson		-0.2
Moda principale	12.4	Varianza	0.4	Coeff. β_1 di Pearson		0.0
Momento all'origine di 2°ordine	151.8	Devianza	47.9	Coeff. γ_1 di Fisher		0.0
		Campo di variabilità	10.7-13.7	Coeff. di C_1 Kelley		6.7
		Momento centrale di ordine 2	0.4	Momento centrale di ordine 3		-0.0
		Coeff. di pulsazione di Palierne	61.6	Misure dell'appiattimento	Coeff. β_2 di Pearson	13.4
					Coeff. γ_2 di Fisher	10.4
					Coeff. C_2 di Kelley	0.0
					Momento centrale di ordine 4	0.5

Tabella 10

Grandezze statistiche della serie termometrica di Bra.

I parametri della tendenza centrale, risultando tra loro poco differenziati, indicano quindi che la dispersione è prossima al centro di gravità dei dati, mentre le misure della variabilità confermano la presenza di un'importante dispersione dei dati attorno alla media entro un campo di variabilità molto contenuto in quanto compreso in 3°C.

Le misure dell'asimmetria confermano che la distribuzione è piuttosto simmetrica e quelle dell'appiattimento rivelano una dispersione di tipo leptocurtico.

L'insieme delle grandezze statistiche individua quindi una distribuzione, per questa serie termometrica di Bra relativa all'intervallo temporale 1862–1970, di tipo approssimativamente normale.

L'applicazione del test delle sequenze o di Thom a questa serie termometrica, presentando 54 valori superiori e 49 inferiori alla mediana, determina nella sequenza 36 cambiamenti, che risultano un numero inferiore al limite inferiore di significatività (48) per probabilità al 10%, per cui si evince la presenza di un'eterogeneità nella serie imputabile o alla presenza di un trend od allo spostamento della mediana. Il coefficiente di variazione (5%) ed il coefficiente di pulsazione di Palierne (61,6%) consentono di optare per la presenza di una tendenza di debole ampiezza, che, la retta di tendenza globale (fig.10), relativa all'andamento delle temperature medie annue del periodo 1862–1970, individua come positiva.

Figura 10

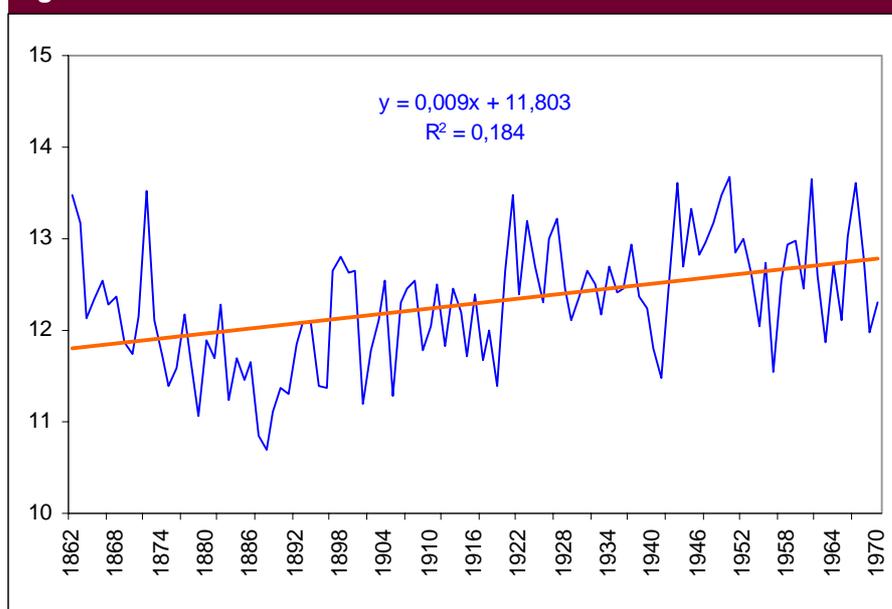


Figura 10

Andamento delle temperature di Bra nel periodo 1862 - 1970

Il coefficiente di correlazione di questa retta del trend risulta però strettamente legato al campione analizzato (109 valori argomentali), per cui necessita determinare quanto approssima il valore vero. L'analisi di bootstrap, svolta con 2000 estrazioni campionarie, fornisce una stima di 0,0852 della distanza media tra il valore osservato ed il valore vero del coefficiente di correlazione, per cui tale grandezza media della deviazione della stima dal valore vero consente di ritenere affidabile questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Bra nel periodo 1862–1970.

Questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Bra nel periodo dal 1.1.1862 al 31.12.1970 viene altresì confermata dal calcolo del coefficiente t di Mann-Kendall e dall'applicazione della relativa analisi progressiva con la statistica $u(t)$ per la serie diretta ed $u(t')$ per quella retrograda, in quanto, risultando un valore di $u(t) = 4,7526$ con livelli di significatività $\alpha_0 = 0,05000$ ed $\alpha_1 = 0,0000$ l'ipotesi nulla deve essere rifiutata. La conseguente applicazione del test di Pettitt individua l'inizio di questa tendenza nell'anno 1919. Questa serie di temperature medie annue, ricavate dalla media delle temperature minime (T_{\min}) e massime (T_{\max}) giornaliere, rivela inoltre che, nell'intervallo temporale 1862÷1970, l'anno più freddo è stato il 1888 con una temperatura media annua di 10,7°C e quelli più caldi il 1950 ed il 1961 con una temperatura media annua di 13,7°C, mentre il calcolo per ogni anno dell'indice termoisodromico di Kerner mostra un valore medio del periodo 1862–1970 di 2,01.

Relativamente alle caratteristiche stagionali l'elaborazione statistica permette di ricavare le grandezze statistiche riportate nella tabella 11.

Tabella 11

	T media	Dev.st.	T media minima assoluta	Anno	T media massima assoluta	Anno
Primavera	12.1	1.1	9.6	1879	15.0	1945
Estate	22.4	1.0	20.2	1896	25.5	1950
Autunno	12.5	1.0	10.1	1912	14.6	1926
Inverno	2.2	1.3	-1.4	1928	4.8	1898

Tabella 11

Valori stagionali di temperatura di Bra.

In particolare si osserva che in questo intervallo di 109 anni tra il 1862 ed il 1970 la temperatura media della primavera (12,11°C) risulta inferiore a quella dell'autunno (12,54°C), per cui, unitamente al valore di 2,01 dell'indice termoisodromico di Kerner, viene segnalata la presenza di un'influenza marittima sul clima locale.

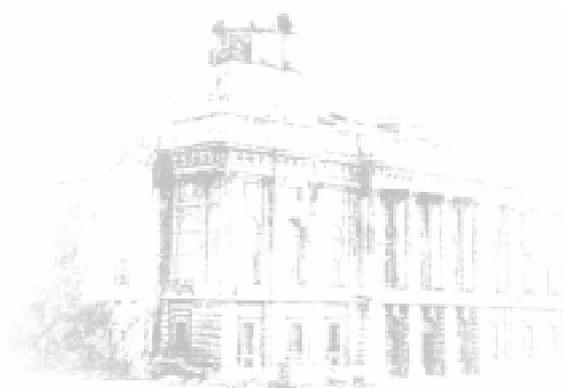


Tabella 12

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
T media	1.0	3.2	7.6	12.2	16.6	20.8	23.6	22.7	18.6	12.6	6.4	2.3
devst	1.8	2.1	1.8	1.5	1.6	1.5	1.4	1.2	1.4	1.5	1.3	1.5
Min	-3.5	-3.5	3.5	9.4	11.8	16.7	20.4	18.5	14.6	9.1	3.0	-2.7
Anno	1864 e 1945	1956	1869	1879	1879	1884	1888	1896	1912	1887 e 1905	1919	1879
Max	5.2	7.4	12.3	15.8	20.0	24.4	27.8	25.4	22.1	16.2	9.6	5.5
Anno	1921	1961	1948	1949	1868	1950	1950	1923	1961	1921	1963	1953

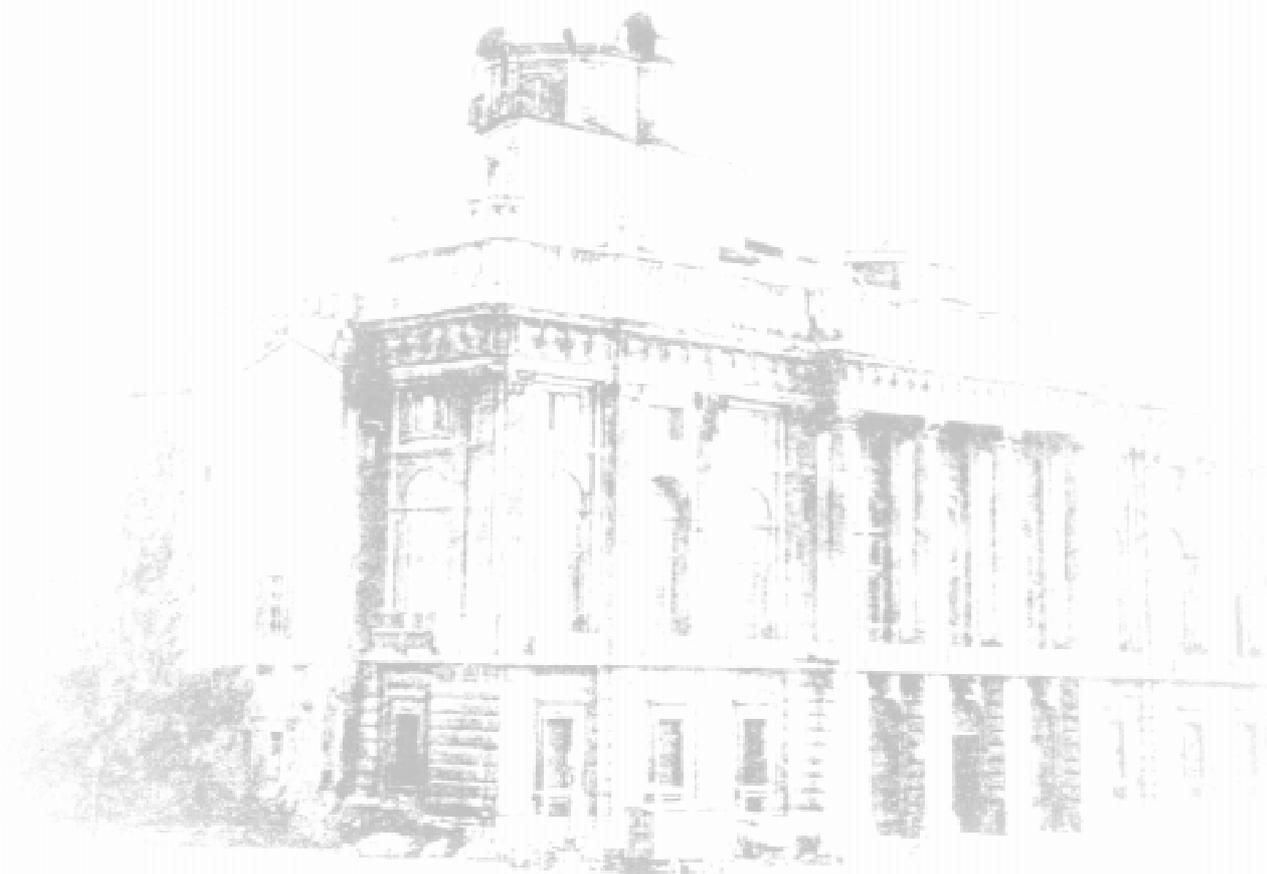
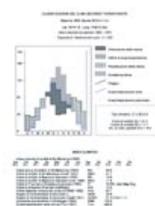
L'analisi delle temperature medie mensili di Bra per l'intervallo temporale 1862–1970 mostra, per ciascun mese, le caratteristiche termometriche riportate nella tabella 12, da cui si ricava che il mese più freddo risulta gennaio con una temperatura media di 1,0°C (deviazione standard 1,8) e quello più caldo luglio con una temperatura media di 23,6°C (deviazione standard 1,4). Inoltre il gennaio più freddo è stato quello degli anni 1864 e 1945 con una temperatura media di -3,5°C ed il più caldo quello del 1921 con una temperatura media di 5,2°C, mentre il luglio più caldo è risultato quello del 1950 con una temperatura media di 27,8°C e quello più freddo il luglio del 1888 con 20,4°C.

La correlazione con le precipitazioni registrate a Bra nello stesso periodo temporale delle temperature (1862-1970) consente di tracciare il diagramma ombrotermico, che indica presenza d'aridità nei mesi di luglio e agosto, ed il diagramma di Thornthwaite (fig.11) che conferma il deficit d'evapotraspirazione da giugno a settembre con diminuzione della riserva da maggio a settembre e che individua un tipo climatico da sub umido a sub arido definito dalla formula climatica a quattro termini $C_1sB'_2b'_3$.

Tabella 12

Temperature medie mensili espresse in °C di Bra relative all'intervallo temporale 1862 -1970.

fig. 11



3.7 - CASALE MONFERRATO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime osservazioni meteorologiche giornaliere furono eseguite presso il Liceo di Casale Monferrato dal *maître d'études Rambert*, che le presentò, correlandole a quelle dello stesso periodo registrate a Torino, nella seduta del 18/1/1807 della allora *Académie Impériale des Sciences, Littérature et Beaux-Arts* di Torino. Letture termopluiometriche giornaliere con continuità temporale significativa iniziarono però solo con il 1/1/1870, per cui da tale data comincia la serie storica dei dati.

Il complesso delle osservazioni termometriche e pluviometriche giornaliere è stato però rilevato da tre osservatori diversamente ubicati nell'area comunale, le cui attività di lettura nel tempo risultano comunque tali da consentire una ricostruzione temporale continua della serie di dati a partire appunto dal 1870.

Le caratteristiche geografiche e la metodologia d'acquisizione dei dati relativi a questi tre osservatori sono state globalmente riportate nella scheda riassuntiva della loro attività di funzionamento

(**tabella13**), utilizzando le sotto indicate denominazioni descrittive del loro posizionamento ricavate dalle principali indicazioni documentarie emerse dallo spoglio dei tabulati originali conservati presso gli archivi dell'UCEA e dell'Ufficio Idrografico di Torino.

Osservatorio del Genio Militare

Questo osservatorio, gestito dal 2° Reggimento del Genio Militare di stanza a Casale Monferrato sulla sponda orografica destra del Po in località "Il Ronzone", iniziò la sua attività di rilevamento giornaliero dei dati meteorologici il 1/1/1870 terminando le relative letture termopluiometriche il 31/1/1888. Le coordinate geografiche di questo osservatorio, che, posto ad E del Canale Lanzo, risultava posizionato nella parte culminante di un edificio appartenente al complesso di una fornace di calce demolita in epoca recente, mostravano latitudine 45°8'9,8"N, longitudine 4°1'6,9"W M.M. ed altitudine del suolo di 120 m s.l.m.m. I bulbi dei termometri e lo psicrometro erano posti a 7,6 m sul suolo, mentre la bocca del pluviometro si presentava a 12,65 m sul suolo, per cui i dati termometrici venivano letti alla quota di 127,6 m s.l.m.m. e quelli pluviometrici alla quota di 132,65 m s.l.m.m.

Per tutto il periodo di funzionamento dal 1/1/1870 al 31/1/1888 le osservazioni termometriche riguardavano letture giornaliere delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), ore 15 (T_{15}) ed ore 21 (T_{21}), mentre quelle pluviometriche venivano eseguite alle ore 9 ed assegnate all'intervallo delle 24 ore precedenti.

Osservatorio del Seminario Vescovile

Questo osservatorio, che, posto all'interno del centro storico, iniziò la sua attività il 1/2/1888, si trovava ubicato nella torretta prospiciente i cortili interni del Seminario Vescovile, dove il suolo ha un'altimetria di 114 m s.l.m.m., e presentava, quali coordinate geografiche, latitudine 45°8'44,9"N e longitudine 3°59'51,4"W M.M.



Foto 8

La torretta interna al Seminario Vescovile di Casale Monferrato sulla cui sommità era posto l'Osservatorio Meteorologico che funzionò dal 1.2.1888 al 31.12.1957.

La strumentazione allocata nella torretta con i bulbi dei termometri posti a 19 m sul suolo e con la bocca del pluviometro a 9 m sul suolo forniva conseguentemente letture giornaliere delle temperature alla quota di 133 m s.l.m.m. e della quantità di pioggia alla quota di 123 m s.l.m.m. Rispetto all'osservatorio del Genio Militare la strumentazione meteorologica risulta aver quindi subito uno spostamento orizzontale verso NE di 1388 m ed uno spostamento verticale verso l'alto, per le letture termometriche, di 5,4 m, e, verso il basso, per le letture delle quantità di pioggia, di 9,65 m.

Le osservazioni termometriche avvennero per il periodo dal 1/2/1888 al 31/12/1930 con letture giornaliere delle sole temperature estreme (T_{\min}) e (T_{\max}), mentre, dal 1/1/1931 al 30/9/1936, accanto alle letture giornaliere delle (T_{\min}) e (T_{\max}), si aggiunsero le letture sinottiche delle ore 9 (T_9) e delle ore 21 (T_{21}). Nel successivo periodo dal 1/10/1936 al 30/9/1939 si lessero invece giornalmente, accanto alle temperature estreme (T_{\min}) e (T_{\max}), le temperature sinottiche delle ore 8 (T_8) e 19 (T_{19}), per ritornare poi, dal 1/10/1939 al 31/12/1957, data questa ultima di cessazione dell'attività dell'osservatorio, a registrare giornalmente solo le temperature estreme T_{\min} e T_{\max} .

Le quantità giornaliere di pioggia, dal 1/2/1888 al 30/9/1936, vennero lette alle ore 9 ed assegnate all'intervallo compreso tra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di lettura e registrazione del dato. Nel successivo periodo, dal 1/10/1936 al 31/12/1950, le letture giornaliere delle quantità di pioggia vennero eseguite alle ore 8, mentre, nel successivo periodo dal 1/1/1951 alla cessazione dell'attività in data 31/12/1957, si effettuarono alle 9, per cui, nei rispettivi precitati periodi, vennero assegnate alle ore 24 immediatamente precedenti l'orario di lettura e registrazione del dato.

Osservatorio dell'Istituto di Sperimentazione per la pioppicoltura

Questo osservatorio, attualmente funzionante, iniziò ad inviare letture termopluviometriche all'Ufficio Idrografico di Torino con il 1/1/1958. La sua ubicazione in località Martinotti presenta, quali coordinate geografiche, latitudine 45°7'54"N, longitudine 3°56'56,4"W M.M. ed altitudine 106 m s.l.m.m., per cui la strumentazione, allocata in una capannina meteorologica con termometro a minima e massima e termografo a 1,2 m sul suolo e la bocca del pluviografo di tipo Cavicchioli a 2,0 m sul suolo, registra letture termometriche all'altitudine di 107,2 m s.l.m.m. e letture della quantità di pioggia all'altitudine di 108 m s.l.m.m.

La precitata strumentazione meteorologica, rispetto alla posizione tenuta nell'osservatorio del Seminario Vescovile, ha subito quindi uno spostamento orizzontale verso E di 3900 m ed uno spostamento verticale verso il basso di 15 m nella bocca di captazione delle piogge e di 25,8 m nei bulbi dei termometri. Parimenti l'altezza sul suolo della bocca di captazione delle piogge si è ridotta di 7 m, passando da 9 m a 2 m, mentre l'altezza sul suolo dei termometri si è ridotta di 17,8 m, passando da 19 m a 1,2 m.

Le osservazioni termometriche dal 1.1.1958 avvengono con letture giornaliere delle temperature estreme T_{\min} e T_{\max} e quelle pluviometriche con lettura della quantità di pioggia giornaliera alle ore 9 assegnandola alle 24 ore precedenti l'ora di lettura e di registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri dei vari osservatori succedutisi dal 1870 ad oggi (tabella 13) è stata effettuata consultando le copie dei registri originali inviati a sua tempo dagli osservatori *pro tempore* del Seminario Vescovile e dell'Istituto di Sperimentazione per la pioppicoltura all'UCEA di Roma ed all'Ufficio Idrografico di Torino. Relativamente invece all'osservatorio del Genio Militare i dati giornalieri sono stati reperiti in parte sui bollettini annuali che il Comandante dei Magazzini Militari di Casale Monferrato inviava all'Osservatorio Meteorologico Vescovile di Alessandria ed in parte con la consultazione degli Annali dell'Uffi-

cio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, della Rivista Meteorico Agraria del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica e del Bollettino meteorologico di Moncalieri.

La raccolta dei dati giornalieri presenta però una lacuna dal 1/9/1888 al 31/12/1898, in quanto, sia gli archivi cartacei, sia le precitate pubblicazioni a stampa risultano prive di riferimenti a tale intervallo temporale, che rappresenta il periodo di attività iniziale dell'Osservatorio del Seminario Vescovile. Una più attenta e puntuale ricerca in archivi ecclesiali, che tenga conto altresì di quotidiani e settimanali a tiratura locale, potrà forse riuscire ad integrare completamente la lacuna e consentire così di approfondire l'analisi climatica sull'intero periodo temporale di funzionamento dell'attività degli osservatori.

La serie pluviometrica quindi utilizzata come base documentaria per l'analisi climatica si riduce pertanto, allo stato attuale delle conoscenze, al più limitato intervallo temporale 1899-1997, mentre per quanto concerne le caratteristiche strumentali e le modalità di acquisizione dei dati rilevati, si possono invece indicare considerazioni valide per l'intero periodo dal 1870 al 1997.

Infatti, in tutti e tre gli osservatori succedutisi nel tempo dal 1870 ad oggi le misurazioni risultano eseguite in grandezze scalari termometriche e pluviometriche tra loro commensurabili, per cui la serie dei valori argomentali può ritenersi omogeneamente rilevata. Inoltre, come mostra la **tabella 13**, risultando note le posizioni strumentali e le modalità di lettura ed acquisizione dei dati, si è in grado di collegare l'eventuale presenza di discontinuità o disomogeneità con i cambiamenti avvenuti nell'attività di rilevazione.

Relativamente però alle rilevazioni termometriche, anche se l'insieme dei dati raccolti ha consentito di ottenere la serie completa e senza lacune delle temperature medie giornaliere dal 1/1/1915 ad oggi, lo spostamento, avvenuto il 1/1/1958 (**tabella 13**), di 3,9 km verso E e di 25,8 m verso il basso dei bulbi dei termometri non consente di ritenere omogenea questa serie di valori argomentali, per cui sarebbe necessario effettuare misure contemporanee in queste due postazioni per ricavare, col metodo della stima parallela di LINACRE (1992), il relativo coefficiente di correzione. L'intervallo dal 1/1/1915 al 31/12/1957, in cui i rilevamenti termometrici sono avvenuti senza modifiche della posizione strumentale, risulta però piuttosto limitato per una ricerca di tendenza evolutiva della temperatura, per cui si ritiene più opportuno, allo stato attuale delle risultanze, applicare l'analisi climatica alla sola serie pluviometrica.

Analisi climatica

Precipitazioni

Il periodo 1899 – 1997 risulta privo di lacune di rilevazione delle precipitazioni mensili ed annue, per cui viene assunto come base documentaria per l'analisi climatica; mentre utilizzando tutti i dati a disposizione dal 1870 si può tracciare l'andamento delle precipitazioni annue riportato nella **figura 12**.

La curva cumulata dell'intervallo temporale 1899 -1997 (**fig.6.2**) presenta una perfetta correlazione con la retta di regressione, indicando così che questa base documentaria possiede le necessarie caratteristiche di uniformità ed omogeneità.

Il confronto con la **tabella 13** indica inoltre che, né lo spostamento strumentale verificatosi con il cambiamento di ubicazione dell'osservatorio nel 1957, né le modificazioni nella lettura di acquisizione dei dati avvenuta negli anni 1936, 1950 e 1957, hanno comportato influenze apprezzabili sulle serie dei valori argomentali.

— fig. 6.2

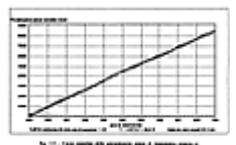


Tabella 13 - STAZIONE DI CASALE MONFERRATO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1870 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione Meteorologica Istituto Pioppicoltura dell'Ufficio Idrografico di Torino.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture ($T_{min}-T_{max}$)
Dal 1/1/1870 al 31/1/1888	45°8'9.8"	4°1'6.9"	127.6	0	0	$T_9-T_{15}-T_{21}$
Dal 1/2/1888 al 31/12/1930	45°8'44.9"	3°59'51.4"	133	1388 → NE	+5.4	
Dal 1/1/1931 al 30/9/1936	45°8'44.9"	3°59'51.4"	133	0	0	T_9-T_{21}
Dal 1/10/1936 al 30/9/1939	45°8'44.9"	3°59'51.4"	133	0	0	T_8-T_{19}
Dal 1/10/1939 al 31/12/1957	45°8'44.9"	3°59'51.4"	133	0	0	
Dal 1/1/1858 ad oggi	45°7'54"	3°56'56.4"	107.2	3900 → E	-25.8	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1870 al 31/1/1888	45°8'9.8"	4°1'6.9"	132.7	0	0	Ore 9.00
Dal 1/2/1888 al 30/9/1936	45°8'44.9"	3°59'51.4"	123	1388 → NE	-9.7	Ore 9.00
Dal 1/10/1936 al 31/12/1950	45°42'00"	3°59'32"	123	0	0	Ore 8.00
Dal 1/1/1951 al 31/12/1957	45°42'00"	3°59'32"	123	0	0	Ore 9.00
Dal 1/1/1958 ad oggi	45°7'54"	3°56'56.4"	108	3900 → E	-15	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue di Casale Monferrato nel periodo 1870 -1997, indicato nella [figura 12](#), individua una chiara tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 128 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 30,62 mm pari ad un gradiente negativo di 0,24 mm/anno.

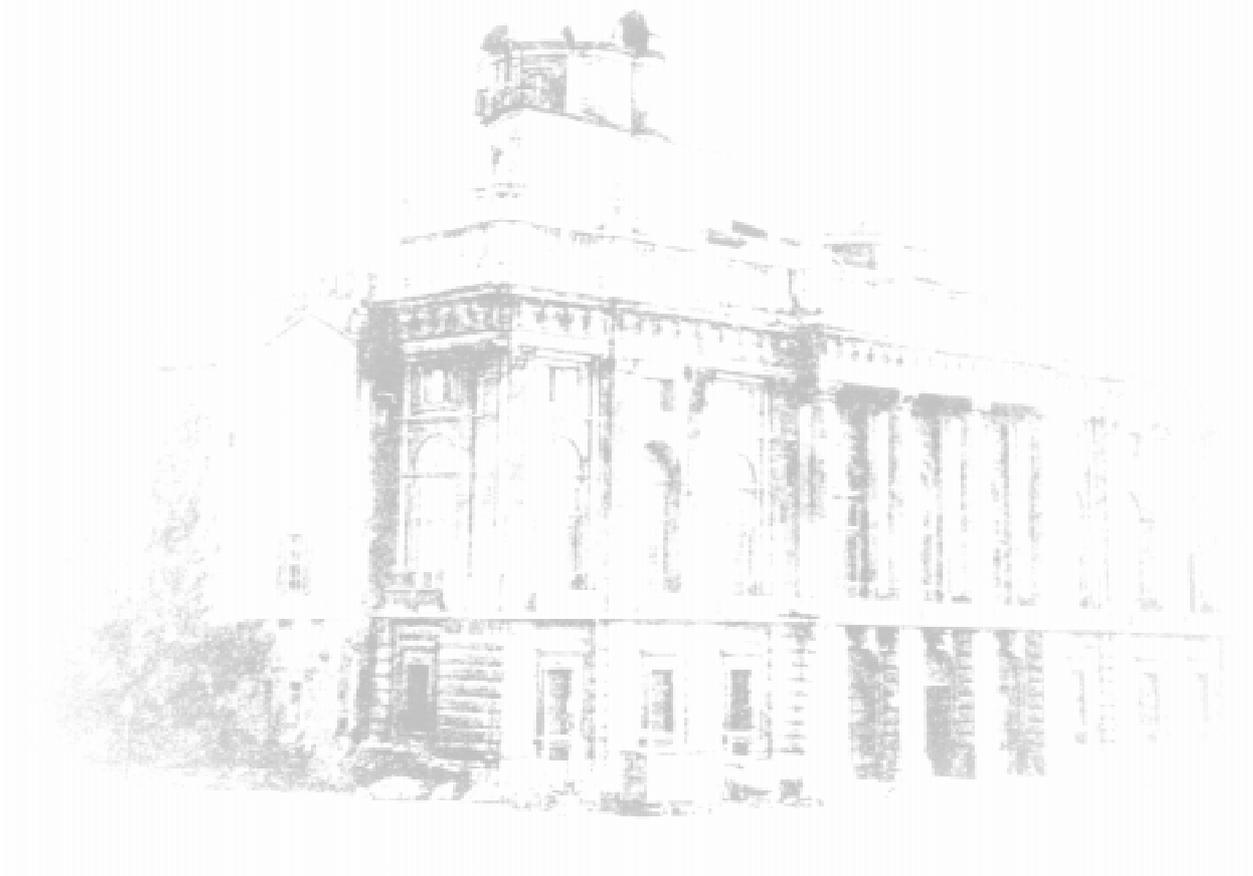


Figura 12

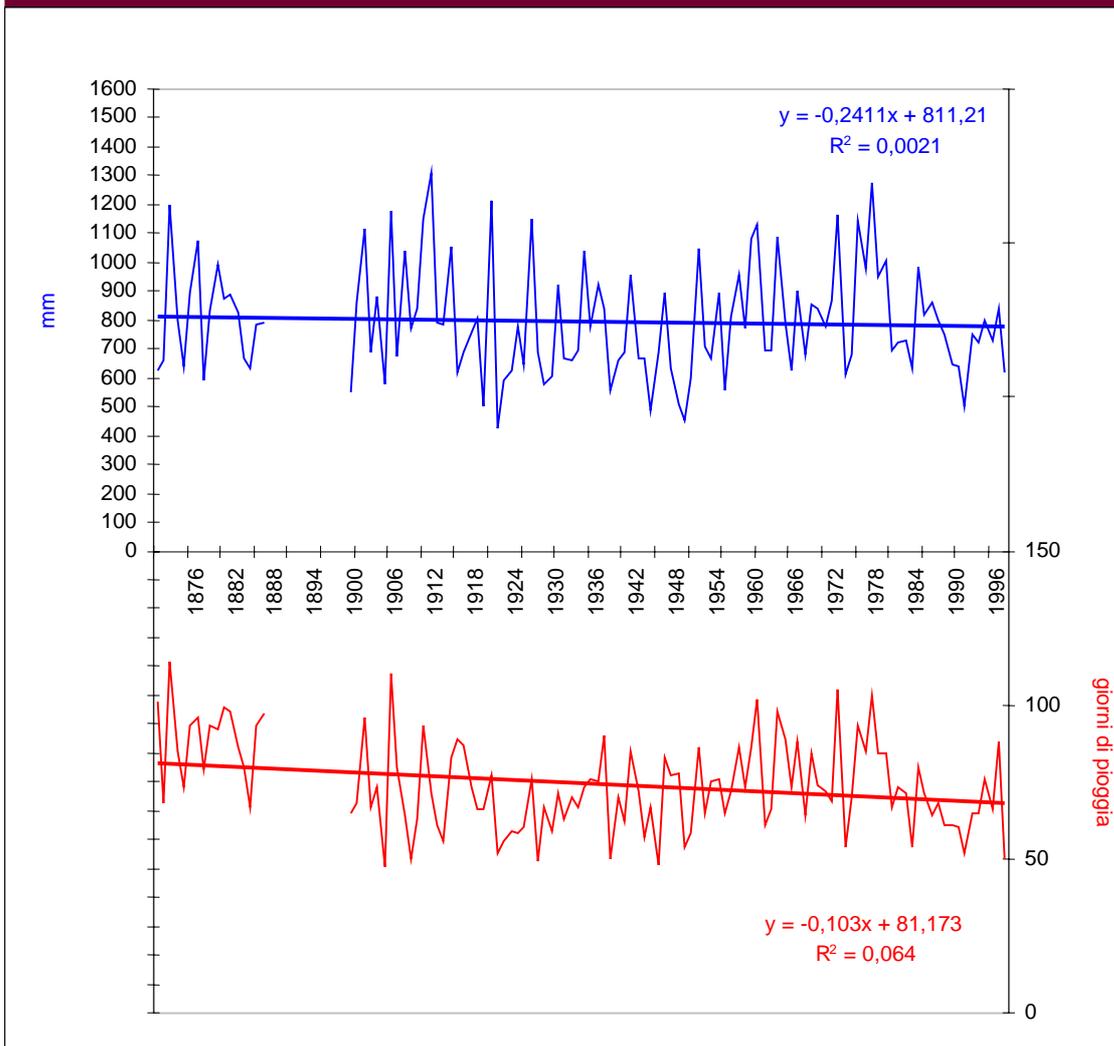


Figura 12

Andamento delle precipitazioni e dei giorni piovosi di Casale Monferrato nel periodo 1870 - 1997.

In particolare poi, se si eseguono per questo stesso periodo temporale 1870-1997, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente significativamente nei mesi di aprile, con un gradiente negativo di 0,1 mm/anno, e di giugno, con un gradiente negativo di 0,2 mm/anno, mentre nei restanti mesi dell'anno si rilevano appena apprezzabili tendenze, negative per i mesi di ottobre, novembre e dicembre, e positive per tutti gli altri restanti mesi.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45), permette di determinare per il periodo 1899-1997 una precipitazione media annua di 791,9 mm, che, con un numero medio annuo di 71,5 giorni piovosi, risulta compresa nel campo di variabilità del minimo di precipitazione annua dell'anno 1921 con 421,8 mm in 52 giorni piovosi e del massimo dell'anno 1911 con 1309,2 mm in 71 giorni piovosi.

La verifica della probabilità di evenienza di questi valori estremi annuali, attraverso la distribuzione di frequenza dei minimi e massimi di precipitazione annua di questo periodo di 99 anni, consente di evidenziare per il minimo annuo di 421,8 mm, un tempo di ritorno di 34,2 anni (fig.6.3), mentre per il massimo annuo di 1309,2 mm, ne consegue un tempo di ritorno di 244,3 anni (fig. 6.4) che va pertanto considerato come indicativo di larga massima risultando 2,5 volte la lunghezza della serie.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue dell'intervallo temporale 1899-1997 presenta un istogramma (tav. 6.3b) ad andamento unimodale, con classe modale a limiti 599,3-688, mentre l'andamento della curva di frequenza fornisce valori percentuali di distribuzione assimilabili ad una distribuzione gaussiana, per cui la serie può ritenersi affidabile per l'elaborazione statistica dei dati.

tab. 45

fig. 6.3

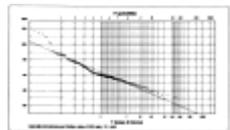
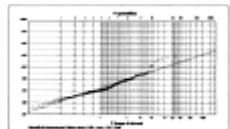
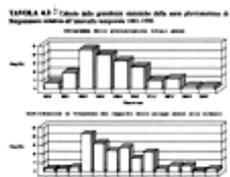


fig. 6.4



tav. 6.3b



Il grafico dell'andamento, per il periodo 1899–1997, del numero di giorni piovosi annui, (figura 12), evidenzia la presenza di due periodi di minimi in corrispondenza degli intervalli temporali 1918–1921 e 1937–1948, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav.6.3b), presentando il rapporto dominante nella classe a limiti 0,8÷0,9, segnala che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non corrisponde a quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico estremo di 3,1 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 9,2° individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità <10°, quindi tipico dell'Europa occidentale oceanica a flora mediterranea, in cui gli anni secchi (precipitazione annua <694,3 mm) rappresentano il 39,4% del totale e quelli piovosi (precipitazione annua >801 mm) il 40,4% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1899 al 1997 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 228,9 mm con 21,2 giorni piovosi, per l'estate di 166,8 mm con 15,7 giorni piovosi, per l'autunno di 236,2 mm con 18,6 giorni piovosi e per l'inverno di 159,8 mm con 16 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1899–1997 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1905 con 452,8 mm in 41 giorni piovosi e la più secca quella del 1997 con 5,4 mm in 2 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1977 con 404,4 mm in 27 giorni piovosi e la più secca quella del 1991 con 30 mm in 6 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1911 con 598,5 mm in 25 giorni piovosi ed il più secco quello del 1983 con 23 mm in 7 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1972 con 439,6 mm in 35 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 13,4 mm in 5 giorni piovosi.

tav. 6.3b

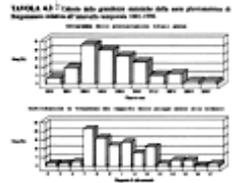
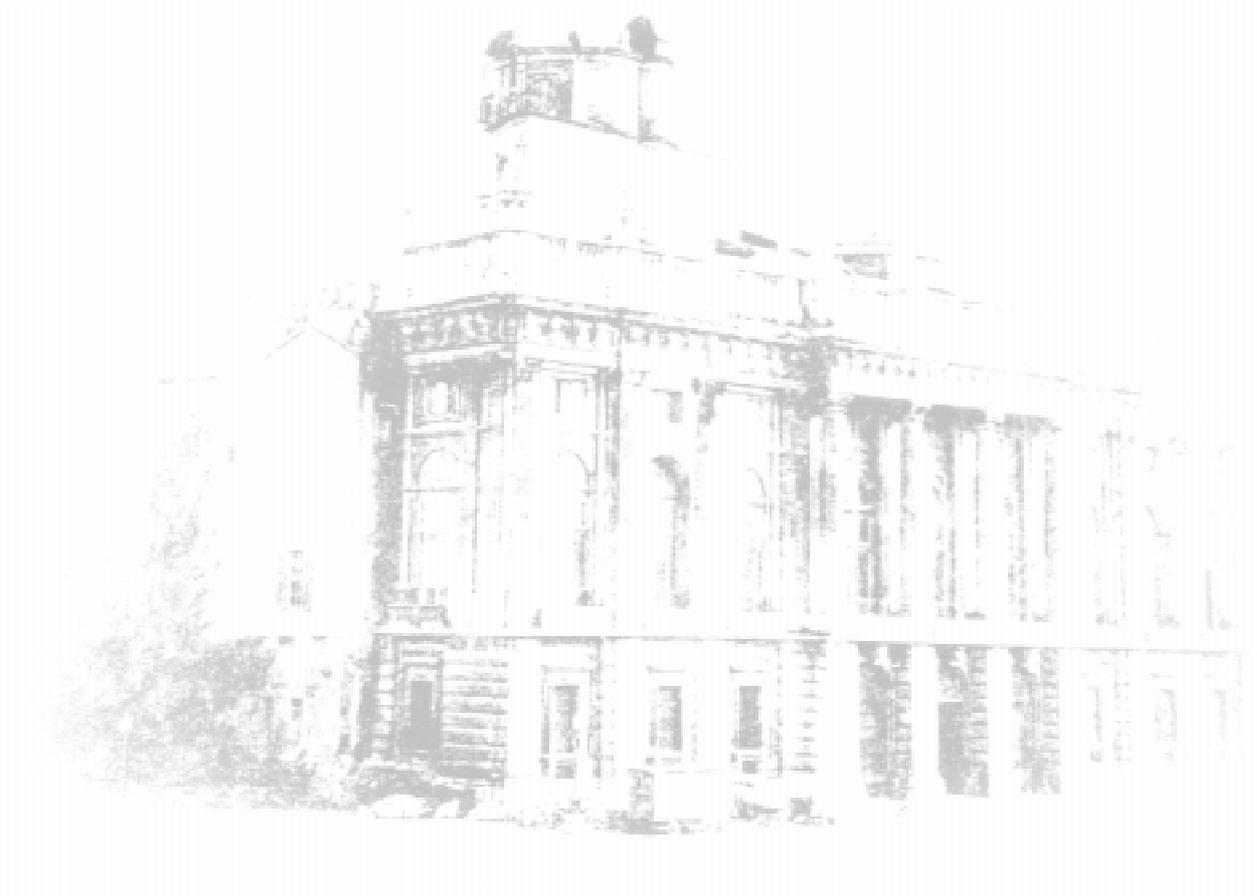
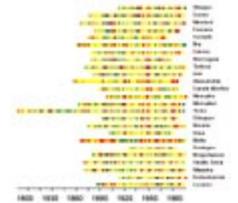


fig. 41



3.8 - CAVOUR

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime sistematiche osservazioni meteorologiche di cui si abbia notizia sono state iniziate a Cavour il 1/1/1879 dal prof. D.G. Cuffia quale direttore *pro tempore* della stazione termo-udometrica e successivamente svolte con continuità sino ad oggi, ma rilevate in tre distinti osservatori la cui attività temporale consente però di ricavare una serie continuativa di dati.

Le caratteristiche geografiche e la relativa tipologia di acquisizione dei dati meteorologici vengono pertanto descritte, per ciascuno di questi tre osservatori, secondo le denominazioni ricavate e dedotte dalla documentazione cartacea di archivio.

Osservatorio termo-udometrico

L'attività di questo osservatorio, iniziata il 1/1/1879 sotto la direzione del prof. D.G. Cuffia e proseguita sino al 31/12/1950 con l'opera della Signora Maria Abbate Daga titolare della farmacia di Cavour, allora sita in via Roma, si è svolta nel cortile interno dell'allora Collegio Internazionale, gestito dai gesuiti e posto in via Dante Alighieri vicino al Rio Marone alla periferia W di Cavour. In questo cortile, attualmente sede della Croce Verde, sopra un terrazzo, recentemente demolito, ubicato a fianco del locale presidenza, era posta la strumentazione, consistente in un termometro a minima e massima, un termografo ed un pluviometro. La bocca del pluviometro ed il bulbo dei termometri presentavano un'altezza di 7,5 m sul suolo, che, mostrando un'altimetria di 307 m s.l.m.m., indica un'acquisizione dei relativi dati alla quota di 314,5 m s.l.m.m.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio presentavano latitudine 44°47'1,8"N e longitudine 5°4'57,8"W M.M.

Le letture termometriche si svolsero regolarmente dal 1/1/1879 al 31/3/1913, allorché l'incaricata *pro tempore* delle osservazioni, Signora Maria Abbate Daga, comunicò all'Ufficio Idrografico del Po che avrebbe cessato di inviare i dati relativi alle temperature giornaliere per il cattivo funzionamento del termografo. Le letture termometriche furono poi riprese dal 1/10/1917 al 31/12/1927.

In questi due periodi temporali furono rilevate giornalmente solo le temperature minima (T_{min}) e massima (T_{max}). Le quantità di pioggia giornaliera furono invece rilevate regolarmente per tutto il periodo di funzionamento dell'osservatorio, dal 1/1/1879 al 31/12/1950, leggendone i valori alle ore 21, nel periodo dal 1/1/1879 al 30/11/1932, ed alle ore 19, nel periodo dal 1/12/1932 al 31/12/1950, per cui i dati si riferiscono rispettivamente alle 24 ore immediatamente precedenti rispettivamente le ore 21 e le ore 19 del giorno di assegnazione.

Osservatorio in Cavour dell'Ufficio Idrografico

Questo osservatorio, entrato in funzione il 1/1/1951 nel cortile dell'abitazione, sita in via Saluzzo 11, del cantoniere Giuseppe Boero, era costituito da un pluviometro con la bocca posta ad 1,66 m sul suolo di altimetria 300 m s.l.m.m., per cui le quantità di pioggia giornaliera risultano acquisite alla quota di 301,66 m s.l.m.m.

La sua attività perdurò sino al 28/2/1981, allorché il pluviometro, dato in gestione al Signor Michele Boaglio, fu trasferito dall'Ufficio Idrografico di Torino in località S. Martino di Barge, a S di Cavour, nel cortile della Cascina Bellina.

In questo periodo temporale dal 1/1/1951 al 28/2/1981 le quantità di pioggia giornaliera vennero lette alle ore 9 ed assegnate alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio presentano latitudine 44°47'0,8"N e longitudine 5°4'26"W M.M.

Rispetto alla precedente stazione termo-udometrica il pluviometro ha subito uno spostamento orizzontale verso E di 712,5 m ed uno verticale di m 12,84 verso il basso.

Osservatorio in S. Martino di Barge dell'Ufficio Idrografico

Il pluviografo della precedente stazione di via Saluzzo 11 in Cavour fu trasferito in data 1/3/1981 nel cortile della cascina Bellina, sita nella frazione di S. Martino di Barge. Accanto a questo pluviometro è stato installato dal 1987 anche un pluviografo tipo Pluvio 84 Cavicchioli con la bocca posta a 2,08 m sul suolo, ma le quantità di pioggia giornaliera continuano ad essere lette sul vecchio pluviometro, che presenta invece la bocca ad un'altezza di m 1,66 sul suolo di altitudine 288 m s.l.m.m.

Le quantità di pioggia giornaliera vengono acquisite alla quota di 289,66 m s.l.m.m. con letture alle ore 9 e vengono assegnate alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 9 di registrazione del dato.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio, attualmente in funzione, mostrano latitudine 44°43'58,3"N e longitudine 5°5'28,9"W M.M.

Rispetto al precedente osservatorio sito in via Saluzzo 11 a Cavour il pluviometro ha subito uno spostamento orizzontale di 5850 m verso S ed uno verticale di 12 m verso il basso

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri rilevati dai tre osservatori succedutisi nel tempo dal 1879 ad oggi, è avvenuta, consultando i tabulati originali conservati nell'archivio dell'Ufficio Idrografico di Torino integrati con la consultazioni degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, della Rivista Meteorico Agraria del Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio, del Bollettino Meteorologico di Moncalieri e degli Annali Idrologici del Ministero LL.PP.

La scheda riassuntiva delle modalità di acquisizione dei dati nei tre osservatori evidenzia che solo nel primo osservatorio sono state effettuate, limitatamente al periodo dal 1/1/1879 al 31/12/1927, le letture giornaliere delle temperature minima e massima, per cui solo alla serie pluviometrica (1879÷1993) risulta significativo applicare l'analisi climatica.

Infatti, la serie pluviometrica, ottenuta dall'insieme delle registrazioni dei tre osservatori succedutisi nel tempo in un'area del territorio di Cavour piuttosto contenuta ed omogenea dal punto di vista fisiografico, risulta rilevata con strumentazioni e tipologia di acquisizione dei dati tra loro confrontabili, per cui la serie dei valori pluviometrici, risultando continua e priva di lacune, può ritenersi omogeneamente rilevata.

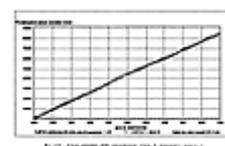
Tale serie pluviometrica, che copre l'intervallo temporale 1879 -1993, risultando inoltre rilevata secondo le posizioni strumentali e le modalità di acquisizione dei dati, consente di verificare se la presenza di eventuali disomogeneità rilevate dall'analisi climatica siano o meno imputabili ai cambiamenti avvenuti nell'attività e modalità di rilevazione dei dati.

Analisi climatica

Precipitazioni

L'intervallo temporale 1879÷1993 è privo di lacune di rilevazione delle quantità di pioggia giornaliera, per cui può essere utilizzato per l'applicazione dell'analisi climatica e per tracciare l'andamento delle precipitazioni annue riportato nella [figura 13](#). La curva cumulata delle precipitazioni annue di Cavour ([fig.7.2](#)) presenta una significativa correlazione con la relativa retta di regressione, per cui si può ritenere che le precipitazioni rilevate

fig.7.2



nell'intervallo temporale 1879 -1993 costituiscano una serie di valori argomentali dotati della necessaria uniformità ed omogeneità richieste per l'applicazione dell'analisi climatica.

Il confronto, infatti, tra la tabella 14 e l'andamento della cumulata (fig. 7.2) mette in evidenza come, né in corrispondenza degli anni 1950 e 1981, in cui avvenne il cambiamento di ubicazione dell'osservatorio, né in concordanza con l'anno 1932 di modificazione della lettura di acquisizione dei dati, si osservino variazioni apprezzabili nell'andamento della cumulata.

fig. 7.2

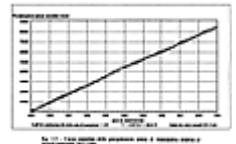


Tabella 14 - STAZIONE DI CAVOUR - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1879 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Cortile Cascina Bellina nella frazione di S. Martino di Barge a S di Cavour.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Letture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/1/1879 al 31/3/1913	44°47'0.9"	5°4'57.8"	314.5	0	0	
Dal 1/10/1917 al 31/12/1927	44°47'0.9"	5°4'57.8"	314.5	0	0	
Dal 1/1/1928 al 31/12/1950	44°47'0.9"	5°4'57.8"	314.5	0	0	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1879 al 30/11/1932	44°47'0.9"	5°4'57.8"	314.5	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	44°47'0.9"	5°4'57.8"	314.5	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 al 28/2/1981	44°47'0.8"	5°4'26"	301.7	712 → E	-12	Ore 9.00
Dal 1/3/1981 ad oggi	44°43'58.3"	5°5'28.9"	289.7	5850 → S	-12	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue (fig.13) relative al periodo 1879-1993 individua la presenza di un'evidente tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 115 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 236,4 mm pari ad un gradiente negativo di 2,06 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1879-1993, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in marzo ed agosto, in tutti gli altri mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di gennaio, maggio, giugno, luglio, ottobre e novembre.

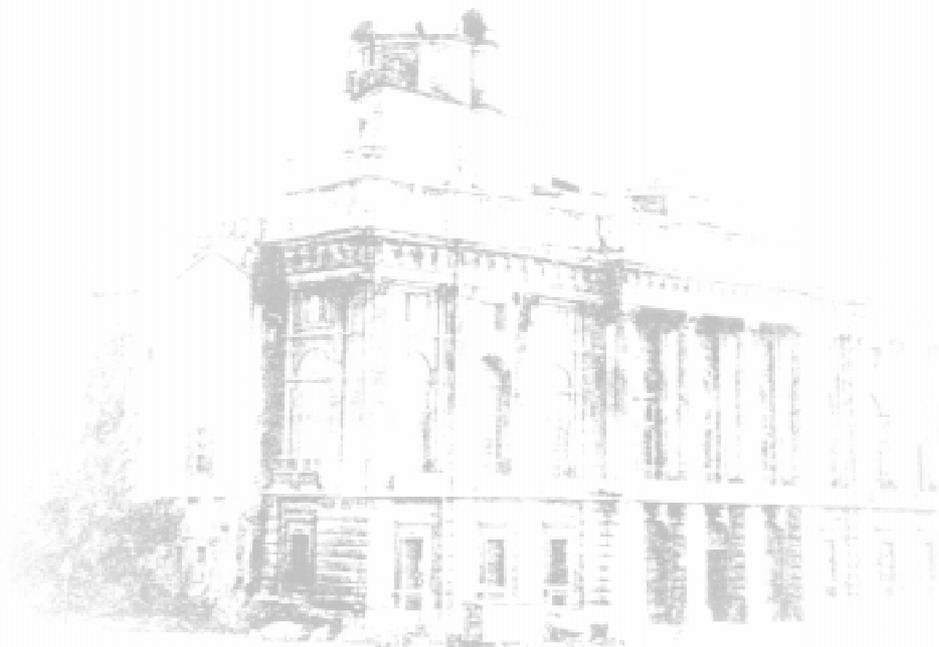


Figura 13

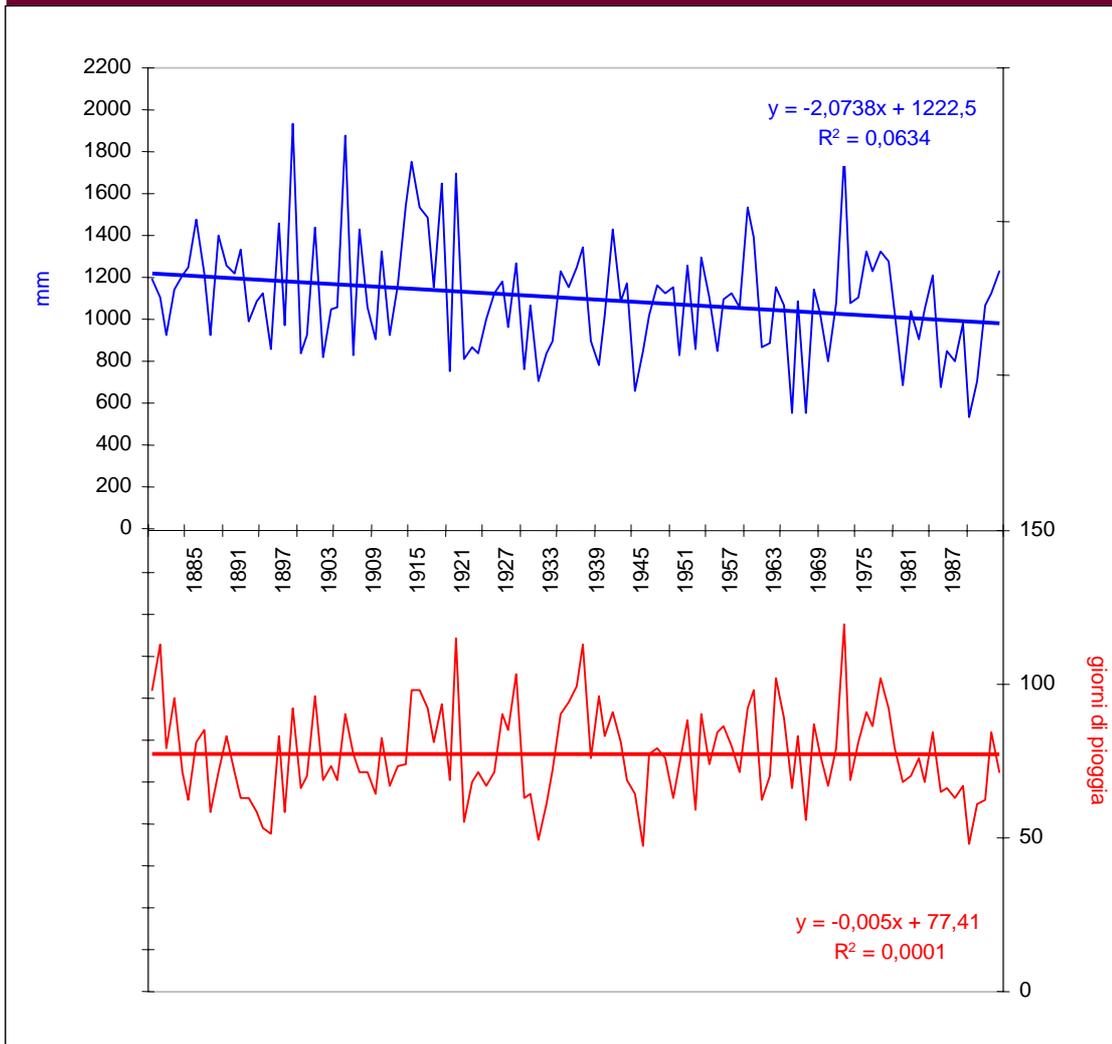


Figura 13

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi di Cavour nel periodo 1879 - 1993.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) evidenzia una precipitazione media annua del periodo di 1102,3 mm, che, con un numero medio annuo di 77,1 giorni piovosi, presenta un campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua di 537 mm con 48 giorni piovosi dell'anno 1989 ed il massimo di precipitazione annua di 1936,5 mm con 92 giorni piovosi dell'anno 1898.

La verifica della probabilità di evenienza di questi valori annui estremi, effettuata attraverso la distribuzione di frequenza dei minimi e dei massimi di precipitazione annua di questo periodo di 115 anni di rilevazioni pluviometriche a Cavour, permette di accertare per il minimo annuo di 537 mm un tempo di ritorno di 51,7 anni (fig. 7.3) e per il massimo annuo di 1936,5 mm un tempo di ritorno di 879,5 anni (fig. 7.4) che va quindi considerato del tutto indicativo risultando oltre 7 volte più grande del periodo di 115 anni di osservazione.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue di questo intervallo temporale (1879-1993) di 115 anni presenta un istogramma ad andamento unimodale (tav. 7.3b), con classe modale a limiti 1096,8÷1236,8 mm, mentre il relativo andamento della curva di frequenza fornisce valori percentuali di distribuzione assimilabili a quella di una distribuzione gaussiana, per cui si possono ritenere affidabili i risultati dell'analisi statistica.

L'andamento del numero di giorni piovosi per il periodo 1879-1993 (figura 13) indica la presenza di minimi significativi in corrispondenza degli anni 1893-1895, 1921-1922, 1929-1932, 1944-1946, 1988-1990, che rappresentano brevi e limitati intervalli temporali, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale mostra il rapporto dominante nella classe a limiti 1,0÷1,1, per cui si può ritenere che la più

tab. 45



fig. 7.3

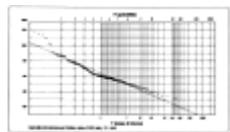
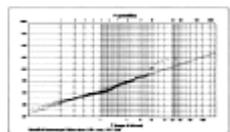
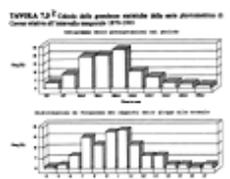


fig. 7.4



tav. 7.3b



probabile altezza di pioggia per un dato mese non sempre corrisponde a quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico estremo di 3,6 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 19° segnalano un regime pluviometrico tipico della zona submediterranea o sub-insubrica con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, in cui il numero degli anni secchi (precipitazioni annue <1043,7 mm) e quello degli anni più piovosi (precipitazioni annue <1289,5 mm) rappresentano ciascuno il 40% del totale (figura 41).

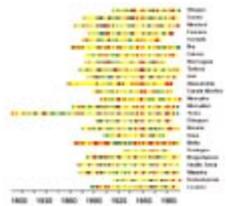
L'andamento stagionale, nell'ambito di questo periodo 1879-1993, mostra valori di precipitazione media per la primavera di 369,4 mm in 24,8 giorni piovosi, per l'estate di 260 mm in 18,5 giorni piovosi, per l'autunno di 307,6 mm in 19,1 giorni piovosi e per l'inverno di 164,4 in 14,6 giorni piovosi.

Nell'ambito sempre di questo stesso intervallo temporale 1879 -1993 si rilevano inoltre le seguenti caratteristiche stagionali:

- primavera più piovosa nel 1898 con 869,5 mm in 40 giorni piovosi e più secca quella del 1955 con 55 mm in 7 giorni piovosi;
- estate più piovosa nel 1917 con 5°4 mm in 24 giorni piovosi e più secca nel 1894 con 87,1 mm in 6 giorni piovosi;
- autunno più piovoso nel 1907 con 895 mm in 34 giorni piovosi e più secco nel 1989 con 41,2 mm in 8 giorni piovosi;

inverno più piovoso nel 1972 con 554,8 mm in 34 giorni piovosi e più secco nel 1952 con 16 mm in 2 giorni piovosi.

fig. 41



3.9 - CENTALLO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime sistematiche osservazioni meteorologiche a Centallo furono eseguite dal maestro Giuseppe Garaventa che nel giardino della propria abitazione, sita in via Ospedale 24, realizzò una stazione meteorologica, iniziando l'attività di rilevazione dei soli dati pluviometrici giornalieri con il 1/1/1883.

Il rilevamento delle quantità di pioggia giornaliera è continuato sino ad oggi però realizzato da tre diversi



Foto 9

Sede, a sinistra nella fotografia, dell'Orfanotrofio Don Carlo Paruchetti, a Centallo, nel cui cortile interno funzionò, dal 1.4.1937 al 31.12.1981, l'Osservatorio Meteorologico.

osservatori, che, ubicati nell'abitato di Centallo, si sono succeduti nel tempo in modo tale però da consentire la realizzazione di un'unica serie continua d'osservazioni.

Questi tre osservatori, succedutisi nel tempo a Centallo e denominati sulla base delle indicazioni emerse dalla documentazione cartacea esaminata, presentano le seguenti caratteristiche di posizionamento e di acquisizione dei dati.

Osservatorio termo-udometrico

Questo osservatorio iniziò la sua attività di rilevamento dei soli dati pluviometrici il 1/1/1883 sotto la direzione del maestro Giuseppe Garaventa, a cui successe, nel 1908, il maestro Alberto Gandino, che operò sino al 31/3/1937, data di cessazione delle osservazioni.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio, ubicato nel cortile dell'abitazione di Garaventa, presentavano latitudine 44°30'2"N, longitudine 4°52'1" W M.M. ed altitudine del suolo di 424 m s.l.m.m. La bocca del pluviometro presentava un'altezza sul suolo di 2,6 m, per cui le letture pluviometriche giornaliere venivano acquisite alla quota di 426,6 m s.l.m.m.

Le letture pluviometriche venivano effettuate alle ore 21, nel periodo dal 1/1/1883 al 30/11/1932, e, quindi, dal 1/12/1932 al 31/3/1937, alle ore 19, per cui i valori delle quantità di pioggia giornaliera si riferiscono alle ore 24 precedenti rispettivamente le ore 21 e le ore 19 del giorno di registrazione del dato.

Osservatorio Orfanotrofio Don Carlo Peruchetti

Questo osservatorio, gestito dalle suore dell'Orfanotrofio, iniziò la sua attività di rilevamento dei soli dati pluviometrici con il 1/4/1937 e smise l'invio dei modelli all'Ufficio Idrografico di Torino con il 31/12/1981, data di cessazione dell'attività di rilevamento dei dati.

Il pluviometro era sistemato nell'area del cortile dell'Orfanotrofio, dove ora sorge il nuovo asilo comunale, con la bocca ad un'altezza sul suolo di 1,7 m. Le coordinate geografiche presentavano latitudine 44°29'55,9"N, longitudine 4°52'6,8"W M.M. ed altitudine del suolo di 426 m s.l.m.m., per cui l'acquisizione delle quantità di pioggia giornaliera si riferiscono alla quota di 427,7 m s.l.m.m.

Rispetto all'osservatorio termo-udometrico la strumentazione pluviometrica ha quindi subito uno spostamento orizzontale di 300 m verso SW ed uno verticale verso l'alto di 1,1 m.

Le quantità di pioggia giornaliera erano lette, per tutto il periodo dal 1/4/1937 al 31/12/1950 alle ore 19 ed

assegnate alle 24 ore precedenti le ore 19 del giorno di registrazione del dato, mentre dal 1/1/1951 al 31/12/1981 le letture vennero effettuate alle ore 9 e conseguentemente assegnate alle 24 ore precedenti le ore 9 del giorno di assegnazione del dato.

Osservatorio Ufficio Idrografico di Torino

Questo osservatorio, tuttora operante, iniziò la sua attività di registrazione dei soli dati pluviometrici il 1/1/1982 utilizzando un pluviografo tipo Pluvio 84 Cavicchioli con la bocca posta a 2,2 m sul suolo che presenta un'altitudine di 415 m s.l.m.m., per cui le quantità giornaliere di pioggia sono acquisite alla quota di 417,2 m s.l.m.m.

La posizione del pluviografo, posto sul retro di un'abitazione antistante il passaggio a livello della linea ferroviaria Centallo-Cuneo presenta quali coordinate geografiche latitudine 44°30'6,1"N e longitudine 4°51'W M.M.

Rispetto all'osservatorio Peruchetti la strumentazione pluviometrica ha quindi subito uno spostamento orizzontale di 1.500 m verso E ed uno verticale verso il basso di 10,5 m.

Le letture della quantità di pioggia giornaliera dal 1/1/1982 vengono effettuate alle ore 9 ed assegnate all'intervallo di 24 ore intercorrente tra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati ha unicamente riguardato le osservazioni pluviometriche, in quanto, come indicato nella scheda riassuntiva (tabella 15), per tutto il periodo di funzionamento dei tre osservatori succedutisi nel tempo dal 1883 ad oggi non sono mai state eseguite letture termometriche.

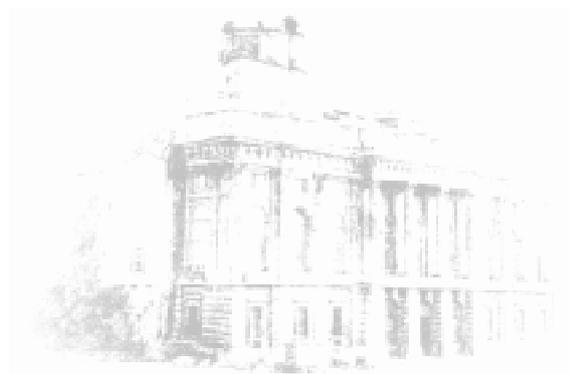
La rilevazione delle quantità di pioggia giornaliera è stata svolta consultando i tabulati originali conservati nell'archivio dell'Ufficio Idrografico di Torino a cui si sono aggiunti, per il completamento di alcune annate dovuto a tabulati risultati mancanti, sia la consultazione delle tabelle elaborate da EREDIA (1920), degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano e degli Annali Idrologici del Ministero dei LL.PP., sia il diretto esame di pluviogrammi.

Analisi climatica

Precipitazioni

L'insieme dei dati pluviometrici raccolti consente di ricostruire una serie continua, priva di lacune, per tutto l'intervallo temporale 1883-1988 in base alla quale è stato ricavato l'andamento delle precipitazioni annue (fig. 14).

La cumulata delle precipitazioni annue (fig. 8.2) evidenzia un andamento per la massima parte dell'intervallo temporale 1883-1988 conforme alla retta di regressione tranne che in corrispondenza dell'intervallo 1897-1900, dove si evidenzia un suo modesto cambiamento di posizione che, prendendo a confronto la tabella 15, non risulta correlazionabile né con spostamenti della strumentazione, né con modificazioni nella lettura di acquisizione dei dati.



— fig. 8.2

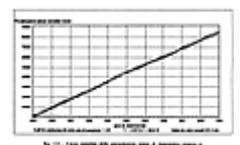


Tabella 15 - STAZIONE DI CENTALLO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1883 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione Ufficio Idrografico di Torino						
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1883 al 30/11/1932	44°30'2"	4°52'1"	426.6	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/3/1937	44°30'2"	4°52'1"	426.6	0	0	Ore 19.00
Dal 1/4/1937 al 31/12/1950	44°29'55.9"	4°52'6.8"	427.7	300 → SW	+1.1	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 al 31/12/1981	44°29'55.9"	4°52'6.8"	427.7	0	0	Ore 9.00
Dal 1/1/1982 ad oggi	44°30'6.1"	4°51'00"	417.2	1500 → E	-10.5	Ore 9.00

Considerata peraltro questa modesta discontinuità dell'andamento della cumulata in corrispondenza dell'intervallo temporale 1897-1900 non si è ritenuto opportuno apportare la relativa correzione con la metodologia del confronto delle pendenze delle rette regolatrici, rettificando cioè il tratto di cumulata compreso tra il 1883 ed il 1897 in relazione al resto della curva da ritenersi più attendibile.

Questa scelta di applicare l'analisi climatica direttamente sull'insieme dei valori documentari, senza cioè adottare la regolarizzazione del primo tratto di curva, si deve peraltro ritenere corretta, in quanto i risultati ottenuti non si discostano da quelli ricavabili qualora si eliminasse dalla serie l'intero periodo temporale 1883-1897.

L'andamento delle precipitazioni annue (fig. 14) evidenzia la presenza di una netta tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 106 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 267,1 mm pari ad un gradiente negativo di 2,52 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1883-1988, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in febbraio ed agosto, in tutti gli altri mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di aprile, maggio, giugno, luglio e ottobre.

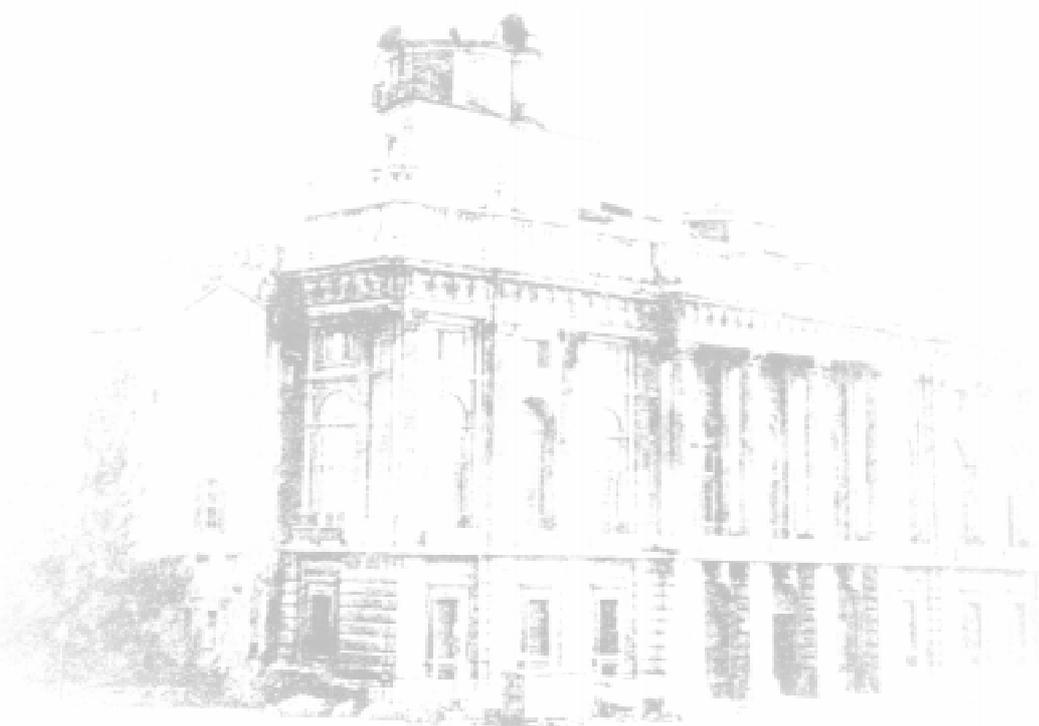


Figura 14

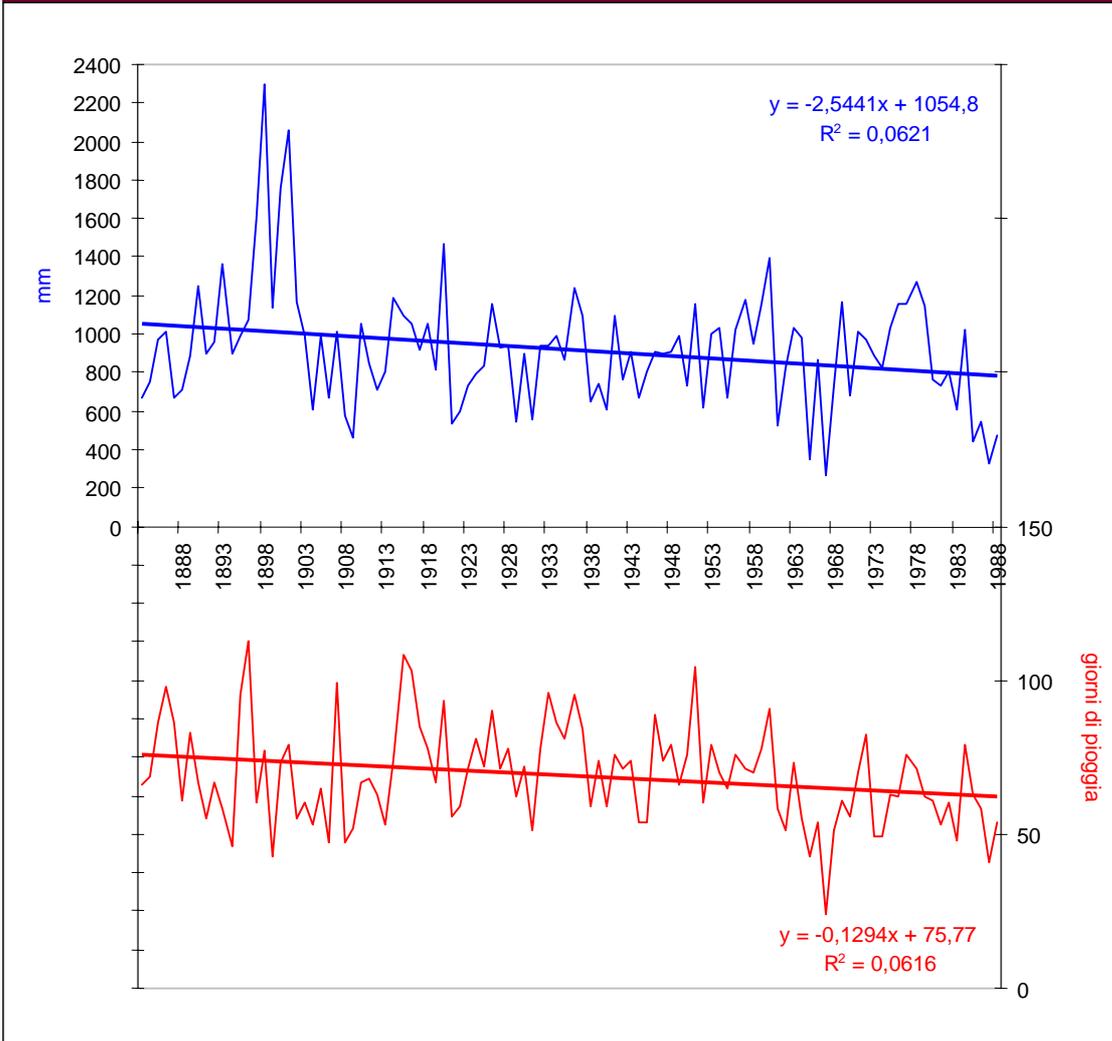


Figura 14

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi di Centallo nel periodo 1883-1988.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) indica, per l'intervallo temporale 1883-1988, una precipitazione media annua di 918,7 mm, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di 267,6 mm in 24 giorni piovosi del 1967 ed il massimo di 2301,2 mm in 77 giorni piovosi del 1898.

La relativa verifica della probabilità di evenienza di questi valori estremi annuali mostra per il minimo di 267,6 mm un tempo di ritorno di 54 anni (fig.8.3) e per il massimo di 2301,2 mm un tempo di ritorno elevatissimo (fig. 8.4), quindi da ritenere inaffidabile.

La distribuzione delle frequenze delle precipitazioni annue dell'intervallo 1883-1988 evidenzia un istogramma ad andamento unimodale con classe modale a limiti 877,7÷1081 mm (tav.8.3b), mentre il rapporto delle piogge annue alla normale (tav. 8.3b) presenta il rapporto dominante esteso a tre classi comprese tra i limiti 0,9÷1,2 per cui si evince che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non risulta quella della sua normale.

L'andamento delle precipitazioni annue (fig.14) mostra infine la presenza, in corrispondenza dell'intervallo temporale 1897-1902, del massimo di precipitazioni annue di tutta la serie (1883 -1988), per cui tale intervallo temporale coincidendo con quello rilevato in corrispondenza della discontinuità sulla cumulata ne spiega l'irregolarità rilevata.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui per il periodo 1883-1988 evidenzia la presenza di periodi significativi di minimo in corrispondenza degli intervalli temporali 1897-1906, 1908 -1914 e 1963 -1971 (fig.14).

tab. 45

fig. 8.3

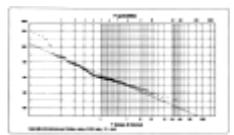
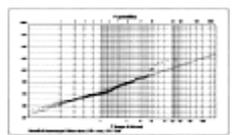
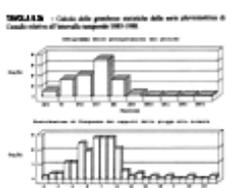


fig. 8.4



tav. 8.3b

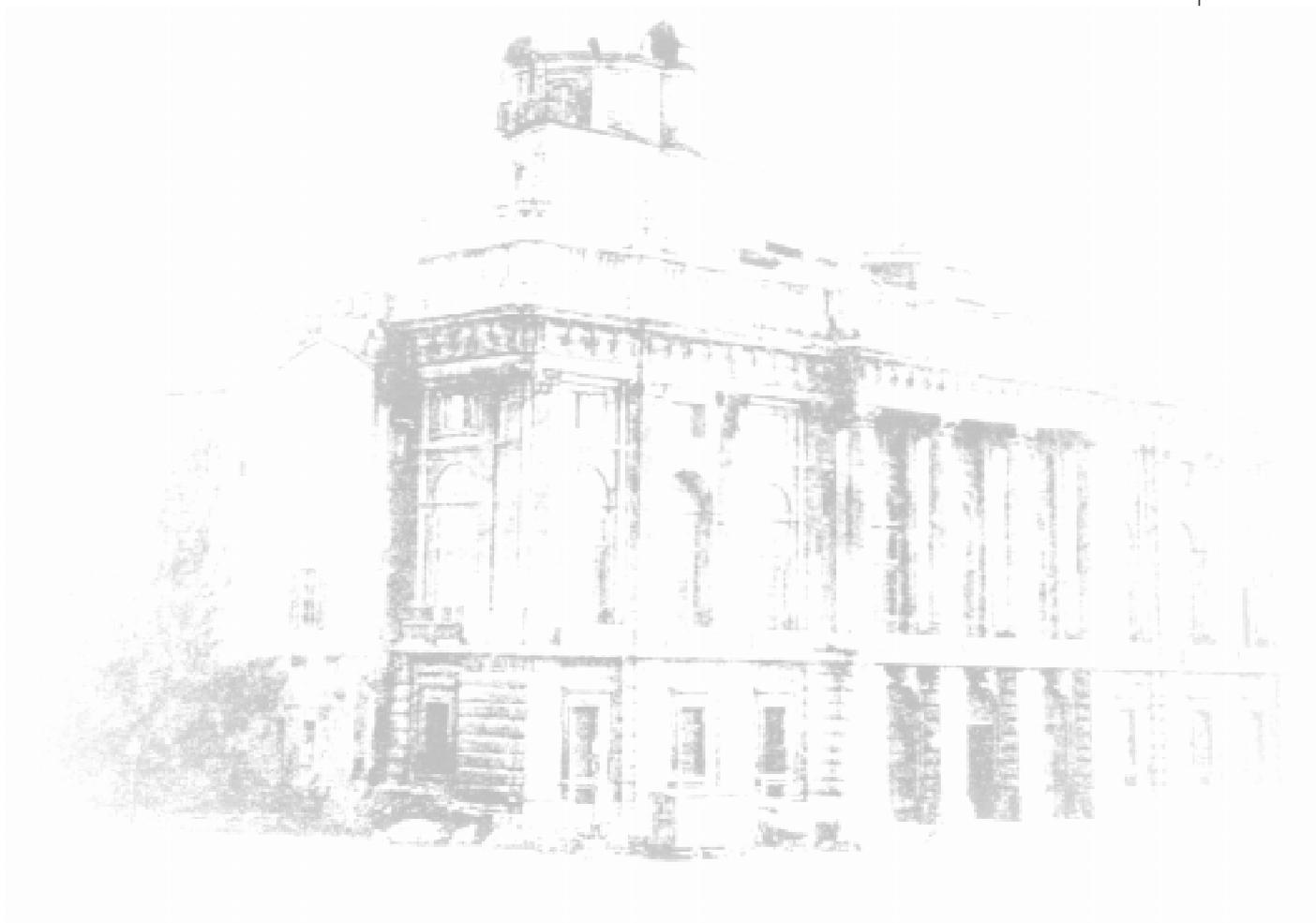
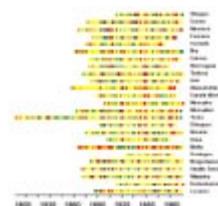


Il modulo pluviometrico estremo di 8,6 e l'angolo medio annuo di Gams di 26,7° individuano per Centallo la presenza di un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 20° e 30° del tipo submediterraneo e subatlantico, in cui gli anni secchi (precipitazioni annue <850,1 mm) rappresentano il 39,6% del totale e quelli piovosi (precipitazioni annue >979,4 mm) il 40,6% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1883 al 31/12/1988 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 300,4 mm in 22,2 giorni piovosi, per l'estate di 180,8 mm in 15,6 giorni piovosi, per l'autunno di 281,1 mm con 17,5 giorni piovosi e per l'inverno di 158,6 mm con 13,5 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo dal 1/1/1883 al 31/12/1988 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1898 con 827 mm in 33 giorni piovosi e la più secca quella del 1987 con 24,2 mm in 3 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1900 con 633 mm in 19 giorni piovosi e la più secca quella del 1967 con 26 mm in 3 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1901 con 1100 mm in 25 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 43 mm in 6 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1902 con 434 mm in 23 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 11 mm in 4 giorni piovosi.

fig. 41



3.10 - CHIVASSO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

La città di Chivasso risulta dotata di una serie di osservazioni meteorologiche continue dal 1892, rilevate da due osservatori diversamente posizionati sul territorio, ma con attività di funzionamento temporale tale da consentire di comporre un'unica serie ininterrotta di dati pluviometrici, mentre, per quelli termometrici, la serie presenta vistose lacune.

I due osservatori succedutisi nel tempo dal 1892 ad oggi vengono descrittivamente denominati secondo le sotto riportate indicazioni ricavate dalla documentazione cartacea esaminata, mantenendo, per il più antico, la stessa dicitura nomenclaturale riferita da EREDIA (1920).

Osservatorio termo-udometrico

Questo osservatorio entrò in funzione il 1/1/1892 con la strumentazione posta nel cortile dell'ex convento di San Bernardino in via della Ruta, ora via del Collegio, compreso tra i numeri civici 4 e 6, e proseguì la sua attività di rilevazione sino al 31/12/1960, cioè anche dopo che le suore di

San Giuseppe, con l'acquisto dell'immobile dalla signora Zenone (DELL'OLMO & SCUCCIMARRA, 1987, pagg.54 e 55), istituirono l'Istituto Femminile San Giuseppe e l'Asilo Infantile. A tal proposito, quale particolare curioso emerso dallo spoglio dei tabulati, risulta che l'avvocato Oreste Zenone, proprietario *pro tempore* del precitato edificio, compilò personalmente le schede pluviometriche mensili dal 1913 al 1917 con specifiche e puntuali segnalazioni dei principali eventi meteorologici.

Questo osservatorio presentava, quali coordinate geografiche, latitudine 45°11'19,3"N, longitudine 4°33'51,4"W M.M. ed altimetria del suolo di 183 m s.l.m.m., per cui le termometrie e le pluviometrie risultano acquisite a 184,5 m s.l.m.m.

Le osservazioni termometriche, per tutto il periodo di funzionamento dell'osservatorio dal 1/1/1892 al 31/12/1960 consistevano nella lettura delle temperature minima (T_{min}) e massima (T_{max}), mentre quelle pluviometriche, per il periodo dal 1/1/1892 al 30/11/1932, riguardavano la lettura della quantità di pioggia giornaliera alle ore 21 e l'indicazione mensile del numero di giorni con precipitazioni $\leq 0,9$ mm, ≥ 1 mm, con neve, grandine, temporali, nebbia, sereni e coperti. Successivamente, dal 1/12/1932 al 31/12/1950, le letture della quantità di pioggia giornaliera furono eseguite alle ore 19, quindi, dal 1/1/1951 al 31/12/1960, data di cessazione dell'attività, alle ore 9, mentre non sono state più svolte le rilevazioni mensili del tipo di tempo giornaliero.

Osservatorio Centrale ENEL di Ciména

Nel Comune di Castagneto Po, in località Ciména, sul terrazzo della Centrale ENEL posto al di sopra del salto di 23 metri con cui viene prodotta l'energia elettrica, è posto un pluviografo tipo Pluvio 84 Cavicchioli con la bocca a 2 m dal pavimento ed a 10 m dal suolo che presenta altitudine di 209 m s.l.m.m., per cui le letture delle quantità di pioggia giornaliera sono acquisite alla quota di 221 m s.l.m.m.

La capannina meteorologica con il termometro a minima e massima è invece posta sulla parete N della Centrale ad una altezza di 1,6 m sul suolo che presenta altitudine di 209 m s.l.m.m., per cui le letture termometriche risultano acquisite all'altitudine di 210,6 m s.l.m.m.

Le letture pluviometriche giornaliera dal 1/1/1961 ad oggi avvengono alle ore 9 e la relativa quantità di pioggia



Foto 10

Osservatorio Meteorologico di Chivasso, in funzione dal 1.1.1961, posto sul terrazzo della Centrale ENEL di Ciména nel Comune di Castagneto Po.

assegnata alle ore 24 precedenti le ore 9 del giorno di lettura e registrazione del dato, mentre quelle termometriche si riferiscono alla rilevazione giornaliera delle T_{\min} e T_{\max} .

Le coordinate geografiche di questo osservatorio presentano latitudine $45^{\circ}9'55,1''N$ e longitudine $4^{\circ}35'37,8''W$ M.M., per cui, rispetto al precedente osservatorio la strumentazione ha subito uno spostamento orizzontale verso SW di 3475 m ed uno verticale verso l'alto di 26,1 m per il termometro e di 36,5 m per il pluviografo.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici dei due osservatori che si sono succeduti dal 1892 ad oggi è stata sviluppata consultando i tabulati originali conservati nell'Archivio dell'Ufficio Idrografico di Torino, in quanto l'archivio cartaceo del primo osservatorio depositato presso l'Istituto San Giuseppe (1892-1960) è andato perduto e quello del secondo osservatorio (1961 ad oggi) gestito dall'ENEL a Ciména non esegue copia dei tabulati che trasmette direttamente a Torino.

E' stato pertanto necessario, al fine di integrare alcune lacune presenti nell'Archivio dell'Ufficio Idrografico di Torino, consultare gli Annali Idrologici del Ministero LL.PP., gli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, le tabelle pubblicate da EREDIA (1920), nonché esaminare direttamente, dove è stato possibile, termogrammi e pluviogrammi.

Il complesso di tali ricerche ha permesso la ricostruzione, in modo continuo e privo di lacune, della serie pluviometrica relativa a tutto il periodo dal 1/1/1892 al 31/12/1988, mentre, per quanto concerne la serie termometrica, notevoli e svariati intervalli temporali di questo stesso periodo risultano mancanti di dati, per cui, allo stato attuale delle ricerche, non è ancora stato possibile ottenere un intero intervallo temporale d'ampiezza significativa per lo sviluppo dell'analisi climatica.

Analisi climatica

Precipitazioni

L'intervallo temporale 1892-1988, risultando continuo e privo di lacune, viene utilizzato come base documentaria per ricavare l'andamento delle precipitazioni annue della [figura 15](#).

Tabella 16 - STAZIONE DI CHIVASSO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1892 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione Meteorologica dell'Ufficio Idrografico di Torino presso la Centrale ENEL di Ciména.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lettura ($T_{\min}-T_{\max}$)
Dal 1/1/1892 al 31/12/1960	44°11'19.3"	4°33'51.4"	184.5	0	0	
Dal 1/1/1961 ad oggi	45°9'55.1"	4°35'37.8"	210.6	3475 → SW	+26.1	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1892 al 30/11/1932	45°11'19.3"	4°33'51.4"	184.5	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	45°11'19.3"	4°33'51.4"	184.5	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 al 31/12/1960	45°11'19.3"	4°33'51.4"	184.5	0	0	Ore 9.00
Dal 1/1/1961 ad oggi	45°9'55.1"	4°35'37.8"	221	3475 → NE	+36.5	Ore 9.00

La cumulata delle precipitazioni annue di questo stesso periodo (fig. 9.2) evidenzia un andamento pressoché coincidente con la relativa retta di regressione, per cui si può complessivamente ritenere che i valori argomentali di questa serie pluviometrica storica non presentino evidenti e significative disomogeneità.

L'andamento delle precipitazioni annue (fig. 15) del periodo 1892 -1988 mette chiaramente in evidenza una netta tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 97 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 251,0 mm pari ad un gradiente negativo di 2,59 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1892 -1988, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in febbraio, in tutti i mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di maggio, giugno, luglio e ottobre.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) consente di ricavare una precipitazione media di 873,1 mm con 76,6 giorni piovosi, compresa tra il minimo dell'anno 1970 con 459,8 mm in 57 giorni piovosi ed il massimo dell'anno 1901 con 1497,4 mm in 124 giorni piovosi.

La verifica della probabilità d'evenienza di questi valori estremi delle precipitazioni annue del periodo 1892 -1988 indica, per il minimo di 459,8 mm, un tempo di ritorno di 27,1 anni (fig. 9.3) e, per il massimo di 1497,4 mm, un tempo di ritorno di 289,1 anni (fig. 9.4).

fig. 9.2

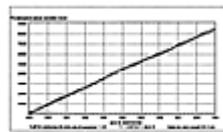


fig. 9.3

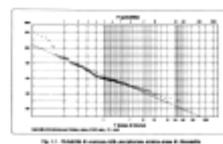


fig. 9.4

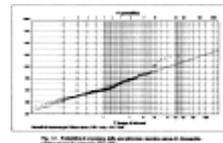


Figura 15

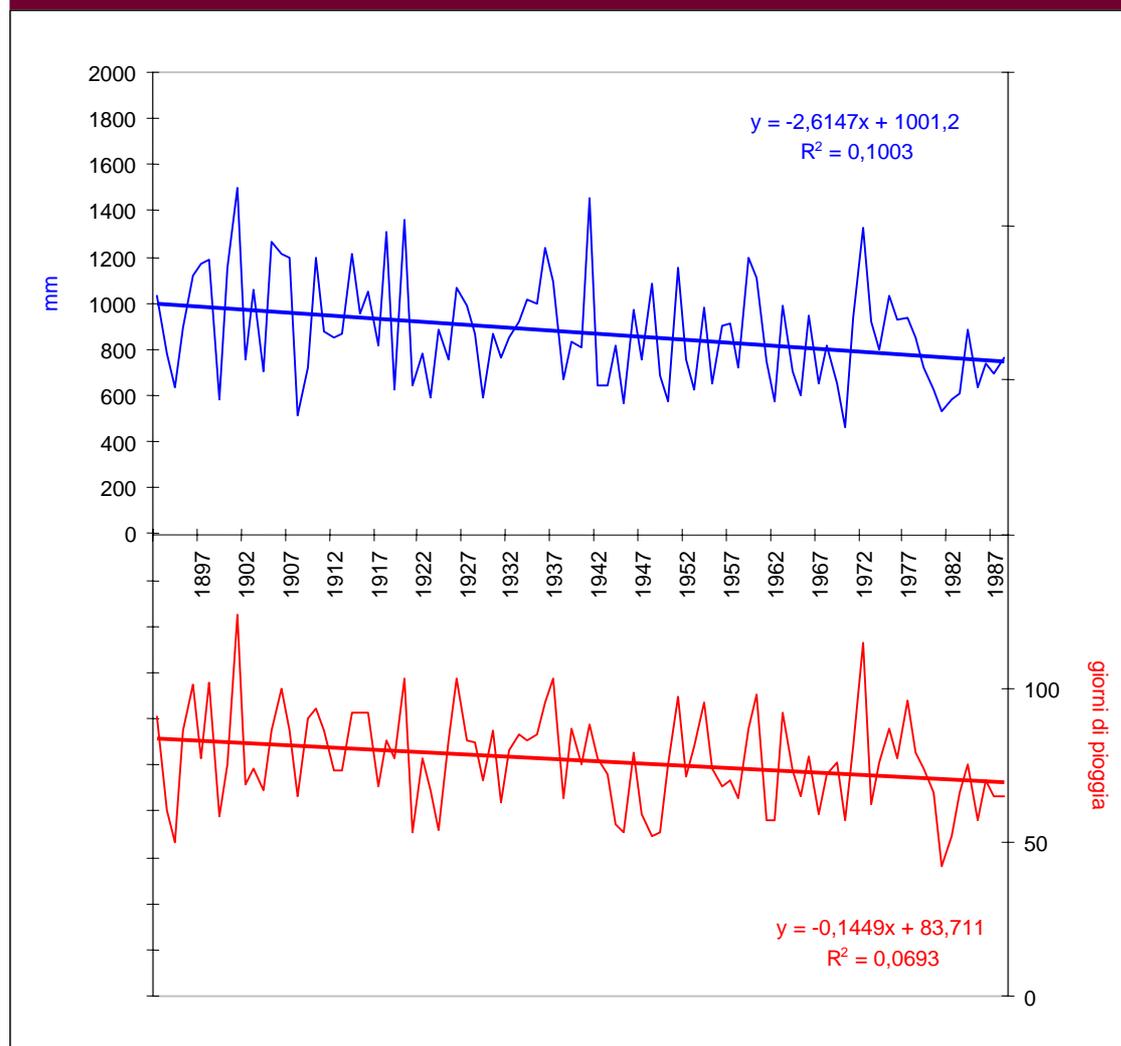


Figura 15

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi di Chivasso nel periodo 1892 -1988.

tab. 45

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue (tav. 9.3b) dimostra un istogramma ad andamento trimodale con moda principale con classe a limiti 563,6÷667,3 mm e moda secondaria con classe a limiti 874,8÷978,6 mm, mentre il grafico del rapporto delle piogge annue alla normale (tav. 9.3b) rivela un rapporto dominante coincidente con la classe a limiti 0,8÷0,9 per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non risulta quella della sua normale.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui per il periodo 1892-1988 mostra la presenza di periodi di minimo significativo in corrispondenza degli intervalli temporali 1892-1895, 1921-1925, 1938-1950, 1964-1971 e 1979-1988 (fig.15).

Il modulo pluviometrico estremo di 3,3 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 12,7° individuano un regime pluviometrico tipico della zona sub mediterranea o sub insubrica, caratteristico del confine sud occidentale delle Alpi, con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, in cui gli anni secchi (precipitazione annua <767 mm) rappresentano il 38,8% del totale e gli anni piovosi (precipitazione annua >908,4 mm) il 39,8% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1892 al 1988 rivelano inoltre una precipitazione media per la primavera di 284,2 mm in 24 giorni piovosi, per l'estate di 214,2 mm in 19,6 giorni piovosi, per l'autunno di 236,1 mm in 18,5 giorni piovosi e per l'inverno di 136,5 mm in 14,4 giorni piovosi.

In particolare si evince inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1898 con 614,7 mm in 45 giorni piovosi e la più secca quella del 1982 con 30,2 mm in 10 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1941 con 437 mm in 19 giorni piovosi e la più secca quella del 1974 con 60,2 mm in 11 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è risultato quello del 1901 con 686,9 mm in 30 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 26 mm in 3 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è stato quello del 1972 con 435,8 mm in 34 giorni piovosi e quello più secco il 1981 con 1,8 mm in 1 giorno piovoso.

tav. 9.3b

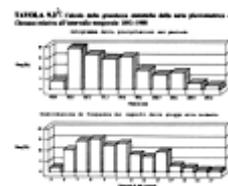
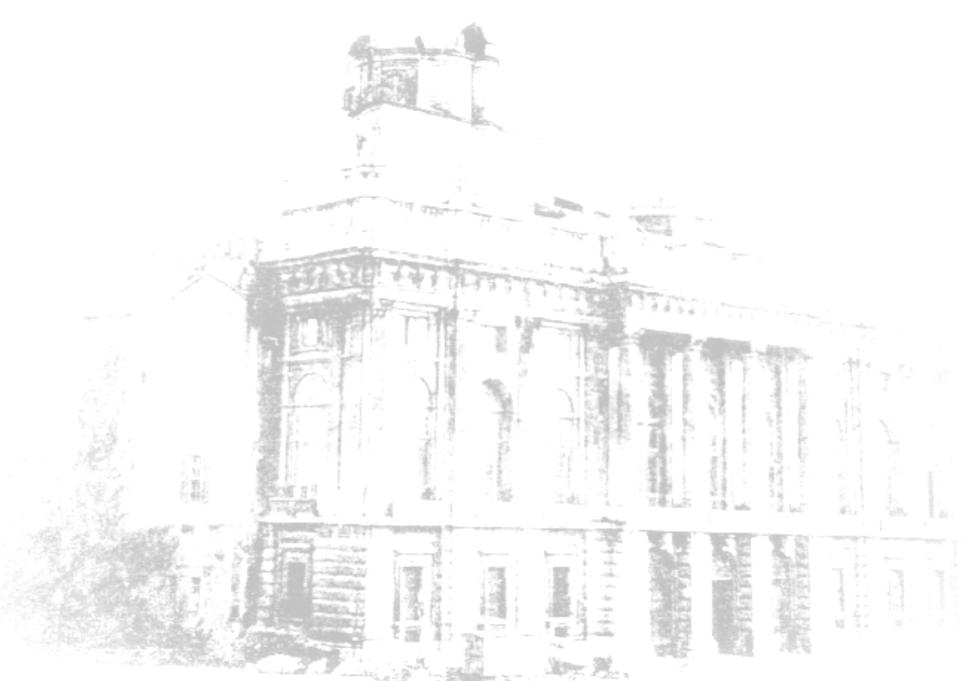
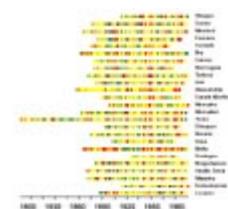


fig. 41



3.11 - CUNEO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime osservazioni meteorologiche a Cuneo furono condotte dal medico GALLO (1840) che annotava quotidianamente i fenomeni meteorologici più appariscenti ed interessanti con l'indicazione dei soli giorni piovosi, senza però la relativa quantità di pioggia e da cui COSSAVELLA (1897) ricavò i dati meteorologici del periodo dal 1803 al 1840. Solamente però dal 1/12/1876 iniziò il funzionamento dell'Osservatorio Meteorologico della città di Cuneo nella torretta, ottenuta dalla ristrutturazione del



Campanile di Santa Chiara, dell'allora Regio Istituto Tecnico, attuale sede invece dell'Istituto Professionale Statale per l'Industria e l'Artigianato di via Cacciatori delle Alpi 2.

Le osservazioni meteorologiche sistematiche, iniziate da COSSAVELLA (1897) con il 1/12/1876, continuarono sino ad oggi, però rilevate da due diversi osservatori, posti entrambi nell'ambito del centro urbano con attività temporale di funzionamento tale da consentire di ottenere una serie continua di dati meteorologici.

Osservatorio meteorologico della Città di Cuneo

Questo osservatorio, entrato in funzione con il 1/12/1876 nella torretta Santa Chiara del Regio Istituto Tecnico, presentava la strumentazione termometrica allocata, secondo la descrizione fornita da COSSAVELLA (1897), sulla finestra N della stanza superiore della torretta e quella pluviometrica sul terrazzo della torretta, per cui l'altezza sul suolo dei termometri risultava di 20 m e quella del pluviometro di 24 m. Le coordinate geo-



grafiche di questo osservatorio, che inviò i moduli con i dati giornalieri all'Ufficio Idrografico di Torino sino al 31/3/1947, mentre cessò l'attività il 31/12/1950, presentavano latitudine 44°23'25"N, longitudine 4°54'45"W M.M. ed altitudine del suolo di 531 m s.l.m.m., per cui le osservazioni termometriche risultano lette alla quota di 551 m s.l.m.m. e quelle pluviometriche alla quota di 555 m s.l.m.m.

Le osservazioni termometriche, come riportato da COSSAVELLA (1897), avvennero per il periodo dal 1/12/1876 al 31/12/1895 con lettura delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), ore 13 (T_{13}), ore 15 (T_{15}), ore 21 (T_{21}) e per il periodo dal 1/1/1896 al 1/12/1901 con l'aggiunta della temperatura delle ore 7 (T_7) in estate e delle ore 8 (T_8) in inverno.

Dal 1/1/1902, con l'inizio della direzione di Sebastiano Canuto, le osservazioni termometriche procedettero sino al 30/11/1932 con lettura delle (T_{\min}) e (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), ore 15 (T_{15}) ed ore 21 (T_{21}), mentre dal 1/12/1932 al 31/12/1950 furono eseguite letture giornaliere delle (T_{\min}), (T_{\max}), (T_8) e (T_{19}). Le quantità di pioggia giornaliera, come si legge in una nota inviata con la scheda del settembre 1912 a

Foto 11

L'Osservatorio Meteorologico della città di Cuneo, ricavato nella cella campanaria dell'antico Campanile di Santa Chiara, rimase in attività, iniziando l'acquisizione dei dati il 1.12.1876 sotto la direzione di Giovanni Cossavella, sino al 31.12.1950.

Foto 12

La lapide posta in ricordo del prof. Giovanni Cossavella fondatore e direttore pro tempore dell'Osservatorio Meteorologico (foto 11) della Città di Cuneo.

firma del direttore Sebastiano Canuto, venivano lette giornalmente alle ore 21 ed assegnate alle 24 ore intercorrenti delle ore 21 del giorno precedente alle ore 21 del giorno di registrazione del dato. Tale lettura venne effettuata per tutto l'intervallo temporale compreso tra il 1/12/1876 ed il 30/11/1932. Dal 1/12/1932 al 31/12/1950 la lettura delle quantità giornaliere di pioggia fu spostata alle ore 19, per cui, conseguentemente, il dato si riferisce alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 19 del giorno di registrazione.

Camera di Commercio - Osservatorio meteorologico di Cuneo

Questo osservatorio entrò in funzione il 1/1/1951 con una capannina meteorologica posta in via Monte Zovetto 8 sul terrazzo dell'attuale sede del Liceo Scientifico Statale Giuseppe Peano sotto la direzione della Camera di Commercio di Cuneo che ne curò, per oltre un ventennio, la pubblicazione dei dati nel "*Bollettino mensile delle osservazioni meteorologiche sul clima di Cuneo*". La strumentazione di regi-



Foto 13

Osservatorio Meteorologico della Camera di Commercio di Cuneo posto sul terrazzo dell'attuale sede del Liceo Scientifico Statale Giuseppe Peano e in attività dal 1.1.1951.

strazione delle temperature risulta posta in una capannina meteorologica ad 1,4 m dal pavimento del terrazzo e quella della quantità di pioggia misurata da un pluviometro, tipo Pluvio 84 Cavicchioli, posizionato con la bocca ad 1,92 m dal pavimento del terrazzo. La quota pavimento del terrazzo mostra un'altezza di 28,47 m sul suolo, che presenta altitudine di 537 m s.l.m.m. In questo osservatorio, che presenta quali coordinate geografiche latitudine 44°23'4,1"N e longitudine 4°54'48,7"W M.M., le letture termometriche vengono acquisite a 29,87 m dal suolo, quindi ad un'altitudine di 566,87 m s.l.m.m., mentre quelle pluviometriche, risultando a 30,39 m sul suolo, si riferiscono ad un'altitudine di 567,39 m s.l.m.m. Rispetto al precedente osservatorio della Città di Cuneo la strumentazione ha quindi subito uno spostamento orizzontale di 1.188 m verso SW ed uno spostamento verticale verso l'alto di 15,87 m per le misure termometriche e di 12,39 m per quelle pluviometriche.

Le osservazioni termometriche dal 1/1/1951 ad oggi si riferiscono alle letture giornaliere delle (T_{\min}) e (T_{\max}) con il periodo dal 1/6/1951 al 31/12/1951 in cui sono state rilevate anche le temperature delle ore 8 (T_8) ed ore 19 (T_{19}).

Le quantità di pioggia giornaliera vengono lette dal 1/1/1951 ad oggi alle ore 9, per cui sono state assegnate all'intervallo di 24 ore precedente rispettivamente le ore 9 del giorno di lettura e registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri dei due osservatori succedutisi a Cuneo (tabella 17) dal 1877 ad oggi è stata effettuata consultando i tabulati originali conservati negli archivi dell'Ufficio Idrografico di Torino e dell'UCEA di Roma, cui si è accompagnata la consultazione delle tabelle pubblicate da MILLOSEVICH (1881), COSSAVELLA (1897), da EREDIA (1920) e da CANUTO (1928) e l'esame degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, degli Annali del Ministero dei LL.PP., del Bollettino Mensile delle Osservazioni Meteorologiche sul clima di Cuneo, della Rivista Meteorico Agraria del Ministero di Agricoltura,

Industria e Commercio Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica e del Bollettino Meteorologico di Moncalieri.

L'insieme complessivo dei dati raccolti ha consentito di ricostruire la serie pluviometrica storica di Cuneo dal 1877 ad oggi e le relative osservazioni risultano prive di lacune, per cui il periodo 1877-1994 può essere assunto come base documentaria per l'analisi climatica.

La serie termometrica invece presenta alcune lacune e diversi intervalli temporali mancanti di dati, per cui, nel complesso risultano continui nei valori giornalieri solo gli intervalli temporali 1877-1906 e 1921-1950, che, quindi, non appaiono, allo stato attuale dell'investigazione, sufficientemente ampi per una ricerca di tendenze evolutive della temperatura.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le precipitazioni annue a Cuneo relative all'intervallo temporale 1877-1994, utilizzate come valori argomentati, consentono di ricavare una curva cumulata (fig. 10.2) che presenta un andamento conforme alla relativa retta di regressione, per cui questa base documentaria si può ritenere dotata delle necessarie caratteristiche di uniformità ed omogeneità richieste per l'applicazione dell'analisi climatica.

fig. 10.2

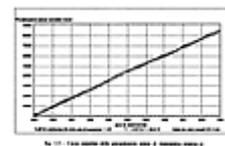


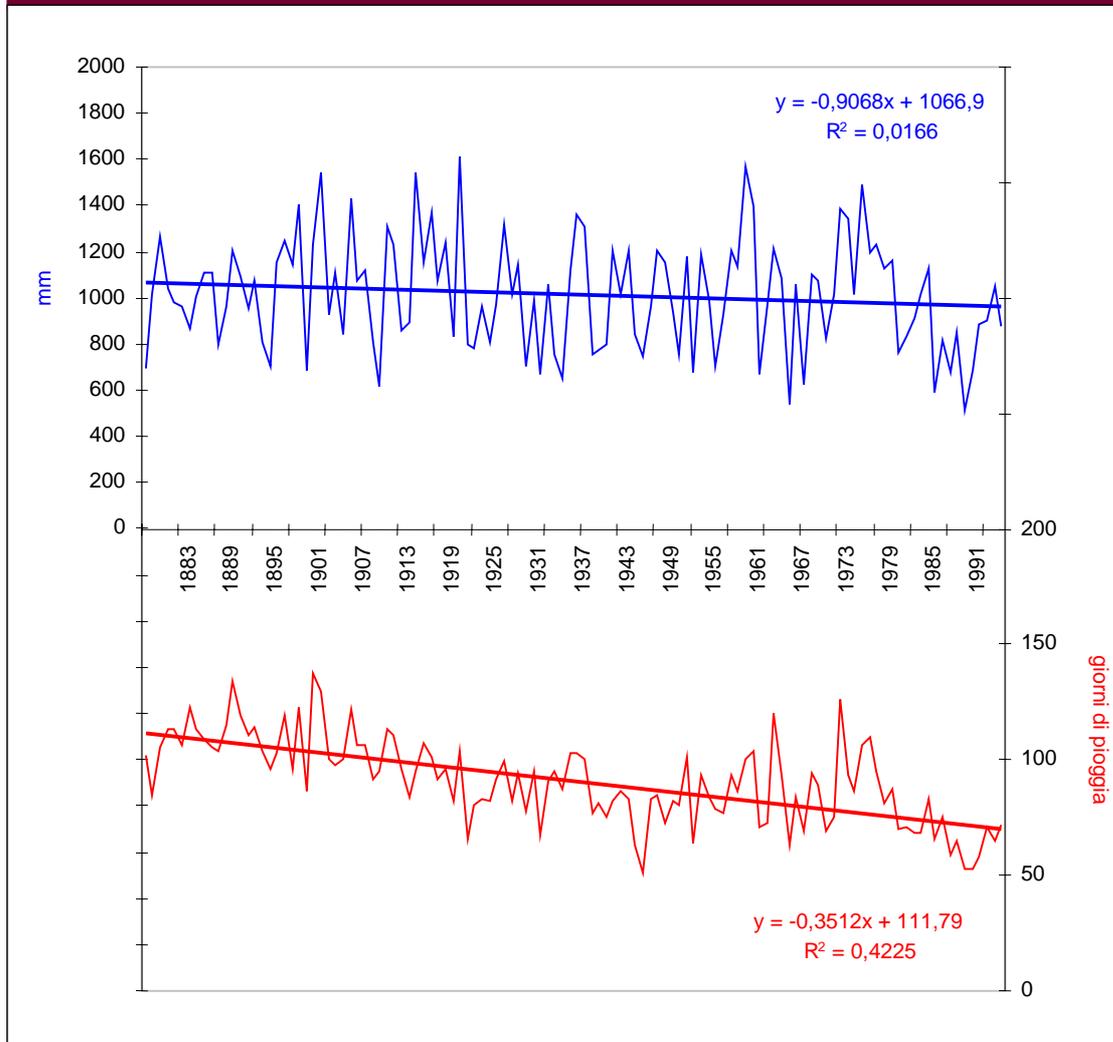
Tabella 17 - STAZIONE DI CUNEO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 dicembre 1876 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione Meteorologica dell'Ufficio Idrografico di Torino presso il Liceo Scientifico Peano.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/12/1876 al 31/12/1895	44°23'25"	4°54'45"	551	0	0	T ₉ -T ₁₃ -T ₁₅ -T ₂₁
Dal 1/1896 al 1/12/1901	44°23'25"	4°54'45"	551	0	0	T ₇ -T ₈ -T ₉ -T ₁₃ -T ₁₅ -T ₂₁
Dal 1/1/1902 al 30/11/1932	44°23'25"	4°54'45"	551	0	0	T ₉ -T ₁₅ -T ₂₁
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	44°23'25"	4°54'45"	551	0	0	T ₈ -T ₁₉
Dal 1/1/1951 al 1/5/1951	44°23'4.1"	4°54'48.7"	566.87	1188 → SW	+15.87	
Dal 1/6/1951 al 31/12/1951	44°23'4.1"	4°54'48.7"	566.87	0	0	T ₈ -T ₁₉
Dal 1/1/1952 ad oggi	44°23'4.1"	4°54'48.7"	566.87	0	0	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/12/1876 al 30/11/1932	44°23'25"	4°54'45"	555	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	44°23'25"	4°54'45"	555	1388 → NE	-9.65	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 ad oggi	44°23'4.1"	4°54'48.7"	567.4	1188 → NE	+12.39	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue (fig. 16) evidenzia inoltre la presenza, nell'intervallo temporale 1877-1994, di una chiara tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 118 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 106,1 mm pari ad un gradiente negativo di 0,91 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1877-1994, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in febbraio ed agosto, in tutti gli altri mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di aprile, maggio ed agosto.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) mostra che a questo stesso periodo è associata una precipitazione media annua di 1012,9 mm in 90,9 giorni piovosi, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua verificatosi nell'anno 1989 con 514,6 mm in 53 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nell'anno 1920 con 1609,1 mm in 104 giorni piovosi.

Figura 16



tab. 45

Figura 16

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Cuneo nel periodo 1877 - 1994.

La verifica di probabilità di evenienza di questi valori annui estremi calcolata per questo periodo di 118 anni consente di determinare per il minimo annuo di 514,6 mm un tempo di ritorno di 52,8 anni (fig. 10.3) e per il massimo annuo di 1.609,1 mm un tempo di ritorno di 153,8 anni (fig. 10.4).

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue dell'intervallo 1877-1994 (tav. 10.3b) mostra un istogramma ad andamento bimodale, con moda principale nella classe a limiti 1061,9÷1171,3 mm e moda secondaria a limiti 733,5÷843,0 mm, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza fornisce valori percentuali di distribuzione assimilabili ad una distribuzione gaussiana, come peraltro confermato altresì dal valore di 0,082 dell'indice di Bowley.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui per il periodo 1877-1994 (figura 16) mostra la presenza di tre periodi di minimo significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1921-1934, 1944-1953, 1961-1971 e 1977-1994, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 10.3b), presentando il rapporto dominante nella classe a limiti 1,1÷1,2 indica che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non corrisponde a quella della sua normale.

fig. 10.3

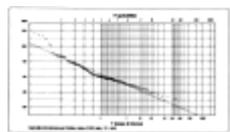
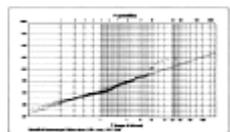
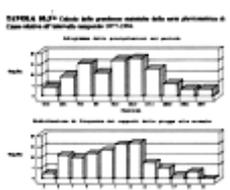


fig. 10.4



tav. 10.3b

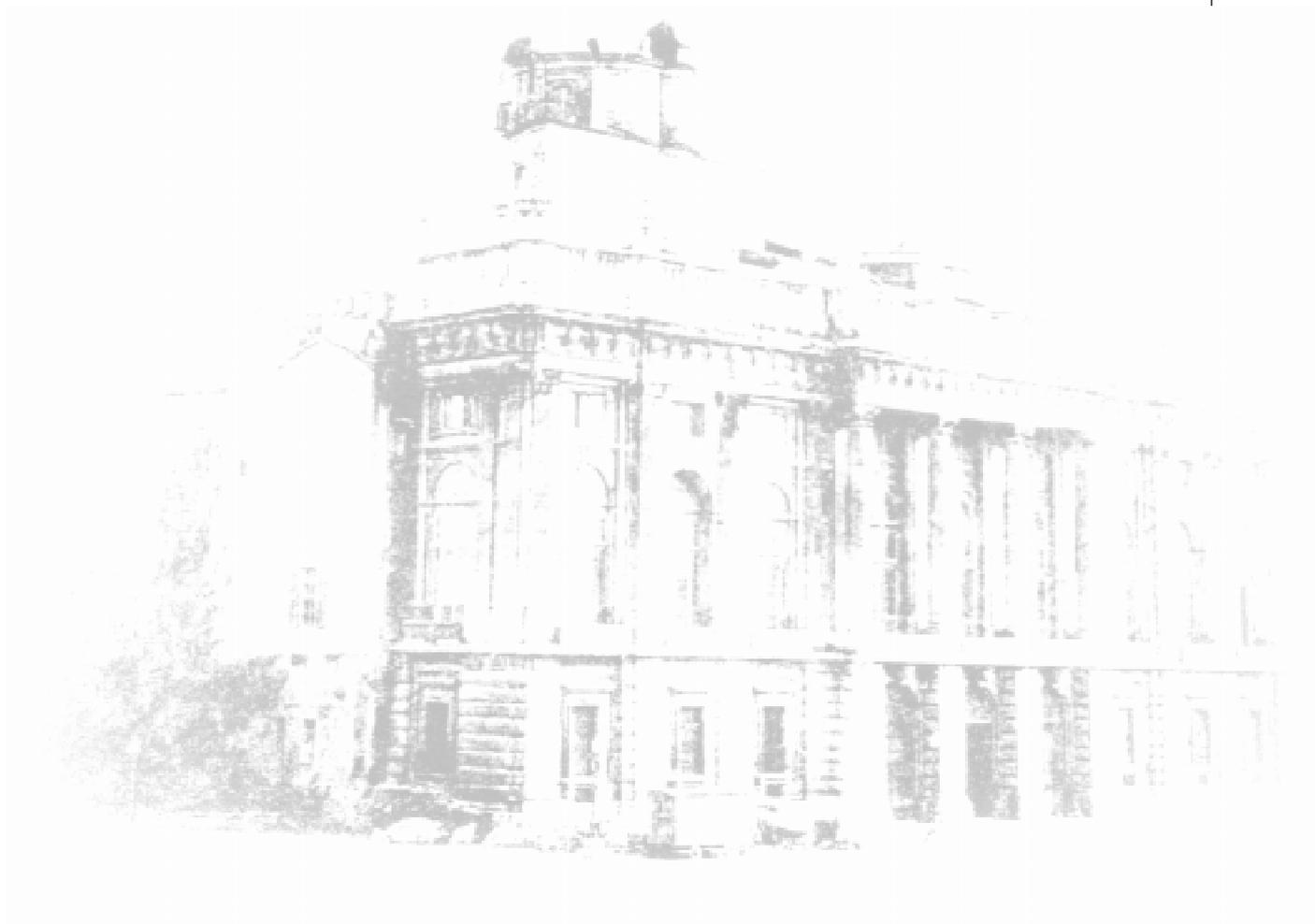
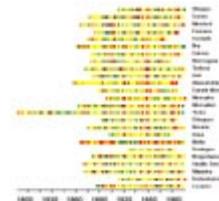


Il modulo pluviometrico estremo di 3,1 e l'angolo medio annuo di Gams di 29,8° individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 20° e 30°, quindi di tipo submediterraneo e subatlantico, in cui gli anni secchi (precipitazione annua <959,2 mm) rappresentano il 39,8% del totale e gli anni piovosi (precipitazione annua >1077,5 mm) il 40,7% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1877 al 31/12/1994 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 348,2 mm in 29,4 giorni piovosi, per l'estate di 197 mm in 21,4 giorni piovosi, per l'autunno di 291,5 mm in 23,1 giorni piovosi e per l'inverno di 179,6 mm in 17 giorni piovosi.

In particolare poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1877-1994 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1879 con 774,9 mm in 39 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 72 mm in 12 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1953 con 450 mm in 28 giorni piovosi e la più secca quella del 1991 con 37,2 mm in 7 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1907 con 697,3 mm in 39 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 64 mm in 6 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1974 con 484,4 mm in 28 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1990 con 10,8 mm in 3 giorni piovosi.

fig. 41



3.12 - DOMODOSSOLA

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

La città di Domodossola, ubicata nell'ampia zona alluvionale del Toce denominata "Piano dell'Ossola Superiore", risulta dotata di una serie continua di osservazioni meteorologiche dal 1872, praticamente rilevate nella stessa posizione topografica a meno di modesti spostamenti strumentali, che, descrittivamente, per uniformità con i caratteri illustrativi delle altre stazioni meteorologiche, vengono indicati con le sottoriportate denominazioni di osservatori, pur presentandosi entro un ambito ridotto, non solo della stessa area topografica cittadina, ma addirittura della medesima struttura edilizia.

Osservatorio torretta meridionale di Palazzo Mallerio

Questo osservatorio, proposto nel Congresso Alpinistico dell'agosto 1870 cui parteciparono padre Denza e Stoppani, venne realizzato nel 1871, e, solennemente inaugurato, come descritto da MALLADRA (1910), il

30/11/1871 con la strumentazione portata dal Denza il 10/9/1871, iniziò la sua attività il 1/12/1871 nella torretta dell'orologio posta sulla facciata meridionale di Palazzo Mallerio, oggi sede municipale di Piazza Rovereto. Il direttore *pro tempore* Don Giovanni Calza, tra le varie strumentazioni messe in opera su questa torretta, sistemò i termometri a minima e massima ed il termografo registratore Richard per le rilevazioni della temperatura dell'aria ed il pluviometro con bocca del diametro di 49 cm per la misura delle quantità di pioggia giornaliera.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio, che funzionò sino al 30/6/1876, presentavano latitudine 46°6'54,3"N, longitudine 4°9'37,3"W M.M. ed altitudine della superficie topografica di 280 m s.l.m.m.

La posizione strumentale, sia dei termometri, sia della bocca del pluviometro, risultava posta a 14,6 m sul suolo, per cui le relative letture termometriche e pluviometriche venivano acquisite alla quota di 294,6 m s.l.m.m.

Per tutto il periodo di funzionamento di questo osservatorio, dal 1/12/1871 al 30/6/1876, le osservazioni termometriche consistevano nella lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9) ed ore 21 (T_{21}), mentre le quantità di pioggia giornaliera venivano lette alle ore 21 ed assegnate all'intervallo temporale compreso tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di lettura e registrazione del dato.

Osservatorio Collegio Mellerio-Rosmini

Questo osservatorio entrò in funzione il 1/7/1876 sistemato in una torretta posta sull'estremità NW della terrazza che si estendeva sopra la manica occidentale interna del Collegio Rosmini di via Rosmini 24. Le coordinate geografiche di questo osservatorio, che funzionò sino al 30/9/1886, presentavano latitudine 46°6'47"N, longitudine 4°9'44,3"W M.M. ed altitudine del suolo di 280 m s.l.m.m.

In questa torretta furono trasferite tutte le strumentazioni del precedente osservatorio e la quota dei bulbi dei termometri e della bocca del pluviometro risultavano posti a 15 m sul suolo, per cui le acquisizioni dei dati termometrici e pluviometrici venivano lette alla quota di 295 m s.l.m.m.

Rispetto al precedente osservatorio la strumentazione meteorologica ha quindi subito uno spostamento oriz-



Foto 14

Osservatorio del Collegio Mellerio-Rosmini a Domodossola in attività, sistemato nella torretta visibile al centro della fotografia, dal 1.10.1886.

zontale verso SW di 250 m ed uno spostamento verticale verso l'alto di 0,4 m.

Le letture termometriche e pluviometriche proseguirono sino alla cessazione delle attività, avvenuta il 30/9/1886, con la stessa tipologia oraria adottata nel precedente osservatorio.

Osservatorio Collegio Mellerio-Rosmini sopraelevato

Questo osservatorio entrò in funzione con il 1/10/1886 nella nuova torretta edificata al centro della manica interna ed al di sopra di un intero piano di soprizzo (4 fuori terra) con cui si era dato corso all'ampliamento del Collegio. Le coordinate di questo osservatorio presentano latitudine $46^{\circ}6'46,1''N$ e longitudine $4^{\circ}9'46,6''W$ M.M., mentre la quota altimetrica del suolo rimane immutata a 280 m s.l.m.m.

Questa nuova torretta, attualmente funzionante come osservatorio, presenta un'altezza dei termometri e del pluviometro sul suolo di 22,3 m, per cui le letture termometriche e pluviometriche vengono acquisite all'altitudine di 302,3 m s.l.m.m.

Rispetto al precedente osservatorio la strumentazione ha quindi subito uno spostamento orizzontale verso SW di 10 m (MALLADRA, 1910, pag.20) ed uno spostamento verticale verso l'alto di 7,3 m.

Il funzionamento di questa strumentazione perdurò sino al 1/11/1898, allorché il direttore *pro tempore* Malladra, subentrato il 26/2/1898 al Calza, su consiglio di Tacchini, direttore generale dell'UCEA di Roma, spostò i termografi a minima e massima, il termografo registratore Richard e lo psicrometro, in una capannina meteorologica ubicata nella zona occidentale del cortile interno al Collegio.

Pertanto dal 1/11/1898 ad oggi le letture termometriche da un'altezza sul suolo di 22,3 m sono passate ad un'altezza sul suolo di 1,2 m, quindi la loro acquisizione avviene ad una quota di 281,2 m s.l.m.m.

Relativamente alla strumentazione termometrica si è quindi verificato uno spostamento orizzontale verso W di 125 m ed uno verticale verso il basso di 21,1 m. Le coordinate geografiche di questa capannina presentano latitudine $46^{\circ}6'45''N$ e longitudine $4^{\circ}9'50,7''W$ M.M.

Le osservazioni termometriche sino al 30/11/1932 continuarono con le stesse letture orarie del precedente osservatorio, mentre dal 1/12/1932 al 31/12/1968 alla lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) si associò quelle sinottiche delle ore 8 (T_8), ore 14 (T_{14}) ed ore 19 (T_{19}), mentre dal 1/1/1969 ad oggi si continuano le stesse letture tranne quella delle ore 14 che è stata soppressa.

Le osservazioni pluviometriche giornaliere sino al 30/11/1932 sono state effettuate alle ore 21, quindi dal 1/12/1932 ad oggi alle ore 19 assegnando rispettivamente le relative quantità giornaliere all'intervallo di 24 ore immediatamente precedenti le ore 19 e le ore 9 del giorno di lettura e registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici della stazione di Domodossola è avvenuta con la diretta consultazione dei registri originali depositati nell'archivio del Collegio Mallerio Rosmini e dei tabulati inviati dagli osservatori *pro tempore* all'Ufficio Idrografico di Torino ed all'UCEA di Roma. Tale ricerca ed acquisizione dei valori termopluviometrici è stata altresì integrata con la consultazione delle tabelle pubblicate da MILLOSEVICH (1881), MALLADRA (1910), EREDIA (1920), PATTARONE & ALICE (1925) e dei Bollettini annuali pubblicati dall'Osservatorio Geofisico Rosmini.

L'insieme complessivo dei dati raccolti ha consentito di ricostruire la serie pluviometrica storica di Domodossola per il periodo dal 1/1/1872 al 1/12/1996 e buona parte di quella termometrica, ma con presenza di sporadiche lacune distribuite un po' su tutto l'arco dell'intervallo 1872÷1996, che, allo stato attuale delle risultanze, non permettono ancora di realizzare intervalli, continui e senza lacune, di lunghezza temporale significativa ai fini

dell'analisi climatica.

La serie pluviometrica rappresenta pertanto la base documentaria su cui è stata applicata l'analisi climatica e la conoscenza delle modalità di acquisizione dei dati, praticamente rilevati per tutto l'intervallo temporale 1872-1996, a meno di modesti spostamenti, nell'ambito dello stesso osservatorio e con l'uso della medesima strumentazione (tabella 18), indica altresì l'esistenza di un'indubbia uniformità di rilevazione e misurazione.

Analisi climatica

Precipitazioni

La serie pluviometrica di Domodossola relativa all'intervallo temporale 1872-1996 fornisce la curva cumulata dei valori delle quantità annue di precipitazione (fig. 11.2), da cui si evince un andamento conforme alla relativa curva di regressione dove il modesto scostamento verificabile in corrispondenza dell'intervallo temporale 1934-1942, come indica il confronto con la scheda riassuntiva (tabella 18) delle modalità di rilevazione ed acquisizione dei dati, non risulta comunque imputabile a modificazioni nella posizione degli strumenti o a cambiamenti nelle letture dei dati. L'assenza quindi di discontinuità o disomogeneità nell'andamento della cumulata ricollegabili a cambiamenti avvenuti nella posizione o nella lettura strumentale inducono a ritenere questa serie pluviometrica come dotata di uniformità ed omogeneità.

fig. 11.2

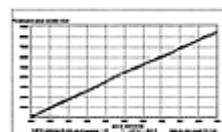


Tabella 18 - STAZIONE DI DOMODOSSOLA - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 dicembre 1871 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Collegio Mellerio-Rosmini sito in via Rosmini, 24.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Letture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/12/1871 al 30/6/1876	46°6'54.3"	4°9'37.3"	294.6	0	0	T ₉ - T ₂₁
Dal 1/7/1876 al 30/9/1886	46°6'47"	4°9'44.3"	295	250 → SW	+0.4	T ₉ - T ₂₁
Dal 1/10/1886 al 30/10/1898	46°6'46.1"	4°9'46.6"	302.3	10 → SW	+7.3	T ₉ - T ₂₁
Dal 1/11/1898 al 30/11/1932	46°6'45"	4°9'50.7"	281.2	125 → W	-21.1	T ₉ - T ₂₁
Dal 1/12/1932 al 31/12/1968	46°6'45"	4°9'50.7"	281.2	0	0	T ₈ -T ₁₄ -T ₁₉
Dal 1/1/1969 ad oggi	46°6'45"	4°9'50.7"	281.2	0	0	T ₈ -T ₁₄ -T ₁₉
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/12/1871 al 30/6/1876	46°6'54.3"	4°9'37.3"	294.6	0	0	Ore 21.00
Dal 1/7/1876 al 30/9/1886	46°6'47"	4°9'44.3"	295	250 → SW	+0.4	Ore 21.00
Dal 1/10/1886 al 30/11/1932	46°6'47"	4°9'44.3"	295	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 ad oggi	46°6'47"	4°9'44.3"	295	0	0	Ore 19.00

L'andamento delle precipitazioni annue di Domodossola (fig.17) relative al periodo dal 1/1/1872 al 31/12/1996 rivela la presenza di una tendenza, ancorché modesta, ma pur sempre ben evidente, negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 125 anni, una diminuzione della precipitazione

media annua di 36,21 mm pari ad un gradiente negativo di 0,29 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1872-1996, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in febbraio, maggio, agosto, settembre e novembre, in tutti gli altri mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di luglio, ottobre e dicembre.

Figura 17

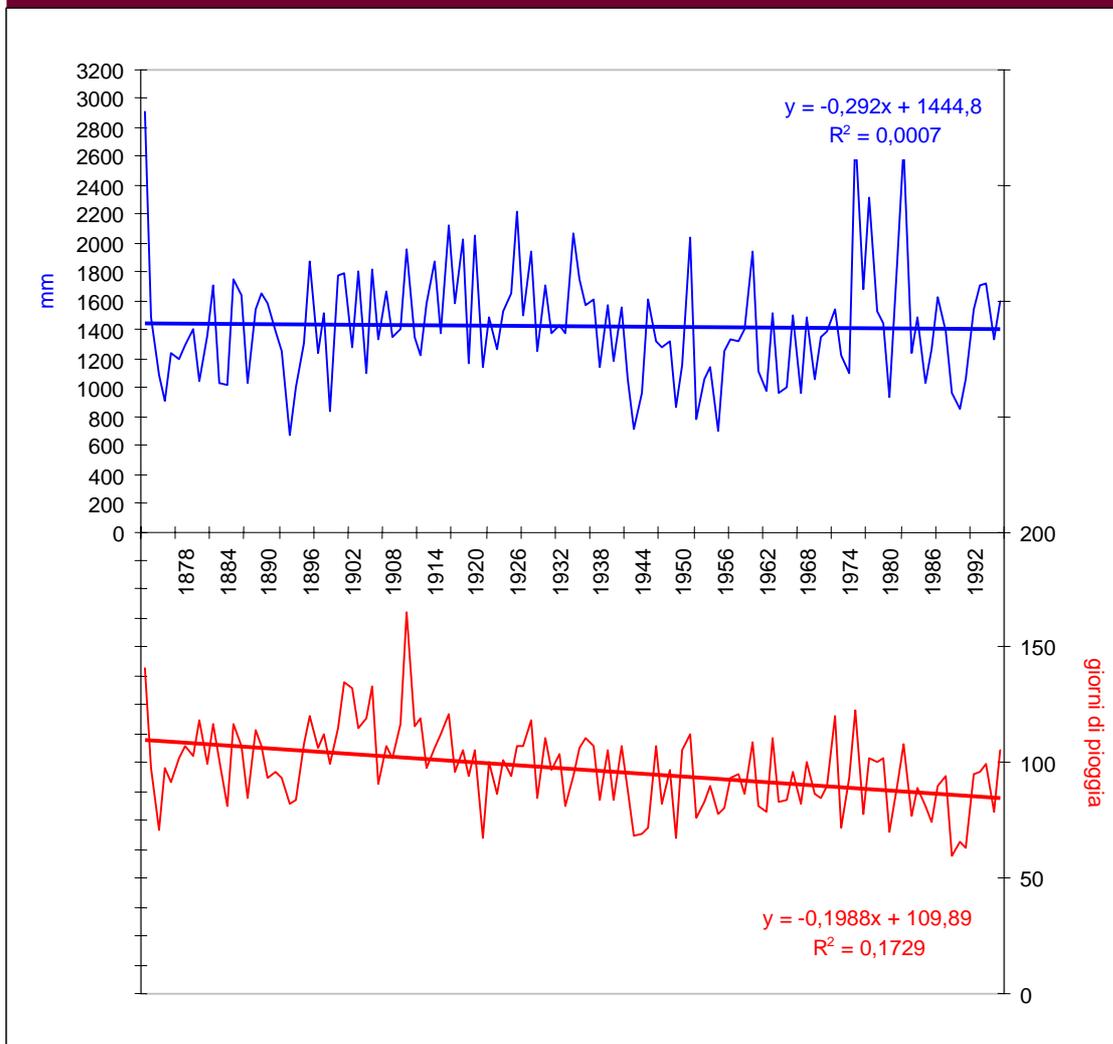


Figura 17

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Domodossola nel periodo 1872-1996.

tab. 45

fig. 11.3

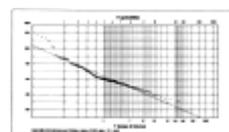
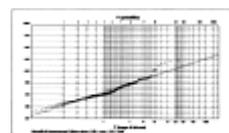
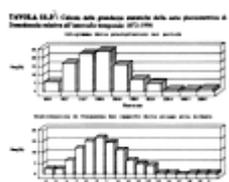


fig. 11.4



tav. 11.3b



Dal calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) si ricava, per questo periodo di 125 anni, una precipitazione media annua di 1426,4 mm in 97,4 giorni piovosi, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua del 1893 di 668,8 mm in 82 giorni piovosi ed il massimo del 1872 con 2908,2 mm in 141 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di evenienza di questi valori estremi annui calcolata per questo periodo di 125 anni evidenzia per il minimo annuo di 668,8 mm un tempo di ritorno di 35,1 anni (fig. 11.3) e per il massimo annuo di 2908,2 mm un tempo di ritorno elevatissimo (fig. 11.4), quindi, in relazione alla lunghezza dell'intervallo di 125 anni, da considerarsi del tutto teorico e privo di riscontro reale.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue (tav. 11.3b) presenta un istogramma ad andamento bimodale con moda principale nella classe a limiti 1340,6÷1564,6 e moda secondaria nella classe a limiti 2684,3÷2908,4 mentre l'andamento della relativa curva di frequenza mostra valori percentuali di distribuzione assimilabili a quelli di una distribuzione gaussiana, valutazione altresì confermata dal valore di $-0,013$ dell'in-

dice di Bowley, per cui i valori argomentali di questa serie pluviometrica possono ritenersi affidabili per l'elaborazione statistica.

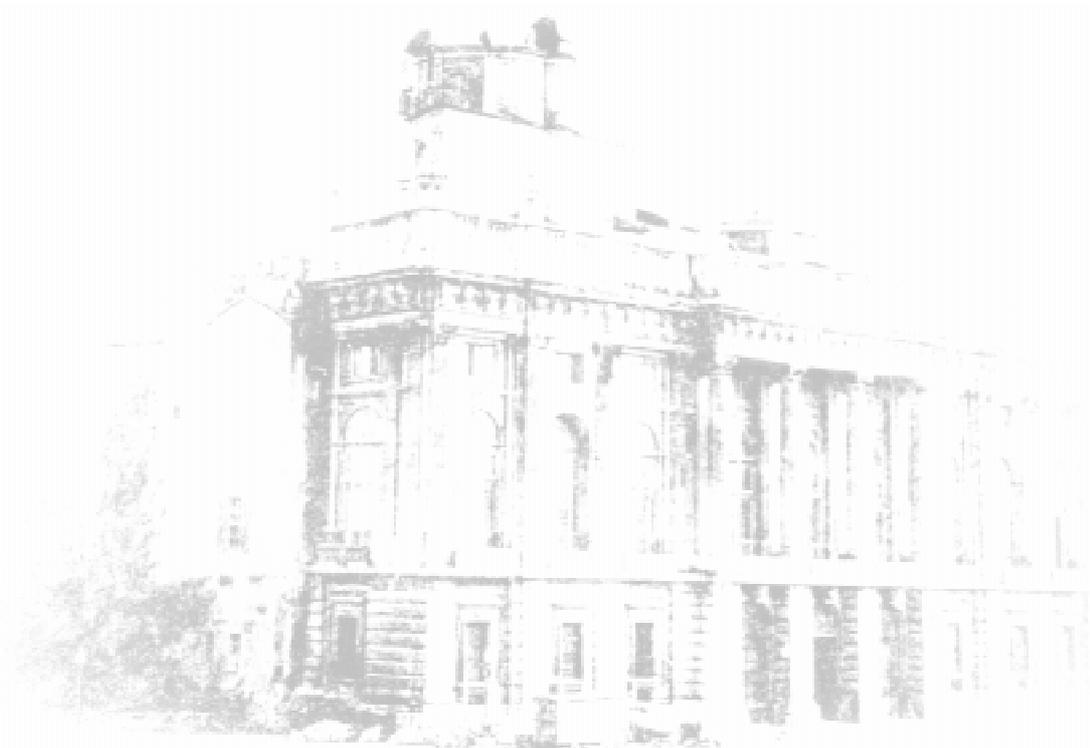
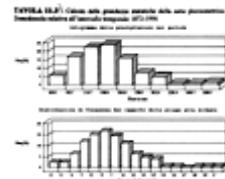
Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui (figura 17) di questo periodo 1872-1996 mostra la presenza di tre periodi di minimi in corrispondenza degli intervalli temporali 1920-1922, 1941-1944 e 1972-1992, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 11.3b) evidenziando il rapporto dominante nella classe a limiti $0,9 \div 1$ segnala che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese corrisponde a quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico di 4,3 e l'angolo medio annuo di Gams di $12,5^\circ$ individuano un grado di continentalità compreso tra 10° e 20° , contraddistinto come suboccidentale o subatlantico o subillirico, tipico del confine sud occidentale delle Alpi, in cui gli anni secchi (precipitazione annua $< 1312,1$ mm) rappresentano il 40% del totale e quelli piovosi (precipitazione annua > 1498 mm) il 40% del totale.

Le precipitazioni medie stagionali in questo intervallo di 125 anni mostrano un valore di 427,3 mm in 28,6 giorni piovosi per la primavera, di 336,7 mm in 27,3 giorni piovosi per l'estate, di 447,5 mm in 24,6 giorni piovosi per l'autunno e di 206,2 mm in 16,7 giorni piovosi per l'inverno.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo dal 1/1/1872 al 31/12/1996 mette in evidenza inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1975 con 1019 mm in 40 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 70,4 mm in 15 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1982 con 808,9 mm in 32 giorni piovosi e la più secca quella del 1991 con 106,6 mm in 11 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1982 con 1225,4 mm in 35 giorni piovosi ed il più secco quello del 1876 con 35,4 mm in 6 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1873 con 630,8 mm in 32 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 6,4 mm in 3 giorni piovosi.

tav. 11.3b



3.13 - FOSSANO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime osservazioni meteorologiche di cui si ha menzione furono eseguite a Fossano dal maestro Giovanni Ballatore con il 1/1/1874 e riguardavano le variazioni diurne della temperatura e lo stato del cielo, ma solo con il 1/1/1875 le osservazioni giornaliere riguardarono anche la misurazione, con l'uso d'adeguata strumentazione, delle quantità di pioggia giornaliera, ed, infine, con il 1/1/1881, divennero altresì istituzionali in seguito



al deliberato della Giunta del Comitato per l'Osservatorio Meteorologico di Fossano di dar corso alla costruzione di un'apposita torretta sull'edificio delle Scuole Pubbliche maschili per ospitare i necessari strumenti di rilevazione termometrica e pluviometrica.

Queste osservazioni meteorologiche istituzionali, iniziate a Fossano nel 1881, sono continuate nel tempo sino al 31/12/1973, per proseguire poi, sino ad oggi, in altra sede, con l'osservatorio della Scuola Agraria di Cussanio. I periodi d'attività di questi due osservatori, risultando continui ed in parte sovrapponibili, consentono di comporre un'unica serie continua di dati. Sulla base della relativa documentazione cartacea si possono assegnare a questi due osservatori le sottoriparatate denominazioni indicative delle loro ubicazioni.

Osservatorio meteorologico del Comune di Fossano

L'attività di questo osservatorio, iniziata con le rilevazioni termometriche il 1/1/1874 e con quelle pluviometriche il 1/1/1875, divenne istituzionale allorché fu deliberata, secondo le indicazioni di KEMAL VLORA (1944), dal Comitato per l'Osservatorio di Fossano, in data 1/7/1894, la costruzione, su progetto dell'ing. G. Chevalley, di una torretta sul tetto di quella che attualmente è la sede della Scuola Media A. Paglieri. Questa torretta, oggi inesistente per avvenuta demolizione, era posta sul tetto, prospiciente il cortile interno, della manica di via Bava S. Paolo e conteneva la strumentazione meteorologica con i termometri a 18,94 m sul suolo e la bocca del pluviometro a 22,58 m sul suolo. Le coordinate geografiche di questo osservatorio mostravano latitudine 45°32'55,1"N, longitudine 4°43'36,8"W M.M. ed altitudine del suolo di 374,35 m s.l.m.m., per cui i dati termometrici risultano acquisiti alla quota di 393,29 m s.l.m.m. e quelli pluviometrici alla quota di 396,93 m s.l.m.m. La strumentazione di questo osservatorio era inizialmente costituita da un termometro Reaumur e da un pluviometro di proprietà del direttore Giovanni Ballatore, che li aveva utilizzati nei rilievi iniziati con il 1/1/1874, cui furono aggiunti un termometro a minima e massima ed un barometro Fortin, acquistati con i contributi del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio e dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e di Geodinamica.

Successivamente fu completata la strumentazione con l'aggiunta di uno psicrometro August, di un pluviometro decimale con tubo di scarico e di un anemometro. L'attività di questo osservatorio perdurò, a cura del Semina-

Foto 15

Interno dell'attuale Scuola Media A. Paglieri a Fossano, dove, sulla torretta visibile al centro della fotografia, era posto l'Osservatorio Meteorologico del Comune di Fossano in attività dal 1.1.1874 al 31.12.1973.

rio, sino al 31/12/1948, con l'incaricato *pro tempore* Perrin, quindi, passò all'Ufficio Tecnico del Comune, con la gestione *pro tempore* del Geom. Salvatore Muratori, sino alla cessazione delle osservazioni, avvenuta in data 31/12/1973, allorché la strumentazione meteorologica fu trasferita all'Istituto Tecnico ITIS, con l'obiettivo, purtroppo non raggiunto, di poter così far proseguire le osservazioni.

Nel periodo dal 1/1/1874 al 31/12/1879 le osservazioni termometriche venivano effettuate con letture delle temperature sinottiche delle ore 6 (T_6), ore 12 (T_{12}) e ore 21 (T_{21}), mentre dal 1/1/1880 al 31/12/1880 vennero lette dieci temperature sinottiche delle ore 6 (T_6), ore 8 (T_8), ore 9 (T_9), ore 10 (T_{10}), ore 12 (T_{12}), ore 14 (T_{14}), ore 15 (T_{15}), ore 18 (T_{18}), ore 19 (T_{19}) e ore 21 (T_{21}).

Dal 1/1/1881 al 30/11/1932 le osservazioni termometriche giornaliere furono invece eseguite con letture delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9) e ore 21 (T_{21}), mentre dal 1/12/1932 al 31/12/1973, data di cessazione delle osservazioni, alle letture giornaliere delle (T_{\min}) e (T_{\max}) si rilevarono le temperature sinottiche delle ore 8 (T_8) e ore 19 (T_{19}).

Le quantità di pioggia giornaliera vennero lette dal 1/1/1874 al 30/11/1932 alle ore 21 ed assegnate all'intervallo di 24 ore compreso tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di lettura ed assegnazione del dato, mentre dal 1/12/1932 al 31/12/1973 le letture vennero effettuate alle ore 19 e conseguentemente assegnate all'intervallo di 24 ore precedenti le ore 19 del giorno di registrazione.

Osservatorio Scuola Agraria di Cussanio

Questo osservatorio, rappresentato da una capannina meteorologica contenente i termometri e da un pluviometro esterno alla capannina, risultano posti a lato della strada, che, antistante l'edificio scolastico, porta dalla C.na Torretta al Santuario di Cussanio.

La strumentazione termometrica risulta posta nella capannina a 1,2 m sul suolo e la bocca del pluviometro a 1,22 m sul suolo, mentre le coor-



dinate geografiche presentano latitudine 44°34'8,6"N, longitudine 4°45'1"W M.M. ed altitudine del suolo 350 m s.l.m.m. In questo osservatorio pertanto le temperature vengono rilevate alla quota di 351,2 m s.l.m.m. e le quantità di pioggia giornaliera alla quota di 351,22 m s.l.m.m.

Rispetto al precedente osservatorio del Comune di Fossano la strumentazione di acquisizione dei dati ha quindi subito uno spostamento orizzontale di 3.250 m verso NW ed uno spostamento verticale verso il basso di 42,09 m per i termometri e di 45,71 m per il pluviometro, mentre l'altezza sul suolo si è ridotta per i termometri di 17,74 m e per il pluviometro di 21,36 m.

Questo osservatorio, attualmente in funzione, iniziò ad inviare le copie delle rilevazioni giornaliere all'Ufficio Idrografico di Torino il 1/1/1974 eseguendo giornalmente le letture termometriche delle temperature minima e massima e delle temperature sinottiche delle ore 8 e 19, e, quelle pluviometriche alle ore 9 assegnando il dato alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 9 del giorno di registrazione.

Foto 16

L'attuale Osservatorio Meteorologico di Fossano entrato in funzione dal 1.1.1974 presso la Scuola Agraria di Cussanio.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri, rilevati a Fossano dai due osservatori che si sono succeduti dal 1/1/1874 ad oggi secondo le indicazioni esposte nella **tabella 19**, è stata svolta consultando i tabulati originali conservati negli archivi dell'Ufficio Idrografico di Torino e dell'UCEA di Roma, cui si è associata, per integrare alcune annate mancanti, la consultazione degli Annali del Ministero dei LL.PP., degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, del Bollettino Meteorologico di Moncalieri, nonché anche l'esame delle tabelle pubblicate da MILLOSEVICH (1881), EREDIA (1920) e KEMAL VLORA (1944). L'insieme complessivo dei dati raccolti ha così consentito di ricostruire, in modo continuo e senza lacune, la serie pluviometrica storica di Fossano dal 1/1/1875 al 30/9/1997 e la serie termometrica dal 1/1/1874 al 31/12/1970.

I dati della serie termometrica, inoltre risultando rilevati da un unico osservatorio, possono altresì essere considerati come uniformemente acquisiti, non avendo subito, nell'ambito di questo intervallo temporale, spostamenti di strumentazione, ma unicamente modificazioni orarie di acquisizione dei dati.

La serie pluviometrica, invece, risulta costituita da valori argomentali, non solo ricavati da posizioni strumentali diversificate, ma soprattutto rilevati da due osservatori ubicati sul territorio in condizioni topoclimatiche ben diversificate, per cui risulta interessata da evidente disuniformità topografica di acquisizione dei dati.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le precipitazioni giornaliere rilevate a Fossano nell'ambito dell'intervallo temporale dal 1/1/1875 al 30/9/1997 consentono di ricavare le quantità di pioggia mensili ed annuali di **figura.18** da cui ricavare conseguentemente la curva cumulata delle precipitazioni annue, che rivela un andamento, seppur in linea generale conforme alla retta di regressione, con la presenza di uno scostamento ben accennato in corrispondenza dell'intervallo temporale 1968 -1978, che, messo a confronto con le indicazioni della **tabella 19**, risulta in coincidenza con il contemporaneo spostamento verso NW dell'osservatorio e con la modificazione di lettura delle quantità gior-

Tabella 19 - STAZIONE DI FOSSANO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1874 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione scuola di Agraria di Cussanio.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/1/1874 al 31/12/1879	45°32'55.1"	4°43'36.8"	393.3	0	0	T ₆ - T ₁₂ - T ₂₁
Dal 1/1/1880 al 31/12/1880	45°32'55.1"	4°43'36.8"	393.3	0	0	T ₆ -T ₈ -T ₉ -T ₁₀ -T ₁₂ -T ₁₄ - T ₁₅ -T ₁₈ -T ₁₉ - T ₂₁
Dal 1/1/1881 al 30/11/1932	45°32'55.1"	4°43'36.8"	393.3	0	0	T ₉ - T ₂₁
Dal 1/12/1932 al 31/12/1973	45°32'55.1"	4°43'36.8"	393.3	0	0	T ₈ - T ₁₉
Dal 1/1/1974 ad oggi	44°34'8.6"	4°45'1"	351.2	3250 → NW	-42.1	T ₈ - T ₁₉
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1875 al 30/11/1932	45°32'55.1"	4°43'36.8"	396.9	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1973	45°32'55.1"	4°43'36.8"	396.9	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1974 ad oggi	44°34'8.6"	4°45'1"	351.2	3250 → NW	-45.7	Ore 9.00

nalieri di pioggia entrambi avvenuti il 1/1/1974.

Considerato il sostanziale cambiamento avvenuto nella localizzazione della strumentazione, che, dal centro urbano di Fossano è stata trasferita in aperta campagna nella zona di Cussanio, e che la ricostruzione senza lacune della serie termometrica riguarda praticamente l'intervallo (1874--1973) di rilevazione ed acquisizione dei dati termometrici nell'ambito dell'osservatorio (tabella 19) sito nell'abitato di Fossano, si è ritenuto opportuno limitare anche l'analisi climatica delle precipitazioni al solo periodo temporale delle osservazioni rilevate sino all'anno 1973, in quanto le due serie, termometrica e pluviometrica, rimangono comunque di lunghezza centenaria ed i dati presentano caratteristiche di uniformità ed omogeneità.

L'andamento delle precipitazioni annue relative a questo intervallo temporale 1875-1973 (figura 18) evidenzia una chiara tendenza alla diminuzione, che viene confermata anche nell'ambito del successivo intervallo temporale 1974 -1997 della pluviometria rilevata a Cussanio (fig.18a). Questa tendenza negativa, sulla base della relativa retta del trend, viene valutata, per i 99 anni dell'intervallo temporale 1875 -1973 di Fossano, in una diminuzione della precipitazione media annua di 154,2 mm pari ad un gradiente negativo di 1,56 mm/anno, e per i 23 anni dell'intervallo temporale 1974 -1996 di Cussanio in 150.8 mm pari ad un gradiente negativo di 6,56 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per il periodo temporale 1875 -1973, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in febbraio, agosto, settembre, novembre e dicembre, in tutti gli altri mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di aprile, maggio, giugno ed ottobre.

Figura 18

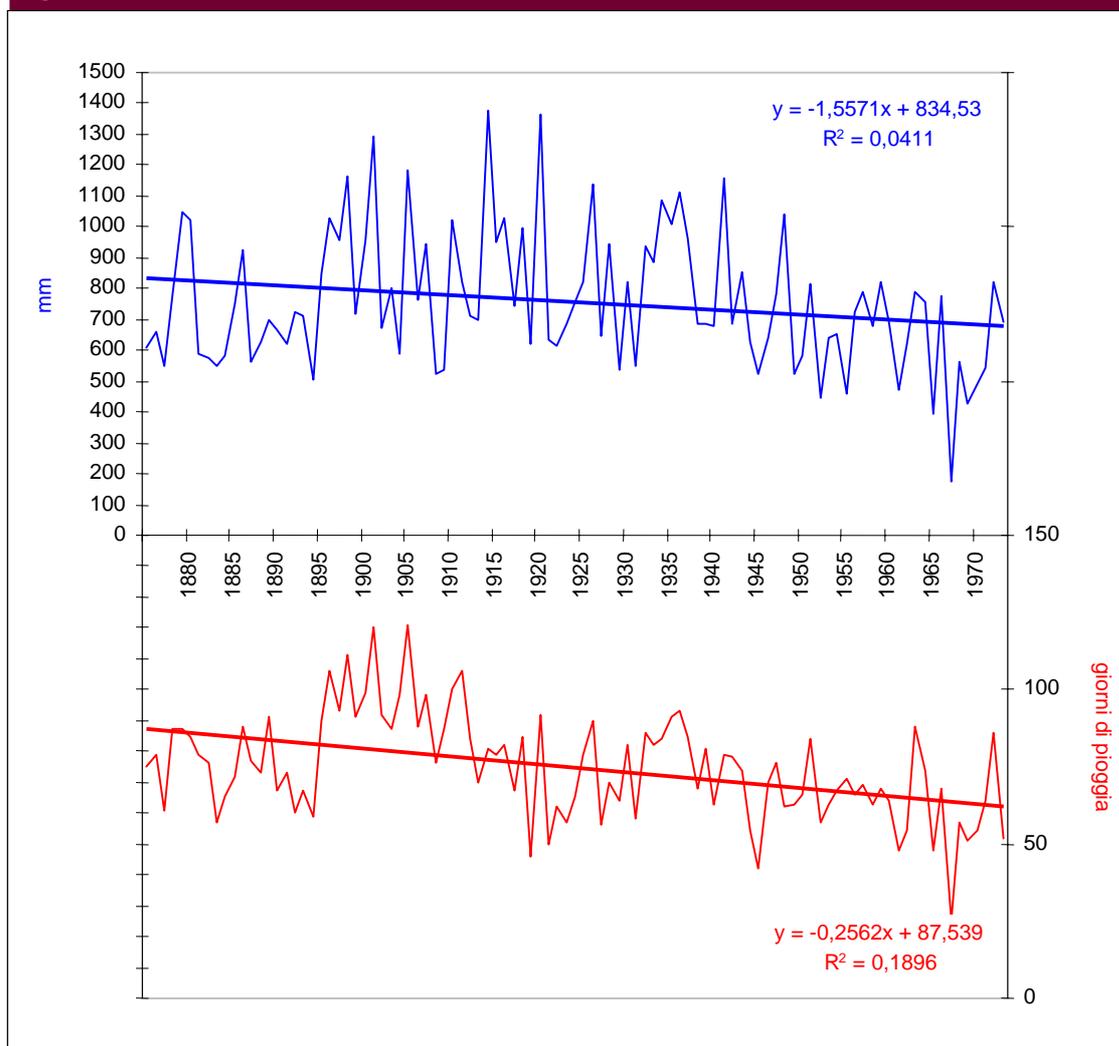


Figura 18

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Fossano nel periodo 1875 - 1973

Figura 18a

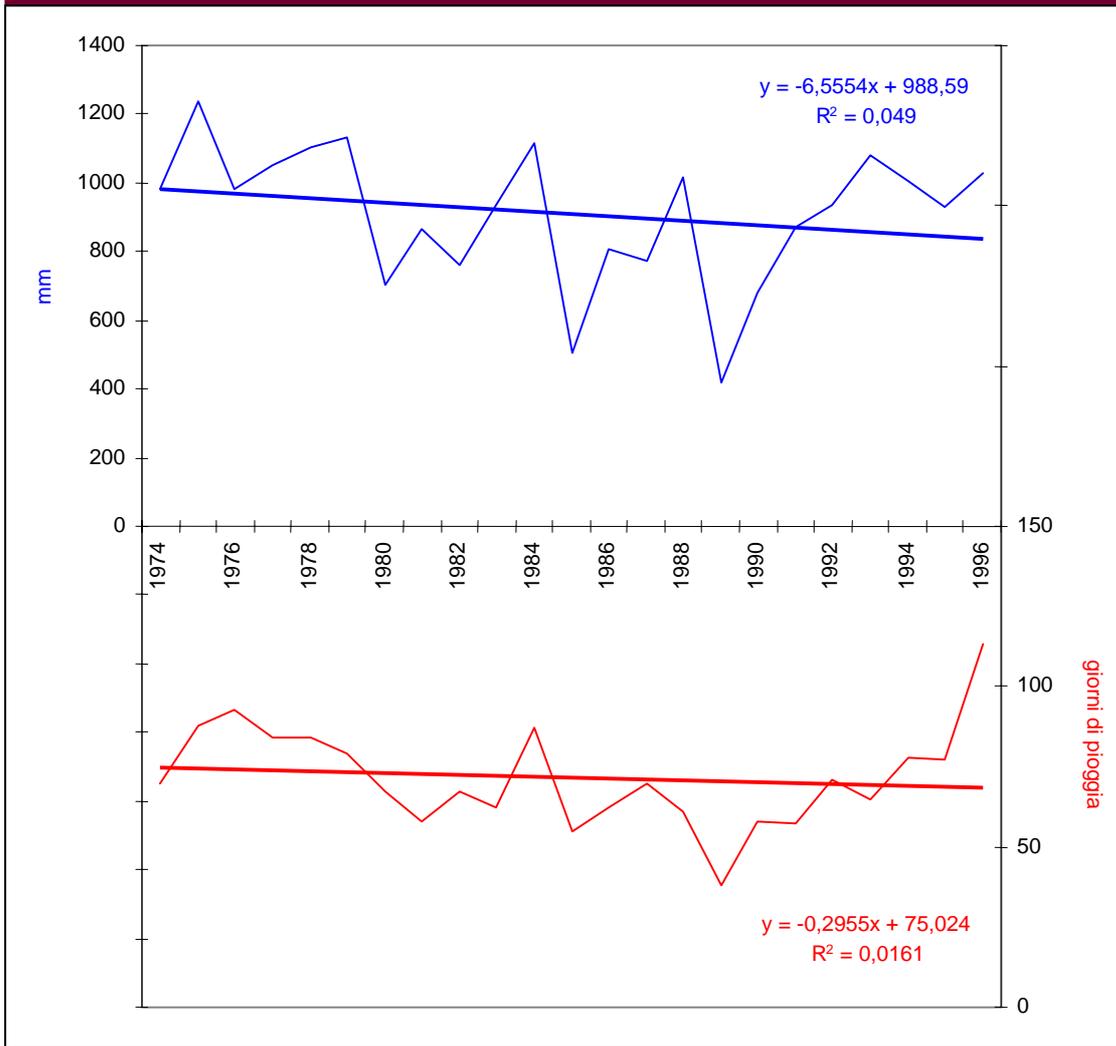


Figura 18a

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Fossano (Cussanio) nel periodo 1974 - 1996

Il calcolo delle grandezze statistiche relative alle precipitazioni annue dell'intervallo 1875 -1973 (tabella 45) mostra una precipitazione media annua di 756,7 mm in 74,7 giorni piovosi, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua verificatosi nel 1967 con 177,8 mm in 25 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nel 1914 con 1380,1 mm in 81 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di questi valori annui estremi calcolata per questo periodo 1875 -1973 evidenzia per il minimo annuo di 177,8 mm un tempo dei ritorno di 328,1 anni (fig. 12.3) e per il massimo annuo di 1380,1 mm un tempo di ritorno di 251,8 anni (fig. 12.4).

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue di questo intervallo temporale di 100 anni (tav. 12.3b) presenta un istogramma ad andamento unimodale con classe modale a limiti 658,7÷779, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza presenta valori percentuali assimilabili ad una distribuzione gaussiana, condizione altresì confermata dal valore di -0,379 dell'indice di Bowley.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui rivela la presenza di tre significativi periodi di minimo in corrispondenza degli intervalli temporali 1919-1924, 1944 -1946, 1960-1968 (figura 18), mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 12.3b), mostrando il rapporto dominante nella classe a limiti 0,8÷0,9 indica che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non corrisponde a quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico estremo di 7,8 e l'angolo medio annuo di Gams di 28,9° individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 20° e 30°, quindi di tipo submediterraneo e subatlantico,

tab. 45

fig. 12.3

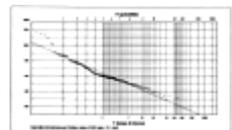
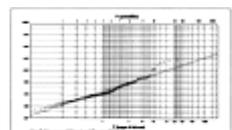
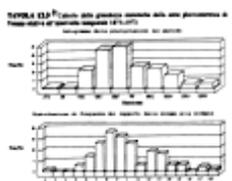


fig. 12.4



tav. 12.3b



in cui gli anni secchi (precipitazione annua <678,8 mm) rappresentano il 40% del totale e quelli piovosi (precipitazione annua >776 mm) il 40% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1875 al 31/12/1973 evidenziano inoltre una precipitazione media per la primavera di 258,3 mm con 23,8 giorni piovosi, per l'estate di 146,7 mm con 17.4 giorni piovosi, per l'autunno di 230,6 mm con 21,7 giorni piovosi e per l'inverno di 124.8 mm con 13,7 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo dal 1/1/1875 al 31/12/1973 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1879 con 642,6 mm in 40 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 23 mm in 8 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1899 con 300,7 mm in 30 giorni piovosi e la più secca quella del 1960 con 24,8 mm in 6 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1901 con 621,1 mm in 33 giorni piovosi ed il più secco quello del 1967 con 28,6 mm in 7 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1897 con 314,6 mm in 24 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1884 con 2,4 mm in 2 giorni piovosi.

Temperature

I dati delle temperature medie annue della serie termometrica di Fossano, relative al periodo dal 1/1/1874 al 31/12/1973 preso in esame per l'analisi climatica, mostrano una curva cumulata (fig. 12.2a) perfettamente sovrapposta alla relativa retta di regressione, per cui viene confermata l'uniformità di questi valori argomentali.

Tale carattere viene altresì confermato dalla distribuzione di frequenza di questa serie di 100 temperature medie annue, in quanto risulta riconducibile ad una distribuzione normale presentando i seguenti intervalli di densità di probabilità molto prossimi ad una gaussiana: media ± 2/3 deviazione standard = 45,00%, media ± deviazione standard = 78,00%, media ± 1,86 deviazione standard = 91,00%, media ± 3 deviazione standard = 100%.

In particolare la determinazione delle grandezze statistiche di questa serie di 100 temperature medie annue relative all'intervallo temporale 1874–1973 consente di ricavare i seguenti valori riportati in tabella 20.

fig. 41

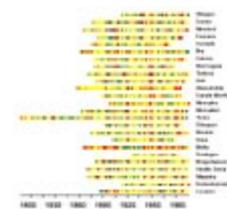


fig. 12.2a

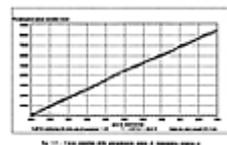


Tabella 20				Tabella 20	
INDICI DI POSIZIONE		INDICI DI VARIABILITÀ'		INDICI DI FORMA	
Media	11.8	Dev.st.	0.7	Coeff. di Yule	0.2
Mediana	11.7	Coeff. di variazione	6%	1° coeff. di Pearson	0.1
Moda principale	11.7	Varianza	0.4	Coeff. β ₁ di Pearson	0.0
Momento all'origine di 2°ordine	138.5	Devianza	43.7	Coeff. γ ₁ di Fisher	0.2
		Campo di variabilità	10.3-13.6	Coeff. di C ₁ Kelley	6.2
		Momento centrale di ordine 2	0.4	Momento centrale di ordine 3	0.1
		Coeff. di pulsazione di Palierno	95.9%	Coeff. β ₂ di Pearson	15.9
				Coeff. γ ₂ di Fisher	12.9
				Coeff. C ₂ di Kelley	0.0
				Momento centrale di ordine 4	0.6

Tabella 20
Grandezze statistiche della serie termometrica di Fossano.

I parametri della tendenza centrale, risultando tra loro poco differenziati, indicano quindi che la dispersione è prossima al centro di gravità dei dati, mentre le misure della variabilità confermano la presenza di un'importante dispersione dei dati attorno alla media entro un campo di variazione molto contenuto, in quanto compreso in 3,3°C.

Le misure dell'asimmetria confermano che la distribuzione è piuttosto simmetrica e quelle dell'appiattimento rivelano una dispersione di tipo leptocurtico.

L'insieme delle grandezze statistiche individua quindi una distribuzione, per questa serie termometrica di Fossano relativa all'intervallo temporale 1874–1973, di tipo approssimativamente normale.

L'applicazione del test delle sequenze o di Thom a questa serie termometrica, presentando 47 valori superiori e 47 inferiori alla mediana, determina nella sequenza 42 cambiamenti, che, non superando il valore del limite inferiore di significatività (42) per probabilità al 10%, indica la presenza di un'eterogeneità nella serie imputabile o alla presenza di un trend od allo spostamento della mediana. Il coefficiente di variazione (6%) ed il coefficiente di pulsazione di Palierne (95,9%) consentono di optare per la presenza di una tendenza di debole ampiezza, che, la retta di tendenza globale (figura 19), relativa all'andamento delle temperature medie annue del periodo 1874–1973, individua come positiva.

Figura 19

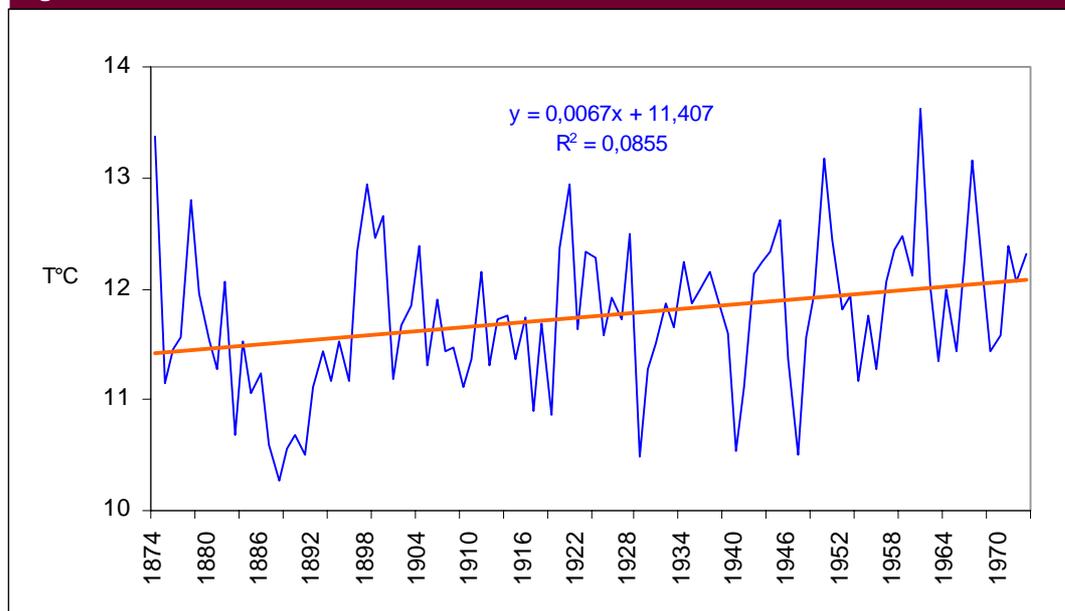


Figura 19

Andamento delle temperature a Fossano nel periodo 1874 - 1973.

Il coefficiente di correlazione di questa retta del trend risulta però strettamente legato al campione analizzato (100 valori argomentali), per cui necessita determinare quanto approssima il valore vero. L'analisi di bootstrap, svolta con 2000 estrazioni campionarie, fornisce una stima di 0,1018 della distanza media tra il valore osservato ed il valore vero del coefficiente di correlazione, per cui tale grandezza media della deviazione della stima dal valore vero consente di ritenere affidabile questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Fossano nel periodo 1874–1973, che viene altresì confermata dal calcolo del coefficiente t di Mann-Kendall e dall'applicazione della relativa analisi progressiva con la statistica $u(t)$ per la serie diretta ed $u(t')$ per quella retrograda, in quanto, risultando un valore di $u(t) = 3,3236$ con livelli di significatività $\alpha_0 = 0,0500$ ed $\alpha_1 = 0,0009$ l'ipotesi nulla deve essere rifiutata. La conseguente applicazione del test di Pettitt individua l'inizio di questa tendenza nell'anno 1919.

Questa serie di temperature medie annue, ricavate dalla media delle temperature minime (T_{\min}) e massime (T_{\max}) giornaliere, rivela inoltre che, nell'intervallo temporale 1874–1973, l'anno più freddo è risultato il 1888 con una temperatura media annua di 10,3°C e quello più caldo il 1961 con una temperatura media annua di 13,6°C, mentre il calcolo per ogni anno dell'indice termoisodromico di Kerner mostra un valore medio del periodo 1874–1973 di 3,97.

Relativamente alle caratteristiche stagionali l'elaborazione statistica permette di ricavare le grandezze statistiche descritte nella [tabella 21](#).

Tabella 21

	T media	Dev.st.	T media minima assoluta	Anno	T media massima assoluta	Anno
Primavera	11.3	1.0	9.2	1883-1929	14.0	1945
Estate	21.3	0.8	19.0	1929	24.1	1950
Autunno	12.1	1.0	9.7	1912	15.6	1898
Inverno	2.2	1.4	-1.4	1946	5.4	1960

In particolare si osserva che in questo intervallo di 100 anni tra il 1874 ed il 1973 la temperatura media della primavera (11,3°C) risulta inferiore a quella dell'autunno (12,1°C), per cui, unitamente al valore di 3,97 dell'indice termoisodromico di Kerner, viene segnalata la presenza di un'influenza marittima sul clima locale.

Tabella 22

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
T media	1.3	3.2	7.1	11.3	15.6	19.7	22.5	21.8	18.0	12.1	6.2	2.3
devst	1.9	2.2	1.8	1.3	1.6	1.5	1.2	1.2	1.5	1.5	1.3	1.7
Min	-4.3	-3.7	2.9	8.7	10.7	11.8	19.8	18.3	13.4	9.0	2.9	-3.2
Anno	1947	1956	1879	1958	1929	1929	1875	1896	1972	1887-1905	1919	1879
Max	5.6	9.3	11.1	16.3	19.6	23.2	26.1	24.7	21.5	16.4	9.4	6.3
Anno	1921	1961	1945-1961	1874	1920	1879	1950	1928	1898	1967	1898	1971

L'analisi delle temperature medie mensili di Fossano per l'intervallo temporale 1874–1973 mostra, per ciascun mese, le caratteristiche termometriche riportate nella tabella 22, da cui si evince che il mese più freddo risulta gennaio con una temperatura media di 1,3°C (deviazione standard 1,9) e quello più caldo luglio con una temperatura media di 22,5°C (deviazione standard 1,2). Inoltre il gennaio più freddo è stato quello dell'anno 1947 con una temperatura media di -4,3°C ed il più caldo quello del 1921 con una temperatura media di 5,6°C, mentre il luglio più caldo è risultato quello del 1950 con una temperatura media di 26,1°C e quello più freddo il luglio del 1875 con 19,8°C.

La correlazione con le precipitazioni registrate a Fossano nello stesso periodo temporale delle temperature (1874–1973) consente di tracciare il diagramma ombrotermico, che indica presenza d'aridità nei mesi di luglio e agosto, ed il diagramma di Thornthwaite (fig. 20) che conferma il deficit d'evapotraspirazione e la diminuzione della riserva da giugno a settembre e che individua un tipo climatico da umido a sub umido definito dalla formula climatica a quattro termini $C_2rB'_1b'_3$.

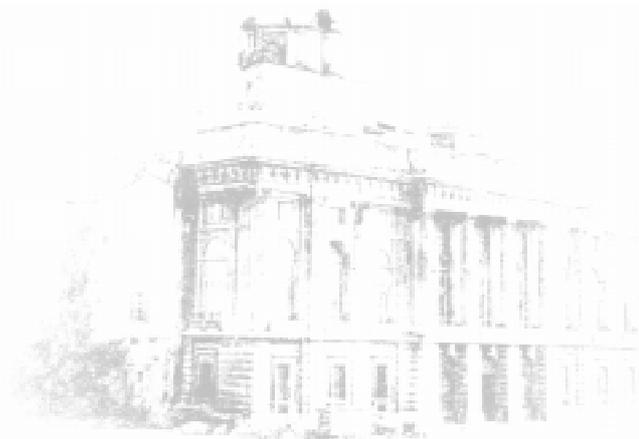


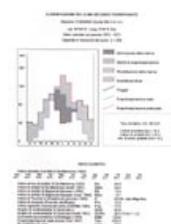
Tabella 21

Valori stagionali di temperatura di Fossano.

Tabella 22

Temperature medie mensili di Fossano relative all'intervallo temporale 1874–1973.

fig. 20



3.14 - IVREA

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le osservazioni meteorologiche ad Ivrea iniziarono con il 1/12/1865 e cessarono con il 31/12/1988 allorché la postazione meteorologica ENEL cominciò a fornire solo in modo saltuario e lacunoso i dati all'Ufficio Idrografico di Torino, che proseguì, in modo così da tentare di compensare queste lacune, con le registrazioni nella vicina località di Borgofranco d'Ivrea.

Questa serie termopluviometrica fu rilevata però da quattro osservatori diversamente posizionati che, per la loro attività svolta in successione temporale, hanno tuttavia consentito di ricavare, sulla base dei loro dati di registrazione giornaliera, le quantità di piovosità mensile ed annua, con i relativi giorni piovosi.

I quattro osservatori, le cui attività si sono succedute nel tempo senza lasciare tra loro soluzioni di continuità, risultano posizionati nell'ambito del complesso cittadino e sono stati denominati nella scheda riassuntiva delle loro attività di funzionamento riportata nella **tabella 23**, con le sotto riportate indicazioni nomenclaturali scelte tra i più salienti caratteri descrittivi riportati sulle schede di rilevamento inviate mensilmente a suo tempo all'UCEA di Roma e all'Ufficio Idrografico di Torino.

Osservatorio meteorologico del Seminario Vescovile

Questo osservatorio, che iniziò l'attività con il 1/12/1865 e la proseguì sino al 31/12/1912, era ubicato nella torretta NW, prospiciente il cortile a N, dell'edificio del Seminario. Il suolo dove fonda questa torretta mostra una altimetria di 245 m s.l.m.m. per cui la strumentazione, relativamente al bulbo dei termometri ed alla bocca del pluviometro, risultando sistemata sul terrazzo della torretta ad un'altezza sul suolo di 15 m, presentava un'altitudine di lettura dei dati di 260 m s.l.m.m..



Foto 17

A destra della Chiesa è visibile l'edificio del Seminario Vescovile di Ivrea sulla cui torretta, visibile sul fondo verso il cortile interno, era posto l'Osservatorio Meteorologico in attività dal 1.12.1865 al 31.12.1912.

Le coordinate geografiche di questa strumentazione presentano latitudine $45^{\circ}28'6,1''N$ e longitudine $4^{\circ}34'33,5''W$ M.M.

Le osservazioni termometriche giornaliere riguardavano la lettura delle temperature estreme T_{\min} e T_{\max} e, non in modo però continuativo, anche delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), ma soprattutto venivano misurate giornalmente, alle ore 21, le quantità di pioggia, assegnandole all'intervallo temporale compreso tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno d'assegnazione del dato.

Osservatorio Istituto Magistrale Moreno

Questo osservatorio, che iniziò la sua attività sistemato su un terrazzo oggi ricoperto dal tetto, prospiciente un cavedio dell'Istituto Magistrale Moreno, altresì indicato negli atti documentari come Scuola Normale, risulta posto in continuità con il retro del palazzo municipale e presenta, quali coordinate geografiche, latitudine $45^{\circ}27'55,1''N$, longitudine $4^{\circ}34'32,3''W$ M.M. ed altitudine del suolo di 250 m s.l.m.m., per cui, risultando il bulbo dei termometri e la bocca del pluviometro posizionati ad un'altezza sul suolo di 13 m, le letture termometriche e pluviometriche risultano effettuate ad un'altitudine di 263 m s.l.m.m.

Rispetto quindi all'osservatorio del Seminario Vescovile la lettura strumentale ha subito uno spostamento orizzontale verso S di 350 m ed uno spostamento verticale verso l'alto di 3 m, con una riduzione dell'altezza sul suolo di 2 m.

Relativamente alle termometrie, questo osservatorio effettuò, dal 1/1/1913 al 28/2/1917, letture giornaliere delle sole temperature estreme T_{\min} e T_{\max} , quindi, dal 1/3/1917 al 31/12/1925, accanto alle T_{\min} e T_{\max} , eseguì letture sinottiche alle ore 9 (T_9) ed alle ore 21 (T_{21}), per poi ritornare a leggere le sole T_{\min} e T_{\max} nel periodo dal 1/1/1926 al 31/12/1944, data in cui cessarono le osservazioni.

Le quantità giornaliere di pioggia furono lette, dal 1/1/1913 al 30/11/1932, alle ore 9 attribuendo il relativo valore alle 24 ore precedenti il giorno di registrazione. Nel successivo periodo dal 1/12/1932 al 31/12/1944 le letture vennero effettuate alle ore 8 e conseguentemente assegnate alle 24 ore intercorrenti tra le ore 8 del giorno precedente e le ore 8 del giorno di registrazione del dato.

Osservatorio Olivetti



Questo osservatorio, che entrò in funzione il 1/1/1945 sul tetto del palazzo Olivetti di via Guglielmo Jervis 11, cessò la sua attività d'osservazione in data 31/1/1966.

Le coordinate geografiche relative alla strumentazione per le osservazioni termometriche e pluviometriche presentano latitudine $45^{\circ}27'32,8''N$, longitudine $4^{\circ}34'45''W$ M.M. ed altitudine del suolo, su cui è fondato il palazzo, di 234 m s.l.m.m., per cui, risultando il bulbo dei termometri a 17,4 m sul suolo e la bocca del pluviometro a 18 m sul suolo, le letture termometriche avvenivano ad un'altitudine di 251,4 m s.l.m.m. e quelle pluviometriche a 252 m s.l.m.m.

Rispetto all'osservatorio Moreno la strumentazione ha quindi subito uno spostamento orizzontale verso S di 1100 m ed uno spostamento verticale verso il basso di 11 m per il pluviometro e verso il basso di 11,6 m per i termometri.

Relativamente alle osservazioni termometriche, questo osservatorio effettuò, per il periodo dal 1/1/1945 al 30/9/1952, letture giornaliere delle temperature estreme T_{\min} e T_{\max} e delle temperature sinottiche delle ore 8 (T_8) ed alle ore 19 (T_{19}), mentre, successivamente, nel restante periodo d'attività dal 1/10/1952 al 31/1/1966, si registrarono ogni giorno solo le temperature estreme T_{\min} e T_{\max} .

Le quantità di pioggia giornaliera venivano lette al pluviometro alle ore 8 dal 1/1/1945 al 31/12/1950 ed alle ore 9 dal 1/1/1951 al 31/1/1966, data di cessazione delle osservazioni meteorologiche, assegnandole rispettiva-



Foto 18

L'Istituto Magistrale Moreno ad Ivrea nel cui cortile interno era posto l'Osservatorio Meteorologico che funzionò dal 1.1.1913 al 31.12.1944.

Foto 19

L'Osservatorio Meteorologico Olivetti posto sul tetto dell'edificio di via Guglielmo Jervis n.11 ad Ivrea, la cui attività di rilevazione dei dati perdurò dal 1.1.1945 al 31.1.1966.

mente alle 24 ore immediatamente precedenti l'ora di lettura del giorno di registrazione del dato.

Osservatorio ENEL

Questo osservatorio, che iniziò l'attività d'osservazione meteorologica in data 1/2/1966 e cessò di inviare con regolarità le schede mensili all'Ufficio Idrografico di Torino il 31/12/1988, risulta ubicato nella centrale ENEL di via Dei Cappuccini 19 sulla sponda sinistra del Naviglio di Ivrea.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio presentano latitudine $45^{\circ}27'56,8''N$, longitudine $4^{\circ}33'55,4''W$ M.M. e altitudine del suolo, su cui posa il pluviografo tipo Pluvio 84 Cavicchioli contenente anche il termometro a minima e massima, di 222 m s.l.m.m., per cui, risultando il bulbo del termometro posto ad un'altezza di 1,4 m sul suolo e la bocca del pluviometro ad 2 metri sul suolo, l'altitudine di lettura dei dati risulta per le temperature di 223,4 m s.l.m.m. e per le piogge di 224 m s.l.m.m.

Rispetto all'osservatorio Olivetti la strumentazione ha pertanto subito uno spostamento orizzontale verso NE di 1100 m ed uno verticale verso il basso di 28 m.

Per l'intero periodo di funzionamento, dal 1/2/1966 al 31/12/1988, le termometriche venivano rilevate su un termometro a minima e massima con relativa lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), mentre la quantità giornaliera di pioggia veniva letta alle ore 9 ed assegnata alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri è stata svolta consultando i tabulati originali conservati negli archivi dell'Ufficio Idrografico di Torino e dell'UCEA di Roma, accompagnata dall'esame, per il completamento di alcuni intervalli temporali risultati mancanti in questa documentazione cartacea, sia delle tabelle pubblicate da MILLOSEVICH (1881) e da EREDIA (1920), sia degli Annali del Ministero LL.PP., degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano e del Bollettino Meteorologico di Moncalieri.

L'insieme complessivo però dei dati raccolti ha consentito ricostruzioni solo parziali delle serie termopluviometriche rilevate dai quattro osservatori (tabella 23) succedutisi ad Ivrea dal 1865 ad oggi.

La serie pluviometrica assemblata, presenta varie ed importanti lacune nell'ambito del periodo 1865-1901, mentre risulta completa e continuativa per l'intervallo temporale 1902-1988 che è stato quindi assunto come base documentaria su cui sviluppare l'analisi climatica.

Più problematica è risultata la costruzione della serie termometrica storica la cui sostanziale sporadica mancanza di dati non consente di ottenere un consistente intervallo temporale continuativo e privo di lacune. Infatti, il maggior periodo continuativo ricostruito comprende l'intervallo temporale 1926-1970, che risulta non solo troppo limitato in relazione alla lunghezza della serie pluviometrica (1902-1988) per ritenere omogeneo il confronto, ma soprattutto rilevato, da tre diversi osservatori con acquisizione dei dati a differenti quote altimetriche, per cui questo intervallo temporale risulta in realtà costituito da tre più limitati spezzoni di serie da validare ed omogeneizzare in funzione della quota.

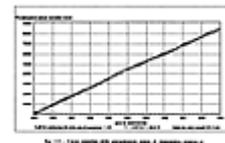
Si è pertanto reputato più opportuno limitare l'analisi climatica alla sola serie pluviometrica relativa al periodo 1902-1988.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le precipitazioni mensili ed annue ricavate dalle quantità di pioggia giornaliera rilevate ad Ivrea nell'intervallo temporale 1902-1988 consentono di ricavare la curva cumulata (fig. 13.2) che mostra una sostanziale conformità alla retta di regressione senza presenza di localizzati più o meno evidenti od incipienti scostamenti, per cui si può ritenere che le variazioni della posizione strumentale e le modificazioni nell'orario di lettura dei dati indicati sulla tabella 23 non hanno influito sulla uniformità ed omogeneità delle osservazioni pluviometriche.

fig. 13.2


Tabella 23 - STAZIONE DI IVREA - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 dicembre 1865 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Centrale trasformatori ENEL sita in via dei Cappuccini, 19.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture ($T_{min}-T_{max}$)
Dal 1/12/1865 al 31/12/1912	45°28'6.1"	4°34'33.5"	260	0	0	T_9
Dal 1/1/1913 al 28/2/1917	45°27'55.1"	4°34'32.3"	263	350 → S	+3	
Dal 1/3/1917 al 31/12/1925	45°27'55.1"	4°34'32.3"	263	0	0	$T_9 - T_{21}$
Dal 1/1/1926 al 31/12/1944	45°27'55.1"	4°34'32.3"	263	0	0	
Dal 1/1/1945 al 30/9/1952	45°27'32.8"	4°34'45"	251.4	1100 → S	-11.6	$T_8 - T_{19}$
Dal 1/10/1952 al 31/1/1966	45°27'32.8"	4°34'45"	251.4	0	0	
Dal 1/2/1966 al 31/12/1988	45°27'56.8"	4°33'55.4"	223.4	1100 → NE	-28	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/12/1865 al 31/12/1912	45°28'6.1"	4°34'33.5"	260	0	0	Ore 21.00
Dal 1/1/1913 al 31/12/1944	45°27'55.1"	4°34'32.3"	263	350	+3	Ore 8.00
Dal 1/1/1945 a 31/12/1950	45°27'55.1"	4°34'32.3"	263	1100 → S	-11	Ore 8.00
Dal 1/1/1951 a 31/1/1966	45°27'55.1"	4°34'32.3"	263	0	0	Ore 9.00
Dal 1/2/1966 a 31/12/1988	45°27'56.8"	4°33'55.4"	224	1100 → NE	-28	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue (fig. 21), ricavabile dai dati documentari, tenendo altresì conto dei valori dell'intervallo temporale iniziale 1865-1888 che si presenta continuo ed omogeneo, mostra una chiara tendenza negativa del trend, che risulta tale anche per ciascuno dei due intervalli temporali 1865-1888 e 1902-1988.

L'andamento delle precipitazioni annue di Ivrea, relative al periodo dal 1/1/1866 al 31/12/1988, indica inoltre che la tendenza negativa, valutata sulla base della retta del trend, comporta, per questi 123 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 200,7 mm pari ad un gradiente negativo di 1,64 mm/anno. In particolare poi se si eseguono, per il periodo temporale 1902-1988, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in marzo ed agosto, in tutti gli altri mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di aprile, giugno, settembre ed ottobre.

Figura 21

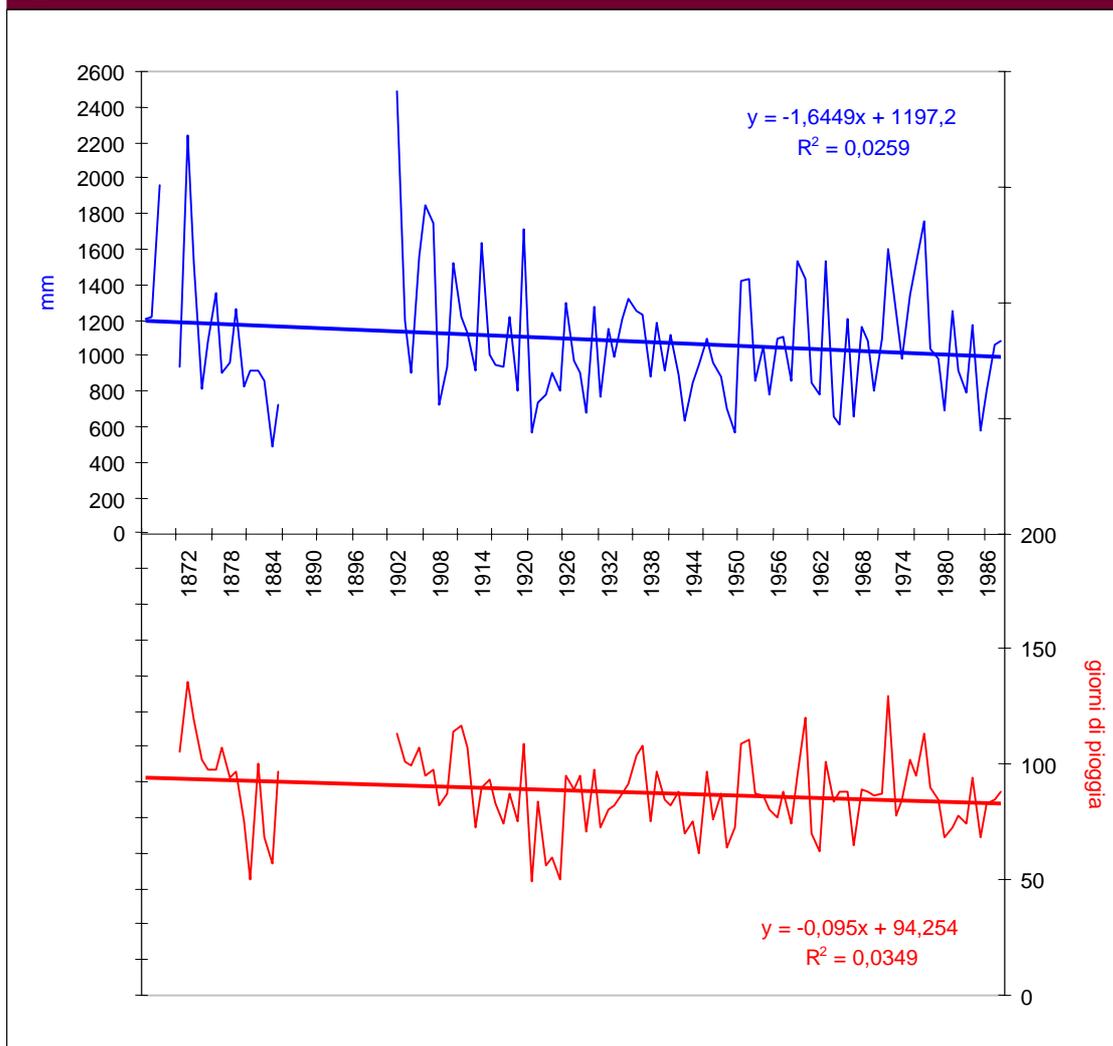


Figura 21

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi ad Ivrea nel periodo 1866 - 1988.

Tenendo solo conto dei valori argomentali del periodo 1902–1988 il calcolo delle grandezze statistiche evidenzia una precipitazione media annua di 1077,2 mm in 86,6 giorni piovosi, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua verificatasi nell'anno 1921 con 564,0 mm in 49 giorni piovosi ed il massimo rilevato nell'anno 1902 con 2491,5 mm in 113 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di evenienza di questi valori annui estremi calcolata per questo periodo (1902-1988) di 87 anni permette di verificare la presenza, per il minimo di 564 mm, di un tempo di ritorno di 15,4 anni (fig. 13.3) e, per il massimo di 2491,5, di un tempo di ritorno ultramillenario (fig. 13.4), quindi, in considerazione della lunghezza di 87 anni del periodo temporale di valori a disposizione, da considerarsi del tutto indicativo e di larga massima.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue di questo intervallo temporale 1902-1988 (tav.13.3b) presenta un istogramma ad andamento bimodale, con moda principale nella classe a limiti 758,8÷949,5 mm e con moda secondaria nella classe a limiti 2298,8÷2491,5 mm, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza (tav. 13.3b) fornisce valori di frequenza percentuale assimilabili a quelli di una distribuzione gaussiana, come altresì confermato dal valore di -0,187 dell'indice di Bowley.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui (figura 21) evidenzia la presenza di quattro periodi di minimo in corrispondenza degli intervalli temporali 1921–1925, 1943–1945, 1960–1967, 1979–1984, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 13.3b), presentando il rapporto

fig. 13.3

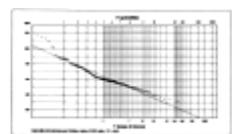
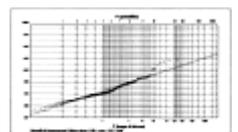
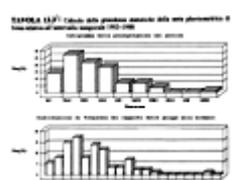


fig. 13.4



tav. 13.3b



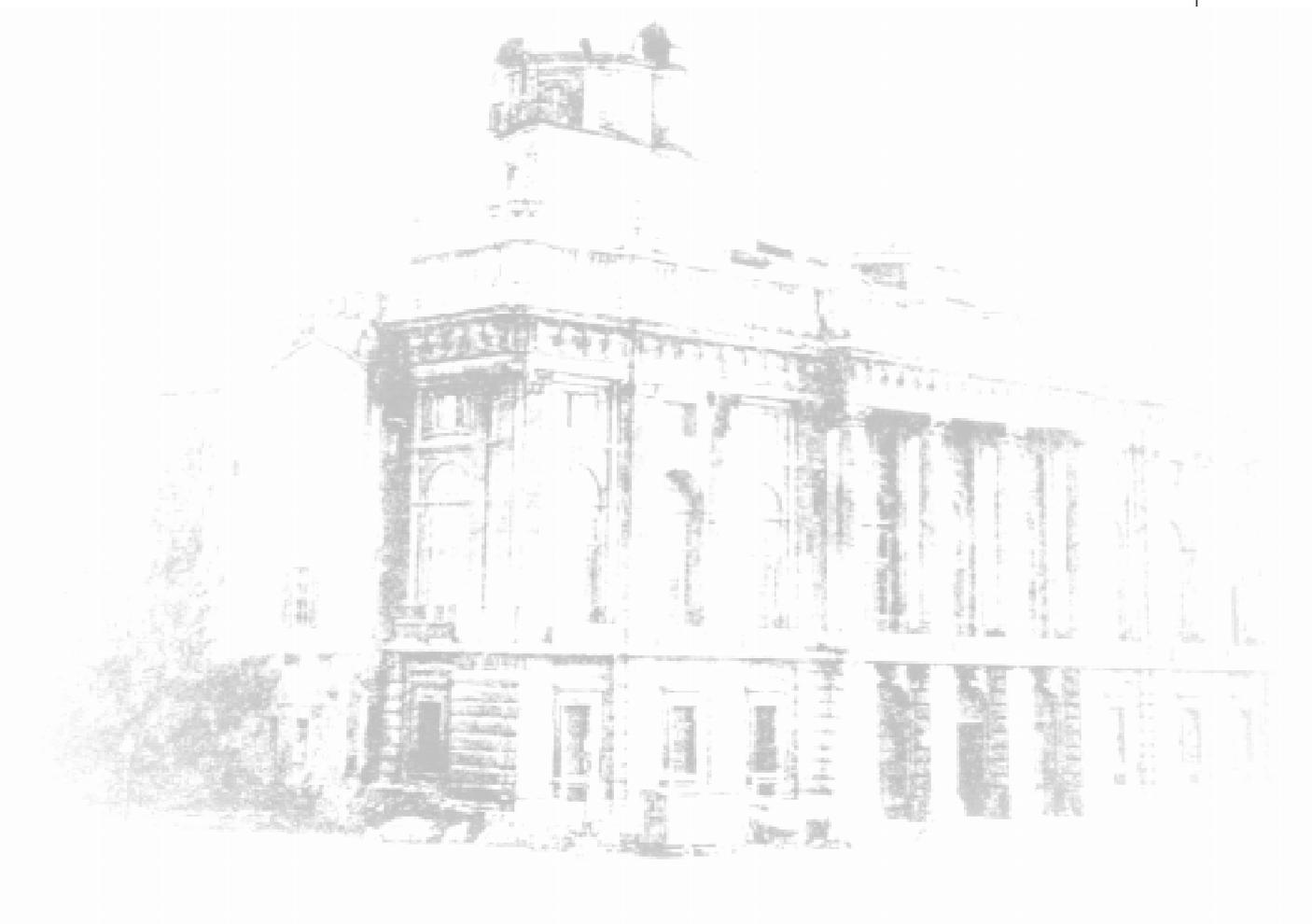
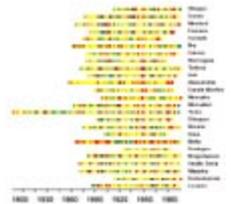
dominante in corrispondenza della classe 0,8-0,9, mostra che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non corrisponde a quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico estremo di 4,4 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 14,7° individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, tipico quindi della cosiddetta zona submediterranea o subatlantica o subillirica caratteristica del confine su occidentale delle Alpi, in cui si riscontra che gli anni secchi (precipitazione annua <935,3 mm) rappresentano il 39,1% del totale e gli anni piovosi (precipitazione annua >1107,4 mm) il 40,2% del totale (figura 41).

Le precipitazioni medie stagionali in questo intervallo di 87 anni mostrano un valore di 328,0 mm in 27,1 giorni piovosi per la primavera, di 312,1 mm in 25 giorni piovosi per l'estate, di 301,4 mm in 20,5 giorni piovosi per l'autunno e di 130,5 mm in 13,9 giorni piovosi per l'inverno.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo dal 1/1/1902 al 31/12/1988 mette in evidenza inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1906 con 1003,6 mm in 34 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 62 mm in 10 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1973 con 610 mm in 33 giorni piovosi e la più secca quella del 1928 con 65,2 mm in 13 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1976 con 855,8 mm in 37 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 39 mm in 7 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1972 con 409,6 mm in 33 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 3,4 mm in 1 giorno piovoso.

fig. 41



3.15 - LOCARNO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime sistematiche rilevazioni termopluviometriche a Locarno furono iniziate nel 1876 nell'osservatorio, denominato Locarno-Muralto ed istituito presso la stazione ferroviaria del S. Gottardo, ma, per le diverse interruzioni delle letture strumentali avutesi tra il 1876 ed il 1882, questo intervallo temporale è ritenuto, non solo incompleto, ma altresì inomogeneo.

Solamente dal 1/1/1883 iniziarono le vere e proprie osservazioni sistematiche che proseguirono sino ai giorni nostri senza interruzioni, rilevate però da diversi osservatori, sempre peraltro posti nell'areale urbano di Locarno, ma tra loro differenziati per le seguenti caratterizzazioni geografiche e tipologiche di acquisizione dei dati.

Osservatorio di Locarno-Muralto

Le rilevazioni meteorologiche in questo osservatorio di Locarno-Muralto, descritte da RIMA (1971), coprono tutto l'intervallo dal 1/1/1876 al 31/12/1959, ma la relativa posizione strumentale, in cui sono stati acquisiti i dati, ha subito, in questo periodo temporale, vari spostamenti, che, risultando però contenuti all'interno del centro abitato di Muralto, vengono solo descrittivamente denominati come diverse postazioni dell'osservatorio, mentre risultano specificatamente individuati nella scheda riassuntiva di rilevazione dei dati, riportata nella [tabella 24](#), per consentire la necessaria verifica di validazione della serie termopluviometrica storica di Locarno.

La prima postazione di questo osservatorio fu istituita presso la stazione ferroviaria del S. Gottardo (FFS) e gestita dallo stesso personale della stazione con la strumentazione posta a 5 m sul suolo, che presenta un'altitudine di 205 m s.l.m.m.

Le coordinate di questa prima postazione strumentale presentano latitudine $46^{\circ}10'22,7''N$ e longitudine $8^{\circ}48'8,2''E$. Le osservazioni strumentali, acquisite alla quota di 210 m s.l.m.m., riguardavano le letture giornaliere delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e della quantità di pioggia misurata alle ore 7,30 ed assegnata alle 24 ore precedenti le ore 7,30 del giorno di registrazione del dato.

Il funzionamento di questa prima postazione dell'osservatorio perdurò dal 1/1/1876 al 31/12/1882, ma purtroppo fu inficiata da diverse interruzioni, per cui le relative osservazioni termopluviometriche risultano incomplete.

Le osservazioni termopluviometriche giornaliere ripresero con regolarità e continuità il 1/1/1883 allorché da questa prima postazione la strumentazione venne trasferita nel giardino della villa dell'ispettore scolastico G. Mariani. Questa seconda postazione presenta quali coordinate geografiche latitudine $46^{\circ}10'30,8''N$, longitudine $8^{\circ}48'10,6''E$ ed altitudine del suolo 228,4 m s.l.m.m., per cui, risultando la strumentazione posta ad 1,6 m sul suolo, i dati termopluviometrici risultano acquisiti a 230 m s.l.m.m.

L'attività di questa seconda postazione dell'osservatorio di Locarno-Muralto perdurò dal 1/1/1883 al 31/12/1884 e, rispetto alla prima postazione, la strumentazione ha subito uno spostamento orizzontale verso N di 237 m ed uno verticale di 20 m verso l'alto. Le osservazioni termometriche e pluviometriche giornaliere proseguirono con la stessa metodologia di lettura adottata nella prima postazione.

In data 1/1/1885 la strumentazione fu spostata in un'altra villa di proprietà del Mariani, posta all'incrocio tra la via Ticino e la via Prof. G. Mariani, dove funzionò sino al 31/12/1896. Questa terza postazione presenta quali coordinate geografiche latitudine $46^{\circ}10'34,1''N$, longitudine $8^{\circ}48'10,8''E$ ed altitudine del suolo 235,4 m s.l.m.m., per cui, risultando la strumentazione posta ad 1,6 m sul suolo, l'acquisizione dei dati termopluviometrici avvenne alla quota di 237 m s.l.m.m.

Rispetto alla seconda postazione la strumentazione ha quindi subito uno spostamento orizzontale di 112,5 m

verso N ed uno verticale di 7 m verso l'alto. In questa terza postazione dell'osservatorio di Locarno-Muralto sono continuate con la stessa metodologia le rilevazioni termometriche con letture giornaliere delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e con letture alle ore 7,30 delle quantità di pioggia giornaliera, assegnandole alle 24 ore precedenti le ore 7,30 del giorno di registrazione del dato.

In data 1/1/1897 la strumentazione venne trasferita in una nuova villa, di proprietà dei Mariani, sita in via del Sole 27, dove vi rimase in attività sino al 31/12/1959, data di cessazione delle rilevazioni. Questa quarta postazione dell'osservatorio di Locarno-Muralto mostra, quali caratteristiche geografiche, latitudine $46^{\circ}10'33,2''N$, longitudine $8^{\circ}48'4,8''E$ ed altitudine del suolo 242,4 m s.l.m.m., per cui, risultando la strumentazione posta ad 1,6 m sul suolo, l'acquisizione dei dati termopluviometrici è avvenuta alla quota di 244 m s.l.m.m.

Rispetto alla terza postazione la strumentazione ha quindi subito uno spostamento orizzontale di 150 m verso W ed uno verticale di 7 m verso l'alto. Le letture termometriche e pluviometriche, per tutto il periodo di funzionamento, dal 1/1/1897 al 31/12/1959, sono proseguite con la stessa tipologia di acquisizione dei dati adottata nelle precedenti postazioni.

Osservatorio di Locarno Aeroporto

La serie di osservazioni meteorologiche acquisite sino al 1959 nell'osservatorio di Locarno-Muralto può essere continuata, per il periodo dal 1/1/1960 al 31/12/1973, con le rilevazioni termopluviometriche registrate in questo osservatorio, che, posto sulla piana fociale del Ticino nel suo punto di immissione nel lago Maggiore, presenta la strumentazione termometrica ad 1,70 m sul suolo e quella pluviometrica ad 1,50 m sul suolo. Le caratteristiche geografiche di questo osservatorio mostrano latitudine $46^{\circ}9'57,6''N$, longitudine $8^{\circ}52'40,8''E$ ed altitudine del suolo 197 m s.l.m.m., per cui le acquisizioni dei dati termometrici avviene alla quota di 198,7 m s.l.m.m. e quella dei valori pluviometrici a 198,5 m s.l.m.m.

Rispetto alla quarta postazione dell'osservatorio di Locarno-Muralto la strumentazione ha subito quindi uno spostamento orizzontale verso E di 5412,5 m ed uno spostamento verticale verso il basso di 45,3 m dei termometri e di 45,5 m del pluviometro.

Le rilevazioni termopluviometriche per tutto il solo periodo dal 1/1/1960 al 31/12/1973 di questo osservatorio, preso in considerazione, sono state acquisite con letture giornaliere delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e con misure in mm della quantità di pioggia rilevata alle ore 7,30, e, conseguentemente, assegnata alle 24 ore precedenti le ore 7,30 del giorno di registrazione del dato.

Osservatorio ticinese di Locarno-Monti

Questo osservatorio ticinese dell'Istituto Svizzero di Meteorologia (ISM), entrato in funzione il 1/5/1935, risulta ubicato in località Monti della Trinità, a SW della Madonna del Sasso, e sistemato, dal 1935 al 1957, nella originaria sede dell'Osservatorio bioclimatico di Orselina, quindi, con il 1958, nella nuova sede appositamente realizzata sulle sue coerenze W.

La strumentazione termopluviometrica, esposta ad 1,5 m sul suolo sul versante S dei Monti della Trinità, presenta, quali coor-



Foto 20

L'Osservatorio Meteorologico dell'Aeroporto di Locarno le cui osservazioni dal 1.1.1960 al 31.12.1973 sono state utilizzate per completare la serie storica di Locarno-Muralto.

dinate geografiche, latitudine 46°10'21,9"N, longitudine 8°47'14,1"E ed altitudine di 379 m s.l.m.m.

Rispetto all'osservatorio di Locarno Aeroporto la posizione strumentale di rilevazione dei dati termopluviometrici presenta uno spostamento orizzontale di 7037,5 m verso W ed uno spostamento verticale verso l'alto di 180,3 m dei rilevatori termometrici e di 180,5 m di quelli pluviometrici.

Le osservazioni termopluviometriche di questo osservatorio prese in considerazione dal 1/1/1974 ad oggi per il completamento della serie sono state acquisite, per quanto riguarda la temperatura, con letture giornaliere delle (T_{\min}) e (T_{\max}), e, per quanto concerne le quantità di pioggia giornaliera, con misure in mm eseguite alle ore 7,30 ed assegnate alle 24 ore precedenti le ore 7,30 del giorno di registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

L'Istituto Svizzero di Meteorologia (ISM), nell'ambito del suo Osservatorio Ticinese (OTL) in funzione dal 1935 ai Monti della Trinità di Locarno, ha ricostruito la serie termopluviometrica di Locarno utilizzando i dati della serie 1876-1959 di Locarno-Muralto, analizzati da Rima (1971) per le sole precipitazioni, e quelli rilevati dal 1935 ad oggi nella stazione di Locarno-Monti.

Si è però ritenuto opportuno, pur potendosi recuperare anche i dati termometrici, ricostruire la sola serie pluviometrica di Locarno, in quanto considerata, nell'esame delle stazioni storiche piemontesi, come rappresentativa dell'area lacuale al confine con la Svizzera e quindi utile per il confronto con la serie pluviometrica di Miazzina, che, per la sua posizione in quota sul versante, potrebbe significativamente aver risentito delle condizioni orografiche piuttosto che delle condizioni climatiche generali, la cui evoluzione storica rappresenta invece lo scopo primario dell'indagine.

La raccolta, quindi, dei dati pluviometrici è stata svolta sugli Annali del Ministero dei LL.PP. utilizzando i valori dell'intera serie di Locarno-Muralto, per sfruttare così una continuità (1876-1959) significativa di rilevamento territoriale, cui sono state poi ricollegate, secondo le valutazioni indicate nella **tabella 24**, per il successivo intervallo temporale dal 1959 ad oggi, le quantità di pioggia giornaliera rilevate negli osservatori dell'Aeroporto di Locarno e di Locarno-Monti.

La ricostruzione per i fini sopraindicati di questa serie pluviometrica di Locarno non risulta quindi la stessa proposta dall'OTL, in quanto, a differenza di codesta, sono stati utilizzati, la quasi totalità della serie (1886-1959) di Locarno-Muralto, la serie (1960-1973), dalle condizioni topoclimatiche più simili, di Locarno-Aeroporto ed infine la serie (dal 1974 ad oggi) di Locarno-Monti.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le precipitazioni annue relative all'intervallo temporale 1886 -1994 consentono di ricavare la curva cumulata, (**fig. 14.2**) che risultando perfettamente sovrapposta alla relativa retta di regressione indica che la serie ricostruita con i valori rilevati dai tre osservatori descritti nella **tabella 24**, può ritenersi uniforme ed omogenea.

— fig. 14.2

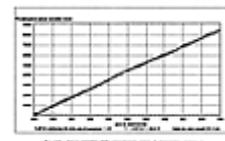


Tabella 24 - STAZIONE DI LOCARNO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1876 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Osservatorio ISM di Locarno-Monti						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/1/1876 al 31/12/1882	46°10'22.7"	8°48'8.2"	210	0	0	
Dal 1/1/1883 al 31/12/1884	46°10'30.8"	8°48'10.6"	230	237 → N	+20	
Dal 1/1/1885 al 31/12/1896	46°10'34.1"	8°48'10.8"	237	112.5 → N	+7	
Dal 1/1/1897 al 31/12/1959	46°10'33.2"	8°48'4.8"	244	150 → W	+7	
Dal 1/1/1960 al 31/12/1973	46°9'57.6"	8°52'40.8"	198.7	5412.5 → E	-45.3	
Dal 1/1/1974 ad oggi	46°10'21.9"	8°47'14.1"	379	7037.5 → W	+180.3	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1876 al 31/12/1882	46°10'22.7"	8°48'8.2"	210	0	0	Ore 7.30
Dal 1/1/1883 al 31/12/1884	46°10'30.8"	8°48'10.6"	230	237 → N	+20	Ore 7.30
Dal 1/1/1885 al 31/12/1896	46°10'34.1"	8°48'10.8"	237	112.5 → N	+7	Ore 7.30
Dal 1/1/1897 al 31/12/1959	46°10'33.2"	8°48'4.8"	244	150 → W	+7	Ore 7.30
Dal 1/1/1960 al 31/12/1973	46°9'57.6"	8°52'40.8"	198.5	5412.5 → E	-45.5	Ore 7.30
Dal 1/1/1974 ad oggi	46°10'21.9"	8°47'14.1"	379	7037.5 → W	+180.5	Ore 7.30

L'andamento delle precipitazioni annue (fig. 22) dell'intervallo temporale 1886-1994 rivela la presenza di una tendenza, ancorché modesta, ma pur sempre ben evidente, negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 109 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 11,7 mm pari ad un gradiente negativo di 0,11 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1886-1994, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in gennaio, febbraio, aprile, maggio, giugno e settembre, in tutti gli altri mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di agosto ed ottobre.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) indica una precipitazione media annua di 1879,7 mm in 109,7 giorni piovosi, compresa, quindi, nel campo di variabilità tra il minimo di pioggia annua verificatosi nel 1921 con 875 mm in 57 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nel 1960 con 3251,4 mm in 138 giorni piovosi.

tab. 45

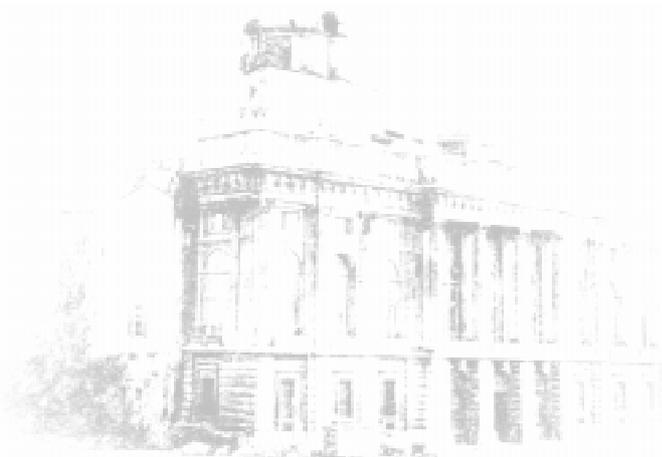


Figura 22

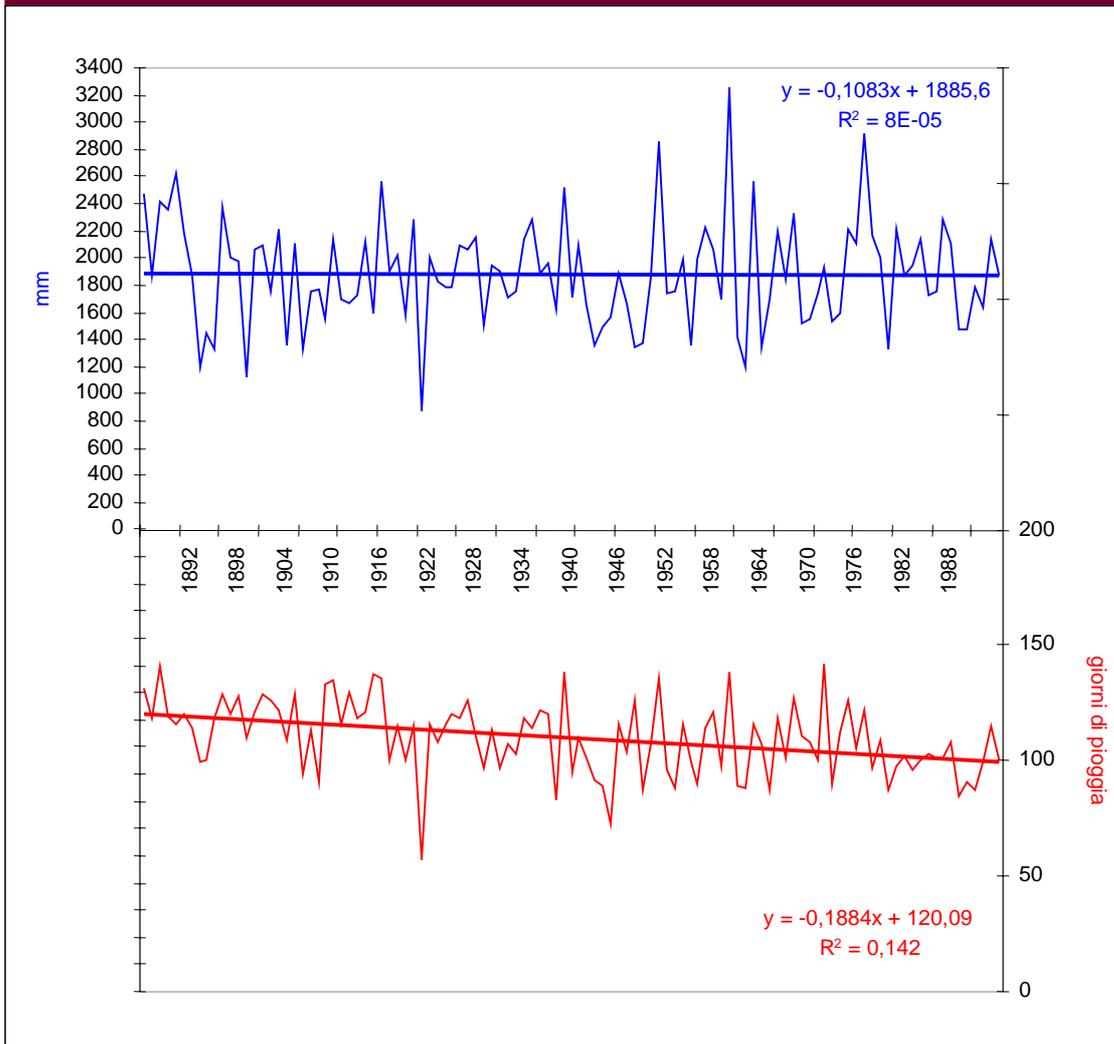
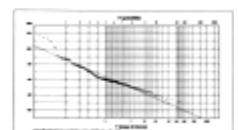


Figura 22

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Locarno nel periodo 1886 - 1994.

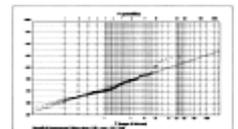
La verifica di probabilità di evenienza di questi valori annui estremi calcolata per l'intervallo temporale 1886-1994 consente di determinare per il minimo annuo di 875 mm un tempo di ritorno di 192,7 anni (fig. 14.3) e per il massimo annuo di 3251,4 mm un tempo di ritorno di oltre 4.000 anni (fig.14.4) che, in relazione all'intervallo temporale di 109 anni dei valori argomentali, va quindi considerato come un valore del tutto indicativo.

fig. 14.3



La distribuzione di frequenza delle precipitazioni di questo stesso intervallo temporale 1886 -1994 (tav. 14.3b) rivela inoltre un istogramma ad andamento bimodale con moda principale nella classe a limiti 348,2÷434,3 mm e moda secondaria nella classe a limiti 520,4÷606,5 mm, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza fornisce valori di frequenza percentuale assimilabili a quelli di una distribuzione gaussiana, come altresì confermato in tal senso dal valore di $-0,008$ dell'indice di Bowley.

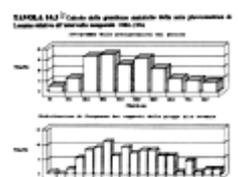
fig. 14.4



Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui relativo a questo periodo temporale 1886 -1994 (fig. 22) evidenzia la presenza di quattro periodi significativi di minimi in corrispondenza degli intervalli 1892-1896, 1938-1945, 1952-1956, 1973-1978, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 14.3b) individua il rapporto dominante nella classe modale $0,7 \div 0,8$ per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non corrisponde a quella della sua normale.

tav. 14.3b

Il modulo pluviometrico estremo di 3,7 e l'angolo medio annuo di Gams di $7,6^\circ$ individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità $<10^\circ$ di tipo quindi mediterraneo caratterizzante il settore insubrico dei grandi laghi alpini e con distribuzione delle piogge annue tali da presentare una frequenza di anni secchi (precipitazione

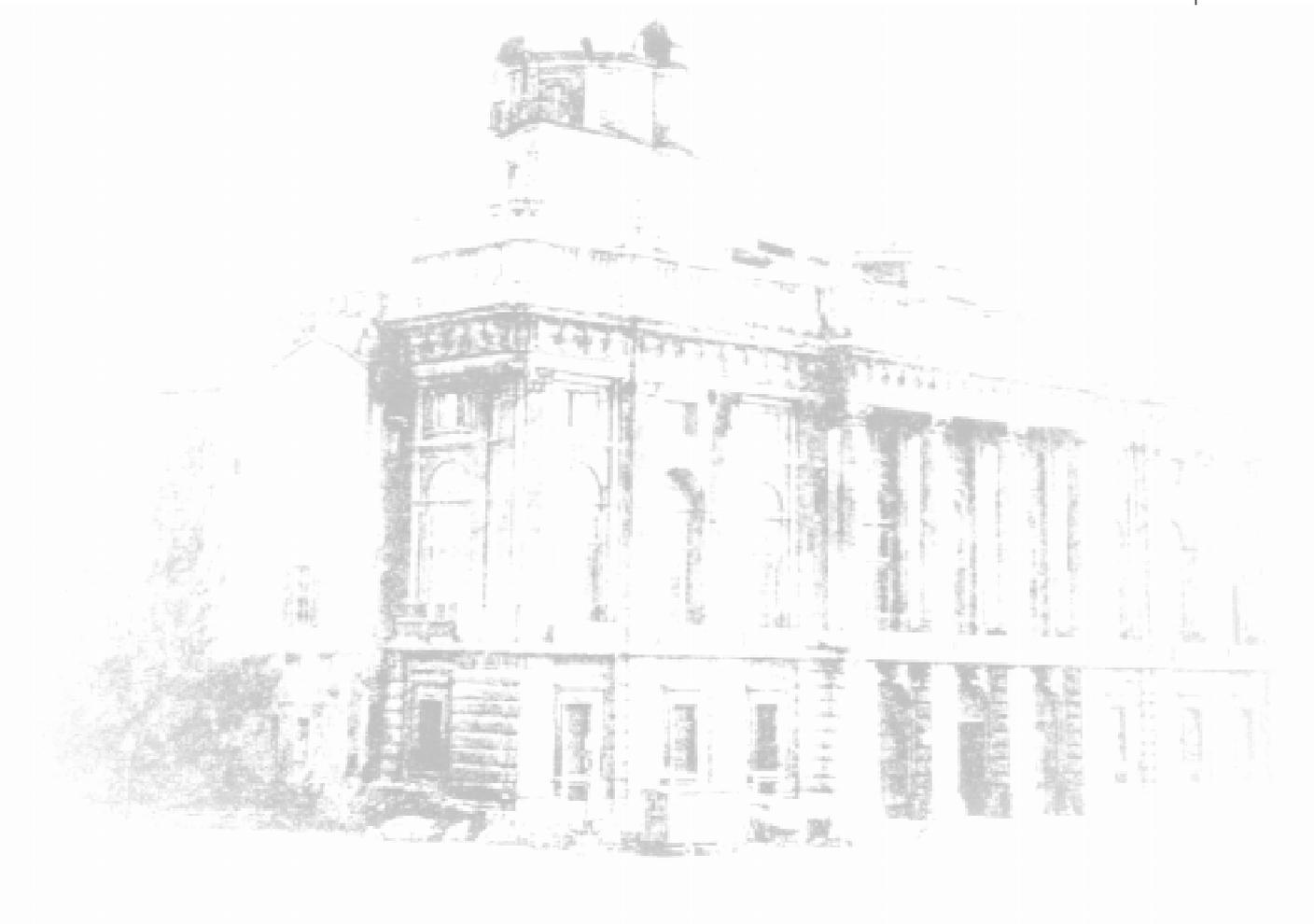
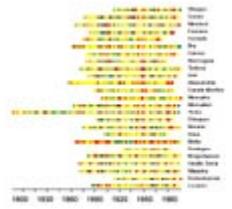


annua <1757 mm) del 39,4% sul totale e di anni piovosi (precipitazione annua >1974 mm) del 40,4% sul totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1886 al 31/12/1994 evidenziano inoltre una precipitazione media per la primavera di 494,9 mm con 31,9 giorni piovosi, per l'estate di 596,5 mm con 31,9 giorni piovosi, per l'autunno di 558,5 mm con 27,4 giorni piovosi e per l'inverno di 226,6 mm con 18,5 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo dal 1/1/1886 al 31/12/1994 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1983 con 950,8 mm in 43 giorni piovosi e la più secca quella del 1893 con 90 mm in 18 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1890 con 1212,6 mm in 40 giorni piovosi e la più secca quella del 1962 con 213,9 mm in 17 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1976 con 1454,2 mm in 42 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 50 mm in 6 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1951 con 716,7 mm in 45 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 14,2 mm in 5 giorni piovosi.

fig. 41



3.16 - MIAZZINA

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati



Le prime sistematiche rilevazioni meteorologiche giornaliere iniziarono a Miazzina il 1/1/1893 con la messa in opera sul margine SW della spianata di Alpe Pala di un pluviometro la cui attività si protrasse sino al 1915, anno in cui subentrò, con la rilevazione di dati termopluviometrici, l'osservatorio impiantato presso la canonica di Miazzina. Attualmente risulta in fun-

zione una stazione automatica di registrazione termopluviometrica gestita dal CNR Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza.

I periodi di funzionamento di questi tre osservatori risultano tali da consentire di comporre un'unica continua serie di dati, per la cui validazione è necessario tener conto delle seguenti caratteristiche di funzionamento e di acquisizione dei dati di ciascuno di questi tre osservatori che vengono denominati con le principali indicazioni di riferimento emerse dalla documentazione cartacea di archivio.

Osservatorio Alpe Pala

Questo osservatorio costituito da un pluviometro posto sul bordo meridionale della spianata di Alpe Pala alla quota del suolo di 900 m s.l.m.m. acquisiva i dati sulle quantità di pioggia giornaliera, presentando la bocca del pluviometro ad un'altezza sul suolo di 1,6 m, ad un'altitudine di 901,6 m s.l.m.m.

Le coordinate geografiche presentavano latitudine 45°58'47,8"N e longitudine 3°55'00"W M.M., mentre i valori delle quantità giornaliere di pioggia erano letti alle ore 21, quindi assegnati alle ore 24 precedenti le ore 21 del giorno del giorno di registrazione del dato.

Questo osservatorio iniziò il funzionamento 1/1/1893 e cessò l'attività il 31/12/1915.

Osservatorio della canonica di Miazzina

Questo osservatorio, ubicato nel giardino della canonica di Miazzina posto sul lato S del piazzale compreso tra la casa parrocchiale e la Chiesa di S. Lucia e S. Ulderico, era costituito da una capannina meteorologica contenente i termometri e da un pluviometro.

Il pluviometro era ubicato sul muro perimetrale del giardino prospiciente la via Risorgimento ad un'altezza sul suolo del giardino di 1,6 m e sulla massicciata di via Risorgimento di 6,4 m, mentre i termometri presentavano un'altezza sul suolo di 1,4 m.

L'altimetria del suolo risulta di 713 m s.l.m.m., per cui le quote d'acquisizione dei dati pluviometrici è di 714,6 m s.l.m.m. e quella dei dati termometrici di 714,4 m s.l.m.m.

Le coordinate di questo osservatorio, che funzionò dal 1/1/1916 al 31/12/1987, presentavano latitudine 45°58'30"N e longitudine 3°55'48,4"W M.M., quindi rispetto al precedente la strumentazione pluviometrica ha subito uno spostamento orizzontale di 1437,5 m verso SW ed uno verticale di 187 m verso il basso.

Le osservazioni termometriche consistevano nella lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massi-

Foto 21

L'Osservatorio Meteorologico di Miazzina gestito dal CNR-Istituto Idrobiologico di Pallanza in funzione dal 1.1.1988.

ma (T_{max}), e quelle pluviometriche nella determinazione delle quantità di pioggia giornaliera lette, nel periodo dal 1/1/1916 al 30/11/1932, alle ore 21, nel periodo dal 1/12/1932 al 31/12/1950, alle ore 19 ed infine dal 1/1/1951 al 31/12/1987, alle ore 9.

Osservatorio CNR Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza

Questo osservatorio, dotato di stazione automatica di registrazione e trasmissione dei dati termopluviometrici, risulta ubicato a Miazzina nel cortile, retrostante il Vecchio Albergo Milano, di via Guglielmo Marconi n.3.

Le coordinate di questo osservatorio presentano latitudine 45°58'27,6"N, longitudine 3°55'37,5"W M.M. ed altitudine del suolo di 700 m s.l.m.m.

I sensori per le letture delle temperature giornaliere (T_{min} e T_{max}) risultano posti a 2,6 m sul suolo e la bocca del pluviometro a 3,25 m sul suolo, per cui le altitudini d'acquisizione, per i valori termometrici, è di 702,6 m s.l.m.m., e, per quelli pluviometrici, di 703,6 m s.l.m.m.

Questo osservatorio, attualmente funzionante, iniziò l'attività d'acquisizione dei dati termopluviometrici, il 1/1/1988, e, rispetto all'osservatorio della canonica, la strumentazione ha subito uno spostamento orizzontale di 250 m verso SE ed uno verticale di 11 m verso il basso per le pluviometrie e di 11,8 m verso il basso per le termometrie.

Le prime sistematiche rilevazioni meteorologiche giornaliere iniziarono a Miazzina il 1/1/1893 con la messa in opera sul margine SW della spianata di Alpe Pala di un pluviometro la cui attività si protrasse sino al 1915, anno in cui subentrò, con la rilevazione di dati termopluviometrici, l'osservatorio impiantato presso la canonica di Miazzina. Attualmente risulta in funzione una stazione automatica di registrazione termopluviometrica gestita dal CNR Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza.

I periodi di funzionamento di questi tre osservatori risultano tali da consentire di comporre un'unica continua serie di dati, per la cui validazione è necessario tener conto delle seguenti caratteristiche di funzionamento e di acquisizione dei dati di ciascuno di questi tre osservatori che vengono denominati con le principali indicazioni di riferimento emerse dalla documentazione cartacea di archivio.

Le coordinate di questo osservatorio, che funzionò dal 1/1/1916 al 31/12/1987, presentavano latitudine 45°58'30"N e longitudine 3°55'48,4"W M.M., quindi rispetto al precedente la strumentazione pluviometrica ha subito uno spostamento orizzontale di 1437,5 m verso SW ed uno verticale di 187 m verso il basso.

Le osservazioni termometriche consistevano nella lettura giornaliera delle temperature minima (T_{min}) e massima (T_{max}), e quelle pluviometriche nella determinazione delle quantità di pioggia giornaliera lette, nel periodo dal 1/1/1916 al 30/11/1932, alle ore 21, nel periodo dal 1/12/1932 al 31/12/1950, alle ore 19 ed infine dal 1/1/1951 al 31/12/1987, alle ore 9.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La ricostruzione delle attività di rilevazione ed acquisizione dei dati della stazione di Miazzina nel periodo 1893-1997, le cui risultanze sono state riassuntivamente riportate nella **tabella 25**, ha mostrato che le osservazioni termometriche, oltre ad essere iniziate (1/1/1916) successivamente a quelle pluviometriche (1/1/1893), presentano altresì ampie sporadiche carenze di dati, per cui risulta, allo stato attuale della ricerca, ancora impossibile ottenere una ricostruzione continua sufficientemente lunga da sottoporre all'analisi climatica.

I dati, invece, della quantità di pioggia giornaliera, consentono di ricostruire compiutamente l'intervallo temporale dal 1/1/1914 al 31/12/1997, per cui solo su questa serie è stato possibile sviluppare l'analisi climatica.

Analisi climatica

Precipitazioni

I valori della quantità di pioggia annua, calcolati sulla base dei dati giornalieri di rilevazione, hanno consentito di ricavare la curva cumulata (fig. 15.2) che, confrontata con le indicazioni della tabella 25, non evidenzia, in corrispondenza dell'anno 1988 di cambiamento della posizione strumentale e degli anni 1932 e 1951 di variazione oraria nelle letture d'acquisizione dei dati pluviometrici, alcuna variazione significativa rispetto alla retta di regressione, per cui la serie di questi valori argomentali può ritenersi dotata di omogeneità ed uniformità.

fig. 15.2

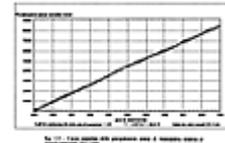


Tabella 25 - STAZIONE DI MIAZZINA - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1893 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione automatica C.N.R. – Istituto Idrobiologico di Pallanza						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Letture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/1/1916 al 31/12/1987	45°58'30"	3°55'48.4"	714.4	0	0	
Dal 1/1/1988 ad oggi	45°58'27.6"	3°55'37.5"	702.6	250 → SE	-11.8	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1893 al 31/12/1915	45°58'47.8"	3°55'00"	901.6	0	0	Ore 21.00
Dal 1/1/1916 al 31/11/1932	45°58'30"	3°55'48.4"	714.6	1437.5 → SW	-187	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	45°58'30"	3°55'48.4"	714.6	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 ad oggi	45°58'30"	3°55'48.4"	714.6	0	0	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue del periodo 1914 -1997 ricavabile dai dati documentari mostra la presenza di un'evidente tendenza alla diminuzione e quindi conforme, anche se con gradiente più elevato, a quella ritrovata per Locarno. Questa tendenza negativa, infatti, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 84 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 185,3 mm pari ad un gradiente negativo di 2,23 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1914 -1997, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente in ogni mese e risulta particolarmente significativa nei mesi di marzo, aprile, maggio, dove raggiunge il massimo valore di 3,15 mm/anno del gradiente negativo, giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre, novembre e dicembre.

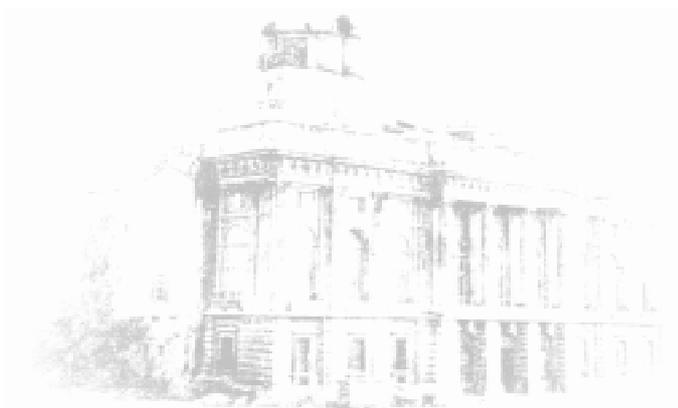


Figura 23

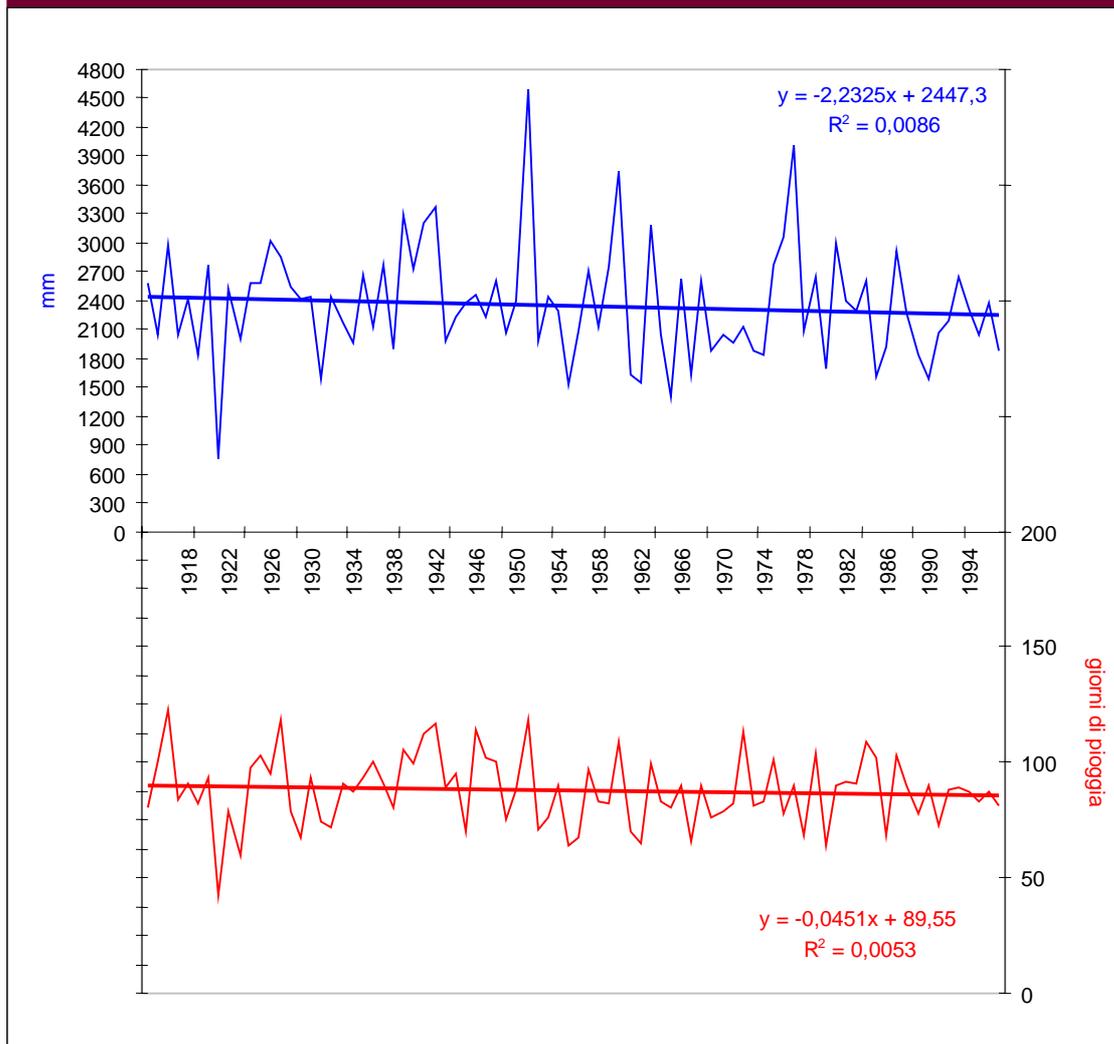


Figura 23

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Miazzina nel periodo 1872 - 1996.

Il calcolo delle relative grandezze statistiche (tabella 45) indica un valore, per questo periodo di 84 anni, della precipitazione media di 2352,5 mm in 87,6 giorni piovosi, compreso tra il minimo di precipitazione annua verificatosi nell'anno 1921 con 760 mm in 42 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nell'anno 1951 con 4590 mm in 118 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di questi valori annui estremi calcolata per il periodo dal 1/1/1914 al 31/12/1997 fornisce, per il minimo di precipitazione annua di 760 mm, un tempo di ritorno di 312,1 anni (fig. 15.3) e, per il massimo di precipitazione annua di 4590 mm, un tempo di ritorno di valore plurimillenario (fig. 15.4), quindi, in relazione alla lunghezza temporale della serie, da ritenersi del tutto indicativo.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue di questo periodo di 84 anni (tav. 15.3b) fornisce un istogramma ad andamento unimodale con classe modale a limiti 2292÷2675 mm, mentre la relativa curva di frequenza mostra valori percentuali della distribuzione assimilabili a quelli gaussiani, come comprova in tal senso anche il valore di -0,033 dell'indice di Bowley.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui del periodo 1914-1997 rivela (figura 23) la presenza di tre periodi di minimi significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1920-1923, 1952-1956, 1978-1980, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 15.3b) evidenzia il rapporto dominante nella classe a limiti 1,0÷1,1 per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese corrisponde a quella della sua normale.

fig. 14.3

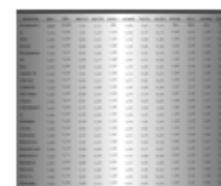


fig. 15.3

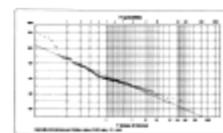
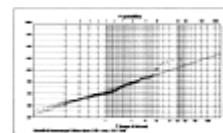
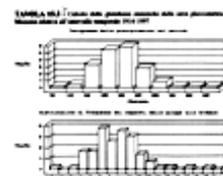


fig. 15.4



tav. 15.3b

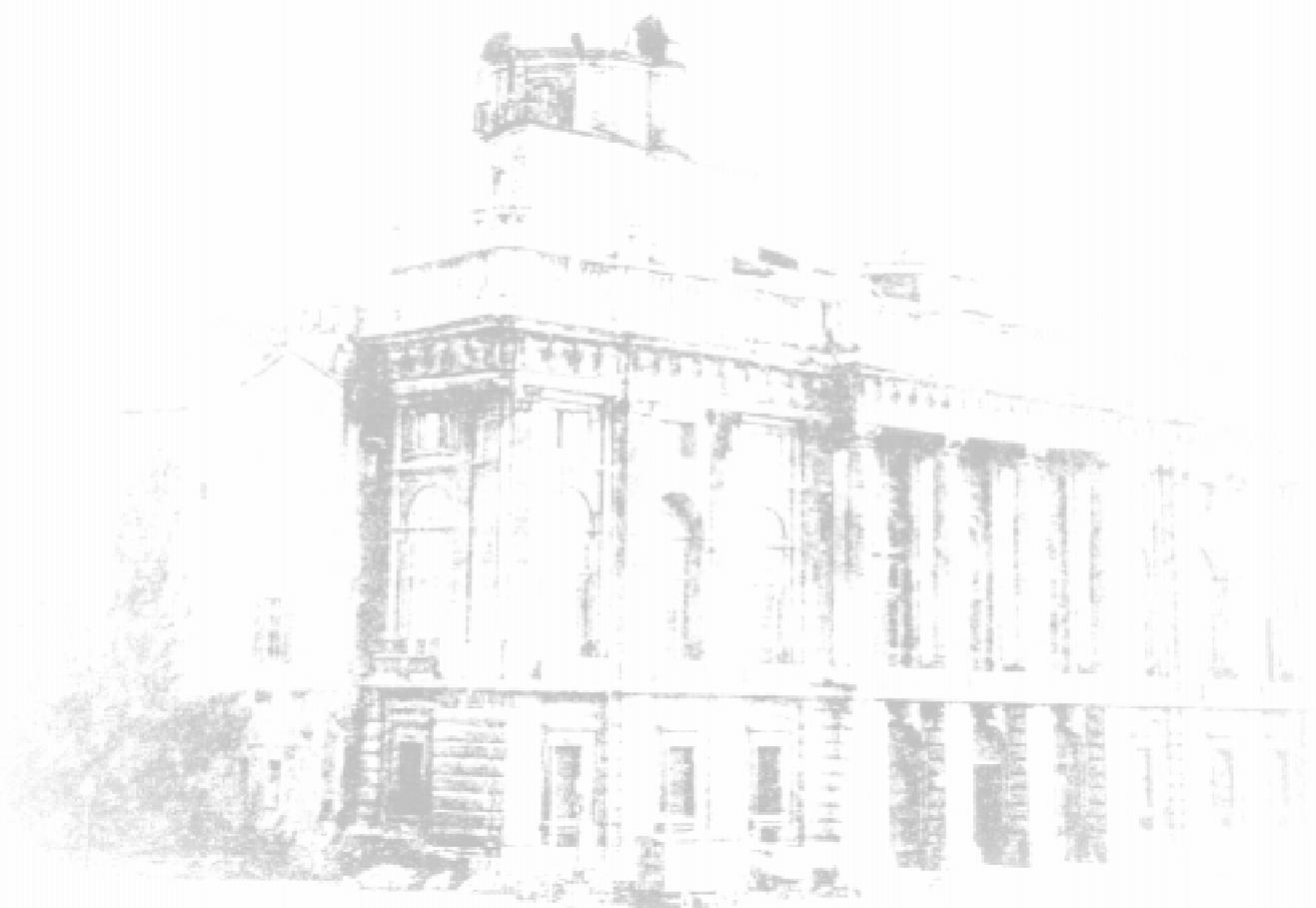
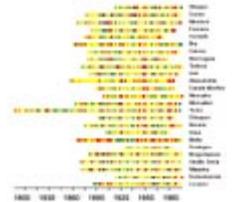


Il modulo pluviometrico estremo di 6 e l'angolo medio annuo di Gams di 18° individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, tipico della zona submediterranea o subinsubrica e caratteristico del confine occidentale delle Alpi, in cui, gli anni secchi (precipitazione annua <2127 mm) rappresentano il 38,1% del totale e quelli piovosi (precipitazione annua >2440 mm) il 40,5% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1914 al 31/12/1997 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 674,1 mm in 26 giorni piovosi, per l'estate di 658,3 mm in 25,7 giorni piovosi, per l'autunno di 759,8 mm in 22 giorni piovosi e per l'inverno di 258,1 mm in 14 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1914 -1997 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1941 con 1425 mm in 40 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 166 mm in 10 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1987 con 1556,1 mm in 40 giorni piovosi e la più secca quella del 1991 con 227 mm in 15 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1976 con 2086 mm in 36 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 40 mm in 3 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1951 con 913 mm in 32 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 4,4 mm in 1 giorno piovoso.

fig. 41



3.17 - MONCALIERI

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Questa stazione iniziò la sua attività nell'anno 1859 e la proseguì ininterrottamente sino ad oggi mantenendosi nell'ambito del complesso edilizio del Real Collegio Carlo Alberto, che, sito nel centro storico di Moncalieri, fu edificato, su progetto dell'architetto Pio Taccone, tra il 1834 ed il 1837 ampliando il duecentesco convento di San Francesco annesso all'omonima chiesa.

La posizione della strumentazione meteorologica nell'ambito del Real Collegio subì però nel tempo spostamenti di modesta entità che, secondo le indicazioni di DI NAPOLI & MERCALLI (1996), non comportarono sostanziale disomogeneità nei dati, mentre provocò significative discontinuità nei dati la scorretta esposizione della strumentazione durante il periodo temporale 1961-1989.

La serie termopluviometrica risulta pertanto rilevata secondo i sottoriportati intervalli temporali, ciascuno dei quali segna un periodo di stabile posizionamento delle apparecchiature di lettura dei dati nell'ambito del Real Collegio. Ognuno di questi periodi, per uniformità di dicitura con le altre stazioni meteorologiche esaminate, verrà virtualmente denominato come osservatorio, anche se appunto ubicato sempre nello stesso complesso edilizio in cui fu intrapreso l'inizio dell'attività meteorologica.

Osservatorio vecchio

Questo osservatorio, fondato da padre Francesco Denza nel 1859, era sistemato all'esterno dell'ultimo piano del Real Collegio Carlo Alberto e dotato di una capannina meteorologica contenente termometri a lettura del decimo di grado e uno psicometro, mentre l'imbuto dell'udometro era posto sul tetto soprastante. Le coordinate geografiche del posizionamento strumentale risultano solo presumibilmente deducibili dalla documentazione cartacea ufficiale (SECCHI, 1864 e DENZA, 1882), in quanto la sua esatta ubicazione, come indicato da DI NAPOLI & MERCALLI (1996, pag.21), non venne mai menzionata da Denza, per cui si può assumere come latitudine il valore di $44^{\circ}59'52''N$ e come longitudine $4^{\circ}45'30,9''W$ M.M.

La posizione dei termometri all'interno della capannina mostrava un'altimetria di 260 m s.l.m.m. ed una quota sul suolo di 13 m, mentre la bocca del pluviometro presentava un'altimetria di 264 m s.l.m.m. ed un'altezza sul suolo di 17 metri. Questo osservatorio iniziò la sua attività nel 1859, ma la descritta posizione strumentale fu acquisita da Denza dopo una serie sperimentali di prove, per cui solo con il 1863 i dati rilevati costituiscono l'inizio della serie termopluviometrica storica.

L'attività di questo osservatorio vecchio durò dal 1/1/1863 sino al 1/4/1904, data in cui la strumentazione fu spostata sulla torretta fatta appositamente costruire nel 1877, in base ad un progetto redatto dall'architetto Mottura, sulla sommità della manica centrale del Real Collegio ed utilizzata sino a questo trasferimento delle apparecchiature meteorologiche solo come osservatorio astronomico.

In questo osservatorio vecchio furono eseguite ogni giorno letture termometriche al decimo di grado, sia delle ore sinottiche 6 (T_6), 9 (T_9), 12 (T_{12}), 15 (T_{15}), 18 (T_{18}), 21 (T_{21}), sia delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), fino al 31/7/1901, mentre dopo tale data e sino al 31/3/1904, in ogni giorno, oltre alle (T_{\min}) e (T_{\max}), si rilevarono le temperature alle ore sinottiche 9 (T_9), 15 (T_{15}), 21 (T_{21}).

Le letture delle quantità giornaliere di pioggia, per tutta la durata di funzionamento di questo osservatorio, si riferiscono alle 24 ore dell'intervallo intercorrente tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di registrazione.

Osservatorio nuovo

La torretta del Real Collegio fu utilizzata, già subito dopo la sua costruzione nel 1877, come osservatorio astronomico con la denominazione, datale da DENZA (1880), di “nuovo osservatorio” che iniziò così il 1/4/1904 la sua attività di rilevamenti meteorologici, allorché vi furono trasferiti dal precedente osservatorio, ad opera di padre Dionigi Boddaert, la relativa strumentazione, sistemando i termometri in una capannina meteorologica posta sul lato occidentale della facciata S della torretta, con la posizione dei bulbi ad un’altitudine di 267,7 m s.l.m.m. e ad un’altezza sul suolo di 20,7 metri. Il pluviometro, sistemato invece sulla terrazza sommitale della predetta torretta, presentava la bocca ad un’altitudine di 273,4 m s.l.m.m. e ad un’altezza sul suolo di 26,4 metri. Le coordinate geografiche di questa nuova posizione strumentale presentano latitudine 44° 59’ 52”N e longitudine 4° 45’ 31”W M.M.

Tale sistemazione, rispetto alla precedente, evidenzia pertanto, per i termometri, uno spostamento orizzontale, che si può valutare al massimo come contenuto entro una ventina di metri, ed uno spostamento verticale verso l’alto di 7,7 m, mentre per la bocca del pluviometro, ad un analogo spostamento orizzontale, corrisponde uno spostamento verticale verso l’alto di 9,4 metri.

Il funzionamento di questo osservatorio perdurò sino al 3/7/1961 ed in questo intervallo temporale si registrarono giornalmente le temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), 15 (T_{15}), 21 (T_{21}) e le temperature estreme minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) sino al 30/11/1932, mentre per il successivo rimanente periodo, accanto alle (T_{\min}) e (T_{\max}) di ogni giorno furono rilevate le temperature sinottiche delle ore 8 (T_8), 14 (T_{14}), 19 (T_{19}).

Le letture delle precipitazioni giornaliere sino al 30/11/1932 avvennero alle ore 21, per cui il valore giornaliero registrato riguarda l’intervallo temporale di 24 ore tra le 21 del giorno precedente e le 21 del giorno di assegnazione dei valori, mentre con il 1/12/1932 e sino al 3/7/1961 le letture, pur riferendosi sempre ad un periodo di 24 ore, attengono all’intervallo temporale compreso tra le 19 del giorno precedente e le 19 del giorno di attribuzione dei valori.

Osservatorio a funzionamento ridotto

L’attività di questo osservatorio, iniziata con il 4/7/1961, risulta alquanto precaria, come testimonia la ricostruzione storica fattane da DI NAPOLI & MERCALLI (1996), in quanto, in condizioni del tutto aleatorie e disagiate, si ridussero le rilevazioni alle sole letture giornaliere delle temperature estreme minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle precipitazioni, ma purtroppo anche con scorretta esposizione e sistemazione della relativa strumentazione, specie quando, alla fine del 1961, il termometro a minima e massima, anziché allocato nella capannina meteorologica, venne agganciato all’imposta semichiusa della finestra con cui si accedeva alla capannina.

Tale precaria situazione di rilevazione dei dati perdurò sino alla fine del 1989, allorché una nuova capannina venne montata sul balcone della stanza dell’osservatorio.

Le letture delle quantità di pioggia giornaliera vennero eseguite alle ore 19 ed assegnate alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 19 del giorno di assegnazione del dato (DI NAPOLI & MERCALLI, 1996, pag.23).

Le osservazioni termopluviometriche di questo osservatorio riguardanti l’intervallo temporale tra il 4/7/1961 ed il 31/12/1989 furono pertanto eseguite nella stessa posizione planoaltimetrica di quelle del precedente “nuovo osservatorio”, ma, pur non presentando quindi la strumentazione spostamenti orizzontali e verticali, vengono evidenziate separatamente nella scheda di **tabella 26**, in quanto la precarietà del loro rilevamento ha comportato la correzione dei dati rilevati, disposta per stima parallela per le temperature e per correzioni di confronto con stazioni limitrofe per le precipitazioni, da DI NAPOLI & MERCALLI (1996, pagg. 31 e 110). La serie così

corretta di questi dati termopluviometrici è stata adottata, in questa ricostruzione della serie storica di Moncalieri.

Osservatorio attuale

L'attuale osservatorio iniziò la sua attività di rilevazione con il 1/1/1990 per iniziativa di Gennaro Di Napoli e Luca Mercalli allorché, con l'appoggio dell'ex Ente di Sviluppo Agricolo del Piemonte, fu installata una nuova capannina meteorologica, ad una distanza di 1 metro dalla posizione di quella in opera nel periodo 1904-1961, con dentro allocati i termometri, mentre la bocca del nuovo pluviografo, fornito dall'UCEA di Roma, presenta la stessa posizione sul terrazzo della torretta sempre mantenuta tale dal 1904.

Le coordinate geografiche della strumentazione sono quindi rimaste immutate, mentre si deve annotare solamente uno spostamento orizzontale di 1 metro nella posizione dei bulbi dei termometri.

Le letture dei termogrammi e dei pluviogrammi dal 1/1/1990 vengono riferite, secondo le indicazioni di Di NAPOLI & MERCALLI (1996, pag.23), al giorno civile, cioè i dati termopluviometrici letti giornalmente si riferiscono all'intervallo orario 00÷24 ore del giorno di assegnazione del valore.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

I dati termometrici e pluviometrici giornalieri dell'Osservatorio meteorologico di Moncalieri sono stati direttamente ricavati dalle tabelle pubblicate da Di NAPOLI & MERCALLI (1996), in quanto, come è stato precedentemente indicato, la precarietà delle osservazioni termometriche del periodo 1961-1989 e quelle pluviometriche del periodo 1970-1989, hanno richiesto correzioni e talora ricostruzioni di dati mancanti per eliminare sia sistematici errori di rilevazione, sia irregolarità e disomogeneità nei valori strumentali riportati sui registri originali.

Nella Banca Dati sono riportati, pertanto i valori pluviometrici mensili ed annuali ottenuti dai dati validati da Di NAPOLI & MERCALLI (1996, pp.113-115), mentre i giorni piovosi sono stati dedotti dalle copie dei registri originali conservati negli archivi dell'UCEA di Roma e dell'Ufficio Idrografico di Torino, previo confronto con quelli riportati da Di NAPOLI & MERCALLI (1996, pag.125). Questa serie pluviometrica storica per l'intervallo temporale 1864 -1993 rappresenta quindi la base documentaria su cui è stata sviluppata l'analisi climatica.

Parimenti la serie termometrica, che comprende lo stesso intervallo temporale 1866 -1993 ed è stata utilizzata da BIANCOTTI & CORTEMIGLIA (1994) per la determinazione delle caratteristiche del clima di Moncalieri, viene usata come base documentaria per le correlazioni con quella pluviometrica e per la ricerca delle variazioni recenti del clima locale.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le precipitazioni mensili ed annue consentono di ricavare la curva cumulata (fig. 16.2) da cui si evince un andamento conforme alla relativa retta di regressione con presenza di scostamenti appena incipienti in corrispondenza dei periodi 1864–1879, 1914–1930, 1985–1994. Il confronto con la **tabella 26** mette in evidenza che tali periodi di incipiente modesto allontanamento dalla retta di regressione non coincidono né con cambiamenti di posizione strumentale, né con modificazione degli orari di lettura e di modalità d'acquisizione dei dati, per cui, nel complesso, si può considerare uniforme questa serie di precipitazioni annue a Moncalieri del periodo 1864–1994.

— fig. 16.2

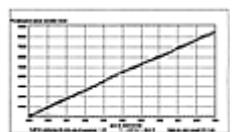


Tabella 26 - STAZIONE DI MONCALIERI - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1863 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Real Collegio Carlo Alberto.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Letture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/1/1863 al 31/7/1901	44°59'52"	4°45'30.9"	260	0	0	T ₆ -T ₉ -T ₁₅ -T ₁₈ -T ₂₁
Dal 1/8/1901 al 31/3/1904	44°59'52"	4°45'30.9"	260	0	0	T ₉ -T ₁₅ -T ₂₁
Dal 1/4/1904 al 30/11/1932	44°59'52"	4°45'31"	267.7	20 → E	+7.7	T ₉ -T ₁₅ -T ₂₁
Dal 1/12/1932 al 3/7/1961	44°59'52"	4°45'31"	267.7	0	0	T ₈ -T ₁₄ -T ₁₉
Dal 4/7/1961 al 31/12/1989	44°59'52"	4°45'31"	267.7	0	0	
Dal 1/1/1990 ad oggi	45°59'52"	4°45'31"	267.7	1 → W	0	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1863 al 31/3/1904	44°59'52"	4°45'30.9"	264	0	0	Ore 21.00
Dal 1/4/1904 al 30/11/1932	44°59'52"	4°45'31"	273.4	20 → E	+9.4	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 3/7/1961	44°59'52"	4°45'31"	273.4	0	0	Ore 19.00
Dal 4/7/1961 al 31/12/1989	44°59'52"	4°45'31"	273.4	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1990 ad oggi	44°59'52"	4°45'31"	273.4	1 → W	0	Ore 24.00

L'andamento delle precipitazioni annue (fig.24), ricavato dai dati documentari, evidenzia inoltre la presenza, nell'intervallo temporale 1864-1994, di una chiara tendenza negativa, che sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 131 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 221,6 mm pari ad un gradiente negativo di 1,70 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1864-1994, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente in tutti i mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di giugno, luglio e ottobre.

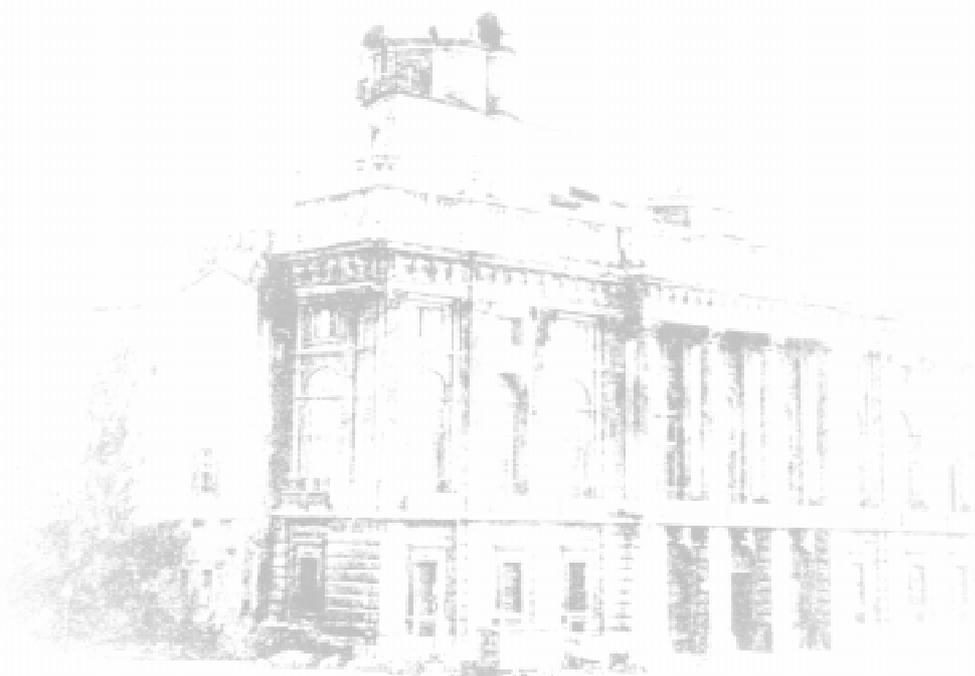


Figura 24

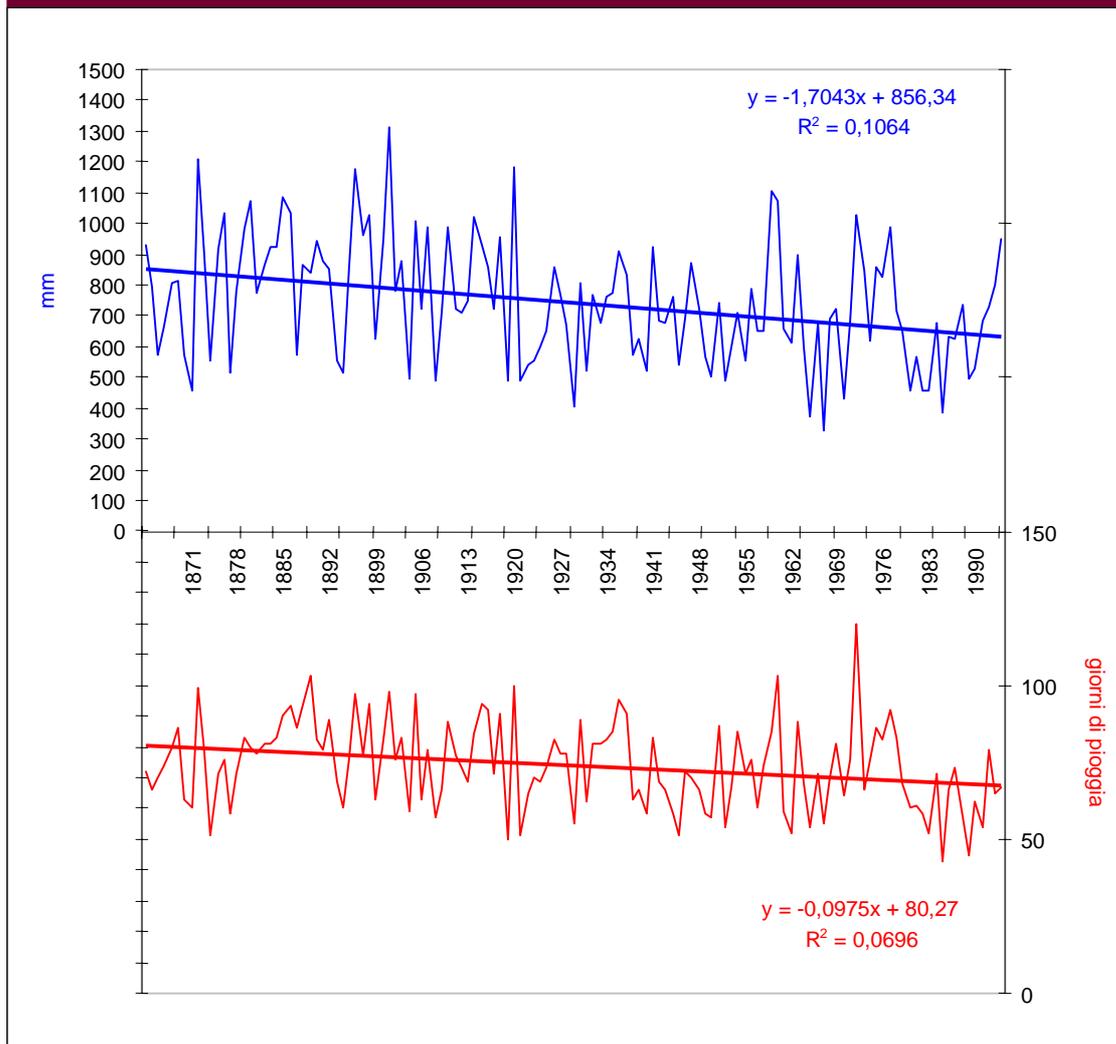


Figura 24

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Moncalieri nel periodo 1864 -1994.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) mostra che a questo stesso periodo è associata una precipitazione media annua di 743,9 mm in 73,8 giorni piovosi, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua verificatosi nell'anno 1967 con 326 mm in 55 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nell'anno 1901 con 1310 mm in 98 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di evenienza di questi valori annui estremi calcolata per questo periodo di 131 anni consente di determinare per il minimo annuo di 326 mm un tempo di ritorno di 58,1 anni (fig. 16.3) e per il massimo annuo di 1310 mm un tempo di ritorno di 480,8 anni (fig. 16.4).

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue dell'intervallo temporale 1864 -1994 (tav. 16.3b) mostra un istogramma ad andamento unimodale, con classe modale a limiti 594,4÷683,8 mm, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza fornisce valori degli intervalli di densità di probabilità prossimi a quelli di una distribuzione gaussiana, come peraltro confermato dal valore di -0,023 dell'indice di Bowley.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui per il periodo 1864 -1994 (fig. 24) mostra la presenza di cinque periodi di minimo significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1873-1878, 1919 -1924, 1944-1952, 1961-1967 e 1980-1991, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 16.3b), presentando il rapporto dominante nella classe a limiti 0,9÷1,0 indica che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese corrisponde a quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico estremo uguale a 4 e l'angolo medio annuo di Gams di 20,7° individuano un regime

tab. 45

fig. 16.3

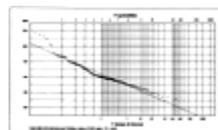
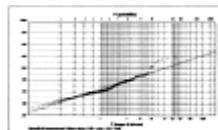
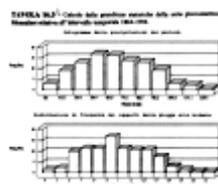


fig. 16.4



tav. 16.3b

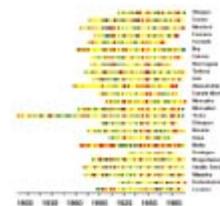


pluviometrico che, con grado di continentalità compreso tra 20° e 30°, quindi di tipo submediterraneo e subatlantico, si caratterizza per un numero di anni secchi (precipitazione annua <678,5 mm) pari al 39,69% del totale e di anni piovosi (precipitazione annua >781,7 mm) pari al 40,46% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1864 al 31/12/1994 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 237,1 mm in 23,5 giorni piovosi, per l'estate di 188,4 mm in 19 giorni piovosi, per l'autunno di 202,6 mm in 18,1 giorni piovosi e per l'inverno di 115,7 mm in 13,4 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo dal 1/1/1864 al 31/12/1994 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1879 con 618,1 mm in 40 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 19,5 mm in 7 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1880 con 516,8 mm in 30 giorni piovosi e la più secca quella del 1879 con 57,4 mm in 10 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1901 con 647,8 mm in 31 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 12,8 mm in 2 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1902 con 336,9 mm in 23 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 2,6 mm in 1 giorno piovoso.

fig. 41



Temperature

I dati delle temperature medie annue della serie termometrica di Moncalieri, relative al periodo dal 1/1/1866 al 31/12/1993 preso in esame per l'analisi climatica, mostrano una curva cumulata perfettamente sovrapposta alla relativa retta di regressione, per cui viene confermata l'uniformità di questi valori argomentali. Tale carattere viene altresì confermato dalla distribuzione di frequenza di questa serie di 128 temperature medie annue, in quanto risulta riconducibile ad una distribuzione normale, presentando i seguenti intervalli di densità di probabilità molto prossimi ad una gaussiana: media ± 2/3 deviazione standard = 43,75%, media ± deviazione standard = 66,41%, media ± 2 deviazione standard = 94,53%, media ± 3 deviazione standard = 100%.

In particolare la determinazione delle grandezze statistiche di questa serie di 128 temperature medie annue relative all'intervallo temporale 1866–1993 consente di ricavare i valori della tabella 27.

Tabella 27				Tabella 27		
INDICI DI POSIZIONE		INDICI DI VARIABILITÀ		INDICI DI FORMA		
Media	12.4	Dev.st.	0.7	Misure dell'asimmetria	Coeff. di Yule	-0.1
Mediana	12.5	Coeff. di variazione	5%		1° coeff. di Pearson	-0.1
Moda principale	12.5	Varianza	0.5		Coeff. β ₁ di Pearson	0.1
Momento all'origine di 2°ordine	155.1	Devianza	57.4		Coeff. γ ₁ di Fisher	0.3
		Campo di variabilità	10.7-13.9		Coeff. di C ₁ Kelley	6.8
		Momento centrale di ordine 2	0.5		Momento centrale di ordine 3	-0.1
		Coeff. di pulsazione di Palierne	36.8	Misure dell'appiattimento	Coeff. β ₂ di Pearson	13.1
					Coeff. γ ₂ di Fisher	10.1
					Coeff. C ₂ di Kelley	0.0
					Momento centrale di ordine 4	0.5

Tabella 27

Grandezze statistiche della serie termometrica di Moncalieri

I parametri della tendenza centrale, risultando tra loro quasi coincidenti indicano quindi che la dispersione è prossima al centro di gravità dei dati, mentre le misure della variabilità confermano la presenza di un'importante dispersione dei dati attorno alla media entro un campo di variazione molto contenuto in quanto compreso in 3,28°C.

Le misure dell'asimmetria confermano che la distribuzione è piuttosto simmetrica e quelle dell'appiattimento

rivelano una dispersione di tipo leptocurtico.

La distribuzione di frequenza delle temperature medie annue evidenzia un istogramma ad andamento bimodale con moda principale nella classe a limiti $12,17^{\circ}\text{C}\pm 12,53^{\circ}\text{C}$. e moda secondaria nella classe a limiti $12,89^{\circ}\text{C}\pm 13,25^{\circ}\text{C}$

L'insieme delle grandezze statistiche individua quindi una distribuzione, per questa serie termometrica di Moncalieri relativa all'intervallo temporale 1866–1993, di tipo approssimativamente normale.

L'applicazione del test delle sequenze o di Thom a questa serie termometrica, presentando 63 valori superiori e 63 inferiori alla mediana, determina nella sequenza 34 cambiamenti, che risultano un numero inferiore al limite inferiore di significatività (57) per probabilità al 10%, per cui si evince la presenza di un'eterogeneità nella serie imputabile o alla presenza di un trend od allo spostamento della mediana. Il coefficiente di variazione (5%) ed il coefficiente di pulsazione di Palierno (36,8%) consentono di optare per la presenza di una tendenza di debole ampiezza, che, la retta di tendenza globale (fig. 25), relativa all'andamento delle temperature medie annue del periodo 1866–1993, individua come positiva.

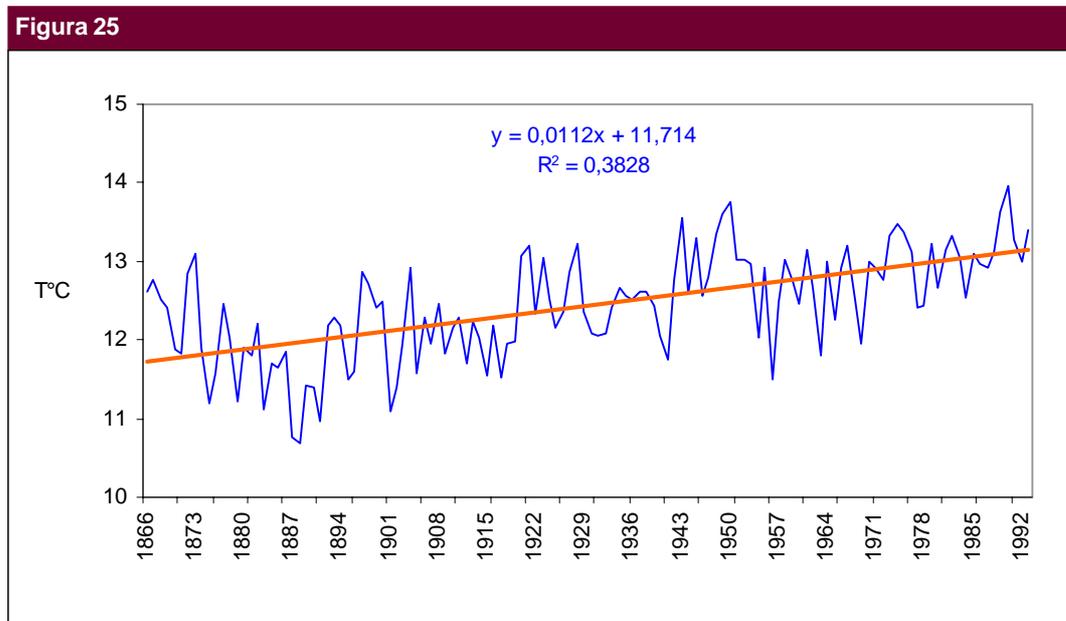


Figura 25

Andamento delle temperature a Moncalieri nel periodo 1866 -1993.

Il coefficiente di correlazione di questa retta del trend risulta però strettamente legato al campione analizzato (128 valori argomentali), per cui necessita determinare quanto approssima il valore vero. L'analisi di bootstrap, svolta con 2000 estrazioni campionarie, fornisce una stima di 0,0515 della distanza media tra il valore osservato ed il valore vero del coefficiente di correlazione, per cui tale grandezza media della deviazione della stima dal valore vero consente di ritenere affidabile questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Moncalieri nel periodo 1866–1993.

Questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Moncalieri nel periodo dal 1/1/1866 al 31/12/1993 viene altresì confermata dal calcolo del coefficiente t di Mann-Kendall e dall'applicazione della relativa analisi progressiva con la statistica $u(t)$ per la serie diretta ed $u(t')$ per quella retrograda, in quanto, risultando un valore di $u(t)=7,45414$ con livelli di significatività $\alpha_0=0,05000$ ed $\alpha_1=0,00001$ l'ipotesi nulla deve essere rifiutata. La conseguente applicazione del test di Pettitt individua l'inizio di questa tendenza nell'anno 1919.

Questa serie di temperature medie annue, ricavate dalla media delle temperature minime (T_{\min}) e massime

(T_{max}) giornaliera, rivela inoltre che, nell'intervallo temporale 1866–1993, l'anno più freddo è risultato il 1888 con una temperatura media annua di 10,7°C e quello più caldo il 1990 con una temperatura media annua di 14,0°C, mentre il calcolo per ogni anno dell'indice termoisodromico di Kerner mostra un valore medio del periodo 1866–1993 di 0,73.

Relativamente poi alla serie delle temperature minime giornaliere (T_{min}) di questo periodo si ricava una media annua di 8,0°C, con deviazione standard di 0,7 e campo di variabilità compreso tra la minima media annua di 6,2°C degli anni 1877 e 1878 e la massima media annua di 9,3°C dell'anno 1975, mentre per la serie delle temperature massime giornaliere (T_{max}) si ricava una media annua del periodo di 16,8°C con deviazione standard di 0,8 e campo di variabilità compreso tra la minima media annua di 15,2°C degli anni 1888 e 1901 e la massima media annua di 19,0°C dell'anno 1990.

Relativamente alle caratteristiche stagionali l'elaborazione statistica permette di ricavare le grandezze statistiche riportate nella tabella 28.

Tabella 28

	T media	Dev. st.	T media minima assoluta	Anno	T media massima assoluta	Anno	T media dei valori giornalieri delle minime	Dev. St.	T media dei valori giornalieri delle massime	Dev. St.
Primavera	12.4	1.0	5.8	1883	20.7	1945	7.7	0.9	17.2	1.3
Estate	22.5	0.9	14.8	1888	31.5	1950	16.9	0.8	28.1	1.1
Autunno	12.6	0.9	5.5	1884	18.6	1921	8.6	1.0	16.5	1.0
Inverno	2.2	1.5	-5.7	1880	8.7	1990	-1.1	1.6	5.6	1.5

Tabella 28

Valori stagionali di temperatura di Moncalieri.

In particolare si osserva che in questo intervallo di 128 anni tra il 1866 ed il 1993 la temperatura media della primavera (12,4°C) risulta inferiore a quella dell'autunno (12,6°C), per cui, unitamente al valore di 0,7 dell'indice termoisodromico di Kerner, viene segnalata la presenza di un'influenza marittima sul clima locale.

L'analisi delle temperature medie mensili di Moncalieri per l'intervallo temporale 1866–1993 mostra, per ciascun mese, le caratteristiche termometriche riportate nella tabella 29, da cui si ricava che il mese più freddo risulta gennaio con una temperatura media di 1,0°C e quello più caldo luglio con una temperatura media di 23,8°C. Inoltre il gennaio più freddo è stato quello del 1880 con una temperatura media di -4,6°C ed il più caldo quello del 1920 con una temperatura media di 5,1°C, mentre il luglio più caldo è risultato quello del 1950 con una temperatura media di 27,5°C e quello più freddo il luglio del 1888 con 20,9°C.

Tabella 29

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
T media	1.0	3.5	8.2	12.4	16.8	21.1	23.8	22.7	18.6	12.5	6.5	2.3
devst	2.1	2.3	1.7	1.3	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.7
Min	-4.6	-4.2	3.5	9.6	12.7	17.5	20.9	19.0	14.5	9.1	3.2	-4.2
Anno	1880	1895	1875	1918	1879	1884	1888	1896	1972	1905	1919	1879
Max	5.1	8.5	12.6	15.3	20.5	24.3	27.5	25.9	21.7	15.4	9.5	6.0
Anno	1920	1990	1990	1949	1920	1950	1950	1991	1961	1949	1898	1953

Tabella 29

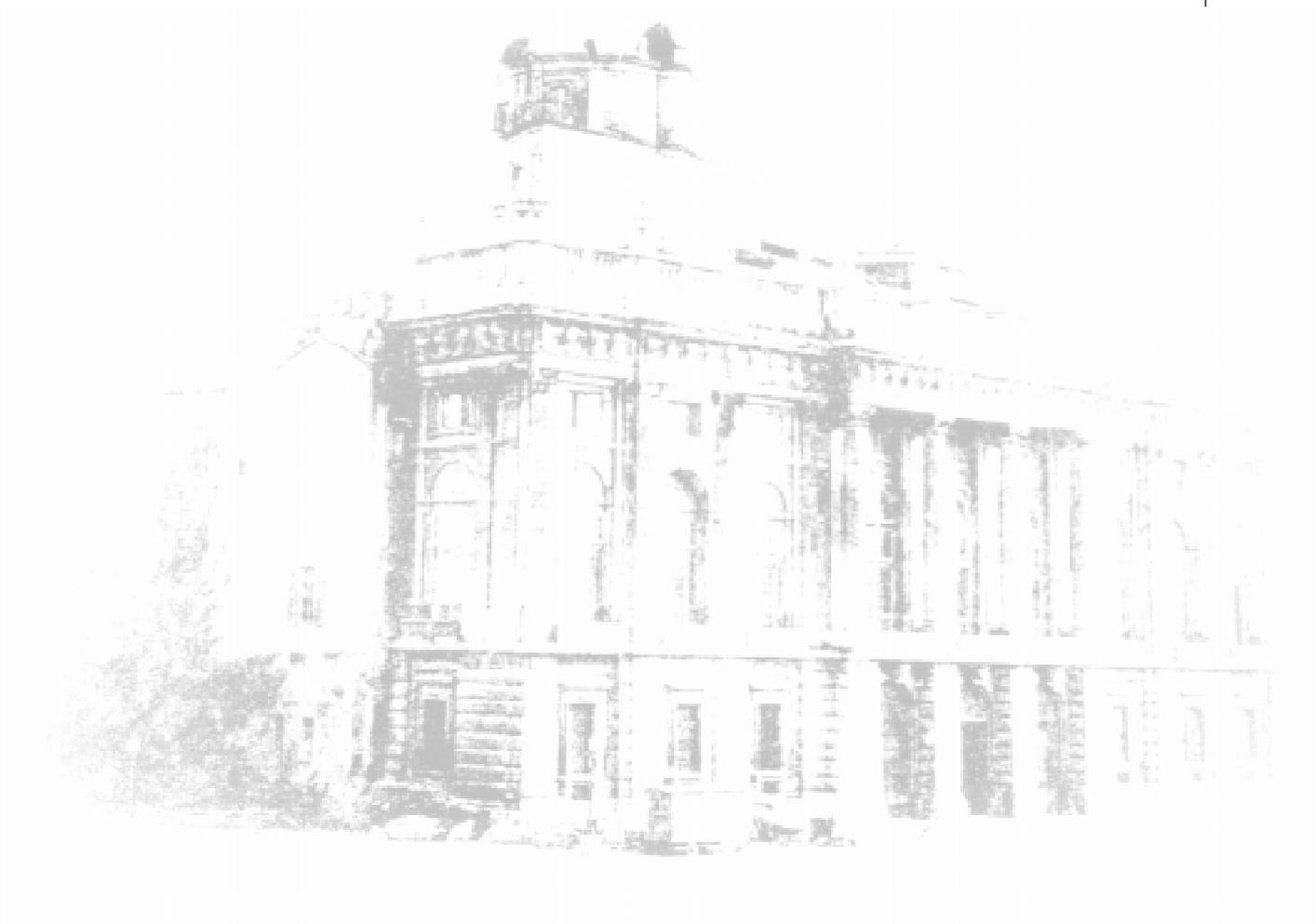
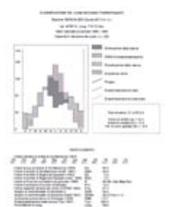
Temperature medie mensili espresse in °C di Moncalieri relative all'intervallo temporale 1866 - 1993.

L'analisi delle temperature giornaliere evidenzia che il giorno più freddo è stato il 17/1/1893 con una temperatura media giornaliera di $-11,1^{\circ}\text{C}$ e quello più caldo il 8/7/1952 con una temperatura media giornaliera di $31,5^{\circ}\text{C}$.

Le temperature minima e massima assolute sono state rispettivamente rilevate il 18/1/1893 con $-17,8^{\circ}\text{C}$ ed il 28/7/1947 con $39,0^{\circ}\text{C}$, mentre la media delle temperature minime assolute annue è risultata di $-8,9^{\circ}\text{C}$ con deviazione standard 3,5 e quella delle temperature massime assolute annue di $34,8^{\circ}\text{C}$ con deviazione standard 6,9. La frequenza poi di queste temperature minime e massime assolute annue risulta distribuita, per quanto riguarda le minime, per il 46,6% in gennaio, per il 35,1% in dicembre, per il 15,3% in febbraio, per il 1,5% in marzo, per il 1,5% in novembre, e, per quanto riguarda le massime, per il 60,3% in luglio, per il 19,8% in agosto, per il 17,6% in giugno, per 1,5% in maggio e per lo 0,8% in settembre.

La correlazione con le precipitazioni registrate a Moncalieri nello stesso periodo temporale delle temperature (1866–1993) consente di tracciare il diagramma ombrotermico, che indica assenza di aridità in tutti i mesi dell'anno e presenza di semiaridità nei soli mesi di luglio ed agosto, ed il diagramma di Thornthwaite (fig. 26), che conferma un deficit di evapotraspirazione da giugno a settembre con diminuzione della riserva da giugno a settembre e che individua un tipo climatico da sub umido a sub arido definito dalla formula climatica a quattro termini $C_1sB'_2b'_3$.

fig. 26



3.18 - MONCALVO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati



Le prime notizie su osservazioni meteorologiche condotte a Moncalvo risalgono al 1889 allorché fu istituita una stazione termo-udometrica su un terrazzo sito nel cortile del palazzo Testafochi allora sede delle Scuole medie.

Le osservazioni meteorologiche proseguirono sino ad oggi rilevate però da due diversi osservatori, comunque posizionati nell'area urbana di Moncalvo e con attività temporali tali

da consentire di ricavare un'unica serie continua di dati.

Le caratteristiche geografiche e la metodologia di acquisizione dei dati relativi a questi due osservatori, sono state complessivamente riportate nella scheda riassuntiva della loro attività di funzionamento (tabella 30), adottando descrittivamente le sottoriportate denominazioni emerse dai documenti cartacei reperiti nell'archivio storico del Comune di Moncalvo e nei tabulati originali conservati presso l'archivio dell'Ufficio Idrografico di Torino.

Osservatorio termo-udometrico di Palazzo Testafochi

Questo osservatorio iniziò la sua attività il 1/1/1889 con la strumentazione termopluviometrica posta sul terrazzo sito nel cortile del prestigioso Palazzo Testafochi, realizzato nel XVIII secolo dall'Arch.to Francesco Ottavio Magnacavallo su un preesistente impianto edilizio tardo medioevale.

La direzione dell'osservatorio, dall'inizio della sua attività nel 1889, fu tenuta dal Prof. Giuseppe Arzani sino al 1920, anno in cui si trasferì a Savona.

L'osservatorio ubicato sul precipitato terrazzo sito nel cortile del Palazzo Testafochi presentava il pluviometro ed i termometri ad 1,65 m dal pavimento elevato di 4,85 m sul suolo di altitudine 305 m s.l.m.m., per cui le letture termopluviometriche venivano acquisite alla quota di 311,5 m s.l.m.m.

Le coordinate geografiche della strumentazione presentavano latitudine 45°3'00"N e longitudine 4°11'1,6"W M.M.

Successivamente al 1920 le osservazioni meteorologiche, soprattutto quelle pluviometriche, proseguirono con regolarità, per l'interesse all'acquisizione dei dati da parte della Cattedra Ambulante di Agricoltura divenuta poi Ispettorato Provinciale di Agricoltura (ALLEMANO, 1996, pag. 29), sino al 1946, allorché la scuola media, come parificata, passò in gestione alle Suore Domenicane del Cenacolo che cessarono l'attività di rilevamento con il 31/12/1951.

Le letture termometriche nel periodo di direzione di Arzani dal 1/1/1889 al 31/12/1920 proseguirono con una certa regolarità rilevando le temperature giornaliere minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e quelle sinottiche delle ore 9 (T_9), ore 14 (T_{14}) ed ore (T_{21}), ma nel periodo successivo le rilevazioni risultano saltuarie e negli ultimi decenni di attività addirittura mancanti, per cui nella scheda riassuntiva di tabella 30 nel periodo dal 1921 al 1951 non

Foto 22

Il terrazzo nel cortile interno di Palazzo Testafochi a Moncalvo dove era posto l'Osservatorio Meteorologico che funzionò dal 1.1.1889 al 31.12.1951.

vengono indicate misurazioni termometriche proprio per la precarietà e saltuarietà delle rilevazioni.

Le misure pluviometriche furono invece proseguite con regolarità, rilevando la quantità di pioggia giornaliera, nel periodo dal 1/1/1889 al 30/11/1932, alle ore 21 ed assegnando il relativo valore alle 24 ore intercorrenti tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di registrazione del dato. Nel periodo dal 1/12/1932 al 31/12/1951, data di cessazione dell'attività di rilevazione dei dati, le letture vennero eseguite alle ore 19, per cui, conseguentemente, le quantità di pioggia giornaliera sono attribuite alle 24 ore precedenti le ore 19 di registrazione del dato.

Osservatorio di Villa Serena

Questo osservatorio, entrato in funzione il 1/1/1952 e tuttora funzionante, è ubicato nel cortile di Villa Serena, già Convento di S. Bernardino, più conosciuta in Moncalvo come Casa di Redenzione di Villa Serena. Questo osservatorio, gestito dall'Ufficio Idrografico di Torino, è rappresentato da un pluviografo tipo Pluvio 84 Cavicchioli con la bocca posta ad 1,97 m sul suolo che presenta un'altimetria di 295 m s.l.m.m. con conseguente acquisizione dei valori di pioggia giornaliera alla quota di 296,97 m s.l.m.m.

Le coordinate geografiche del pluviografo presentano latitudine $45^{\circ}3'12,2''N$ e longitudine $4^{\circ}12'2,3''W$ M.M., quindi, rispetto al precedente osservatorio la strumentazione ha subito uno spostamento orizzontale verso NW di 1125 m ed uno verticale verso il basso di 14,53 m.

Le letture della quantità di pioggia giornaliera dal 1/1/1952 sono effettuate alle ore 9, per cui i valori relativi si riferiscono alle 24 ore precedente le ore 9 del giorno di registrazione.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati meteorologici storicamente rilevati a Moncalvo ha consentito di verificare, come mostra la tabella 30 riassuntiva delle attività di acquisizione dei dati, la presenza di due osservatori in attività dal 1889 ad oggi, di cui però solo il più antico, installato nel cortile del palazzo Testafochi, ha condotto rilevazioni termometriche che coprono l'intervallo dal 1889 al 1920.

Tale ampiezza della serie termometrica non risulta però paragonabile con quella pluviometrica, di cui si è potuto ricostruire la serie dal 1889 al 1988 sulla base dei valori delle quantità di pioggia giornaliera.

La tabella 30 riporta i valori, ottenuti dai dati giornalieri, delle precipitazioni mensili ed annuali di questo periodo, dal 1/1/1889 al 31/12/1988, utilizzati come base documentaria per lo sviluppo dell'analisi climatica. L'insieme complessivo delle quantità di pioggia giornaliera di questo periodo di 100 anni è stato ricavato dalla consultazione dei tabulati originali conservati nell'archivio dell'Ufficio Idrografico di Torino e dall'esame degli Annali del Ministero dei LL.PP., dagli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, dal Bollettino Meteorologico di Moncalieri e dalle tabelle pubblicate da EREDIA (1920 e 1934).

Analisi climatica

Precipitazioni

La base documentaria delle precipitazioni annue ha permesso di ricavare la relativa curva cumulata di [figura 17.2](#) che presenta un andamento conforme alla retta di regressione e che non mostra scostamenti di sorta in corrispondenza dell'anno 1952 di spostamento dell'osservatorio e degli anni 1932 e 1951 di modificazione dell'orario di lettura e della modalità di acquisizione delle piogge, per cui si può ritenere questa serie pluviometrica storica di Moncalvo dotata di omogeneità ed uniformità ([tabella 30](#)).

fig. 17.2

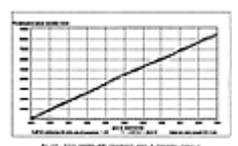


Tabella 30 - STAZIONE DI MONCALVO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1889 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Istituto Villa Serena in località S. Bernardino di Moncalvo.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Letture ($T_{min}-T_{max}$)
Dal 1/1/1889 al 31/12/1920	45°3'00"	4°11'1.6"	311.5	0	0	$T_9-T_{14}-T_{21}$
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1889 al 30/11/1932	45°3'00"	4°11'1.6"	311.5	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1951	45°3'00"	4°11'1.6"	311.5	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1952 ad oggi	45°3'12.2"	4°12'2.3"	296.97	1125 → NW	-14.53	Ore 9.00

Le precipitazioni annue del periodo dal 1/1/1889 al 31/12/1988 consentono di ricavare l'andamento temporale riportato nella [figura 27](#), da cui si evince la presenza di un'evidente tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 100 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 113,7 mm pari ad un gradiente negativo di 1,14 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1889÷1988, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa, tranne in febbraio, marzo e giugno, è presente in tutti gli altri mesi dell'anno.

Il calcolo delle grandezze statistiche di questo periodo di 100 anni ([tabella 45](#)) mostra una precipitazione media annua di 744,5 mm in 67 giorni piovosi compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua verificatosi nel 1967 con 354,8 mm in 53 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nel 1920 con 1332,8 mm in 67 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di evenienza di questi valori annui estremi, calcolata su questo intervallo di 100 anni, consente di determinare, per il minimo di 354,8 mm, un tempo di ritorno di 37,7 anni ([fig. 17.3](#)) e, per il massimo riscontrato di 1332,8 mm, un tempo di ritorno di 572,6 anni ([fig. 17.4](#)).

tab. 45

fig. 17.3

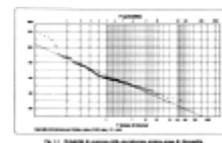


fig. 17.4

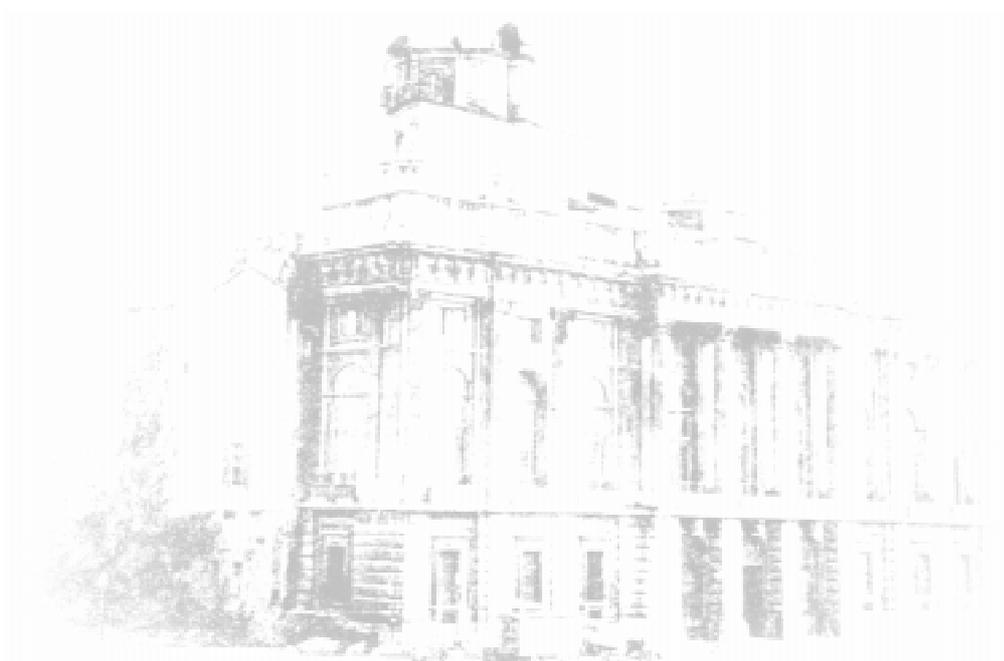
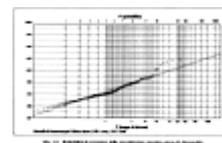


Figura 27

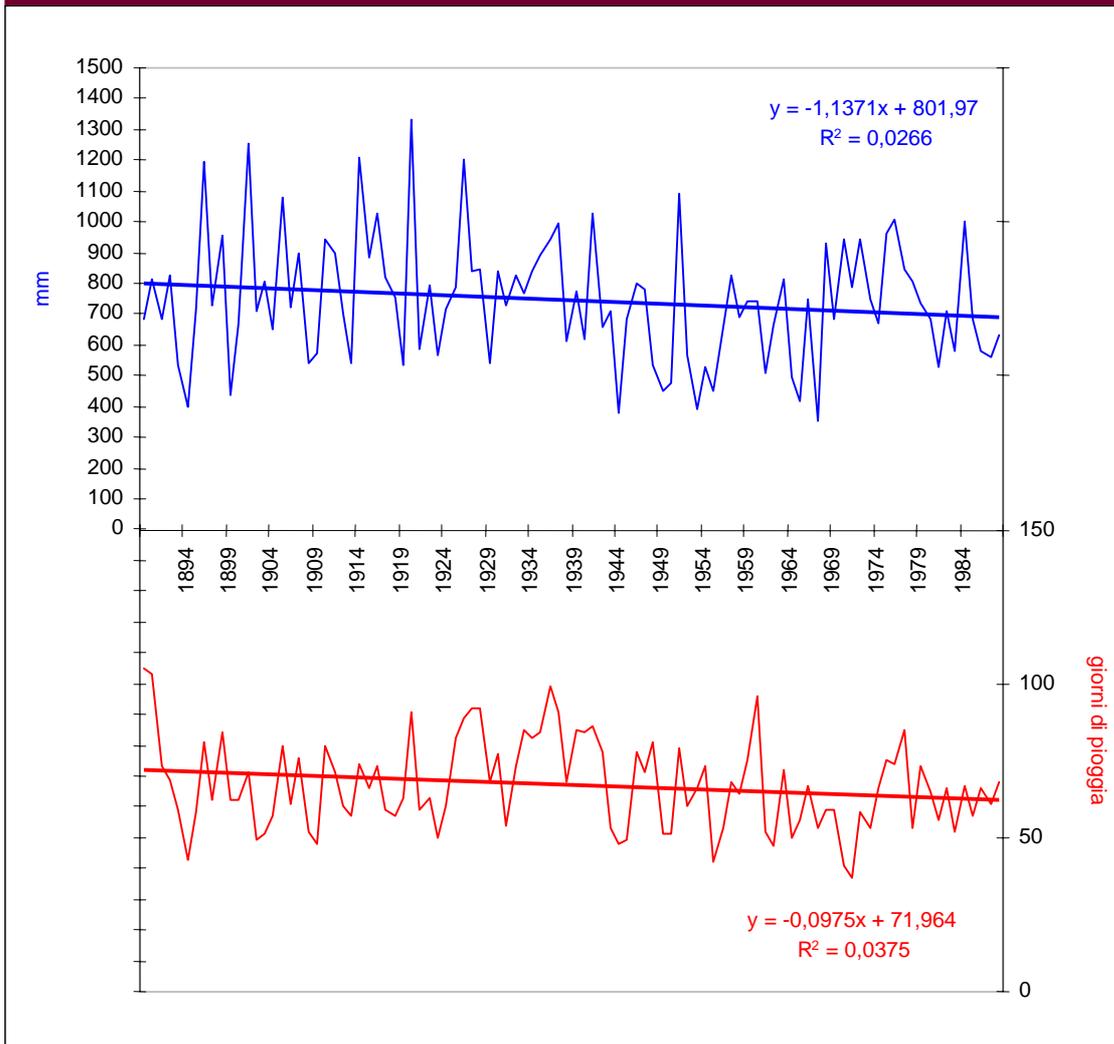
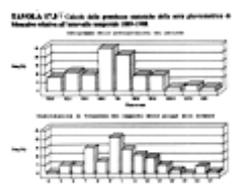


Figura 27

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Moncalvo nel periodo 1889 - 1988.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue di questo intervallo temporale di 100 anni (tav.17.3b) mostra un istogramma ad andamento trimodale con moda principale nella classe a limiti 648÷746 mm e moda secondaria nella classe a limiti 452,6÷550,4 mm, mentre il relativo andamento della curva di frequenza fornisce valori percentuali di distribuzione assimilabili a quelli di una distribuzione gaussiana, come peraltro comprova anche il valore di 0,124 dell'indice di Bowley.

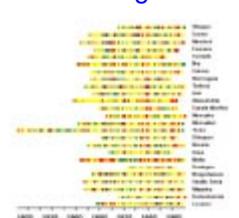
tav. 17.3b



Il grafico dell'andamento del numero annuo di giorni piovosi del periodo dal 1/1/1889 al 31/12/1988 (fig. 27) mostra la presenza di tre significativi periodi di minimi corrispondenti agli intervalli temporali 1902–1909, 1943–1956, 1961–1971, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 17.3b), presentando il rapporto dominante nella classe a limiti 0,7÷0,8 indica che l'altezza di pioggia più probabile per un dato mese non corrisponde a quella della sua normale.

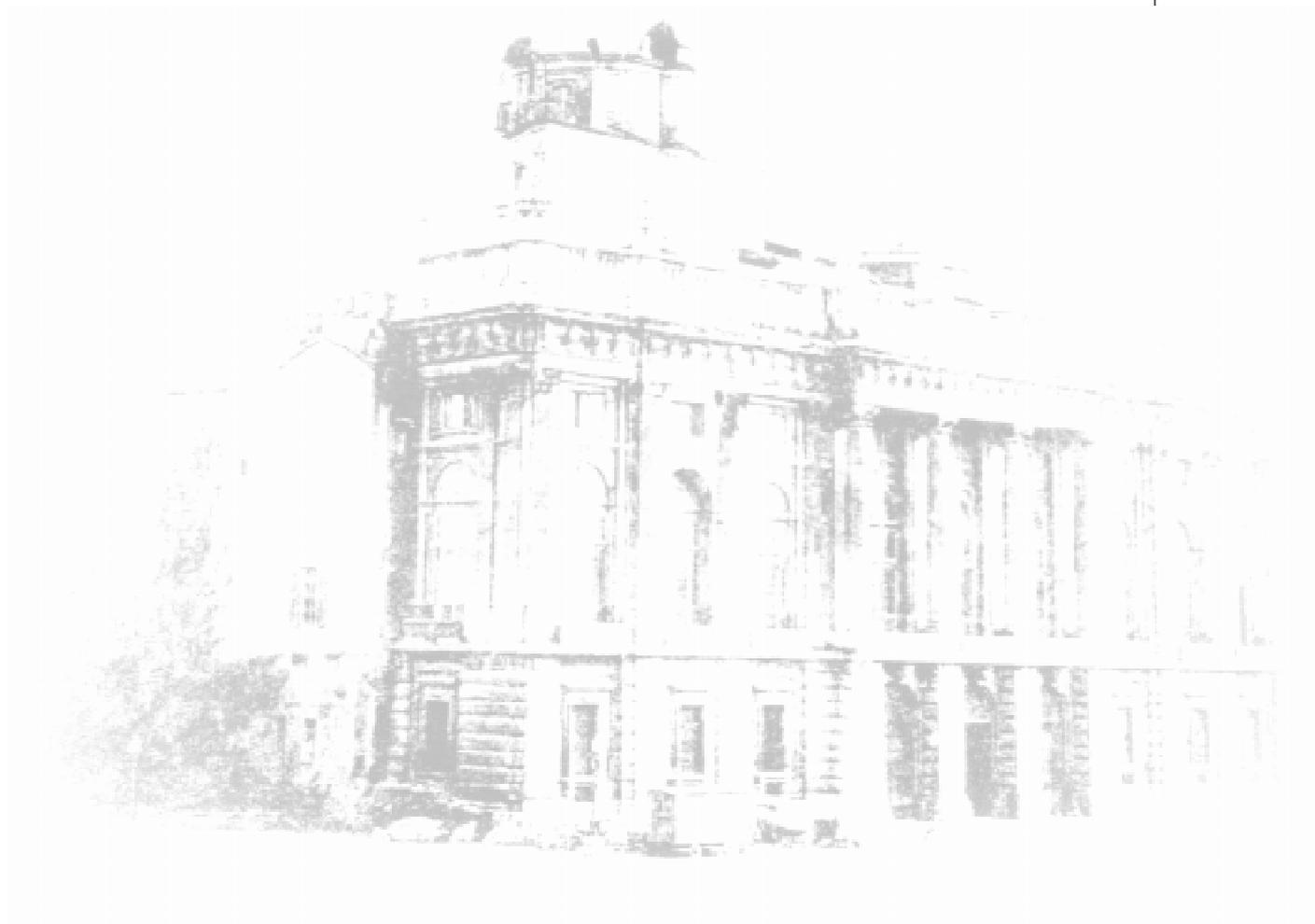
Il modulo pluviometrico estremo di 3,8 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 23,4° individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 20° e 30°, quindi di tipo submediterraneo e subatlantico con una percentuale del 40% sul totale, sia di anni secchi (precipitazione annua <685,9 mm), sia di anni piovosi (precipitazione annua >783,4 mm) (figura 41).

fig. 41



Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1889 al 31/12/1988 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 232,0 mm in 21,1 giorni piovosi, per l'estate di 162,2 mm in 15,9 giorni piovosi, per l'autunno di 210,6 mm in 16,6 giorni piovosi e per l'inverno di 140,1 mm in 13,2 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo dal 1/1/1889 al 31/12/1988 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1984 con 507,3 mm in 28 giorni piovosi e la più secca quella del 1944 con 49,0 mm in 11 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1896 con 558,8 mm in 31 giorni piovosi e la più secca quella del 1962 con 2,4 mm in 1 giorno piovoso. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1920 con 538,0 mm in 26 giorni piovosi ed il più secco quello del 1971 con 16,6 mm in 4 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1972 con 460,4 mm in 14 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 8,0 mm in 3 giorni piovosi.



3.19 - MONDOVI'

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime sistematiche osservazioni meteorologiche iniziarono il 1/1/1866 nell'Osservatorio del Seminario, sito in via di S. Pio V 6 a Mondovì Piazza, sotto la direzione del prof. Don Carlo Bruno e sono proseguite sino ad oggi rilevate da due diversi osservatori, le cui attività temporali consentono però di ricavare una serie continua di dati termopluviometrici.

I due osservatori, che in continuità temporale permettono di ricavare la serie termopluviometrica storica di Mondovì, presentano le seguenti caratteristiche di ubicazione e di acquisizione strumentale dei dati.

Osservatorio del Seminario di Mondovì Piazza

Questo osservatorio iniziò l'attività di rilevamento dei dati meteorologici il 1/1/1866 sotto la direzione del professore di fisica don Carlo Bruno e cessò ogni attività il 31/7/1947 con la direzione del prof. Francesco Filippi. L'osservatorio era ubicato in una torretta sita nel cortile del Seminario con i termometri posti nell'ultima stanza ad un'altezza sul suolo di 14,5 m e con il pluviometro, sistemato sul soprastante terrazzo terminale, con la bocca posta ad 1,2 m dal pavimento, che presenta un'altezza sul suolo di 15 metri.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio mostravano latitudine $44^{\circ}23'19,1''N$, longitudine $4^{\circ}39'28,6''W$ M.M. ed altitudine del suolo di 556 m s.l.m.m., per cui le acquisizioni delle temperature giornaliere avvenivano alla quota di 570,5 m s.l.m.m. e quelle delle quantità di pioggia giornaliera alla quota di 572,2 m s.l.m.m.

Le osservazioni termometriche consistevano nella lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e quelle delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), ore 14 (T_{14}) e ore 21 (T_{21}) per il periodo dal 1/1/1866 al 31/9/1917, mentre successivamente sino al 31/7/1947, data di cessazione dell'attività, furono inviate all'Ufficio Idrografico di Torino le sole temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}).

Le osservazioni pluviometriche giornaliere per tutto il periodo di attività dell'osservatorio proseguirono regolarmente e le letture delle quantità di pioggia dal 1/1/1866 al 30/11/1932 vennero effettuate alle ore 21 e dal 1/12/1932 al 31/7/1947 alle ore 19, per cui il valore registrato si riferisce alle 24 ore precedenti le rispettive ore di lettura ed assegnazione del dato.

Osservatorio Ufficio Idrografico presso ENEL

Questo osservatorio, posto presso la sede ENEL di Mondovì vicina alla stazione ferroviaria, consiste in un pluviografo di tipo Pluvio 84 Cavicchioli, che, attualmente in funzione, iniziò l'attività il 1/8/1947. Le coordinate geografiche hanno latitudine $44^{\circ}23'47,8''N$, longitudine $4^{\circ}38'18,6''W$ M.M. ed altitudine del suolo 415 m s.l.m.m. Il pluviografo, con bocca ad un'altezza sul suolo di 2,06 m, registra pertanto la quantità di pioggia giornaliera ad una quota di 417,06 m s.l.m.m., per cui rispetto all'osservatorio del Seminario la strumentazione ha subito spostamento orizzontale di 1.427 m verso NW ed uno verticale di 155,14 m verso il basso.

I valori della quantità di pioggia giornaliera sono stati letti dal 1/8/1947 alle ore 9, per cui si riferiscono alle 24 ore precedenti le ore 9 del giorno di registrazione.

Le rilevazioni termometriche, effettuate con un termometro a minima e massima posto ad 1,2 m sul suolo, acquisiscono quindi giornalmente le temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) alla quota di 416,2 m s.l.m.m. Nella zona della torre di Mondovì Piazza, alla quota di 559 m s.l.m.m., è attualmente sistemata una capannina



Foto 23

La torretta nel cortile interno del Seminario di Mondovì Piazza sede dell'Osservatorio Meteorologico in attività dal 1.1.1866 al 31.7.1947.

meteorologica dell'Aeronautica militare i cui dati termopluviometrici, certamente topograficamente più compatibili con quelli rilevati nel vicino Seminario, non sono stati utilizzati perché, non risultando con essi in successione temporale, non permettono di ottenere una serie continua di osservazioni.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri di Mondovì, rilevati, con le modalità nella [tabella 31](#), dai due osservatori che si sono succeduti dal 1/12/1866 ad oggi è stata svolta con la consultazione dei registri originali, per l'osservatorio del Seminario di Mondovì Piazza, e sui tabulati originali conservati nell'archivio dell'Ufficio Idrografico di Torino, per l'osservatorio ENEL. Le varie lacune e carenze, dovute alla documentazione cartacea d'archivio andata perduta, sono state poi parzialmente integrate e recuperate con la consultazione dei documenti dell'archivio UCEA di Roma, degli Annali del Ministero dei LL.PP., degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, del Bollettino Meteorologico di Moncalieri, nonché con l'esame delle tabelle pubblicate da MILLOSEVICH (1881), da EREDIA (1920) e dal Bollettino del Comizio Agrario di Mondovì.

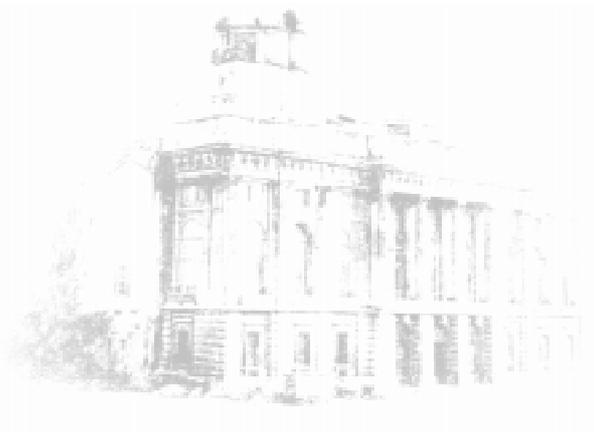
L'insieme complessivo dei dati pluviometrici giornalieri così ricavati ha consentito di ricostruire la serie pluviometrica continua, senza lacune, per l'intervallo temporale dal 1/1/1866 al 31/12/1995, da cui sono state calcolate le piogge mensili ed annue utilizzate come valori argomentali per l'applicazione dell'analisi climatica.

I valori giornalieri delle temperature così raccolti non hanno invece permesso di ricostruire la serie termometrica completa relativa a questo stesso periodo dal 1866 al 1995, ma solo gli intervalli temporali, continui e senza lacune, dal 1/10/1917 al 31/12/1924 e dal 1/1/1926 al 31/12/1963, la cui lunghezza temporale, rispetto a quella pluviometrica, non consente di sviluppare una corretta indagine sulla tendenza evolutiva e sulla correlazione dell'andamento termico con le piogge.

Analisi climatica

Precipitazioni

I valori delle precipitazioni annue, calcolati in base alle quantità di pioggia giornaliera rilevata a Mondovì dal 1/1/1866 al 31/12/1995, consentono di ricavare la curva cumulata ([fig. 18.2](#)) da cui si evince non solo l'andamento ben sovrapposto alla retta di regressione, ma soprattutto la mancanza di scostamenti, anche solo incipienti, in corrispondenza degli anni in cui sono avvenute le variazioni e modificazioni strumentali e lettrali indicate nella [tabella 31](#).



— (fig.18.2)

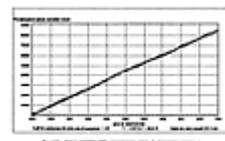


Tabella 31 - STAZIONE DI MONDOVI' - Osservatori meteorologici di riferimento

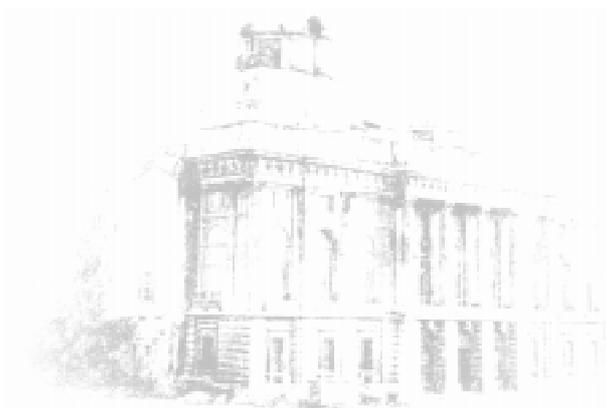
Inizio della serie storica: 1 gennaio 1866 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione Meteorologica dell'Ufficio Idrografico di Torino presso Centrale trasformatori ENEL.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T_{min} - T_{max})
Dal 1/1/1866 al 31/9/1917	44°23'19.1"	4°39'28.6"	570.5	0	0	T_9 - T_{14} - T_{21}
Dal 1/10/1917 al 31/7/1947	44°23'19.1"	4°39'28.6"	570.5	0	0	
Dal 1/8/1947 ad oggi	44°23'47.8"	4°38'18.6"	416.2	1427 → NW	-154.3	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1866 al 30/11/1932	44°23'19.1"	4°39'28.6"	572.2	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/7/1947	44°23'19.1"	4°39'28.6"	572.2	0	0	Ore 19.00
Dal 1/8/1947 al 31/12/1950	44°23'47.8"	4°38'18.6"	416.2	1427 → NW	155.14	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 ad oggi	44°23'47.8"	4°38'18.6"	417.1	0	+0.9	Ore 9.00

Si deve pertanto ritenere questa serie pluviometrica uniforme ed omogenea, quindi atta a ricavare parametri statistici significativi ai fini dell'analisi climatica.

L'andamento delle precipitazioni annue (fig. 28) di questa serie di 130 anni mette in evidenza la presenza di una chiara tendenza negativa, che sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare una diminuzione della precipitazione media annua di 16,2 mm pari ad un gradiente negativo di 0,1 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1866-1995, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in febbraio, agosto, settembre, novembre e dicembre, in tutti gli altri sette mesi risultando particolarmente significativa nei mesi di gennaio, luglio ed ottobre.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) indica, per questo periodo, una precipitazione media annua di 923,5 mm in 79,7 giorni piovosi, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua verificatasi nel 1965 con 390,8 mm in 49 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nel 1920 con 1518,5 mm in 82 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di evenienza di questi valori estremi di precipitazione annua verificati per questo periodo di 130 anni consente di determinare, per il minimo annuo di 390,8 mm, un tempo di ritorno di 93,8 anni (fig. 18.3) e, per il massimo annuo di 1518,5 mm, un tempo di ritorno di 197,6 anni (fig.18.4).



tab. 45

fig. 18.3

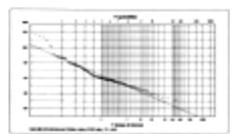


fig. 18.4

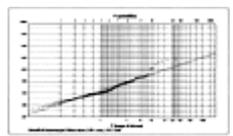


Figura 28

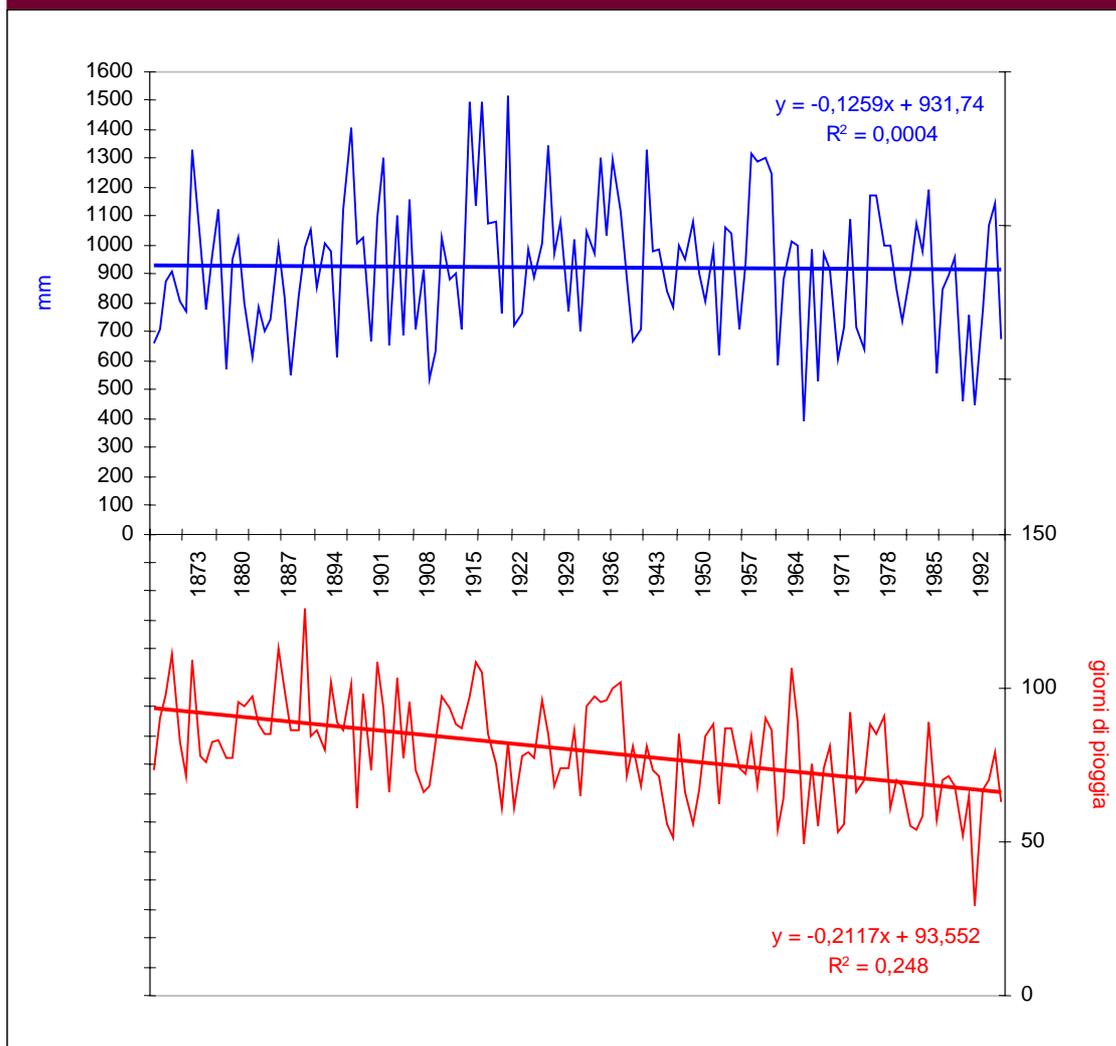


Figura 28

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Mondovì nel periodo 1866 - 1995.

La distribuzione di frequenza per l'intervallo temporale dal 1/1/1866 al 31/12/1995 delle precipitazioni annue (tav. 18.3b) mostra un istogramma ad andamento bimodale con moda principale nella classe a limiti 903,4÷1005,9 mm e con moda secondaria nella classe a limiti 698,4÷800,9 mm, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza fornisce valori percentuali di distribuzione assimilabili a quelli di una distribuzione gaussiana, come peraltro in tal senso comprova anche il valore di 0,317 dell'indice di Bowley.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui di questo periodo di 130 anni (fig. 28) mostra la presenza di tre periodi di minimi significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1944–1946, 1961–1971, 1978–1991, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 18.3) evidenzia il rapporto dominante nella classe a limiti 1,0÷1,1 per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese corrisponde a quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico estremo di 3,9 e l'angolo medio annuo di Gams di $32,2^\circ$ individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 30° e 40° , che risulta fitogeograficamente appartenere ad una cintura chiusa, ma ramificata, distribuita attorno alle Alpi, e presentare, sia gli anni secchi (precipitazione annua $<877,1$ mm), sia quelli piovosi (precipitazione annua >990 mm), con frequenza del 40% sul totale del 40% (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1866 al 31/12/1994 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 299,3 mm in 25,3 giorni piovosi, per l'estate di 181,9 mm in 18,6 giorni piovosi, per l'autunno di

tav. 18.3

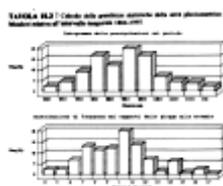
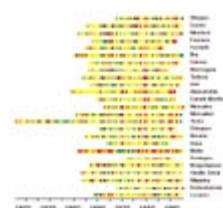
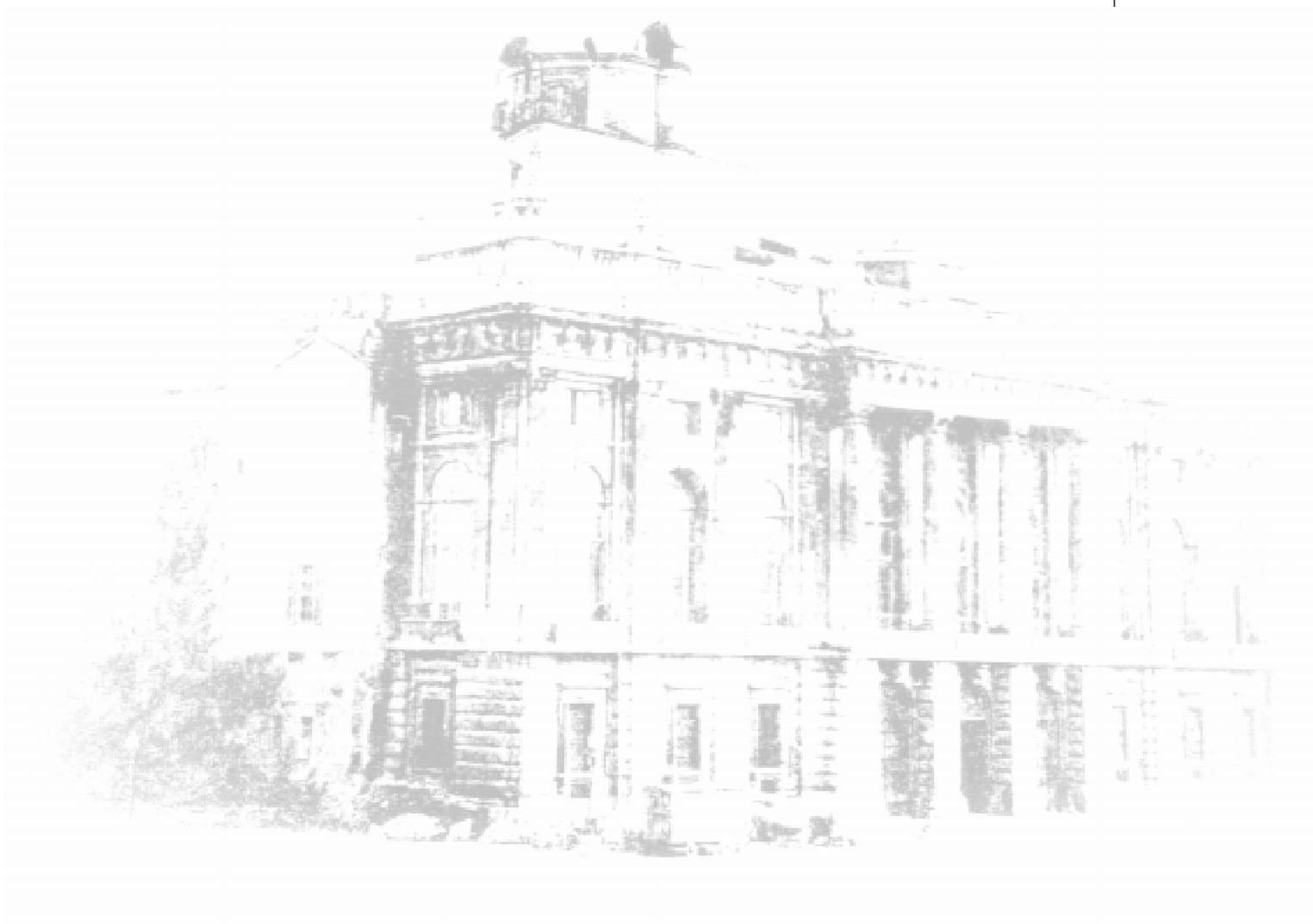


fig. 41



272,4 mm in 20,5 giorni piovosi e per l'inverno di 171,4 mm in 15,3 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1866 -1994 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1879 con 641 mm in 44 giorni piovosi e la più secca quella del 1995 con 52,8 mm in 3 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1896 con 740,6 mm in 40 giorni piovosi e la più secca quella del 1991 con 2,0 mm in 0 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1958 con 656,2 mm in 21 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 25,0 mm in 6 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1941 con 423,8 mm in 34 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1990 con 8,2 mm in 3 giorni piovosi.



3.20 - NOVARA

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime sistematiche osservazioni meteorologiche sono iniziate a Novara il 1/1/1875 e proseguite sino ad oggi con rilevazioni però eseguite da due osservatori posti nella zona del centro urbano, ma con attività temporali però tali da consentire di ricavare una serie continua di dati.

Questi due osservatori, denominati sulla base dei caratteri descrittivi ricavati dalla documentazione cartacea, presentano le seguenti caratteristiche di localizzazione e di acquisizione dei dati.

Osservatorio meteorologico Istituto Tecnico Mossotti

Questo osservatorio, sistemato all'interno del primitivo complesso edilizio dell'Istituto Tecnico Mossotti di via Generale Solaroli 17, attualmente sede del Dipartimento di Scienze Mediche dell'Università di Torino, iniziò la sua attività il 1/1/1875 sotto la direzione dell'ing. G. Comola.

L'osservatorio era posto sulla torretta interna, presente sul lato meridionale della manica orientale prospiciente l'Ospedale Civile, con la strumentazione termometrica (termometro a minima e massima, termopsicrometro e termografo) ubicata nell'ultima stanza sottostante il terrazzo terminale che ospitava il pluviometro. La quota del suolo mostra un'altitudine di 164 m s.l.m.m., per cui la strumentazione risultava con i termometri, posti nella stanza sottostante il terrazzo, a 13,4 m sul suolo e con la bocca del pluviometro, ubicato sul terrazzo, a 16,6 m sul suolo.

Le letture termometriche venivano pertanto acquisite alla quota di 177,4 m s.l.m.m. e quelle pluviometriche alla quota di 180,6 m s.l.m.m.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio mostrano latitudine $45^{\circ}27'34,1''N$ e longitudine $3^{\circ}49'55,7''W$ M.M.

L'attività dell'osservatorio, iniziata con il 1/1/1875, proseguì ininterrottamente sino al 31/12/1943, sotto le direzioni dei vari presidi *pro tempore* dell'Istituto Tecnico Mossotti succedutisi durante questo periodo.

Le osservazioni meteorologiche, per il periodo dal 1/1/1875 al 30/11/1932, riguardano la lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), ore 15 (T_{15}) e ore 21 (T_{21}), mentre quelle della quantità di pioggia giornaliera venivano lette alle ore 21 ed assegnate alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 21 del giorno di registrazione del dato. Dal 1/12/1932 al 31/12/1943, data di cessazione del funzionamento di questo osservatorio, venivano giornalmente rilevate le (T_{\min}), (T_{\max}), (T_8), (T_{19}), e lette le piogge giornaliere alle ore 19, assegnandole, conseguentemente, alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 19 del giorno di registrazione del dato.

Osservatorio del Consorzio Irriguo Est Sesia

Questo osservatorio, che iniziò la sua attività il 1/1/1944, risulta attualmente ancora in funzione ed invia regolarmente le registrazioni termopluviometriche all'Ufficio Idrografico di Milano. La centralina meteorologica, che risulta ubicata sul terrazzo al 5 piano dell'edificio sito in via Negroni 7 sede del Associazione Irrigazione Est Sesia, presenta, quali coordinate geografiche, latitudine $45^{\circ}26'47,8''N$, longitudine $3^{\circ}49'57,7''W$ M.M. ed altitudine del suolo 162 m s.l.m.m., mentre la strumentazione di rilevazione dei dati è posta a 1,6 m dal pavimento del terrazzo a sua volta sito a 17 m d'altezza sul suolo, per cui l'acquisizione dei valori



Foto 24

Al centro della fotografia l'edificio sul cui tetto è posto l'Osservatorio Meteorologico dell'Associazione Irriguo Est Sesia a Novara, in attività dal 1.1.1944.

termopluviometrici avviene alla quota di 180,6 m s.l.m.m.

Le osservazioni termometriche dal 1/1/1944 ad oggi sono avvenute con la lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e quelle pluviometriche con la determinazione della quantità di pioggia giornaliera letta alle ore 8, nel periodo dal 1/1/1944 al 31/12/1950, ed alle ore 9, dal 1/1/1951 ad oggi, per cui, conseguentemente, le relative misure sono state rispettivamente assegnate alle 24 ore precedenti le ore 8 e le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Rispetto all'osservatorio dell'Istituto Tecnico Mossotti la strumentazione ha pertanto subito uno spostamento orizzontale verso N di 437,5 m ed uno spostamento verticale verso l'alto di 3,2 m per il bulbo dei termometri, mentre la quota della bocca del pluviometro è rimasta inalterata, con un aumento dell'altezza sul suolo di 2 m verso l'alto, essendo passata da 16,6 m a 18,6 m.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La raccolta dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri dei due osservatori che, nell'arco temporale dal 1/1/1875 ad oggi, hanno effettuato rilevazioni meteorologiche con le modalità indicate nella **tabella 32**, è stata ricavata dalla consultazione dei tabulati originali conservati nell'archivio dell'Ufficio Idrografico di Milano, degli Annali Idrologici del Ministero LL.PP., degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, del Bollettino Meteorologico di Moncalieri, nonché dell'esame delle copie dei registri originali conservati nell'archivio dell'UCEA di Roma e delle tabelle pubblicate da MILLOSEVICH (1881), e da EREDIA (1920).

L'insieme complessivo dei dati pluviometrici giornalieri ricavati da questa ricerca ha condotto alla ricostruzione, senza lacune, della serie pluviometrica storica di Novara per il periodo dal 1/1/1875 al 31/12/1996 dalla cui elaborazione sono state ricavate le precipitazioni mensili ed annue utilizzate come valori argomentali per l'analisi climatica.

I valori giornalieri delle temperature ricavate da questa analisi documentaria non hanno invece condotto alla completa ricostruzione della serie termometrica per tutto questo periodo di 122 anni, ma hanno solamente consentito di ottenere intervalli temporali continui senza lacune relativi agli anni 1880–1887, 1889–1906, 1926–1962 e 1966–1970, la cui singola lunghezza non è quindi tale da consentire né un raffronto significativo con la serie pluviometrica, né una ricerca sulla tendenza evolutiva secolare della temperatura.

Lo sviluppo dell'analisi climatica è stato quindi limitato alla sola serie pluviometrica, che, per la sua completezza e per la continuità temporale di rilevazione dei due osservatori (**tabella 32**) posizionati, a modesta distanza tra loro, nel centro storico di Novara, presenta accettabili caratteristiche di uniformità nell'acquisizione dei dati.

Analisi climatica

Precipitazioni

I valori delle precipitazioni annue di Novara relative al periodo dal 1/1/1875 al 31/12/1996 consentono di tracciare la curva cumulata (**fig. 19.2**), che risulta sovrapposta, per tutto l'intervallo temporale considerato, alla retta di regressione, inducendo perciò a considerare i dati pluviometrici omogenei ed uniformi.

— fig. 19.2

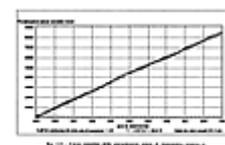


Tabella 32 - STAZIONE DI NOVARA - Osservatori meteorologici di riferimento

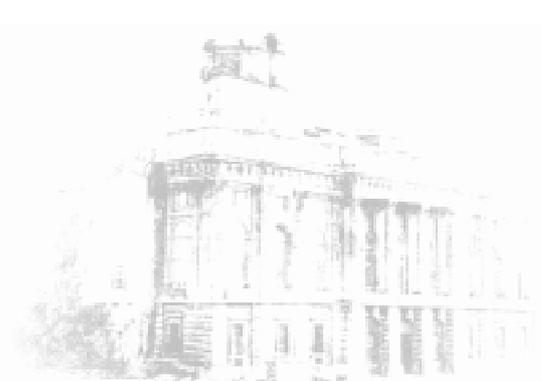
Inizio della serie storica: 1 gennaio 1875 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Centralina del Consorzio Irriguo Est Sesia di via Negrone, 7						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture ($T_{min}-T_{max}$)
Dal 1/1/1875 al 30/11/1932	45°27'34.1"	3°49'55.7"	177.4	0	0	$T_9-T_{14}-T_{21}$
Dal 1/12/1932 al 31/12/1943	45°27'34.1"	3°49'55.7"	177.4	0	0	T_8-T_{19}
Dal 1/1/1944 ad oggi	45°26'57.7"	3°49'57.7"	180.6	437.5 → N	+3.2	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1875 al 30/11/1932	45°27'34.1"	3°49'55.7"	180.6	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/7/1943	45°27'34.1"	3°49'55.7"	180.6	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1944 al 31/12/1950	45°26'47.8"	3°49'57.7"	180.6	437.5 → N	0	Ore 8.00
Dal 1/1/1951 ad oggi	45°26'47.8"	3°49'57.7"	180.6	0	0	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue, in questo periodo di 122 anni, presenta una chiara linea di tendenza (fig. 29) negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare una diminuzione della precipitazione media annua di 227,3 mm pari ad un gradiente negativo di 1,8 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1875 -1996, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente in tutti i mesi, tranne agosto, risultando particolarmente significativa nei mesi di aprile, luglio e ottobre.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) rivela per questo periodo una precipitazione media annua di 952,6 mm in 80,2 giorni piovosi, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di quantità annua di pioggia verificatosi nel 1982 con 494,8 mm in 73 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nel 1959 con 1521,4 mm in 92 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di evenienza di queste quantità estreme di precipitazione annua calcolate per questo periodo di 122 anni fornisce per il minimo annuo di 494,8 mm un tempo di ritorno di 39,1 anni (fig. 19.3) e per il massimo di 1521,4 un tempo di ritorno di 129,9 anni (fig. 19.4).

La distribuzione di frequenza per l'intervallo temporale dal 1/1/1875 al 31/12/1996 delle precipitazioni annue (tav. 19.3b) mostra un istogramma ad andamento bimodale con moda principale nella classe a limiti 700,1÷802,8 mm e con moda secondaria nella classe a limiti 1008,1÷1110,8 mm, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza fornisce valori percentuali di distribuzione assimilabili a quelli di una distribuzione gaussiana, come peraltro in tal senso comprova anche il valore di 0,135 dell'indice di Bowley.



tab. 45

fig. 19.3

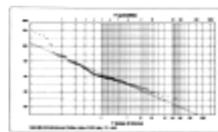
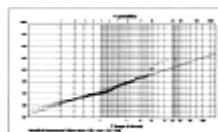


fig. 19.4



tav. 19.3b

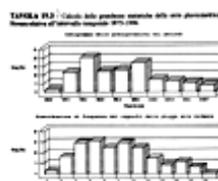


Figura 29

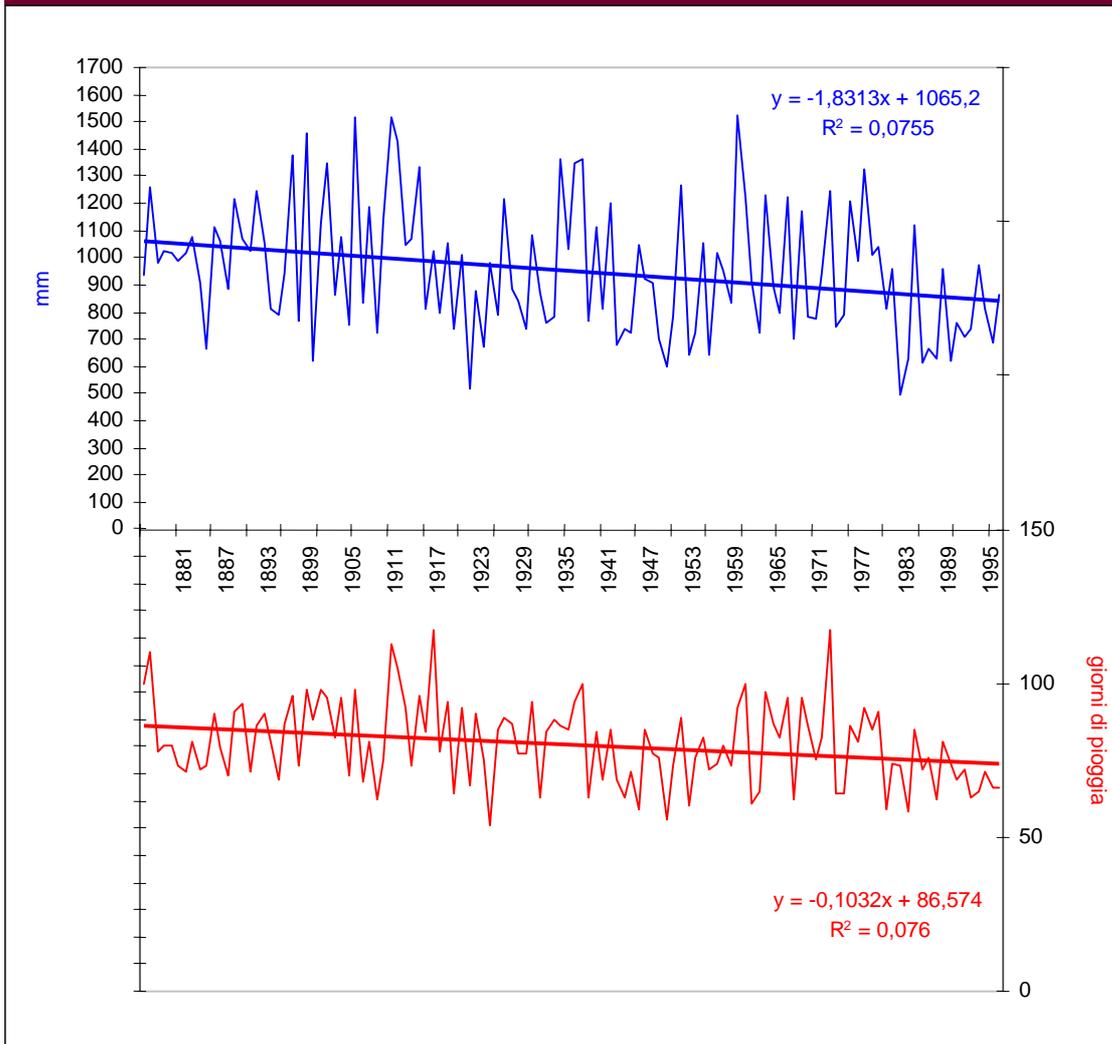


Figura 29

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Novara nel periodo 1875 - 1996.

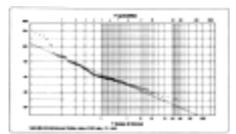
Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui di questo periodo di 122 anni (fig. 29) mostra la presenza di quattro periodi di minimi significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1919–1926, 1942–1945, 1949–1953, 1980–1988, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 19.3b) evidenzia il rapporto dominante nella classe a limiti 0,8÷0,9 per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese corrisponde a quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico estremo di 3,1 e l'angolo medio annuo di Gams di 10,3° individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, tipico della zona submediterranea o subinsubrica, caratteristico del confine sud occidentale delle Alpi ed interessato, da un numero di anni secchi (precipitazione annua <840 mm) pari al 39,3% del totale e da un numero di quelli piovosi (precipitazione annua >1173 mm) pari al 40,2% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1875 al 31/12/1996 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 292,5 mm in 24,9 giorni piovosi, per l'estate di 213,5 mm in 18,4 giorni piovosi, per l'autunno di 279,1 mm in 20,6 giorni piovosi e per l'inverno di 166,9 mm in 16,2 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1875 -1996 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1898 con 783 mm in 42 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 57,0 mm in 10 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1896 con 522,3 mm in 32 giorni piovosi e la più secca quella del 1942 con 63,0 mm in 12 giorni piovosi. Inoltre l'autunno

fig. 19.3



tav. 19.3b

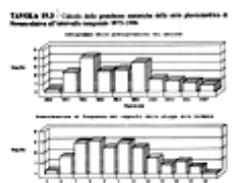
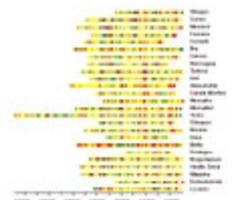
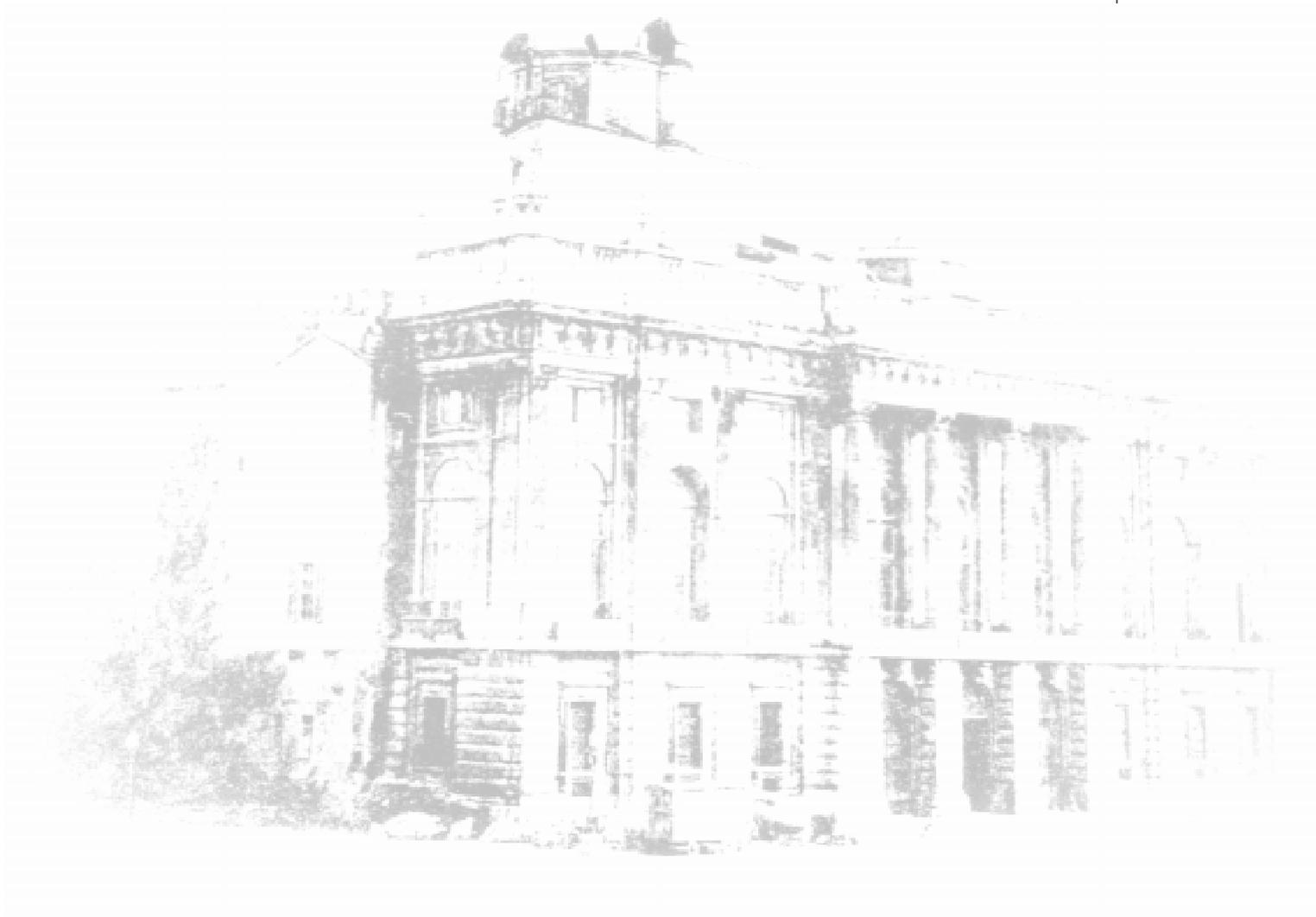


fig. 41



più piovoso è stato quello del 1993 con 700,2 mm in 37 giorni piovosi ed il più secco quello del 1983 con 29,4 mm in 4 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1911 con 591,0 mm in 23 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1993 con 1,6 mm in 0 giorni piovosi.



3.21 - NOVI LIGURE

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime osservazioni meteorologiche a Novi Ligure furono condotte presso un osservatorio meteorologico sito nel cortile dell'abitazione della famiglia Daglio in via Girardengo 19 (oggi 73), quindi proseguite presso l'Ente Morale Istituto Giacomo Oneto, che gestì, dal 1929 al 1946, una Scuola secondaria di Avviamento Professionale di tipo Agrario, denominata nei documenti come "Scuola Pratica di Agricoltura e Frutticoltura". Il primo osservatorio iniziò l'attività con le sole rilevazioni pluviometriche il 1/1/1879, e, solo con il 1/1/1901, dette corso, a firma dell'osservatore *pro tempore* Angelo Daglio, anche ai rilevamenti termometrici. Tale acquisizione di dati meteorologici proseguì sino al 31/12/1928, allorché la strumentazione fu trasferita all'Istituto Oneto, dove funzionò sino al 31/12/1966. Successivamente, con il 1/1/1967, subentrò nelle rilevazioni l'osservatorio meteorologico dell'Aeroporto, che però inviò i dati all'Ufficio Idrografico di Torino solo sino al 31/8/1979, per cui questa data delimita la serie termopluviometrica storica di Novi Ligure.

La documentazione cartacea d'archivio relativa a questi tre osservatori permette, non solo di comporre un'unica serie temporale continua di dati dal 1879 al 1979, ma consente altresì di ricavare, per ciascuno di essi, le sottoriportate caratteristiche geografiche e strumentali.

Osservatorio Meteorologico Famiglia Daglio

Questo osservatorio, che iniziò il 1/1/1879 le prime rilevazioni meteorologiche a Novi Ligure sulla quantità giornaliera di pioggia, fu gestito dalla famiglia Daglio nel cortile della propria abitazione, latitante, in via Girardengo 19, il Teatro Romualdo Marengo. Tale osservatorio proseguì la sua attività di lettura dei dati pluviometrici sino al 31/12/1900, allorché, con l'acquisizione della relativa strumentazione termometrica (termometro a minima e massima, termometro a mercurio, termopsicrometro), iniziò anche, con il 1/1/1901, l'invio, all'UCEA di Roma, dei dati relativi alla temperatura dell'aria. La documentazione d'archivio relativa a questo osservatorio evidenzia che nel 1909 l'osservatore *pro tempore* Angelo Daglio indica, per il pozzetto barometrico, un'altitudine di 196,8 m s.l.m.m., per la bocca del pluviometro, un'altimetria di 197,6 m s.l.m.m., e, per i bulbi dei termometri, una quota di 197,41 m s.l.m.m., per cui, risultando la quota del suolo posta all'altimetria di 196 m s.l.m.m., si evince un'altezza sul suolo del termometro di 1,41 m e della bocca del pluviometro di 1,6 m.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio presentano latitudine 44°45'36"N e longitudine 3°40'3,4"W M.M..

L'attività di questo osservatorio perdurò dal 1/1/1879 al 31/12/1928, e, per tutto questo suo periodo di funzionamento, le letture giornaliere della quantità di pioggia furono eseguite alle ore 21, assegnandone il valore espresso in millimetri alle 24 ore precedenti le ore 21 del giorno di registrazione del dato.

Le osservazioni termometriche iniziarono invece con il 1/1/1901 e, per il periodo di funzionamento sino al 31/12/1928 dell'osservatorio, consistettero nella lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), ore 15 (T_{15}) e ore 21 (T_{21}).

Osservatorio Istituto Giacomo Oneto

Il complesso edilizio dell'Ente Morale Giacomo Oneto, realizzato in via del Popolo, oggi via Oneto, nel novembre del 1926 con il lascito di Carlotta Oneto vedova Casati (MELONE, 1991, pag.85), mostra una facciata ai lati della quale insistono due ampi terrazzi, di cui, quello soprastante all'ingresso di via Oneto 5, fu adibito ad ospitare, trasferendola dal precitato osservatorio della famiglia Daglio, la strumentazione meteorologica di

rilevazione dei dati termopluviometrici.

Il pavimento di questo terrazzo risulta posto a 5,6 m sul suolo, che mostra un'altimetria di 198,5 m s.l.m.m., per cui la strumentazione termometrica, posta ad 1,2 m sopra il pavimento, consentiva l'acquisizione dei dati termometrici alla quota di 205,3 m s.l.m.m., mentre il pluviometro, con la bocca a 1,4 m sul pavimento, consentiva un'acquisizione delle quantità di pioggia giornaliera alla quota di 205,5 m s.l.m.m.



Foto 25

Osservatorio Istituto Giacomo Oneto a Novi Ligure in funzione dal 1/1/1929 al 31/12/1966.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio presentano latitudine $44^{\circ}45'28,1''N$ e longitudine $3^{\circ}39'45,8''W$ M.M., per cui rispetto alla posizione del precedente osservatorio la strumentazione meteorologica ha subito uno spostamento orizzontale verso SE di 462,5 m ed uno verticale verso l'alto di m 7.89 m per le misure termometriche e di 7,9 m per quelle pluviometriche.

L'attività di rilevazione dei dati iniziò il 1/1/1929 e perdurò sino al 31/12/1966, gestita, inizialmente, dal direttore della Scuola Pratica di Agricoltura sacerdote Raffaele Massa, quindi, successivamente al 1/12/1946, nonché dopo la chiusura dei corsi di agricoltura, avvenuta nel 1961, e fino al 31/12/1966, dall'osservatore Maria Daglio.

Le rilevazioni termometriche, per tutto il periodo di funzionamento dal 1/1/1929 al 31/12/1966, consistettero nella lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), mentre le osservazioni pluviometriche, per il periodo dal 1/1/1929 al 30/11/1932, consistettero nella lettura della quantità di pioggia giornaliera alle ore 21, assegnata alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 21 del giorno di registrazione del dato. Dal 1/12/1932 al 31/12/1950 la quantità di pioggia giornaliera venne letta alle ore 19, quindi conseguentemente assegnata alle 24 ore precedenti le ore 19 del giorno di registrazione del dato. Dal 1/1/1951 al 31/12/1966 le quantità di pioggia giornaliera furono lette alle ore 9 e quindi assegnate alle 24 ore precedenti le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Osservatorio Aeroporto di Novi Ligure

Alla chiusura dell'osservatorio dell'Istituto Giacomo Oneto, le rilevazioni meteorologiche poterono continuare, in quanto, presso l'aeroporto di Novi Ligure, era già attiva una stazione meteorologica gestita dal Distaccamento Aeroportuale dell'Aeronautica Militare con l'osservatore maresciallo Pettinati.

Questo osservatorio inviò all'Ufficio Idrografico di Torino le schede relative alla rilevazione dei dati termopluviometrici dal 1/1/1967 al 31/8/1979, consentendo così di ottenere, con le precedenti rilevazioni, una serie centenaria di dati. Dal 1979 ad oggi però questo osservatorio ha continuato a funzionare, anche se non vengono resi noti i relativi dati, con rilevazioni automatiche in tempo reale trasmesse via satellite al Centro Meteo dell'Aeronautica militare.

La strumentazione termometrica di questo osservatorio è ubicata, all'interno di una capannina meteorologica, a 1,55 m sul suolo ed il pluviometro, sito ad E della capannina, mostra la bocca a 1,85 m sul suolo, per cui,

risultando il suolo di altitudine 184,3 m s.l.m.m., l'acquisizione dei dati termometrici avviene alla quota di 184,85 m s.l.m.m. e quella dei dati pluviometrici alla quota di 186,15 m s.l.m.m.

Le coordinate geografiche di questo osservatorio presentano latitudine $44^{\circ}46'23,3''N$ e longitudine $3^{\circ}39'51,4''W$ M.M., per cui la strumentazione, rispetto a quella dell'Istituto Giacomo Oneto, ha

subito uno spostamento orizzontale verso N di 2537,5 m ed uno verticale verso il basso di 19,45 m per le termometrie e di 19,35 m per le precipitazioni.

Il periodo delle rilevazioni disponibili dal 1/1/1967 al 31/8/1979 riguarda il rilevamento giornaliero delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle quantità di pioggia lette alle ore 9 ed assegnate alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La ricerca dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri della stazione meteorologica di Novi Ligure è stata condotta sui tabulati originali conservati negli archivi dell'Ufficio Idrografico di Torino e dell'UCEA di Roma, accompagnata dalla consultazione degli Annali Idrologici del Ministero dei LL.PP., degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, del Bollettino Meteorologico di Moncalieri e delle tabelle pubblicate da MILLOSEVICH (1881) e da EREDIA (1920).

L'insieme complessivo dei dati pluviometrici giornalieri ha consentito di ricostruire la serie storica di Novi Ligure senza lacune dal 1/8/1879 al 31/12/1979 che ha consentito di calcolare le quantità di pioggia mensile ed annua utilizzata come base documentaria per l'analisi climatica.

La raccolta dei dati termici giornalieri non ha invece consentito, allo stato attuale delle ricerche, di completare la serie termometrica di tutto l'intervallo temporale 1901-1979, ma solo di ricostruire compiutamente i periodi temporali relativi agli intervalli 1901-1906, 1921-1964 e 1975-1978, la cui frammentarietà non consente quindi di applicare l'analisi climatica per la ricerca delle tendenze evolutive della temperatura.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le precipitazioni annue rilevate a Novi Ligure nell'intervallo dal 1/8/1879 al 31/12/1979 consentono di ricavare la curva cumulata (fig. 20.2) che, presentando un andamento coincidente con la retta di regressione e risultando priva di anomalie in corrispondenza delle variazioni di posizionamento della strumentazione e di lettura nell'acquisizione dei dati indicate sulla tabella 33, consente di ritenere questa serie pluviometrica uniforme ed omogenea.



Foto 26

L'attuale Osservatorio Meteorologico dell'Aeronautica Militare in funzione presso l'aeroporto di Novi Ligure dal 1.1.1967.

— fig. 20.2

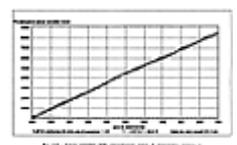


Tabella 33 - STAZIONE DI NOVI LIGURE - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1879 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Aeroporto di Novi Ligure.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T _{min} -T _{max}) T ₉ -T ₁₅ -T ₂₁
Dal 1/1/1901 al 31/12/1928	44°45'36"	3°40'3.4"	197.4	0	0	
Dal 1/1/1929 al 31/12/1966	44°45'28.1"	3°39'45.8"	205.3	462.5 → SE	+7.9	
Dal 1/1/1967 al 31/8/1979	44°46'23.3"	3°39'51.4"	185.85	2537.5 → N	-19.45	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1879 al 31/12/1928	44°45'36"	3°40'3.4"	197.6	0	0	Ore 21.00
Dal 1/1/1929 al 30/11/1932	44°45'28.1"	3°39'45.87"	205.5	462.5 → SE	+7.9	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	44°45'28.1"	3°39'45.87"	205.5	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 al 31/12/1966	44°45'28.1"	3°39'45.87"	205.5	0	0	Ore 9.00
Dal 1/1/1967 al 31/8/1979	44°46'23.3"	3°39'51.4"	186.15	2537.5 → N	-19.35	Ore 9.00

Le precipitazioni annue consentono di ricavare la curva della **figura 30** che presenta un chiaro andamento negativo della sua linea di tendenza e che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare per questo periodo di 100 anni una diminuzione della precipitazione media annua di 68,4 mm pari ad un gradiente negativo di 0,68 mm/anno. In particolare poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1879 -1979 gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa viene soprattutto evidenziata nei mesi di marzo, aprile, maggio, giugno e novembre.

Il calcolo delle grandezze statistiche (**tabella 45**) rivela per questo periodo di 100 anni una precipitazione media annua di 910,3 mm in 79,2 giorni piovosi compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annuo di 400,0 verificatosi nell'anno 1921 in 47 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nell'anno 1916 con 1552,1 mm in 88 giorni piovosi.

— tab. 45

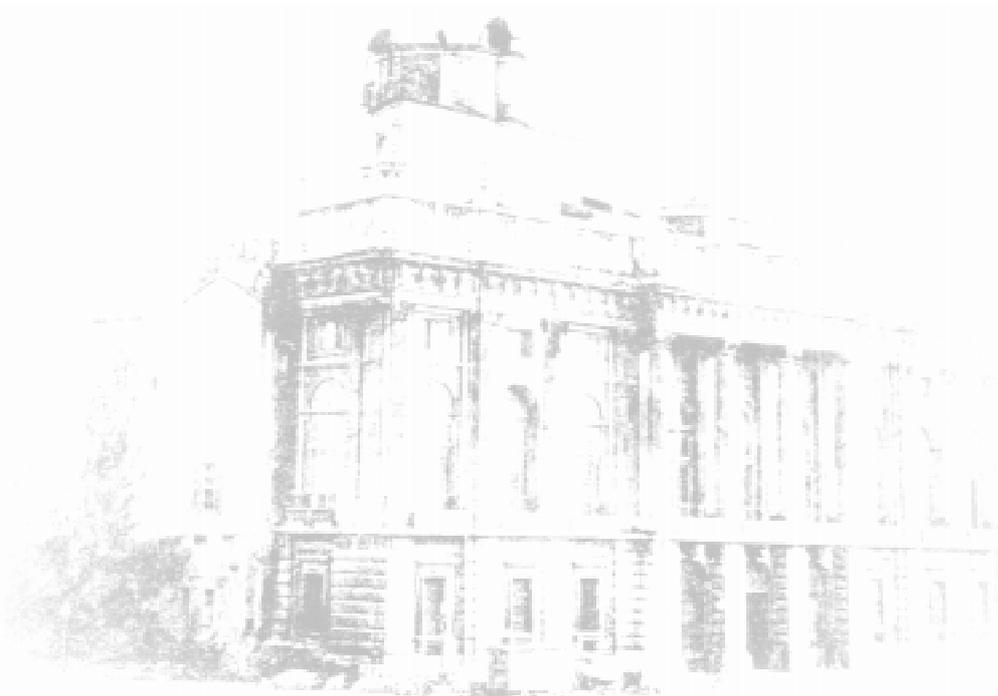


Figura 30

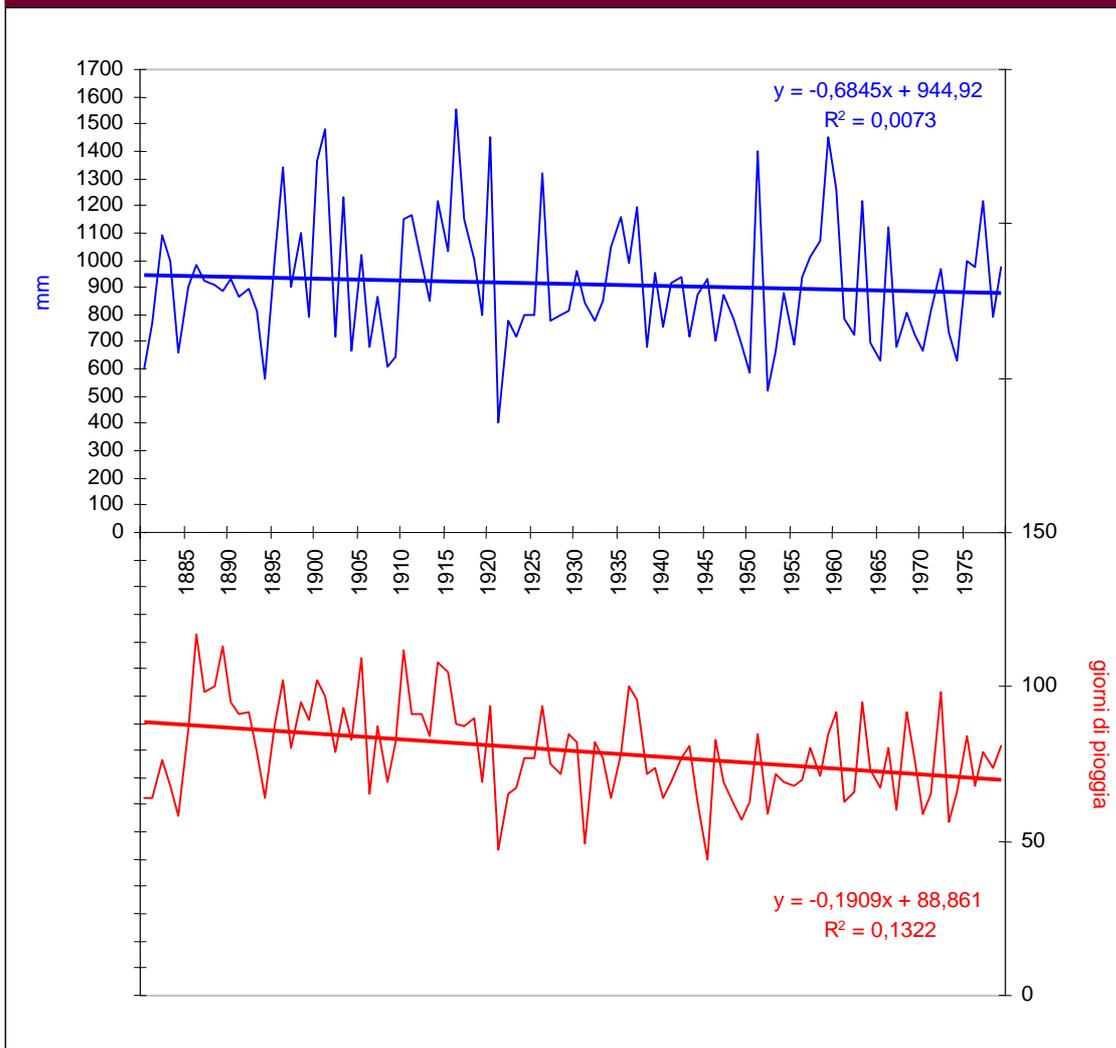


Figura 30

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Novi Ligure nel periodo 1879-1979.

La verifica di probabilità di evenienza di questi valori annui estremi calcolata per il periodo dal 1/8/1879 al 31/12/1979 consente di determinare per il minimo di 400,0 mm un tempo di ritorno di 74 anni (fig. 20.3) e per il massimo di 1552,1 mm un tempo di ritorno di 368,5 anni (fig. 20.4).

La distribuzione di frequenza per l'intervallo temporale dal 1/8/1879 al 31/12/1979 delle precipitazioni annue (tav. 20.3b) mostra un istogramma ad andamento bimodale con moda principale nella classe a limiti 745,6÷860,8 mm e con moda secondaria nella classe a limiti 1436,9÷1552,1 mm, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza fornisce valori percentuali di distribuzione assimilabili a quelli di una distribuzione gaussiana, come peraltro in tal senso comprova anche il valore di 0,032 dell'indice di Bowley.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui di questo periodo di 100 anni (fig. 30) mostra la presenza di quattro periodi di minimi significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1921–1923, 1931-1934, 1944–1952, 1961–1974, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 20.3b) evidenzia il rapporto dominante nella classe a limiti 0,8÷0,9 per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese non corrisponde a quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico estremo di 3,9 e l'angolo medio annuo di Gams di 13° individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, tipico della zona submediterranea o subinsubrica, caratteristico del confine sud occidentale delle Alpi ed interessato, da un numero, sia di anni secchi (precipitazione annua <806,1 mm), sia di anni piovosi (precipitazione annua >937 mm), pari al 40% del totale (fig. 41).

fig. 20.3

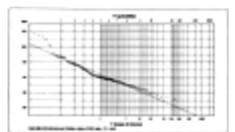
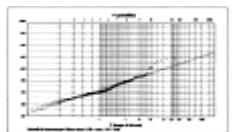


fig. 20.4



tav. 20.3b

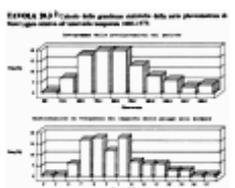
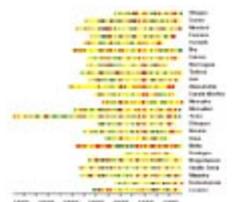
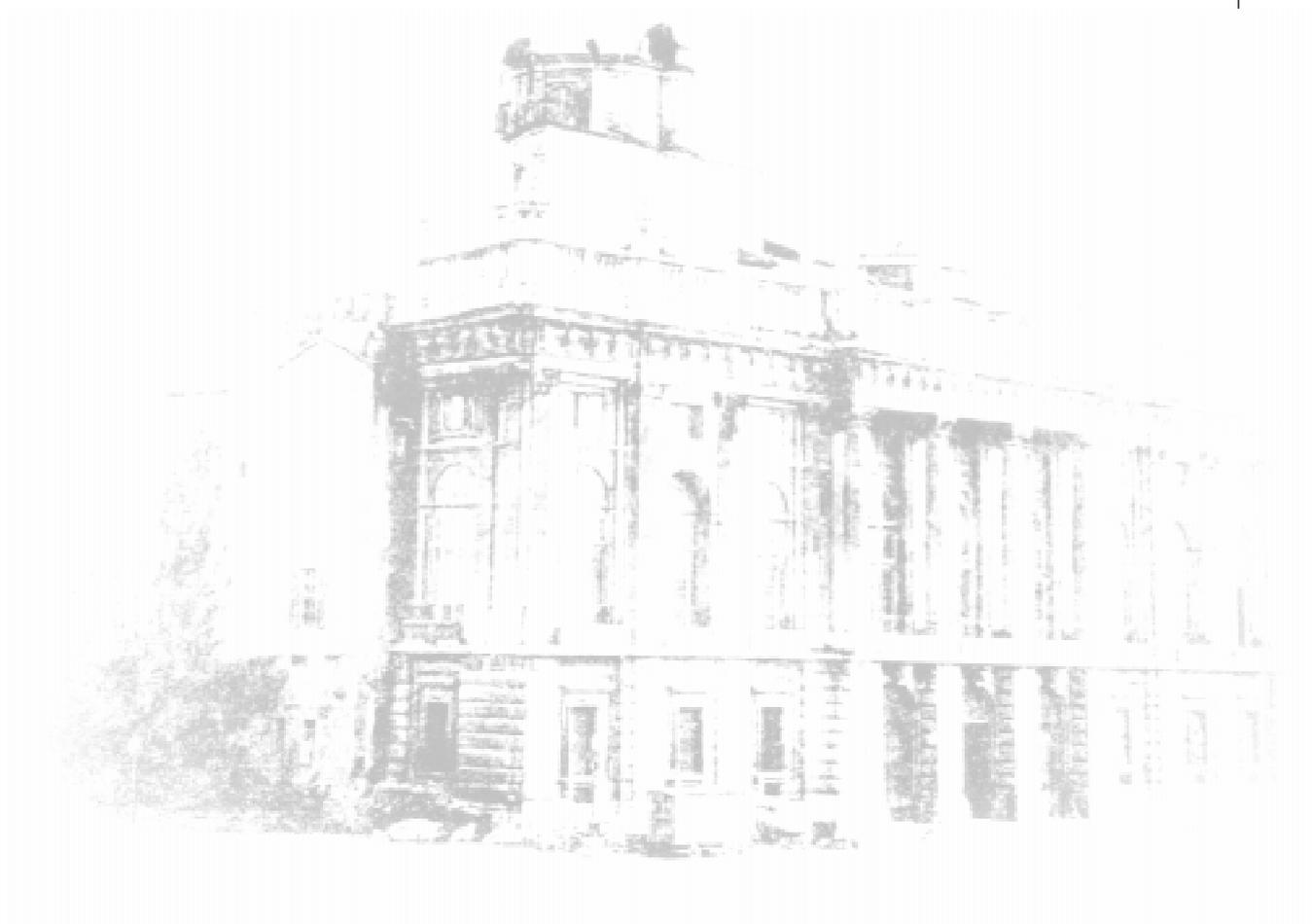


fig. 41



L'andamento stagionale delle precipitazioni in questo periodo dal 1879 al 1979 evidenzia inoltre una precipitazione media per la primavera di 228,4 mm con 22,5 giorni piovosi, per l'estate di 138,6 mm con 14 giorni piovosi, per l'autunno di 329,7 mm con 22,4 giorni piovosi e per l'inverno di 213,0 mm con 20,3 giorni piovosi. In particolare poi si rileva che la primavera più piovosa è stata quella del 1917 con 584,6 mm in 32 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 53,1 mm in 9 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1960 con 491,5 mm in 29 giorni piovosi e la più secca quella del 1884 con 22,6 mm in 4 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1976 con 713,4 mm in 30 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 37,7 mm in 3 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1935 con 381,5 mm in 14 giorni mentre il più secco è stato quello degli anni 1928 e 1950 con 21,0 mm rispettivamente in 7 ed in 5 giorni piovosi.



3.22 - SOSTEGNO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati



Le osservazioni meteorologiche a Sostegno sono iniziate il 1/1/1897 terminando il 28/2/1985 quando cessò l'invio delle schede mensili all'Ufficio Idrografico di Torino da parte del parroco, osservatore *pro tempore*, Don Massimo Milano.

La caratteristica peculiare di questa serie termopluviometrica storica è rappresentata dalla circostanza che l'attività di rilevamento dei dati è avvenuta,

in questo osservatorio realizzato su una spianata posta a S della parrocchia di Sostegno, senza cambiamento della strumentazione e ad opera di personale religioso, che, con cura e meticolosità, ha effettuato nel tempo le letture.

Il primo osservatore, il canonico Giuseppe Questa, comprò con fondi personali la strumentazione meteorologica, costituita da un pluviometro e da due termometri, eseguendo le relative letture strumentali dal 1/1/1897 al 31/10/1925. Al canonico Giuseppe Questa subentrò, come osservatore meteorologico, il vicario Don Felice Bassignana che gestì l'osservatorio sino al 31/12/1943, apportando, all'inizio del suo mandato il 1/1/1925, una sostanziale modificazione nella posizione del pluviometro, allontanandolo sensibilmente, verso S, dallo spiccatto d'elevazione del muro meridionale della casa parrocchiale.

La strumentazione, così allocata in una capannina meteorologica posta sul ripiano sito a S della casa parrocchiale, presentava, quali coordinate geografiche, latitudine $45^{\circ}39'9,7''N$, longitudine $4^{\circ}10'33,5''W$ M.M. ed altimetria 430 m s.l.m.m., con bocca del pluviometro a 2,40 m sul suolo e con bulbi termometrici a 1,6 m sul suolo, per cui le letture termometriche risultano acquisite alla quota di 431,6 m s.l.m.m. e quelle pluviometriche all'altitudine di 432,4 m s.l.m.m.

Le osservazioni termometriche per tutto l'intervallo di funzionamento dell'osservatorio dal 1/1/1897 al 28/2/1985 furono eseguite con la lettura giornaliera delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), mentre le quantità di pioggia giornaliera sono state lette alle ore 21 nell'intervallo dal 1/1/1897 al 30/11/1932, alle ore 19 nell'intervallo dal 1/12/1932 al 31/12/1950 ed alle ore 9 nell'intervallo dal 1/1/1951 al 28/2/1985, assegnando i relativi valori alle 24 ore precedenti rispettivamente le ore 21, 19 e 9, del giorno di registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La ricerca dei dati pluviometrici e termometrici giornalieri della stazione di Sostegno è stata sviluppata sui tabulati originali inviati dagli osservatori *pro tempore* all'Ufficio Idrografico di Torino, accompagnata dall'esame degli Annali Idrologici del Ministero dei LL.PP.

L'insieme complessivo dei dati così raccolti ha consentito di ricostruire senza lacune la serie pluviometrica storica del periodo dal 1/1/1897 al 31/12/1984 da cui sono state ricavate le relative quantità di pioggia mensile ed annua, mentre la ricostruzione della serie termometrica per lo stesso periodo non risulta completa ma

Foto 27

Sul pianoro al centro della fotografia era posizionato, nella zona antistante la canonica, l'Osservatorio Meteorologico di Sostegno che funzionò dal 1.1.1897 al 28.2.1985.

interessata da sporadiche e vaste lacune, per cui, allo stato attuale della ricerca, sono privi di lacune solo gli intervalli temporali 1917–1918, 1925–1945, 1963–1984, quindi del tutto insufficienti per svolgere una ricerca della tendenza evolutiva della temperatura.

L'analisi climatica è stata quindi applicata solo alla serie pluviometrica.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le precipitazioni giornaliere, rilevate a Sostegno nel periodo dal 1/1/1897 al 31/12/1984, consentono di calcolare le quantità di pioggia mensile ed annua che permettono di ricavare la curva cumulata della [figura 21.2](#).

L'andamento di questa curva cumulata risulta chiaramente composta da due tratti di pendenza diversa, il cui punto di separazione si colloca in corrispondenza dell'anno 1925, dove si è verificato, nell'ambito dell'osservatorio, l'allontanamento verso S del pluviometro ([tabella 34](#)). Risulta pertanto evidente che il muro della casa parrocchiale, per tutto il precedente periodo di osservazione (1897-1925), deve aver esercitato un'influenza significativa sull'efficienza di captazione della bocca del pluviometro, la cui quantificazione, nelle descritte condizioni, risulta altresì difficilmente stimabile con accettabile accuratezza.

Pertanto, considerata la presenza di questa sostanziale alterazione, di indeterminabile valore, sull'efficienza di captazione del pluviometro nel periodo temporale 1897-1925, si è ritenuto più opportuno, anziché correggere i dati di questo periodo di registrazione col metodo del confronto delle pendenze delle rette regolatrici delle curve integrali in funzione del più attendibile intervallo temporale 1926-1984, applicare l'analisi climatica al solo intervallo temporale di 59 anni compreso tra il 1/1/1926 ed il 31/12/1984.

(fig.21.2)

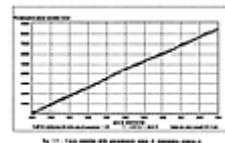


Tabella 34 - STAZIONE DI SOSTEGNO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1897						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/1/1897 al 28/2/1985	45°39'9.7"	4°10'33.5"	431.6	0	0	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1897 al 30/11/1932	45°39'9.7"	4°10'33.5"	432.4	0	0	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	45°39'9.7"	4°10'33.5"	432.4	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 al 28/2/1985	45°39'9.7"	4°10'33.5"	432.4	0	0	Ore 9.00

La curva cumulata delle precipitazioni annue di questo periodo dal 1/1/1926 al 31/12/1984 ([fig. 21.2](#)) risulta con andamento regolarmente sovrapponibile alla relativa retta di regressione, per cui la serie pluviometrica, così temporalmente ridotta, risulta uniforme ed omogenea.

L'andamento delle precipitazioni annue di questi 59 anni di rilevazioni pluviometriche a Sostegno mostra ([fig. 32](#)) una tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare una diminuzione della precipitazione media annua di 141,1 mm pari ad un gradiente negativo di 2,39 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1926-1984, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente in ogni mese, risultando

particolarmente significativa nei mesi di marzo, aprile, maggio (dove raggiunge il massimo valore di 3,1 mm/anno del gradiente negativo), giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre, novembre e dicembre.

Figura 32

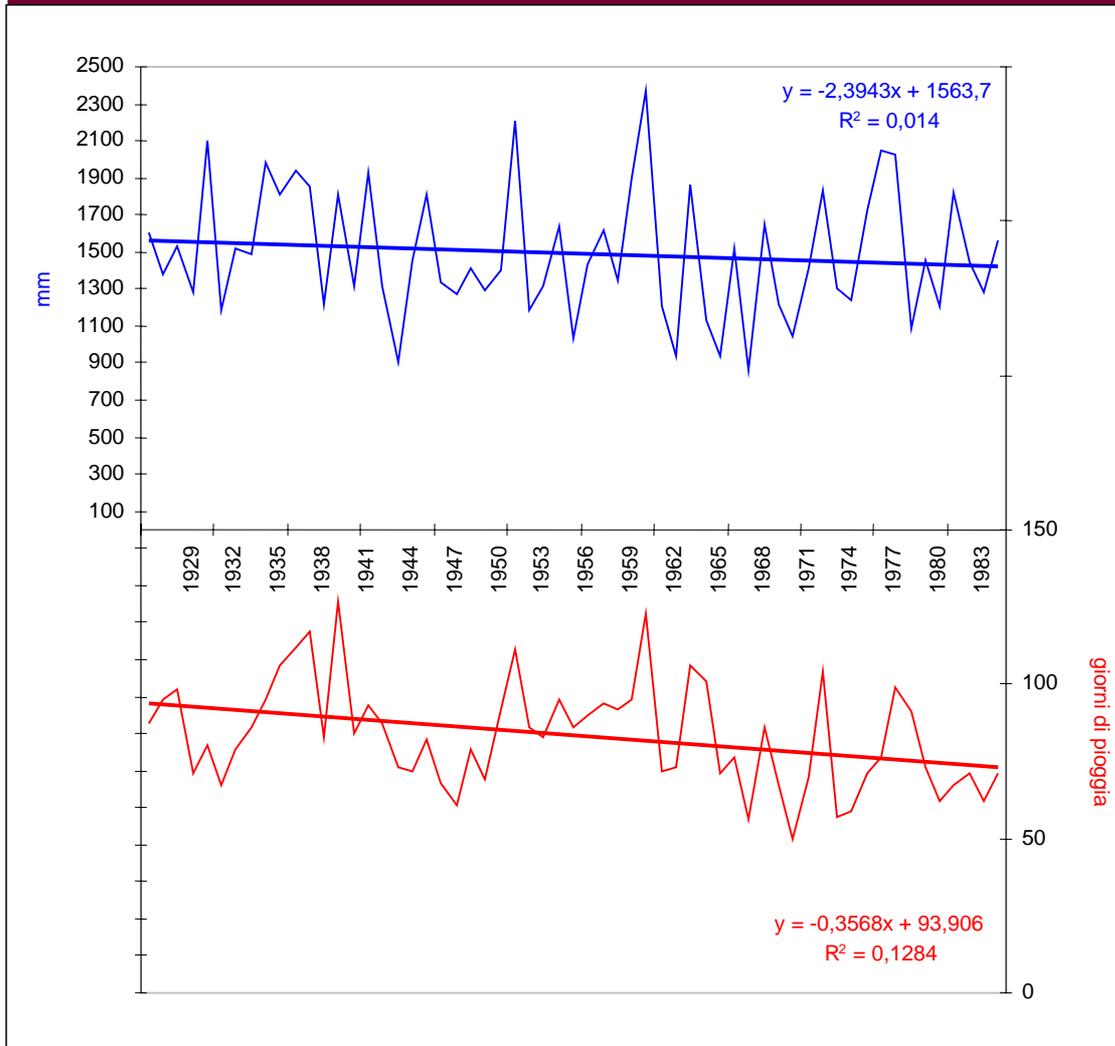


Figura 32

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Sostegno nel periodo 1926 - 1984.

Il calcolo delle grandezze statistiche di questi 59 anni fornisce un valore della precipitazione media annua di 1491,9 mm in 83,2 giorni piovosi, compresa tra il minimo di precipitazione annua verificatosi nel 1967 con 857,6 mm in 56 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nel 1960 con 2371,7 mm in 123 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di evenienza dei valori estremi di precipitazione annua verificati in questo periodo di 59 anni consente di determinare per il minimo annuo di 857,6 mm un tempo di ritorno di 30,6 anni (fig. 21.3) e per il massimo annuo di 2371,7 mm un tempo di ritorno di 188,7 anni (fig. 21.4).

La distribuzione di frequenza per l'intervallo temporale dal 1/1/1926 al 31/12/1984 delle precipitazioni annue (tav. 21.3b) mostra un istogramma ad andamento bimodale con moda principale nella classe a limiti 1194,1÷1362,3 mm e con moda secondaria nella classe a limiti 1698,8÷1867 mm, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza fornisce valori percentuali di distribuzione assimilabili a quelli di una distribuzione gaussiana, come peraltro in tal senso comprova anche il valore di -0,318 dell'indice di Bowley.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui di questo periodo di 59 anni (fig. 32) mostra la presenza di tre periodi di minimi significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1945–1950, 1966–1976, 1980–1984, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale (tav. 21.3b) evidenzia il rapporto dominante nella classe a limiti 0,8÷0,9 per cui la più probabile altezza di pioggia per un

figura 21.3

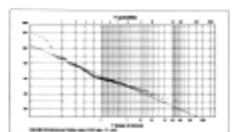
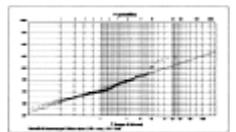
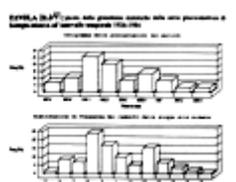


figura 21.4



tav. 21.3b



dato mese non corrisponde a quella della sua normale.

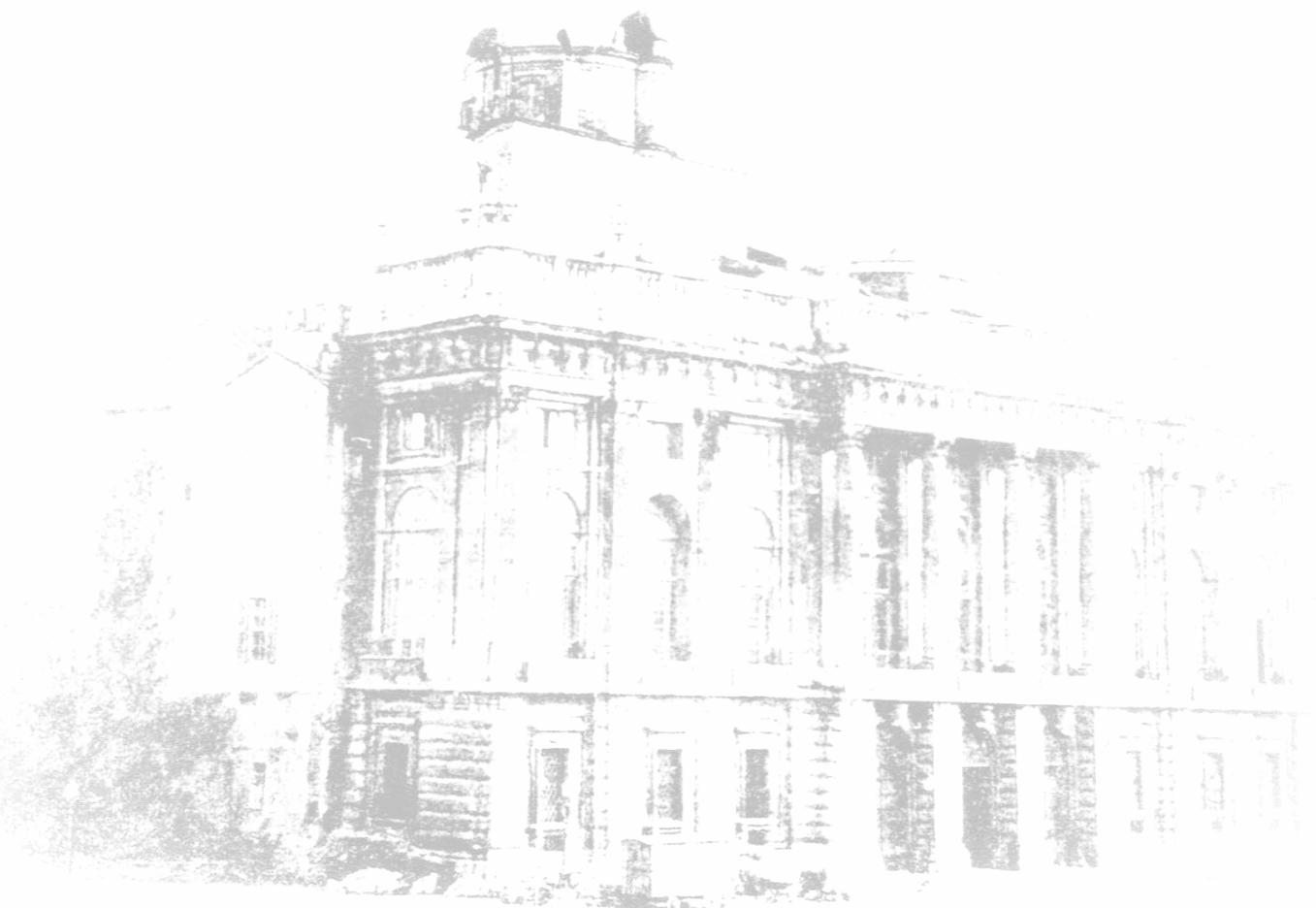
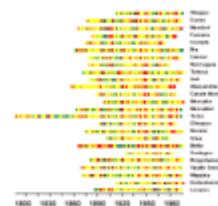
Il modulo pluviometrico estremo di 2,8 e l'angolo medio annuo di Gams di $16,7^\circ$ individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 10° e 20° , che, tipico della zona submediterranea o subinsubrica e caratteristico del confine sud occidentale delle Alpi, presenta frequenze di anni secchi (precipitazione annua $<1333,5$ mm) pari al 39% del totale e di anni piovosi (precipitazione annua $>1520,8$ mm) pari al 41% del totale (fig. 41).

L'andamento stagionale, nell'ambito di questo periodo dal 1/1/1926 al 31/12/1984, mostra valori di precipitazione media per la primavera di 463,8 mm in 26,1 giorni piovosi, per l'estate di 410,3 mm in 23,2 giorni piovosi, per l'autunno di 420,9 mm in 20 giorni piovosi e per l'inverno di 196,6 mm in 13,8 giorni piovosi.

Nell'ambito sempre di questo stesso intervallo temporale 1926-1984 si rilevano inoltre le seguenti caratteristiche stagionali:

- primavera più piovosa nel 1936 con 909 mm in 43 giorni piovosi e più secca nel 1982 con 139 mm in 12 giorni piovosi;
- estate più piovosa nel 1954 con 673 mm in 30 giorni piovosi e più secca nel 1962 con 181 mm in 17 giorni piovosi;
- autunno più piovoso nel 1976 con 1212 mm in 33 giorni piovosi e più secco nel 1978 con 71,2 mm in 6 giorni piovosi;
- inverno più piovoso nel 1974 con 640 mm in 23 giorni piovosi e più secco nel 1981 con 7 mm in 2 giorni piovosi.

fig. 41



3.22 - STROPPO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

L'osservatorio meteorologico di Stropo, entrato in esercizio, sotto la direzione del parroco *pro tempore* Don Leinardi, il 1/1/1913, risulta attualmente in attività, inviando regolarmente i moduli all'Ufficio Idrografico di Torino, e presenta la caratteristica peculiare di aver funzionato, senza discontinuità temporale, sino ai giorni nostri con la stessa strumentazione installata nella medesima postazione iniziale posizionata sul terrazzo meridionale della casa Canonica.



Foto 28

L'Osservatorio Meteorologico di Stropo, posto sul balcone della Canonica ed in funzione dal 1.1.1913.

Le osservazioni meteorologiche riguardano unicamente le letture delle quantità giornaliere di pioggia raccolte su un pluviometro con la bocca posta ad 1,6 m sul pavimento del terrazzo che, a sua volta, presenta un'altezza sul suolo di 5 metri.

Le caratteristiche geografiche della postazione strumentale rivelano latitudine $44^{\circ}30'17,8''N$, longitudine $5^{\circ}19'38,7''W$ M.M. ed altitudine del suolo 1080 m s.l.m.m.

Le letture pluviometriche risultano pertanto acquisite alla quota di 1086,6 m s.l.m.m. con misurazione della quantità giornaliera di pioggia letta alle ore 9 nel periodo dal 1/1/1913 al 30/11/1932 con assegnazione alle 24 ore precedenti le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Nel successivo periodo dal 1/12/1932 al 31/12/1950 le letture della quantità giornaliera di pioggia furono eseguite alle ore 8, per poi ritornare ad essere lette alle ore 9 dal 1/1/1951 ad oggi, assegnando rispettivamente le relative quantità di pioggia alle 24 ore precedenti le ore 8 e le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

L'osservatorio meteorologico di Stropo, in funzione dal 1/1/1913, ha rilevato giornalmente, come evidenziato nella [tabella 35](#), unicamente le quantità di pioggia giornaliera, per cui la stazione risulta priva di una serie termometrica storica.

La raccolta dei dati pluviometrici giornalieri, eseguita da CORTEMIGLIA (1998), ha permesso di ricavare la serie storica, continua e priva di lacune, relativa all'intervallo temporale dal 1/1/1913 al 31/12/1996 che ha permesso di ricavare le quantità di pioggia mensile ed annua, su cui quindi è stata sviluppata l'analisi climatica.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le quantità di pioggia annua dell'intervallo temporale dal 1/1/1913 al 31/12/1996 hanno consentito di ricavare la curva cumulata (fig. 22.2) che presenta un andamento uniformemente sovrapponibile alla relativa retta di regressione e non evidenzia discontinuità anche incipienti in corrispondenza degli anni 1932 e 1951 di cambiamento dell'orario di lettura di acquisizione dei dati (tabella 35).

— fig. 22.2

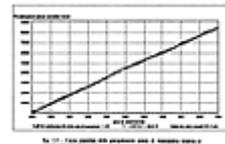


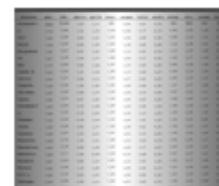
Tabella 35 - STAZIONE DI STROPPO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1913 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Casa Canonica di Stropo.						
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Letture
Dal 1/1/1913 al 30/11/1932	44°30'17.8"	5°19'38.7"	1086.6	0	0	Ore 9.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	44°30'17.8"	5°19'38.7"	1086.6	0	0	Ore 8.00
Dal 1/1/1951 ad oggi	44°30'17.8"	5°19'38.7"	1086.6	0	0	Ore 9.00

Si può pertanto ritenere che i valori argomentali di questa serie pluviometrica non presentino discontinuità.

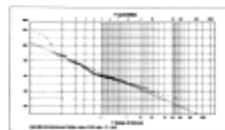
L'andamento delle precipitazioni annue di questo periodo dal 1913 al 1996, evidenziato nella figura 33, mostra una tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare una diminuzione della precipitazione media annua di 148,2 mm pari ad un gradiente negativo di 1,78 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1913 -1996, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in gennaio, aprile, giugno e luglio, in tutti gli altri mesi, risultando particolarmente significativa nei mesi di marzo, maggio, settembre, ottobre, novembre e dicembre.

— tab. 45



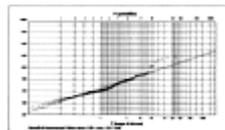
Dal calcolo delle grandezze statistiche, di cui alla tabella 45, si ricava, per la stazione di Stropo, una precipitazione media annua di 921,9 mm, compresa in un campo di variabilità dei valori argomentali tra il minimo di precipitazione annua verificatasi nel 1967 con 507,6 mm in 48 giorni piovosi ed il massimo di pioggia annua riscontrato nel 1916 con 1407,0 mm in 96 giorni piovosi.

— fig. 22.3



La verifica della probabilità di evenienza di questi valori estremi annui della serie pluviometrica mostra, per il minimo di 507,6 mm, un tempo di ritorno di 47,2 anni (fig. 22.3) e, per il massimo di 1407,0 mm, un tempo di ritorno di 114,2 anni (fig. 22.4).

— fig. 22.4



La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue (tav. 22.3b) fornisce un istogramma bimodale, con moda principale nell'intervallo di classe a limiti 867,4÷957,3 mm e moda secondaria nella classe a limiti 1227,1÷1317,1 mm, mentre il grafico del rapporto delle piogge annue alla normale rivela un rapporto dominante nelle classe a limiti 0,9÷1,0 per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese risulta quella della sua normale.

— tav. 22.3b

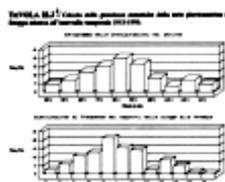


Figura 33

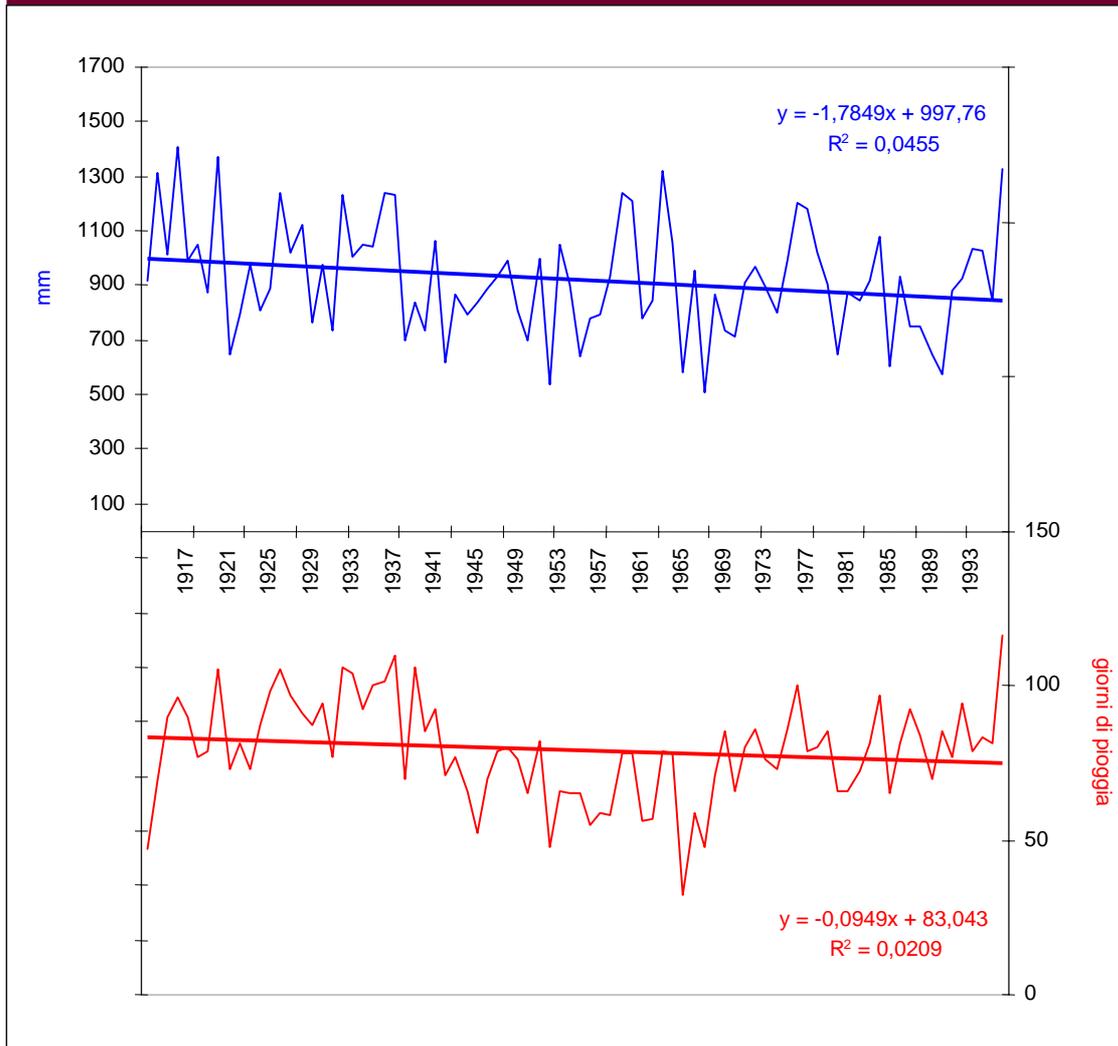


Figura 33

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Stropo nel periodo 1913 - 1996.

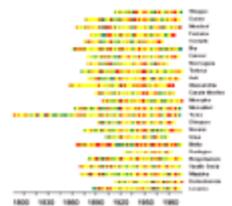
Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui (fig. 33) evidenzia la presenza di significativi periodi di minimi in corrispondenza degli intervalli temporali 1941-1946, 1952-1958 e 1965 -1968.

Il modulo pluviometrico estremo di 2,8 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 50,1° contraddistinguono un regime pluviometrico che, con grado di continentalità compreso tra 50° e 60° tipico della fascia alpina a boschi di conifere e ad associazioni di vegetazioni steppiche, presenta, una frequenza degli anni secchi (precipitazioni annue <868,1 mm) pari al 39,3% del totale e quella degli anni piovosi (precipitazioni annue >965,6 mm) il 40,5% del totale (fig. 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1913 al 1996 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 309,9 mm con 25,2 giorni piovosi, per l'estate di 181,0 mm con 19,6 giorni piovosi, per l'autunno di 264,2 mm con 20 giorni piovosi e per l'inverno di 165,7 mm con 14,4 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1913 -1996 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1936 con 607,0 mm in 44 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 90 mm in 7 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1932 con 414,0 mm in 30 giorni piovosi e la più secca quella dell'anno 1991 con 45,8 mm in 11 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1996 con 611,9 mm in 31 giorni piovosi ed il più secco quello del 1989 con 62,9 mm in 13 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1936 con 388,0 mm in 27 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1952 con 24,0 mm in 5 giorni piovosi.

fig. 41



3.24 - TORINO

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

La città di Torino presenta una serie di osservazioni termopluviometriche pressoché ininterrotte a partire dalla seconda metà del settecento, ma rilevate in successione temporale dai sottoindicati cinque diversi osservatori, ubicati però tutti nell'area del centro storico.

Osservatorio Antico

Sistematiche osservazioni meteorologiche a Torino furono eseguite da Ignazio Somis che dal 1753 al 1793

tenne un registro con le letture bigiornaliere della temperatura, della pressione e dello stato del cielo, ma, come sottolineato da Rizzo (1893), che ne elaborò i dati per ricavarne le caratteristiche atmosferiche medie, non sempre rilevate nel medesimo luogo ed alla medesima altezza sul suolo.

Il primo vero osservatorio, però, denominato negli atti documentari come Osservatorio antico, fu realizzato da J.P. Beccaria sul tetto della propria abitazione sita sul fronte S di Piazza Castello in posizione antistante Palazzo Madama. In detto osservatorio, che iniziò l'attività a partire dal 1/1/1753, le quantità di precipitazioni vennero solo dal 1/1/1757 lette giornalmente su uno ietometro col sistema di misura francese in pollici, suddivisi in 12 linee e decimi di linea. La trasformazione in misure decimali di questi valori originali, ricavata facendo corrispondere, secondo le indicazioni di BALLELIO (1824) ed EUSEBIO (1899), al pollice 27,07 mm, alla linea 2,256 mm ed al decimo di linea 0,2256 mm, consente di ottenere una popolazione di dati confrontabile con i successivi valori pluviometrici espressi in millimetri. Le temperature, con un termometro a lettura del terzo di grado, vennero invece misurate dal 1/1/1753 alle ore 9 (T_9), 12 (T_{12}) e 15 (T_{15}). Questa strumentazione risultava posta a quota 271,5 m s.l.m.m. con un'altezza sul suolo di 32,5 m e presentava, quali coordinate geografiche, latitudine $45^\circ 4' 11,3''N$ e longitudine $4^\circ 46' 0,6''W$ M.M.. La posizione geografica della strumentazione di questo primo osservatorio torinese, che funzionò sino al 31/12/1786, viene riportata nella scheda di [tabella 36](#), mentre i relativi dati pluviometrici, espressi in mm, risultano indicati nella Banca Dati.

Osservatorio Reale dell'Accademia delle Scienze

L'antico Collegio dei Nobili, costruito nel 1673 su progetto di G. Guarini e M. Garove, divenne sede nel 1784, per decreto di Vittorio Amedeo, dell'attuale Accademia delle Scienze di Torino, che, nel 1783, era stata denominata Accademia Reale delle Scienze. Questo osservatorio dell'Accademia delle Scienze funzionò, per le letture termometriche, dal 1/1/1787 al 19/12/1802, nella sala della biblioteca, e, dal 20/12/1802 al 30/6/1865, nella Specola posta in una torretta dell'antico Collegio dei Nobili, mentre, per quelle pluviometriche, la strumentazione dal 1/1/1787 al 30/6/1865 rimase costantemente allocata nella Specola.

Nella biblioteca il termometro, in scala 80° Réaumur, era esposto fuori della finestra rivolta a N con il bulbo posto a 13,2 m sul suolo (VASSALLI-EANDI, 1809, pag.23) e ad un'altitudine, stimabile, tenendo anche conto della determinazione, eseguita in tese, piedi e pollici, da MOROZZO (1790), di 253 m s.l.m.m. Nella torretta



Foto 29

L'Osservatorio Astronomico dell'Università di Torino, posto sulla torre romana di NW della Porta Decumana in Piazza Castello a Torino, la cui attività di acquisizione dei dati perdurò dal 1.7.1865 al 31.5.1927.

osservatorio, andata poi distrutta durante un bombardamento aereo della seconda guerra mondiale, unitamente ad un eudiometro, un ietometro, un igrometro a capello ed un udometro, erano sistemati due termometri lungo un allineamento meridiano, uno esposto a N (termometro boreale) e l'altro a S (termometro australe), con i bulbi posti ad un'altezza sul suolo del cortile dell'Accademia di 46 m (VASSALLI-EANDI, 1809, pag.26 e 50 e CRAVERI, 1863, pag.179) ed ad un'altitudine di 285,8 m s.l.m.m.. I termometri utilizzati in questo osservatorio, secondo la validazione riportata da RIZZO (1893, pag.262), presentano errori della graduazione della scala così piccoli da potersi trascurare, per cui i valori termometrici si possono considerare di sicura affidabilità. Le letture giornaliere in entrambi queste postazioni venivano effettuate dall'osservatore Giovanni Bonino sotto la direzione di A. M. Vassalli-Eandi. La posizione di tali strumentazioni, atte a rilevare correttamente, sia la temperatura dell'aria, sia le precipitazioni, presentava, quali dati geografici, ricavabili dalla determinazione fattane da J.B. Beccaria (VASSALLI-EANDI, 1809, pag.25), latitudine 45° 4' 14"N e longitudine 4° 46' 5,2" W M.M..

La posizione, quindi, di questo osservatorio, rispetto al precedente gestito in privato da J.P. Beccaria, mostra che la strumentazione termometrica ha subito, per il periodo dal 1/1/1787 al 19/12/1802, uno spostamento orizzontale verso S di 275 m ed uno spostamento verticale verso il basso di 18,5 m, con conseguente diminuzione dell'altezza sul suolo di 19,3 m. Nel successivo periodo dal 20/12/1802 al 30/6/1865 la sistemazione dei termometri nella specola ha comportato solamente un loro spostamento verticale verso l'alto di 32,8 m, risultando lo spostamento orizzontale del tutto trascurabile, in quanto la torretta specola si trovava immediatamente soprastante alla finestra, cui era appeso il termometro, del salone biblioteca dell'Accademia. La strumentazione di misura giornaliera della quantità di pioggia, invece, risultando sistemata fin dall'inizio delle osservazioni nella torretta specola evidenzia, rispetto all'osservatorio antico di J.P. Beccaria, per tutto il periodo di funzionamento dal 1/1/1787 al 30/6/1865, uno spostamento orizzontale verso S di 275 m ed uno spostamento verticale verso l'alto di 14,3 m con aumento dell'altezza sul suolo della bocca dello ietometro di 13,5 m, essendo passata da 32,5 m a 46 m dalla superficie topografica.

Relativamente alla determinazione delle precipitazioni l'osservatorio disponeva però, dal 1/1/1787 al 31/12/1848, di uno ietometro, le cui quantità di pioggia venivano, col sistema di misura francese, indicate in pollici (27,07 mm), linee (2,256 mm) e decimi di linea (0,2256 mm), e, dal 1/1/1849 al 30/6/1865, di uno ietometro a valutazione invece delle piogge in millimetri. Entrambi gli ietometri presentavano, come precedentemente indicato, un'altezza sul suolo di 46 m, quindi un'altitudine di 285.8 m s.l.m.m., ma solo la bocca dello ietometro a pollici era quadrata di 20 cm di lato (400 cm² di area), cioè con un'area di captazione circa 2,5 volte inferiore a quella dello ietometro a millimetri, simile, invece, a quella degli attuali pluviometri e pluviografi (1000,98 cm²), per cui necessita tenerne conto in sede di valutazione di omogeneità e di uniformità della serie pluviometrica.

Le registrazioni dei valori pluviometrici, durante l'intervallo temporale di funzionamento di questo osservatorio (1787-1865), avvennero secondo i seguenti quattro distinti periodi di lettura:

- dal 1/1/1787 al 31/12/1787 la determinazione della quantità di pioggia veniva effettuata alle ore 15, per cui il relativo valore giornaliero riguardava l'intervallo tra le ore 15 del giorno precedente e le ore 15 del giorno di lettura e di assegnazione;
- dal 1/1/1788 al 31/12/1798 la determinazione veniva eseguita alle ore 21, per cui i valori giornalieri riguardavano l'intervallo tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di registrazione;
- dal 1/1/1799 al 31/12/1802 la determinazione veniva eseguita alle ore 22, per cui i valori giornalieri riguardava-

no l'intervallo tra le ore 22 del giorno precedente e le ore 22 del giorno di registrazione;

- dal 1/1/1803 al 30/6/1865 per la determinazione si ritornò alla lettura delle ore 21, per cui i relativi valori giornalieri si riferiscono all'intervallo tra le ore 21 del giorno precedente e le ore 21 del giorno di assegnazione.

Questi valori pluviometrici, pur mostrando per tutto il periodo di funzionamento dell'osservatorio (1787-1865) una sostanziale uniformità di misurazione, rivelano quindi diversità oraria di lettura, che va pertanto tenuta anch'essa in considerazione nella valutazione dell'omogeneità dei dati, in quanto va verificato se influisce in maniera apprezzabile o meno sui valori giornalieri di precipitazione.

Relativamente alle registrazioni della temperatura dell'aria, nell'osservatorio venivano eseguite le rilevazioni con termometri, dal 1/1/1787 al 31/12/1787, a lettura del terzo di grado, e, dal 1/1/1788 al 30/6/1865, con lettura al decimo di grado.

L'orario delle letture termometriche avvenne esclusivamente a determinate ore sinottiche, dal 1/1/1787 al 31/12/1860, cui aggiunsero, dal 1/1/1861 al 30/6/1865, le rilevazioni del valore giornaliero delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}). Le ore sinottiche di lettura del precitato periodo 1787-1865 non risultano sempre le stesse, ma presentano le variazioni indicate nella scheda riassuntiva di rilevamento dati (tabella 36) relativa alla serie termopluviometrica storica della stazione di Torino.

In conclusione i dati termopluviometrici raccolti dall'osservatorio sito nella biblioteca e nella torretta specola del Palazzo dell'Accademia delle Scienze durante il suo periodo di funzionamento (1787-1865) presentano, pur con accuratezza di rilevamento, variabilità di lettura oraria nel tempo, che va quindi tenuta in debita considerazione nella procedura di calcolo delle medie giornaliere.

In particolare, infatti, i valori termometrici dal 1/1/1861 al 30/6/1865 consentono, per la rilevazione giornaliera dei valori di minima (T_{\min}) e di massima (T_{\max}), di calcolare le temperature medie giornaliere (T_{m2}) con un'accuratezza di gran lunga superiore alle medie giornaliere del periodo 1787-1860 che risultano unicamente ricavabili sulla base di letture sinottiche a variabilità oraria, come appunto evidenziabile nella scheda riassuntiva (tabella 36) relativa alla stazione di Torino.

Osservatorio Astronomico dell'Università

Nel 1822, per volontà del Barone Giovanni Plana, era stata costruita sulla torretta NW del Palazzo Madama, sopraelevando la torre romana della Porta Decumana, l'osservatorio astronomico dell'Università di Torino, denominato "Osservatorio Reale" ed indicato in varie effemeridi come "Osservatorio Nuovo", che dal 1/1/1866 iniziò ufficialmente le osservazioni meteorologiche trasferendo le relative strumentazioni dal descritto osservatorio della torretta specola sita nel Palazzo dell'Accademia delle Scienze.

Questa nuova sede presenta quali coordinate geografiche delle apparecchiature di rilevamento dei dati termopluviometrici una latitudine di 45°4'13,4"N ed una longitudine di 4°45'58,8"W M.M., per cui, mostrando la bocca del pluviometro ed i termometri posti ad una quota di 275,4 m s.l.m.m. e ad un'altezza dal suolo di 36,4 m, indica, che la strumentazione, rispetto al precedente intervallo temporale 1787-1865, ha subito uno spostamento orizzontale di 350 m verso N ed uno spostamento verticale di 10,4 m verso il basso, mentre l'altezza sul suolo è diminuita di 9,6 m.

Questo osservatorio astronomico dell'Università di Torino funzionò sino al 31/5/1927, in quanto nel 1920 si decise di liberare la torre romana di NW della Porta Decumana dalle strutture dell'Osservatorio, dando poi luogo con il 1928 alle ristrutturazioni del piano terra di Palazzo Madama per ricavarne la sede di rappresentanza del Municipio di Torino.

Le letture in questo Osservatorio Astronomico dell'Università, durante tutto il periodo di funzionamento dal

1/1/1866 al 31/5/1927, avvennero, per la determinazione delle quantità di pioggia, alle ore 9, per cui i valori giornalieri si riferiscono all'intervallo tra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di assegnazione, e, per le temperature, alle ore sinottiche 9 (T_9), 12 (T_{12}), 21 (T_{21}) con registrazione del valore giornaliero minimo (T_{\min}) e massimo (T_{\max}). Le quantità di precipitazione risultano determinate in millimetri e le temperature vengono indicate con letture al decimo di grado.

Osservatorio dell'Idrografico in via Gropello 11

In seguito alla decisione nel 1920 di demolire le strutture dell'osservatorio astronomico per riportare all'originario aspetto le torri romane della Porta Decumana, l'Ufficio Idrografico installò in via Gropello 11, per la registrazione delle temperature e delle precipitazioni, una stazione meteorologica che iniziò la sua attività con il 1/6/1927 e la concluse con il 31/12/1961, quando fu trasferita la capannina meteorologica sul tetto dell'attuale sede dell'Ufficio Idrografico di Torino in Corso Bolzano 44.

Le coordinate geografiche della capannina meteorologica contenente i termometri ed il pluviografo di questo osservatorio di via Gropello presentavano latitudine $45^{\circ}4'26,6''N$ e longitudine $4^{\circ}47'15,1''W$ M.M. ed una quota di 244,3 m s.l.m.m. con altezza sul suolo della strumentazione (termometri e bocca del pluviografo) di 6,30 metri.

L'ubicazione della strumentazione di registrazione dei dati termopluviometrici ha quindi subito, rispetto a quella utilizzata nell'osservatorio astronomico dell'Università durante il periodo 1866÷1927, uno spostamento orizzontale verso W di 1725 m ed uno spostamento verticale verso il basso di 31,1 m, mentre la loro altezza sul suolo si è ridotta di 30,1 m, essendo passata da 36,4 m a 6,30 m.

Pertanto, oltre allo spostamento orizzontale e verticale subito dalla strumentazione di rilevamento dei dati termopluviometrici, si evidenzia anche una diminuita altezza sul suolo della bocca del pluviografo, che potrebbe introdurre una diversa accuratezza nella misura di quantificazione delle piogge. Infatti, come indicato da BRAMANTI (1942) e da TONINI (1959), la quantità di precipitazione decresce, a parità di altre condizioni, al crescere dell'altezza dello strumento dal suolo, in ragione di 0,67% per ogni metro di aumento dell'altezza sul suolo. Quindi, con una diminuzione di altezza sul suolo di 30,1 m nella posizione della bocca del pluviografo in questo osservatorio dell'Ufficio Idrografico di via Gropello 11 rispetto a quella posseduta dall'osservatorio astronomico di Palazzo Madama, si potrebbero verificare variazioni in aumento di circa il 20% nelle quantità di pioggia registrata, per cui tale possibilità va esaminata in sede di validazione dei dati pluviometrici.

Le letture termometriche al decimo di grado sono state rilevate alle ore sinottiche 9 (T_9), 12 (T_{12}), 21 (T_{21}) con determinazione anche dei valori giornalieri delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) sino al 30/11/1932, mentre, col 1/12/1932 e sino al 31/12/1961, data di cessazione dell'attività dell'osservatorio, si sono eseguite le letture alle stesse ore sinottiche, ad eccezione di quella delle ore 21 che è stata sostituita con quella delle ore 19 (T_{19}).

Le precipitazioni giornaliere, determinate in millimetri, sono state lette, sino al 30/11/1932, alle ore 9, per cui il relativo valore si riferisce alla quantità di pioggia caduta nell'intervallo tra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di registrazione, mentre con il 1/12/1932 vengono invece lette, sino al 31/12/1950, alle ore 8. Successivamente, dal 1/1/1951 al 31/12/1961, data di cessazione dell'attività dell'osservatorio, si ritornò alla lettura delle ore 9, per cui solo i valori giornalieri del periodo 1932-1950 si riferiscono all'intervallo tra le ore 8 del giorno precedente e le ore 8 del giorno di assegnazione.

Osservatorio dell'Idrografico di Corso Bolzano 44

L'Ufficio Idrografico di Torino si trasferì da via Gropello 11 in Corso Bolzano 44 e sistemò sul tetto di questa nuova sede una capannina meteorologica con la strumentazione per la misura della temperatura dell'aria e

delle quantità di pioggia, dando corso alle regolari registrazioni con il 1/1/1962.

La posizione geografica della strumentazione contenuta nella predetta capannina meteorologica presenta latitudine di 45°4'18,6"N e longitudine 4°47'2,3"W M.M., mentre la quota altimetrica risulta di 269,6 m s.l.m.m. con un'altezza dal suolo dei termometri e della bocca del pluviografo di 31,6 m.

Il trasferimento dell'osservatorio da via Gropello 11 a corso Bolzano 44 ha comportato quindi uno spostamento orizzontale verso E della strumentazione di 375 m ed uno spostamento verticale verso l'alto di 25,3 m, mentre, pur rimanendo invariata la quota altimetrica di 238 m s.l.m.m. della superficie topografica, l'altezza sul suolo passa da 6,3 m a 31,6 m, cioè subisce uno spostamento verso l'alto di 25,3 m.

La posizione strumentale rispetto al suolo è quindi ritornata pressoché assimilabile a quella del periodo 1757-1927, per cui, tranne che nell'intervallo temporale 1927-1961, la serie pluviometrica si può ritenere presenti almeno una certa uniformità di captazione altimetrica delle piogge rispetto al suolo.

In questo osservatorio, attualmente in funzione, le caratteristiche strumentali sono le stesse del precedente osservatorio di via Gropello ed analogamente le letture proseguono con la tipologia sinottica nazionale introdotta dal 1/12/1932 per le temperature e dal 1/1/1951 per le piogge.

Al fine di consentire una visione globale sulle descritte caratteristiche di rilevamento dei dati termopluiometrici è stata compilata la scheda riassuntiva dell'attività di funzionamento degli osservatori torinesi (tabella 36).

Compilazione e presentazione dei dati termopluiometrici

La raccolta dai registri originali dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri della Stazione di Torino, rilevati nelle condizioni strumentali e topologiche precedentemente descritte, costituisce la base documentaria su cui calcolare i relativi valori delle medie giornaliere.

I dati termopluiometrici giornalieri, oltreché dai registri originali, non sempre, nei vari archivi in cui sono conservati, ritrovati completi di tutto il periodo di funzionamento indicato per ciascun osservatorio (tabella 36), sono stati integrati consultando il Bollettino Meteorologico ed Astronomico del Regio Osservatorio dell'Università di Torino, le Memorie dell'Accademia delle Scienze di Torino, il Bollettino Meteorico giornaliero dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e di Geodinamica del Ministero di Agricoltura Industria e Commercio, gli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico, nonché la Gazzetta Ufficiale del Regno.

Per quanto attiene alle temperature, le medie giornaliere dell'intervallo temporale 1/1/1861-31/12/1995 sono state calcolate con la media (T_{m2}) dei valori di rilevazione giornaliera delle temperature minima (T_{min}) e massima (T_{max}), mentre, per l'intervallo più antico (1753-1860), non essendo state rilevate le temperature minima (T_{min}) e massima (T_{max}) del giorno, sono state calcolate come media giornaliera dei valori sinottici orari. Nel formulare questa media di valori sinottici orari si è però tenuto altresì conto, sia del fattore di correzione, che emerge, per l'intervallo 1861-1995, tra la media giornaliera ottenuta come (T_{m2}) e quella calcolata con i valori orari, sia, per l'intervallo più antico 1753 -1860, del fattore di Kaemtz calcolato a Torino, per ogni mese dell'anno, da Rizzo (1893, pag.272). Ciò non di meno i due periodi, presentando diversa accuratezza nella determinazione della media, vanno comunque sottoposti ad un test di validazione, in quanto tale circostanza potrebbe aver influito in maniera apprezzabile sull'uniformità ed omogeneità dei dati.

Le temperature di rilevazione giornaliera, da cui sono state ricavate le predette temperature medie giornaliere (T_{m2}), risultano inoltre rilevate nei diversi osservatori succedutisi nel tempo (tabella 36), a differenti quote altimetriche. Queste diversità di quota nell'acquisizione dei dati termometrici raggiungono un valore massimale di circa 30 metri, che, quindi, tenuto conto del gradiente termico medio verticale, potrebbero tradursi in

differenze al massimo sull'ordine del decimo di grado. Il tracciamento però della curva cumulata delle temperature medie annue relativa all'intero periodo 1753-1995, risultando, come mostra la [fig.23.2a](#), perfettamente sovrapposta alla relativa retta di regressione, permette di ritenere le precipitate discontinuità altimetriche di acquisizione dei dati termometrici, prive di effetti significativi sull'omogeneità di questa serie storica.

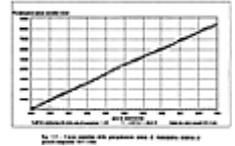
La [figura 35](#) riporta quindi l'andamento, per tutto il periodo dal 1/1/1753 al 31/12/1995, di queste temperature medie annue, calcolate, come precedentemente indicato, dalle temperature medie giornaliere, mentre i valori riportati nella Banca Dati, sulla base delle quantità di pioggia giornaliera, valutando come giorno piovoso una precipitazione ≥ 1 mm, mostrano i valori di precipitazione mensili ed annuali per il periodo dal 1/1/1787 al 31/12/1994 e rappresentano pertanto la base documentaria su cui provvedere alla validazione dei dati ed allo sviluppo dell'analisi climatica.

Analisi climatica

Precipitazioni

Utilizzando i dati di precipitazione rilevati a Torino sono stati tracciati, per il periodo 1787-1994, la curva cumulata delle precipitazioni annue ([fig. 23.2](#)) e l'andamento dei valori di precipitazione annua, riprodotto nella [figura 34](#).

— fig. 23.2a



— fig. 23.2

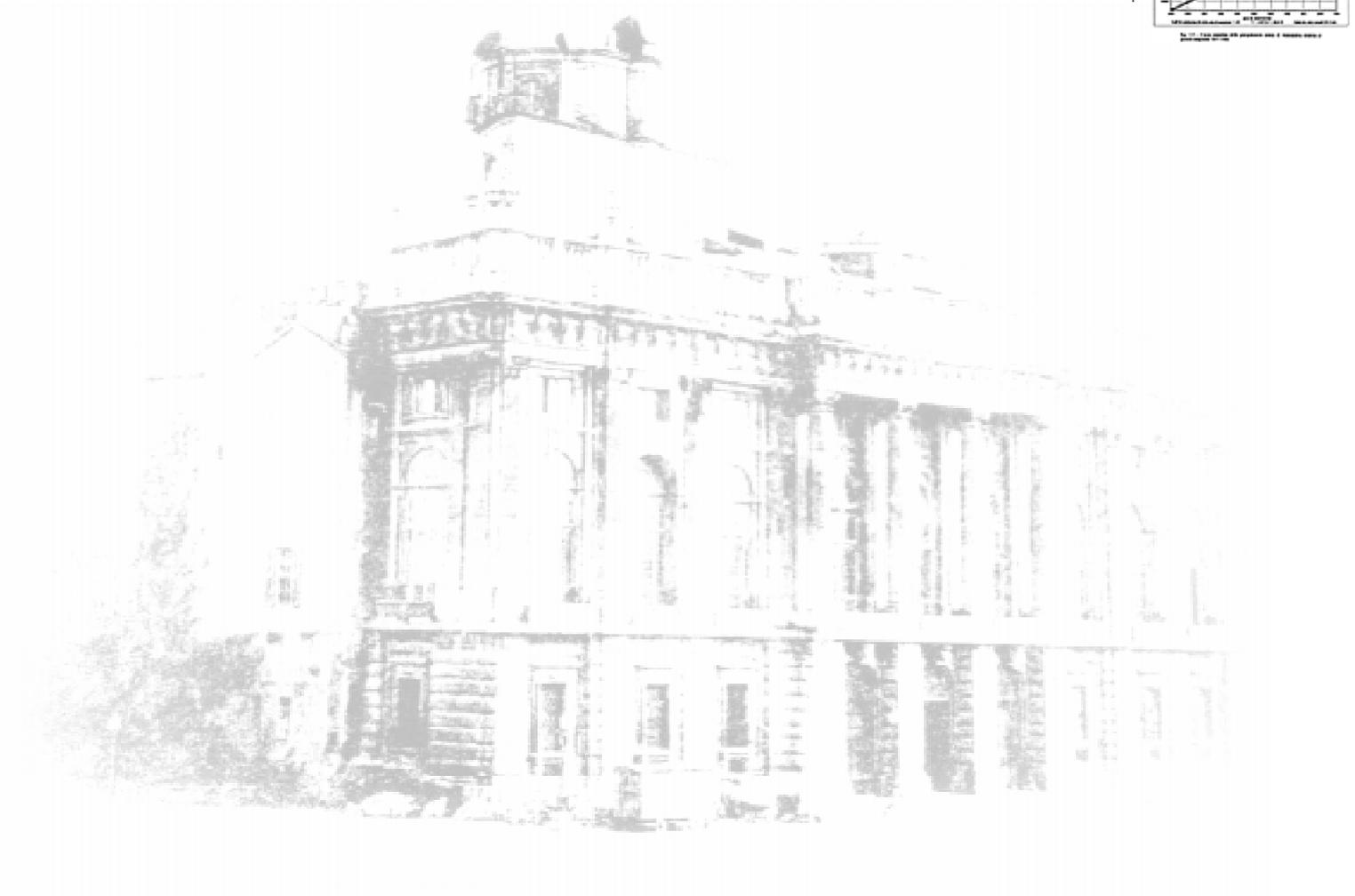
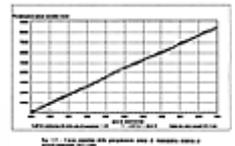


Tabella 36 - STAZIONE DI TORINO - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1753 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Tetto del Palazzo sede dell'Ufficio Idrografico in corso Bolzano, 44.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Letture
Dal 1/1/1753 al 31/12/1786	45°4'11.3"	4°46'0.6"	271.5	0	0	T ₉ -T ₁₂ -T ₁₅
Dal 1/1/1787 al 31/12/1787	45°4'14"	4°46'5.2"	253	275 → S	-18.5	T ₉ -T ₁₂ -T ₁₅
Dal 1/1/1788 al 31/12/1788	45°4'14"	4°46'5.2"	253	0	0	T ₈ -T ₁₄ -T ₂₂
Dal 1/1/1789 al 31/12/1798	45°4'14"	4°46'5.2"	253	0	0	T ₈ -T ₁₄ -T ₂₁
Dal 1/1/1799 al 19/12/1802	45°4'14"	4°46'5.2"	253	0	0	T ₈ -T ₁₄ -T ₂₂
Dal 20/12/1802 al 31/12/1802	45°4'14"	4°46'5.2"	285.8	0	+32.8	T ₈ -T ₁₄ -T ₂₂
Dal 1/1/1803 al 5/2/1851	45°4'14"	4°46'5.2"	285.8	0	0	T ₈ -T ₁₂ -T ₁₉
Dal 6/2/1851 al 31/12/1860	45°4'14"	4°46'5.2"	285.8	0	0	T ₉ -T ₁₂ -T ₁₅
Dal 1/1/1861 al 30/6/1865	45°4'14"	4°46'5.2"	285.8	0	0	T ₉ -T ₁₂ -T ₁₅ -T _M -T _M
Dal 1/1/1866 al 31/5/1927	45°4'13.4"	4°45'58.8"	275.4	350 → N	-10.4	T ₉ -T ₁₂ -T ₂₁ -T _M -T _M
Dal 1/6/1927 al 30/11/1932	45°4'26.6"	4°47'15.1"	244.3	1725 → W	-31.1	T ₉ -T ₁₂ -T ₂₁ -T _M -T _M
Dal 1/12/1932 al 31/12/1961	45°4'26.6"	4°47'15.1"	244.3	0	0	T ₉ -T ₁₂ -T ₁₉ -T _M -T _M
Dal 1/1/1962 ad oggi	45°4'18.6"	4°47'2.7"	269.6	375 → E	+25.3	T ₉ -T ₁₂ -T ₁₉ -T _M -T _M
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1757 al 31/12/1786	45°4'11.3"	4°46'0.6"	271.5	0	0	Ore 15.00
Dal 1/1/1787 al 31/12/1787	45°4'14"	4°46'5.2"	285.8	275 → S	+14.3	Ore 15.00
Dal 1/1/1788 al 31/12/1798	45°4'14"	4°46'5.2"	285.8	0	0	Ore 21.00
Dal 1/1/1799 al 31/12/1802	45°4'14"	4°46'5.2"	285.8	0	0	Ore 22.00
Dal 1/1/1803 al 30/6/1865	45°4'14"	4°46'5.2"	285.8	0	0	Ore 21.00
Dal 1/1/1866 al 31/5/1927	45°4'14"	4°46'5.2"	285.8	0	0	Ore 9.00
Dal 1/6/1927 al 30/11/1932	45°4'26.6"	4°47'15.1"	244.3	1725 → W	-31.1	Ore 9.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	45°4'26.6"	4°47'15.1"	244.3	0	0	Ore 8.00
Dal 1/1/1951 al 31/12/1961	45°4'26.6"	4°47'15.1"	244.3	0	0	Ore 9.00
Dal 1/1/1962 ad oggi	45°4'18.6"	4°47'2.3"	269.6	375 → E	+25.3	Ore 9.00

La cumulata delle precipitazioni annue, presentandosi pressoché sovrapponibile alla relativa retta di regressione, dotata di coefficiente di correlazione massimale, consente di ritenere questa serie pluviometrica dotata di omogeneità, mentre, la mancanza di rotture di pendenza, in corrispondenza degli anni di variazione della posizione strumentale indicati nella **tabella 36**, permette di considerare ininfluente, o, quanto meno, non significativamente apprezzabile, nell'acquisizione dei dati pluviometrici, sia le modificazioni di orario di lettura, sia il cambiamento di quota o di altezza sul suolo della strumentazione, avvenuto in questi 208 anni di registrazioni.

Pertanto si è ritenuto che tale andamento generale della cumulata consenta di evitare l'applicazione della metodologia del confronto delle rette regolatrici delle curve integrali in corrispondenza degli intervalli temporali 1802-1809, 1860-1870, 1980-1994, dove, il suo andamento risulta appena soprastante o sottostante alla retta di regressione.

Figura 34

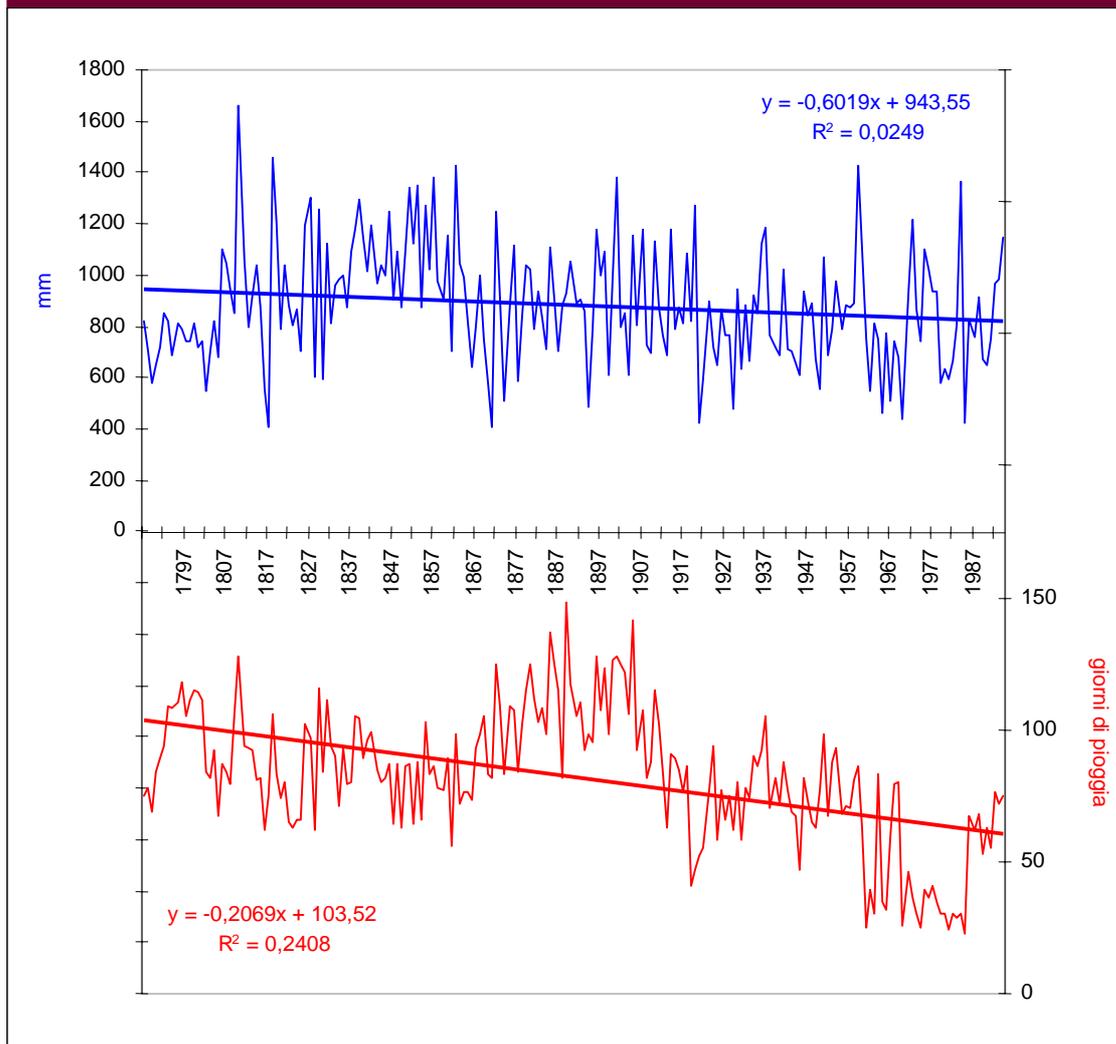


Figura 34

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Torino nel periodo 1787 - 1994.

L'andamento delle precipitazioni annue dell'intervallo 1787-1994, indica la presenza di una tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare una diminuzione della precipitazione media annua di 124,2 mm pari ad un gradiente negativo di 0,60 mm/anno (fig. 34). In particolare poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1787-1994, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in gennaio, aprile, giugno e luglio, in tutti i mesi, risultando particolarmente significativa nei mesi di aprile, maggio, giugno ed ottobre.

Il calcolo delle grandezze statistiche, riportate nella tabella 45, individua per Torino una precipitazione media annua di 880,6 mm contenuta entro un campo di variabilità di valori argomentali compresi tra il minimo di 405,6 mm (anno 1871) ed il massimo di 1657,1 mm (anno 1810).

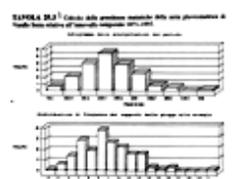
La verifica di probabilità di evenienza di questi valori estremi della precipitazione annua del periodo 1787-1994 mostra, per il minimo di 405,6 mm, un tempo di ritorno di 52,7 anni, e, per il massimo di 1657,1 mm, un tempo di ritorno di 2882,7 anni da ritenersi del tutto indicativo in considerazione della lunghezza limitata a 208 anni della serie.

La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue (tav.23.3b) mostra un istogramma ad andamento unimodale, con moda nella classe modale a limiti 718,5÷822,8 mm, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale segnala che la più probabile altezza di pioggia per un dato mese è rappresentata dalla normale del mese.

Il grafico dell'andamento del numero annuo di giorni piovosi (fig. 34) evidenzia la presenza di significativi periodi

tab. 45

tav. 23.3b



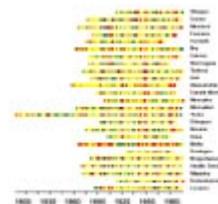
di minimi in corrispondenza degli intervalli temporali 1919 -1922, 1925 -1929 e 1960 -1985.

Il modulo pluviometrico estremo di 4,1 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 18° indicano la presenza di un regime pluviometrico caratteristico del settore insubrico alpino di tipo submediterraneo o subinsubrico o subillirico con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, in cui, gli anni secchi (precipitazione annua < 806,6 mm) rappresentano il 39,9% del totale e gli anni piovosi (precipitazione annua > 907 mm) il 40,38% del totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1787 al 1994 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 285.1 mm con 25,4 giorni piovosi, per l'estate di 224,4 mm con 21,6 giorni piovosi, per l'autunno di 241,1 mm con 20,8 giorni piovosi e per l'inverno di 130,2 mm con 14,1 giorni piovosi.

In particolare poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1787-1994 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1810 con 637,7 mm in 46 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 30,8 mm in 7 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1834 con 565,7 mm in 27,0 giorni piovosi e la più secca quella del 1928 con 49,7 mm in 7 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1862 con 681 mm in 36 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 27 mm in 4 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1841 con 409,2 mm in 16 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1816 con zero mm di pioggia.

fig. 41



Temperature

I dati delle temperature medie annue della serie termometrica di Torino, relative al periodo dal 1/1/1753 al 31/12/1995 preso in esame per l'analisi climatica, mostrano una curva cumulata perfettamente sovrapposta alla relativa retta di regressione, per cui viene confermata l'omogeneità e l'uniformità di questi valori argomentali. Tale carattere viene altresì confermato dalla distribuzione di frequenza di questa serie di 243 temperature medie annue, in quanto risulta riconducibile ad una distribuzione normale presentando i seguenti intervalli di densità di probabilità molto prossimi ad una gaussiana: media \pm 2/3 deviazione standard = 48,76%, media \pm deviazione standard = 67,77%, media \pm 1,86 deviazione standard = 93,39%, media \pm 3 deviazione standard = 100%.

In particolare la determinazione delle grandezze statistiche di questa serie di 243 temperature medie annue relative all'intervallo temporale 1753–1995 consente di ricavare i valori riportati nella tabella 37.

Tabella 37 - Grandezze statistiche della serie termometrica di Torino

INDICI DI POSIZIONE		INDICI DI VARIABILITÀ		Misure dell'asimmetria	INDICI DI FORMA	
Media	12.2	Dev.st.	0.9		Coeff. di Yule	0.2
Mediana	12.1	Coeff. di variazione	7%	1° coeff. di Pearson	-0.1	
Moda principale	12.2	Varianza	0.8	Coeff. β_1 di Pearson	0.1	
Momento all'origine di 2°ordine	148.7	Devianza	186.4	Coeff. γ_1 di Fisher	0.2	
		Campo di variabilità	9.9-14.7	Coeff. di C ₁ Kelley	6.6	
		Momento centrale di ordine 2	0.8	Momento centrale di ordine 3	0.2	
		Coeff. di pulsazione di Palieme	51.3	Misure dell'appiattimento	Coeff. β_2 di Pearson	4.8
					Coeff. γ_2 di Fisher	1.8
					Coeff. C ₂ di Kelley	0.0
					Momento centrale di ordine 4	1.7

I parametri della tendenza centrale, risultando tra loro poco differenziati, indicano quindi che la dispersione è prossima al centro di gravità dei dati, mentre le misure della variabilità confermano la presenza di un'importante dispersione dei dati attorno alla media entro un campo di variabilità molto contenuto in quanto compreso in $4,8^{\circ}\text{C}$.

Le misure dell'asimmetria confermano che la distribuzione è piuttosto simmetrica e quelle dell'appiattimento rivelano una dispersione di tipo leptocurtico con il momento centrale di ordine 3 compreso tra 0,00 e 0,32 e quello di ordine centrale 4 tra 1,60 ed 1,74.

L'insieme delle grandezze statistiche individua quindi una distribuzione, per questa serie termometrica di Torino relativa all'intervallo temporale 1753–1995, di tipo approssimativamente normale.

L'applicazione del test delle sequenze o di Thom a questa serie termometrica, presentando 112 valori superiori e 110 inferiori alla mediana, determina nella sequenza 83 cambiamenti, che risultano un numero inferiore al limite inferiore di significatività (102) per probabilità al 10%, per cui si evince la presenza di un'eterogeneità nella serie imputabile o alla presenza di un trend o allo spostamento della mediana. Il coefficiente di variazione (7%) ed il coefficiente di pulsazione di Palierno (51,32%) consentono di optare per la presenza di una tendenza di debole ampiezza, che, la retta di tendenza globale (fig. 35), relativa all'andamento delle temperature medie annue del periodo 1753–1995, individua come positiva.

Figura 35

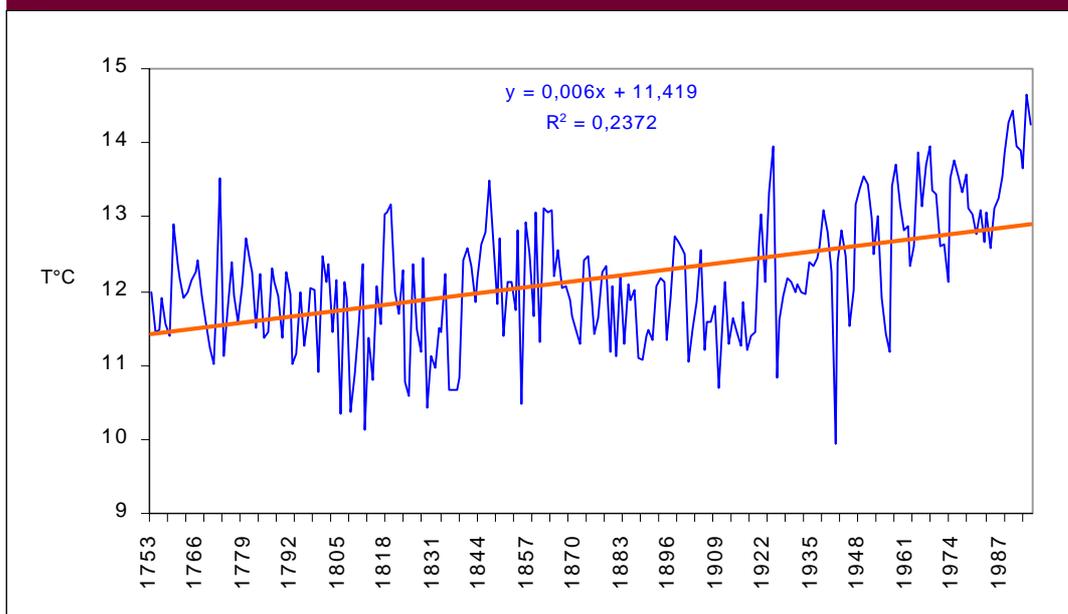


Figura 35

Andamento delle temperature a Torino nel periodo 1753 - 1995

Il coefficiente di correlazione di questa retta del trend risulta però strettamente legato al campione analizzato (243 valori argomentali), per cui necessita determinare quanto approssima il valore vero. L'analisi di bootstrap, svolta con 2000 estrazioni campionarie, fornisce una stima di 0,0480 della distanza media tra il valore osservato ed il valore vero del coefficiente di correlazione, per cui tale grandezza media della deviazione della stima dal valore vero consente di ritenere affidabile questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Torino nel periodo 1753–1995. Questa tendenza viene altresì confermata dal calcolo del coefficiente t di Mann-Kendall e dall'applicazione della relativa analisi progressiva con la statistica $u(t)$ per la serie diretta ed $u(t')$ per quella retrograda, in quanto, risultando un valore di $u(t) = 7,4329$ con livelli di significatività $\alpha_0 = 0,0500$ ed $\alpha_1 = 0,0000$ l'ipotesi nulla deve essere rifiutata. La conseguente applicazione del test di Pettitt individua l'inizio

di questa tendenza nell'anno 1919.

Questa serie di temperature medie annue, ricavate dalla media delle temperature minime (T_{\min}) e massime (T_{\max}) giornaliere, rivela inoltre che, nell'intervallo temporale 1753–1995, l'anno più freddo è risultato il 1941 con una temperatura media annua di 9,9°C e quello più caldo il 1994 con una temperatura media annua di 14,7°C, mentre il calcolo per ogni anno dell'indice termoisodromico di Kerner mostra un valore medio del periodo 1757–1995 di 2,01.

Relativamente alle caratteristiche stagionali l'elaborazione statistica permette di ricavare le grandezze statistiche in tabella.

Tabella 38

	T media	Dev. st.	T media minima assoluta	Anno	T media massima assoluta	Anno
Primavera	12.1	1.2	8.5	1837	14.9	1927 e 1990
Estate	22.0	1.1	18.9	1813	24.7	1957 e 1991
Autunno	12.5	1.1	9.1	1941	15.0	1969 e 1987
Inverno	2.1	1.6	-3.0	1956	6.2	1990

Tabella 38

Valori stagionali di temperatura di Torino.

In particolare si osserva che in questo intervallo di 243 anni tra il 1753 ed il 1994 la temperatura media della primavera (12,1°C) risulta inferiore a quella dell'autunno (12,5°C), per cui, unitamente al valore di 2,0 dell'indice termoisodromico di Kerner, viene segnalata la presenza di un'influenza marittima sul clima locale.

L'analisi delle temperature medie mensili di Torino per l'intervallo temporale 1753–1995 individua, per ciascun mese, le caratteristiche termometriche riportate nella **tabella 39**, da cui si evince che il mese più freddo risulta gennaio con una temperatura media di 0,7°C (deviazione standard 2,4) e quello più caldo luglio con una temperatura media di 23,0°C (deviazione standard 1,5). Inoltre il gennaio più freddo è stato quello del 1795 con una temperatura media di -6,3°C ed il più caldo quello del 1974 con una temperatura media di 6,3°C, mentre il luglio più caldo è risultato quello del 1957 con una temperatura media di 27°C e quello più freddo il luglio del 1813 con 19,1°C. Il mese più freddo in assoluto del periodo 1753 -1995 è risultato il febbraio del 1956 con una temperatura media di -7,7°C e quello più caldo in assoluto il luglio 1957 con una temperatura media di 27°C.

Tabella 39

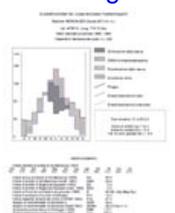
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
T media	0.7	3.2	7.8	12.0	16.5	20.7	23.0	22.4	18.5	12.5	6.5	2.2
devst	2.4	2.3	2.0	1.6	1.7	1.6	1.5	1.4	1.7	1.6	1.6	1.8
Min	-6.3	-8.0	2.5	7.1	12.1	15.3	19.1	18.6	12.0	7.6	1.1	-4.0
Anno	1795	1956	1808	1809	1814-1837	1824	1813	1845	1758	1769	1835	1879
Max	6.3	10.1	13.7	17.0	20.6	25.2	27.0	26.0	24.5	16.7	10.8	7.0
Anno	1974	1990	1994	1755	1958-1960	1844	1957	1991	1823	1969	1944	1924

Tabella 39

Temperature medie mensili di Torino relative all'intervallo temporale 1753-1994.

Eseguendo la correlazione con le precipitazioni registrate a Torino, limitatamente però al periodo temporale 1787–1994 onde ottenere così un'identica lunghezza della serie storica, consente di tracciare il diagramma ombrotermico, che verifica l'assenza di aridità, ed il diagramma di Thornthwaite (**fig. 36**) che evidenzia un deficit di evapotraspirazione e diminuzione della riserva da giugno a settembre e che individua un tipo climatico da umido a sub umido definito dalla formula climatica a quattro termini $C_2rB'_2b'_3$.

fig. 36



3.25 - TORTONA

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime osservazioni meteorologiche a scansione sistematica furono eseguite dall'ing. Pietro Frascaroli con un pluviometro posto nell'antico quartiere denominato "isola di S. Chiara" sul tetto di un fabbricato, che verrà abbattuto nel 1911, per far posto all'esistente palazzo Frascaroli. Tale osservatorio, che registrava unicamente le quantità d'acqua giornaliere, funzionò dal 1/1/1873 al 1/6/1891 allorché, sotto la direzione del canonico Pietro



Foto 30

Il cortile interno del Seminario Vescovile di Tortona sulla cui torretta era posto l'Osservatorio Meteorologico in attività dal 1.6.1891 al 11.5.1968.

Maggi, iniziò l'attività di rilevamento dell'osservatorio meteorologico del Seminario Vescovile. L'osservatorio meteorologico del seminario vescovile funzionò, come indicato da CORTEMIGLIA (1994), sino al 11/5/1968, data da cui cominciò la sua attività l'attuale stazione meteorologica dell'Ufficio Idrografico di Parma sita presso lo stadio comunale in località Castello ex Forte Vittorio.

Questi tre osservatori, che mostrano attività di funzionamento collegabili in sequenza temporale in modo da ottenere una serie termopluviometrica continua, presentano le seguenti caratteristiche geografiche ed attività di acquisizione dei dati.

Osservatorio Frascaroli

In questo osservatorio, ubicato nell'antica area del convento S. Chiara, per tutto il suo periodo di funzionamento dal 1/1/1873 al 31/5/1891, si rilevarono le quantità di pioggia giornaliera con la bocca di captazione del pluviometro posta alla quota di 143 m s.l.m.m. e ad un'altezza sul suolo di 19,7 m. L'attività di questo osservatorio, che presentava, quali coordinate geografiche, latitudine 44°53'43,9"N e longitudine 3°35'24"W M.M., si può supporre fosse coordinata da Pietro Maggi, fondatore nel 1869 dell'osservatorio meteorologico di Volpeglino e collaboratore locale di padre Francesco Denza, in quanto ne curava la pubblicazione dei dati decadici sul foglio settimanale locale "*Il Progresso. Gazzetta del circondario di Tortona*".

Le letture delle quantità di pioggia risultavano lette giornalmente alle ore 21 ed assegnate alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 21 della data di registrazione del dato.

Osservatorio meteorologico del Seminario Vescovile

L'attività di questo osservatorio, descritta da CORTEMIGLIA (1994), si svolse nell'intervallo temporale dal 1/6/1891 al 11/5/1968 con una strumentazione di rilevamento delle temperature, costituita da due termometri, uno per le minime ed uno per le massime, da uno psicrometro e da un termografo, mentre per la misura delle quantità di pioggia era in uso un pluviometro e un pluviografo.

Questo osservatorio era posto in una torretta interna al cortile del Seminario e la strumentazione presentava, quali coordinate geografiche, latitudine 44°53'51"N, longitudine 3°35'10,9"W M.M. ed altitudine del piano campagna di 120,05 m s.l.m.m. con un'altezza sul suolo di 20,6 m.

La quota altimetrica delle letture giornaliere di temperature e piogge risulta quindi di 140,65 m s.l.m.m.

Rispetto al precedente osservatorio Frascaroli la bocca del pluviometro ha subito uno spostamento orizzontale verso NE di 380 m ed uno verticale verso il basso di 2,35 m, mentre l'altezza sul suolo, per la sola bocca del pluviometro, passando da 19,7 m a 20,6 m, aumentò di 0,9 m.

Le osservazioni termometriche dal 1/6/1891 al 30/11/1932 riguardavano la lettura giornaliera delle temperature estreme minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9), 15 (T_{15}) e 21 (T_{21}), mentre nel successivo periodo dal 1/12/1932 al 11/5/1968, accanto alle T_{\min} e T_{\max} , vennero lette le temperature sinottiche delle ore 8 (T_8), 14 (T_{14}) e 19 (T_{19}).

Le precipitazioni nel periodo dal 1/6/1891 al 30/11/1932 erano lette giornalmente alle ore 21 ed assegnate alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 21 del giorno di registrazione, mentre dal 1/12/1932 al 31/12/1950 si passò a leggere le quantità di pioggia giornaliera alle ore 19, assegnandole quindi alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 19 del giorno di registrazione. Nel successivo periodo, dal 1/1/1951 alla cessazione delle attività in data 11/5/1968, le letture giornaliere delle quantità di pioggia furono eseguite alle ore 9 ed assegnate conseguentemente alle 24 ore immediatamente precedenti le ore 9 del giorno di registrazione del dato.

Osservatorio dell'Ufficio Idrografico di Parma

Questo osservatorio, entrato in funzione in data 12/5/1968 ed attualmente in esercizio, risulta ubicato a lato dello stadio comunale, in cui è posta la capannina meteorologica, tipo Pluvio 84 Cavicchioli, contenente il pluviografo, mentre il termometro a minima e massima risulta sistemato, protetto entro l'apposito contenitore a parete, sul lato N del Tennis Club a 170 m di distanza dal pluviografo.

Le coordinate geografiche di questa strumentazione presentano latitudine 44°53'32,6"N, longitudine 3°34'50,3"W M.M. ed altitudine, per la bocca del pluviografo, di 198,6 m s.l.m.m. con 2,1 m di altezza sul suolo, e, per il bulbo del termometro, di 195,6 m s.l.m.m. con 1,6 m di altezza sul suolo. Questa strumentazione termopluviometrica, rispetto alla precedente posta nell'osservatorio del Seminario Vescovile, ha subito pertanto uno spostamento orizzontale verso SE di 704 m ed uno verticale verso l'alto di 57,95 m per le registrazioni pluviometriche e di 54,95 m per quelle termometriche. L'altezza sul suolo, invece, ha subito una riduzione di 18,5 m per le letture pluviometriche, passate, infatti, da 20,6 m a 2,1 m, ed una riduzione di 19 m per le letture termometriche, in quanto cambiate da 20,6 m a 1,6 m.

Compilazione e presentazione dei dati termopluviometrici

La ricerca dei dati pluviometrici giornalieri relativi all'osservatorio Frascaroli (1873-1891) è stata svolta consultando il settimanale a diffusione locale denominato "*Il progresso. Gazzetta del Circondario di Tortona*" ed il registro manoscritto, redatto dal direttore dell'Osservatorio Meteorologico di Volpeglino Pietro Maggi, contenente i valori pluviometrici giornalieri, relativi al periodo dal 1/11/1872 al 30/6/1876, di alcune stazioni meteorologiche del tortonese. Le osservazioni pluviometriche rilevate nell'osservatorio del Seminario Vescovile (1891:1968) sono state invece ricavate consultando i registri originali conservati presso l'archivio meteorologico della Biblioteca del Seminario Vescovile di Tortona, mentre per le rilevazioni pluviometriche dell'osservatorio gestito dall'Ufficio Idrografico di Parma dal 12/5/1968 ad oggi sono stati consultati gli Annali Idrologici del Ministero LL.PP. e visionate diverse annate di diagrammi pluviometrici.

L'insieme complessivo dei dati raccolti da questi tre osservatori della stazione meteorologica di Tortona ha così consentito di ricavare la relativa serie pluviometrica storica, continua e senza lacune, delle quantità di pioggia giornaliera dal 1/1/1873 al 31/5/1998, dalla cui elaborazione sono state ricavate le precipitazioni mensili ed annue utilizzate come base documentaria per lo sviluppo dell'analisi climatica.

L'inizio delle rilevazioni termometriche a Tortona, come indica la **tabella 40**, avvenne con l'attivazione dell'osservatorio meteorologico del Seminario Vescovile, per cui i relativi dati sono stati ricavati da CORTEMIGLIA (1994), mentre le successive rilevazioni effettuate, dal 12/5/1968 ad oggi, dall'osservatorio gestito dall'Ufficio Idrografico di Parma, sono state tratte dagli Annali Idrologici del Ministero LL.PP. e dalla consultazione diretta dei tabulati originali.

L'insieme complessivo dei dati termometrici giornalieri così raccolti ha consentito di comporre una serie continua senza lacune dal 1/6/1891 ad oggi, da cui si è ricavata la relativa serie di temperature medie giornaliere da utilizzare per l'analisi climatica. Il confronto però con la **tabella 40** mette in evidenza che le temperature giornaliere rilevate, dal 12/5/1968 ad oggi, nell'osservatorio dell'Ufficio Idrografico di Parma sul Castello, rispetto a quelle precedentemente (1891-1968) acquisite nell'osservatorio del Seminario Vescovile posto nel centro storico cittadino, risultano determinate ad una quota di 55 metri più elevata. Inoltre l'osservatorio sul Castello risulta morfologicamente ubicato in una posizione di versante collinare, mentre quello del Seminario Vescovile si trova posto in una zona urbana di pianura.

La significativa diversità di esposizione morfologica e di altimetria di questi due osservatori indica quindi la presenza di un gradiente termico verticale tra le due posizioni strumentali che andrebbe quantificato attraverso una serie continua di misure giornaliere contemporanee nelle due postazioni, per ricavare, con il metodo della stima parallela di LINACRE (1992), il relativo coefficiente di correzione da apportare all'intervallo temporale di una delle due rilevazioni per rendere così uniforme ed omogenea la serie termometrica di tutto il periodo in esame. Non risultando quindi disponibile, per mancanza di osservazioni giornaliere pluriennali condotte in contemporaneo tra le due postazioni strumentali, il necessario coefficiente di correzione, si è ritenuto opportuno sviluppare l'analisi climatica sulla serie termometrica rilevata dal 1/6/1891 al 11/5/1968 nell'osservatorio del Seminario Vescovile ed effettuarne la correlazione, nell'ambito più limitato di questo stesso periodo temporale, con l'andamento delle piogge.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le precipitazioni mensili ed annue misurate a Tortona nel periodo 1873-1997 consentono di ricavare una curva cumulata (**fig. 24.2**) che presenta un andamento conforme e sovrapposto alla relativa retta di regressione, per cui si può ritenere questa serie pluviometrica di 125 anni omogenea ed uniforme.

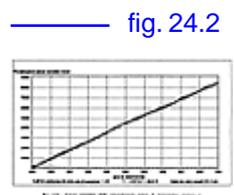
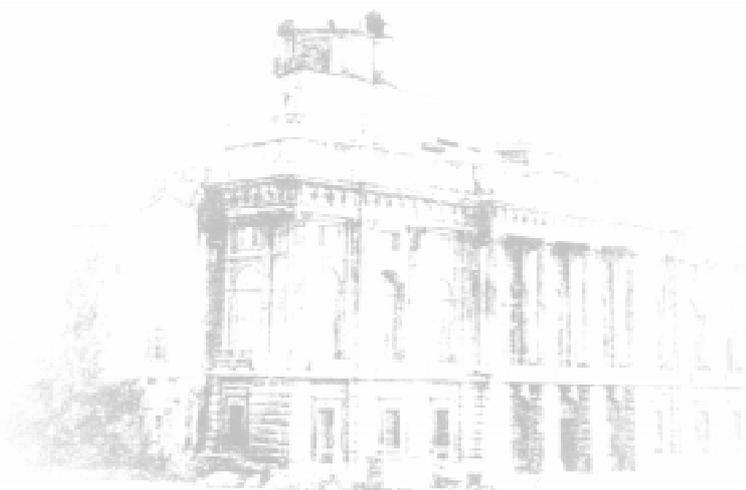


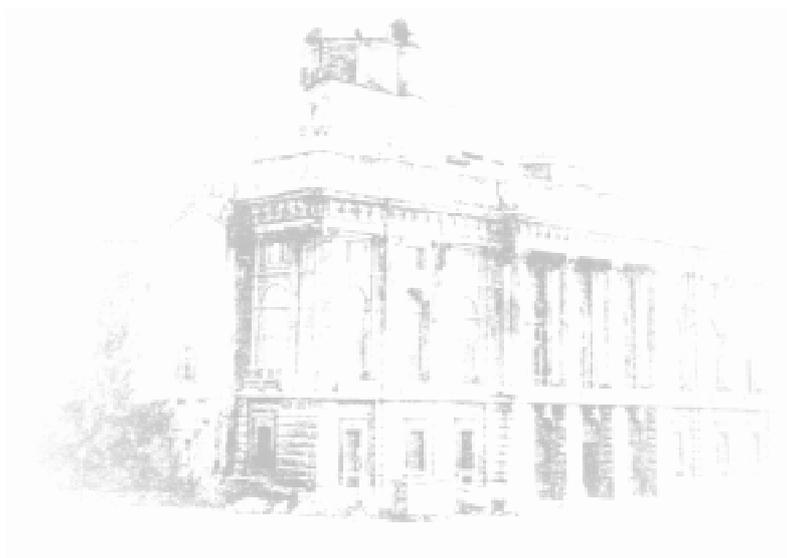
Tabella 40 - STAZIONE DI TORTONA - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1874 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Stazione Meteorologica dell'Ufficio Idrografico di Parma sita in in zona Castello.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/6/1891 al 30/11/1932	44°53'51"	3°35'10.9"	140.65	0	0	T ₉ -T ₁₅ -T ₂₁
Dal 1/12/1932 al 11/5/1968	44°53'51"	3°35'10.9"	140.65	0	0	T ₈ -T ₁₄ - T ₁₉
Dal 12/5/1968 ad oggi	44°53'32.6"	3°34'50.3"	195.6	704 → SE	+54.95	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1873 al 31/5/1891	44°53'43.9"	3°35'24"	143	0	0	Ore 21.00
Dal 1/6/1891 al 30/11/1932	44°53'51"	3°35'10.9"	140.65	380 → NE	-2.35	Ore 21.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1950	44°53'51"	3°35'10.9"	140.65	0	0	Ore 19.00
Dal 1/1/1951 al 11/5/1968	44°53'51"	3°35'10.9"	140.65	0	0	Ore 9.00
Dal 12/5/1968 ad oggi	44°53'32.6"	3°34'50.3"	198.6	704 → N	+57.95	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue (fig. 37), ricavato dai dati rilevati, mette in evidenza la presenza, in questo intervallo temporale dal 1/1/1873 al 31/12/1997 di una tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare una diminuzione della precipitazione media annua di 30,5 mm pari ad un gradiente negativo di 0,25 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1873 -1997, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in gennaio, febbraio, agosto, settembre e ottobre, in tutti gli altri mesi, risultando particolarmente significativa nei mesi di marzo, aprile e maggio.

Dal calcolo, relativo a questo stesso periodo, della precipitazione media annua si ricava un valore di 696,1 mm in 70,8 giorni piovosi, compreso tra il minimo di precipitazione annua verificatosi nel 1894 con 292,9 mm in 33 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nel 1977 con 1211,2 mm in 97 giorni piovosi (tabella 45).

La verifica della probabilità di evenienza di questi valori estremi della serie pluviometrica annua mostra, per il minimo di 292,9 mm, un tempo di ritorno di 120,3 anni (fig. 24.3) e, per il massimo 1211,2 mm, un tempo di ritorno di 901,9 anni (fig. 24.4), che si deve ritenere di scarsa affidabilità in relazione alla lunghezza di 125 anni della serie su cui è stato calcolato.



tab. 45

fig. 24.3

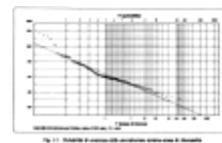


fig. 24.4

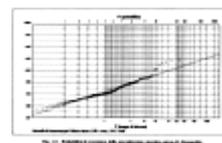


Figura 37

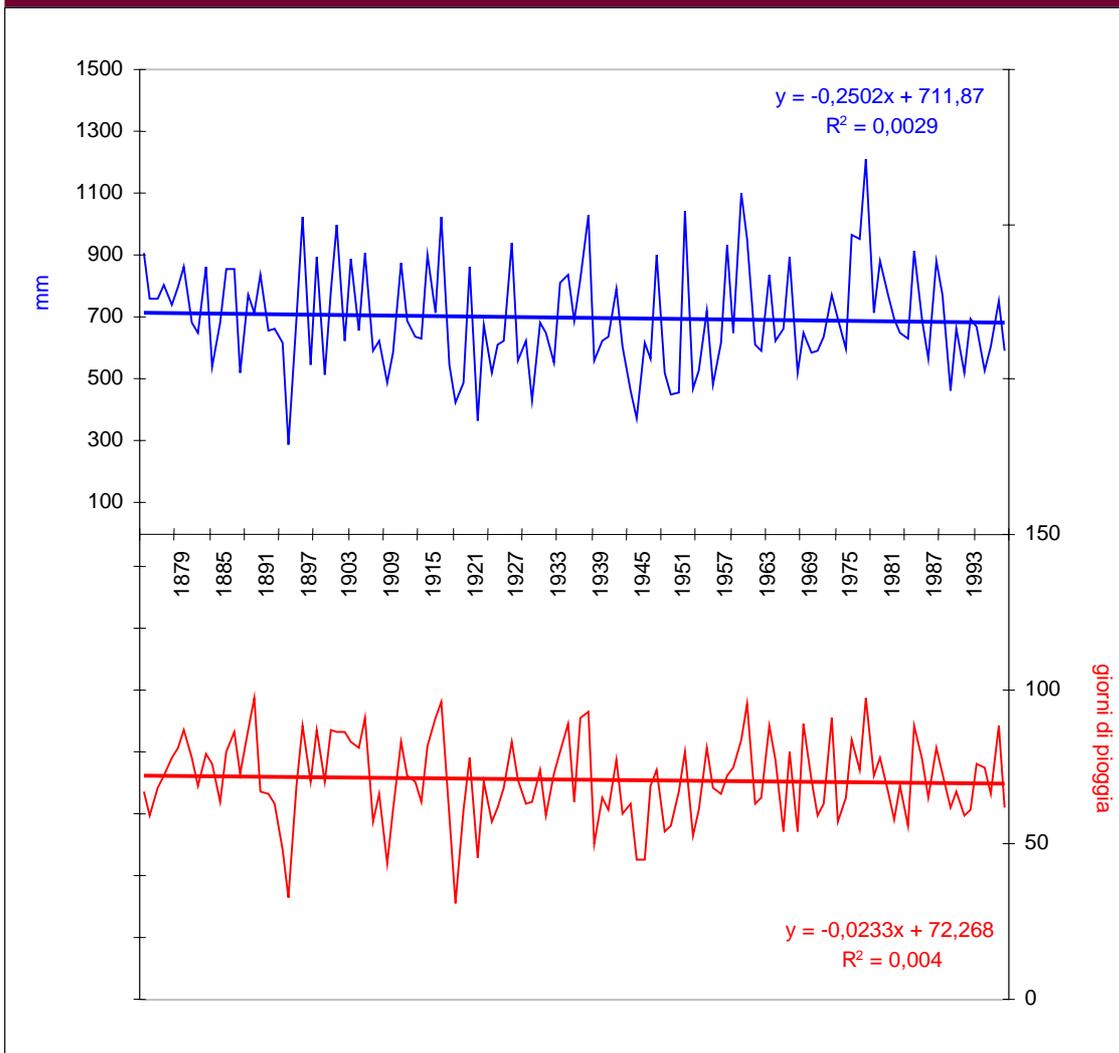


Figura 37

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Tortona nel periodo 1873 - 1997

L'andamento del numero di giorni piovosi annui nel periodo 1873–1997, come evidenzia la [figura 37](#), presenta una serie di minimi significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1892–1895, 1906–1909, 1917–1922, 1938–1949, 1965–1971, 1980–1983.

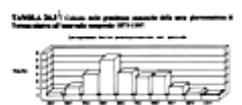
La distribuzione di frequenza delle precipitazioni annue ([tav. 24.3b](#)) fornisce un istogramma bimodale, con moda principale nell'intervallo di classe a limiti 568,4–660,2 mm e moda secondaria nella classe a limiti 843,9–935,7 mm, mentre il grafico del rapporto delle piogge annue alla normale ([tav. 24.3c](#)), rivela un rapporto dominante, compreso nelle classe a limiti 0,9–1,0 per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese risulta quella della sua normale.

Il modulo pluviometrico estremo di 4,1 e l'angolo medio annuo di Gams del valore di 10,4° contraddistinguono un regime pluviometrico tipico della zona sub-mediterranea o sub-insubrica, caratteristico del confine sud occidentale delle Alpi, con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, in cui, gli anni secchi (precipitazioni annue <630,8 mm) rappresentano il 40% del totale e quelli piovosi (precipitazioni annue >697,6 mm) il 40% del totale ([figura 41](#)).

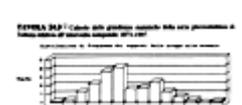
Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1873 al 1997 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 184,9 mm con 20,7 giorni piovosi, per l'estate di 130,4 mm con 13 giorni piovosi, per l'autunno di 231,7 mm con 19,7 giorni piovosi e per l'inverno di 146,5 mm con 17,3 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1873–1997 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1879 con 402,9 mm in 37 giorni piovosi e la più secca

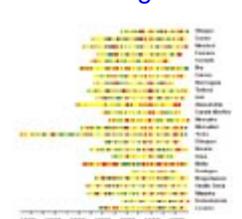
— [tav. 24.3b](#)



— [tav. 24.3c](#)



— [fig. 22.3](#)



quella del 1997 con 33 mm in 5 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1977 con 292,4 mm in 22 giorni piovosi e la più secca quella degli anni 1907 con 30,2 mm in 7 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1976 con 637,4 mm in 31 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 35,3 mm in 3 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1960 con 343,8 mm in 29 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1893 con 10,6 mm in 2 giorni piovosi.

Temperature.

I dati delle temperature medie annue, ottenuti dalle medie delle T_{\min} e T_{\max} , della serie termometrica di Tortona, relative al periodo dal 1/6/1891 al 31/12/1968 preso in esame dal 1892 al 1965 per l'analisi climatica, mostrano una curva cumulata perfettamente sovrapposta alla relativa retta di regressione, per cui viene confermata l'uniformità di questi valori argomentali. Tale carattere viene altresì confermato dalla distribuzione di frequenza di questa serie di 74 temperature medie annue, in quanto risulta riconducibile ad una distribuzione normale presentando i seguenti intervalli di densità di probabilità molto prossimi ad una gaussiana: media $\pm 2/3$ deviazione standard = 50,70%, media \pm deviazione standard = 69,01%, media $\pm 1,86$ deviazione standard = 95,77%, media ± 3 deviazione standard = 98,58%.

In particolare la determinazione delle grandezze statistiche di questa serie di 74 temperature medie annue relative all'intervallo temporale 1892–1965 consente di ricavare i valori della tabella 41.

Tabella 41- Grandezze statistiche della serie termometrica di Tortona

INDICI DI POSIZIONE		INDICI DI VARIABILITÀ*			INDICI DI FORMA	
Media	12.6	Dev.st.	0.5		Misure dell'asimmetria	Coeff. di Yule
Mediana	12.6	Coeff. di variazione	4.3%	1° coeff. di Pearson		0.0
Moda principale	12.6	Varianza	0.3	Coeff. β_1 di Pearson		0.3
Momento all'origine di 2°ordine	158.3	Devianza	20.5	Coeff. γ_1 di Fisher		0.2
		Campo di variabilità	10.7-13.6	Coeff. di C ₁ Kelley		6.8
		Momento centrale di ordine 2	0.3	Momento centrale di ordine 3		-0.1
		Coeff. di pulsazione di Palierno	65.5%	Misure dell'appiattimento	Coeff. β_2 di Pearson	44.3
					Coeff. γ_2 di Fisher	41.3
					Coeff. C ₂ di Kelley	0.0
					Momento centrale di ordine 4	0.3

I parametri della tendenza centrale, risultando tra loro pressoché identici indicano quindi che la dispersione è prossima al centro di gravità dei dati, mentre le misure della variabilità confermano la presenza di un'importante dispersione dei dati attorno alla media entro un campo di variazione molto contenuto in quanto compreso in 3,6°C.

Le misure dell'asimmetria confermano che la distribuzione è piuttosto simmetrica e quelle dell'appiattimento rivelano una dispersione di tipo leptocurtico.

La distribuzione di frequenza delle temperature medie annue evidenzia un istogramma ad andamento unimodale con classe modale a limiti 12,5÷12,8.

L'insieme delle grandezze statistiche individua quindi una distribuzione, per questa serie termometrica di Tortona relativa all'intervallo temporale 1892–1965, di tipo approssimativamente normale.

L'applicazione del test delle sequenze o di Thom a questa serie termometrica, presentando 37 valori superiori

e 37 inferiori alla mediana, determina un valore di sequenza di 26 cambiamenti, che risultano un numero inferiore al limite inferiore di significatività (33) per probabilità al 10%, per cui si evince la presenza di un'eterogeneità nella serie imputabile o alla presenza di un trend od allo spostamento della mediana. Il coefficiente di variazione (4,3%) ed il coefficiente di pulsazione di Palierne (65,5%) indirizzano verso la presenza di una tendenza di debole ampiezza, che la retta di tendenza globale (fig. 38), relativa all'andamento delle temperature medie annue del periodo 1892–1965, individua con pendenza positiva.

Il coefficiente di correlazione di questa retta del trend risulta però strettamente legato al campione analizzato (74 valori argomentali), per cui necessita determinare quanto approssima il valore vero. L'analisi di bootstrap, svolta con 2000 estrazioni campionarie, fornisce una stima di 0,0932 della distanza media tra il valore osservato ed il valore vero del coefficiente di correlazione, per cui tale grandezza media della deviazione della stima dal valore vero consente di ritenere affidabile questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Tortona nel periodo 1892–1965.

Figura 38

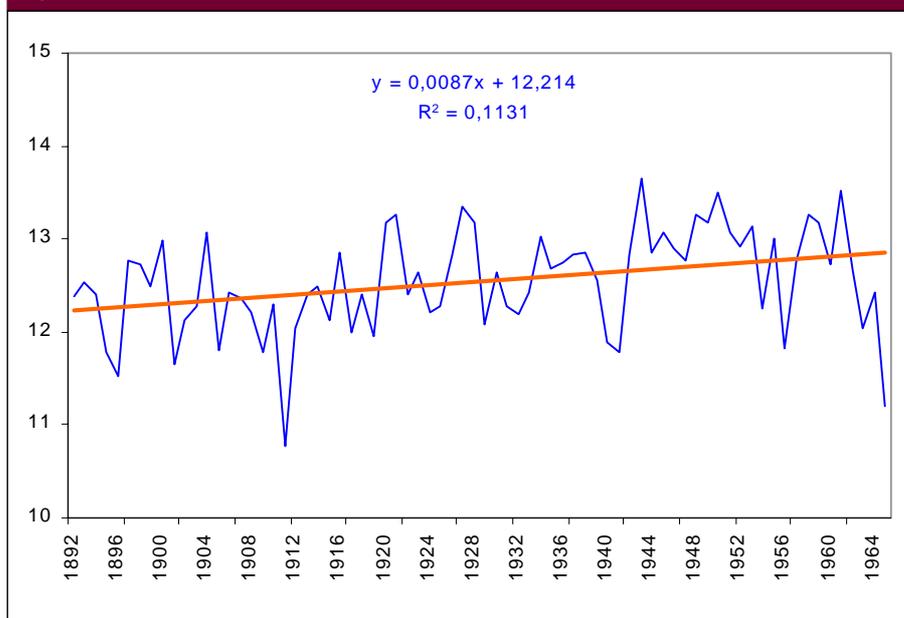


Figura 38

Andamento delle temperature a Tortona nel periodo 1892 - 1965

Questa tendenza a crescere della temperatura media annua di Tortona nel periodo dal 1/1/1892 al 31/12/1965 viene altresì confermata dal calcolo del coefficiente t di Mann-Kendall e dall'applicazione della relativa analisi progressiva con la statistica $u(t)$ per la serie diretta ed $u(t')$ per quella retrograda, in quanto, risultando un valore di $u(t) = 3,18371$ con livelli di significatività $\alpha_0 = 0,05000$ ed $\alpha_1 = 0,00136$ l'ipotesi nulla deve essere rifiutata. La conseguente applicazione del test di Pettitt individua l'inizio di questa tendenza nell'anno 1919. Questa serie di temperature medie annue, ricavate dalla media delle temperature minime (T_{\min}) e massime (T_{\max}) giornaliere, rivela inoltre che, nell'intervallo temporale 1892–1965, l'anno più freddo è risultato il 1911 con una temperatura media annua di 10,8°C e quello più caldo il 1943 con una temperatura media annua di 13,6°C, mentre il calcolo per ogni anno dell'indice termoisodromico di Kerner mostra un valore medio del periodo 1892–1965 di 1,57.

Relativamente poi alla serie delle temperature minime giornaliere (T_{\min}) di questo periodo si ricava una media annua di 8,9°C, con deviazione standard di 0,6 e campo di variabilità compreso tra la minima media annua di 7,5°C dell'anno 1896 e la massima media annua di 9,9°C degli anni 1912 e 1943, mentre per la serie delle temperature massime giornaliere (T_{\max}) si ricava una media annua del periodo di 16,6°C con deviazione standard di 0,7 e campo di variabilità compreso tra la minima media annua di 13,8°C dell'anno 1911 e la massima media annua di 17,9°C dell'anno 1945.

Relativamente alle caratteristiche stagionali l'elaborazione statistica permette di ricavare le grandezze statistiche riportate nella tabella 42.

Tabella 42

	T media	Dev. st.	T media minima assoluta	Anno	T media massima assoluta	Anno	T media dei valori giornalieri delle minime	Dev. st.	T media dei valori giornalieri delle massime	Dev. st.
Primavera	12.4	0.9	10.6	1932	15.0	1945	8.3	0.9	16.6	1.0
Estate	22.5	0.9	20.7	1896	25.1	1950	17.8	0.8	27.2	1.1
Autunno	12.9	1.1	8.2	1911	15.2	1926	9.6	1.1	16.1	2.3
Inverno	2.3	1.3	-1.0	1895	4.8	1916	-0.3	1.4	5.0	1.4

In particolare si osserva che in questo intervallo di 74 anni tra il 1892 ed il 1965 la temperatura media della primavera (12,4°C) risulta inferiore a quella dell'autunno (12,9°C), per cui, unitamente al valore di 1,6 dell'indice termoisodromico di Kerner, viene segnalata la presenza di un'influenza marittima sul clima locale.

L'analisi delle temperature medie mensili di Tortona per l'intervallo temporale 1892–1965 presenta, per ciascun mese, le caratteristiche termiche riportate nella tabella 43, da cui si ricava che il mese più freddo risulta gennaio con una temperatura media di 1,2°C e quello più caldo luglio con una temperatura media di 23,7°C. Inoltre il gennaio più freddo è stato quello del 1893 con una temperatura media di -3,6°C ed il più caldo quello del 1936 con una temperatura media di 5,3°C, mentre il luglio più caldo è risultato quello del 1950 con una temperatura media di 27,4°C e quello più freddo il luglio del 1919 con 21,2°C.

L'analisi delle temperature giornaliere evidenzia che il giorno più freddo è risultato il 12/2/1929 ed il 5/1/1947 con una temperatura media giornaliera di -10°C e quello più caldo il 3/8/1947 con una temperatura media giornaliera di 31,4°C. Le temperature minima e massima assoluta sono state rispettivamente rilevate il 20/12/1933 con -14,3°C ed il 30/6/1945 con 38,0°C, mentre la media delle temperature minime assolute annue è risultata di -8,0°C (deviazione standard 3,0) e quella delle temperature massime assolute annue di 32,9°C (deviazione standard 1,9). La frequenza poi di queste temperature minime e massime assolute annue risulta distribuita, per quanto riguarda le minime, per il 54,3% in gennaio, per il 29,6% in dicembre, per il 16,1% in febbraio, e, per quanto riguarda le massime, per il 52,6% in luglio, per il 35,8% in agosto, per il 10,3% in giugno e per 1,3% in settembre.

Tabella 43

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
T media	1.1	3.2	7.9	12.5	16.8	20.9	23.7	23.0	19.0	12.8	6.9	2.6
devst	1.8	2.2	1.5	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.4	1.4	1.5	1.5
Min	-3.6	-3.0	4.1	10.2	14.2	16.9	20.8	19.0	15.4	6.8	2.3	-1.9
Anno	1893	1929	1909	1958	1902	1945	1913	1896	1911	1911	1911	1911
Max	5.3	6.7	11.1	15.0	19.9	23.3	27.4	25.6	21.9	16.0	10.5	6.9
Anno	1936	1958	1938	1952-1961	1920	1931	1950	1947	1942	1921	1926	1953

La correlazione con le precipitazioni registrate a Tortona nello stesso periodo temporale delle temperature (1892–1965) consente di tracciare il diagramma ombrotermico, che indica presenza di aridità nei mesi di luglio ed agosto, ed il diagramma di Thornthwaite (fig. 39) che evidenzia un deficit di evapotraspirazione da maggio a settembre con diminuzione della riserva da maggio a settembre e che individua un tipo climatico da subumido a subarido definito dalla formula climatica a quattro termini $C_1sB'_2b'_3$.

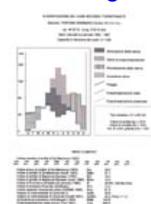
Tabella 42

Valori di temperatura stagionali di Tortona.

Tabella 43

Temperature medie mensili di Tortona relative all'intervallo temporale 1892–1965.

fig. 39



3.25 - VARALLO SESIA

Reperimento e caratteristiche di rilevazione dei dati

Le prime osservazioni meteorologiche furono eseguite dal Prof. Calderini a Varallo il 1/2/1866 in un osservatorio allestito nella Regia Scuola Tecnica con letture giornaliere delle temperature minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}), sia diurne, sia notturne, dell'intensità e direzione dei venti, nonché delle quantità di pioggia. La relativa strumentazione era posta a 442 m s.l.m.m., ma le attività di osservazione, condotte



regolarmente per tutto il 1866, divennero lacunose e saltuarie durante i primi mesi del 1867 sino a cessare completamente nel mese di marzo di quello stesso anno, per cui non sono state riportate, nella [tabella 44](#) indicazioni di sorta relative a questo periodo. Questo osservatorio riprese poi le osservazioni meteorologiche giornaliere continuative con il 1/1/1871, dando così inizio alla serie storica di Varallo Sesia. Allorché cessarono con il 31/12/1946 le attività di rilevazione dei dati meteorologici in questa Regia Scuola Tecnica, le osservazioni proseguirono sino ad oggi in un altro osservatorio collegato all'Ufficio Idrografico di Torino. Il complesso di queste osservazioni risulta quindi rilevato da due osservatori, le cui singole attività, presentando una successione temporale senza soluzione di continuità, permettono di comporre un'unica serie storica di dati di particolare interesse, in quanto il passaggio di registrazione tra i due osservatori avvenne, per un caso più unico che raro, in modo che, entrambi, durante gli anni 1944, 1945 e 1946, eseguissero contemporaneamente le stesse rilevazioni meteorologiche.

La posizione geografica di questi due osservatori, la localizzazione altimetrica della loro strumentazione e le modalità di acquisizione giornaliera dei dati termopluviometrici, riportate sinteticamente nella scheda riassuntiva delle attività di funzionamento di [tabella 44](#), vengono più specificatamente descritte per ciascun osservatorio, denominato sulla base delle principali indicazioni emerse dallo spoglio degli atti documentari, dalle seguenti note illustrative.

Osservatorio meteorologico R. Scuola Tecnica

Questo osservatorio, la cui attività si esplicò nell'intervallo temporale dal 1/1/1871 al 31/12/1946, era ubicato nell'area interna alla R. Scuola Tecnica che occupava il complesso edilizio a forma trapezoidale compreso tra le vie Calderini e Boccioni attualmente denominato Palazzo dei musei. Questo osservatorio presentava, quali coordinate geografiche, latitudine di $45^{\circ}48'59''N$, longitudine $4^{\circ}12'1,2''W$ M.M. ed altitudine 465 m s.l.m.m. L'altezza dei termometri sul suolo risultava di 1,4 m e quella della bocca del pluviometro di 2 m, per cui le relative quote altimetriche di lettura strumentale corrispondono a 466,4 m per le termometrie e 467 m per le quantità giornaliere di pioggia.

Foto 31

Il cortile interno dell'ex manifattura Rotondi di Varallo Sesia con la capannina meteorologica tipo Pluvio 84 Cavicchioli del Servizio Idrografico di Torino.

In questo osservatorio, per il periodo di funzionamento dal 1/1/1871 al 30/11/1932, vennero giornalmente eseguite letture delle temperature estreme minima (T_{\min}) e massima (T_{\max}) e delle temperature sinottiche delle ore 9 (T_9) e 21 (T_{21}), mentre nel successivo intervallo temporale dal 1/12/1932 al 31/12/1946, accanto alle (T_{\min}) e (T_{\max}), vennero lette le temperature sinottiche delle ore (T_8) e 19 (T_{19}).

Parimenti venne fatto per le osservazioni pluviometriche, in quanto le quantità giornaliere di pioggia furono lette alle ore 9, nel periodo dal 1/1/1871 al 30/11/1932, ed alle ore 8, nel periodo dal 1/12/1932 al 31/12/1946, assegnando conseguentemente il rispettivo valore all'intervallo di 24 ore immediatamente precedente alle ore 8 od alle ore 9 del giorno di lettura e di registrazione del dato.

Osservatorio meteorologico ex Manifattura Rotondi attualmente Lanificio Loro Piana

Questo osservatorio iniziò ad inviare all'Ufficio Idrografico di Torino la copia delle schede di osservazione con il 1/1/1944, per cui si possiedono due anni di sovrapposizione dei dati termopluviometrici con il precedente osservatorio in grado di consentire un'utile stima parallela per il controllo della successione seriale dei dati.

L'osservatorio, attualmente in attività, presenta, quali coordinate geografiche, latitudine $45^{\circ}48'49,5''N$, longitudine $4^{\circ}12'18,8''W$ M.M. ed altitudine di 453 m s.l.m.m., mentre la strumentazione meteorologica rivela un'altezza sul suolo che risulta variata nel tempo secondo le seguenti indicazioni:

- l'altezza dei bulbi dei termometri sul suolo risulta di 1.6 m nel periodo dal 1/1/1944 al 31/12/1951, di 2.3 m nel periodo dal 1/1/1959 al 31/12/1961 e di 5 m nel periodo dal 1/1/1962 al 31/12/1967 e di 1,41 m dal 1/1/1968 ad oggi;

- l'altezza della bocca del pluviometro sul suolo risulta di 2,3 m nel periodo dal 1/1/1944 al 31/12/1961, di 5 m nel periodo dal 1/1/1962 al 31/12/1967, di 1,91 m nel periodo dal 1/1/1968 ad oggi.

Le coordinate geografiche strumentali dell'osservatorio non si sono quindi modificate, ma è intervenuto un semplice spostamento verticale della strumentazione con conseguente modifica della quota altimetrica di acquisizione dei dati da tenere in considerazione in occasione della validazione dei dati.

Complessivamente, quindi, rispetto alla posizione strumentale del precedente osservatorio si è verificato uno spostamento orizzontale verso SW di 475 m ed uno spostamento verticale variabile, ma deducibile sulla base dei sopra indicati valori, sia per le letture termometriche, sia per quelle pluviometriche, però indicabile mediamente, per semplificazione riassuntiva, in 10,4 m verso il basso per le termometrie e in 10,9 m verso il basso per le pluviometrie, mentre nella scheda delle attività di funzionamento di [tabella 44](#), vengono riportati i dati riferiti alla situazione attuale, per i valori planoaltimetrici, ed alla situazione media, per i valori dello spostamento strumentale.

Le rilevazioni meteorologiche di questo osservatorio, iniziate con il 1/1/1944, ma prese in considerazione ai fini della compilazione della serie termopluviometrica storica, di cui alla [tabella 44](#), solo con il 1/1/1947, sono state e vengono effettuate, per quanto riguarda le temperature, con un termometro a minima e massima, e, per quanto concerne le precipitazioni, con un pluviografo registratore.

Risultano pertanto rilevate giornalmente, dal 1/1/1944 ad oggi, le sole temperature estreme (T_{\min}) e (T_{\max}), mentre le quantità di pioggia giornaliera sono state lette dal 1/1/1944 al 31/12/1950 alle ore 8 e dal 1/1/1951 ad oggi alle ore 9, assegnandone conseguentemente i valori alle 24 ore immediatamente precedenti le rispettive ore di lettura e registrazione del dato.

Compilazione e presentazione della serie storica dei dati

La ricerca dei dati termometrici e pluviometrici giornalieri rilevati dai due osservatori (tabella 44) che dal 1871 ad oggi hanno svolto attività di acquisizione di dati meteorologici a Varallo Sesia si è primariamente indirizzata alla consultazione dei tabulati originali conservati nell'archivio dell'Ufficio Idrografico di Torino, successivamente integrata dall'esame degli Annali Idrologici del Ministero LL.PP., degli Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, della Rivista Meteorico Agraria del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica, del Bollettino Meteorologico di Moncalieri, nonché della disamina comparativa delle tabelle pubblicate da MILLOSEVICH (1881) e da EREDIA (1920).

L'insieme complessivo dei dati raccolto ha consentito di ricostruire la serie storica delle pluviometrie di Varallo Sesia, completa e senza lacune, per l'intervallo temporale dal 1/1/1871 al 31/12/1995, la cui elaborazione ha consentito di calcolare le quantità di pioggia mensili ed annue utilizzate come base documentaria per lo sviluppo dell'analisi climatica.

La raccolta dei dati termometrici giornalieri è stata invece tale da permettere, allo stato attuale della ricerca, una ricostruzione solo parziale e frammentaria della serie termometrica storica relativa al periodo dal 1/1/1871 al 31/12/1995, consentendo di determinare solamente, completi e privi di lacune, gli intervalli temporali 1916–1918, 1921–1933, 1935–1974, 1979–1988, 1991–1995, che non consentono di sviluppare un'esaustiva analisi per l'individuazione delle tendenze evolutive secolari della temperatura.

L'analisi climatica è stata pertanto svolta sulla sola serie pluviometrica, la cui lunghezza di 125 anni rappresenta invece un intervallo significativo per la determinazione del comportamento dinamico del regime pluviometrico del clima locale.

Analisi climatica

Precipitazioni

Le precipitazioni annue di Varallo Sesia calcolate sulla base delle quantità di pioggia giornaliera rilevate nel periodo temporale dal 1/1/1871 al 31/12/1995 consentono di ricavare la curva cumulata (fig. 25.2) che, presentando un andamento perfettamente conforme e sovrapponibile con la relativa retta di regressione, consente di ritenere questa serie di valori argomentali uniforme ed omogenea.

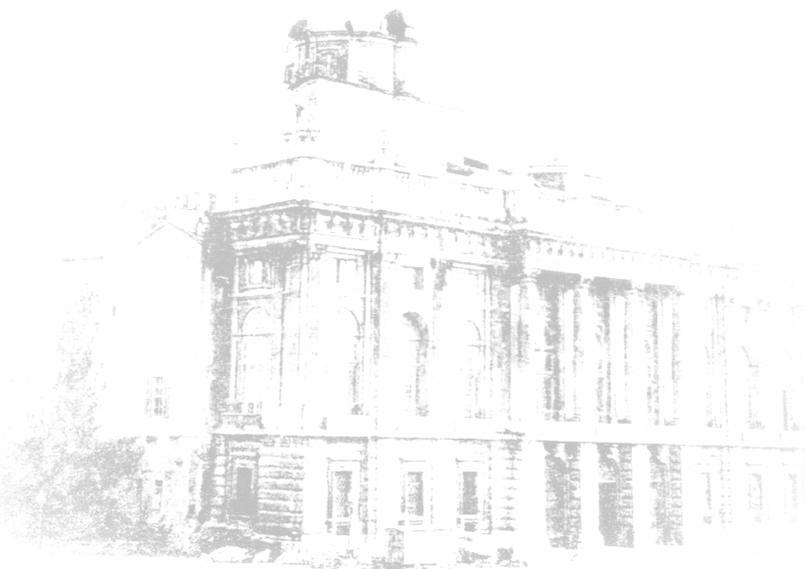


fig. 25.2

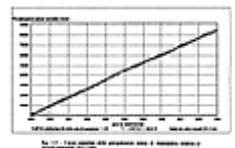


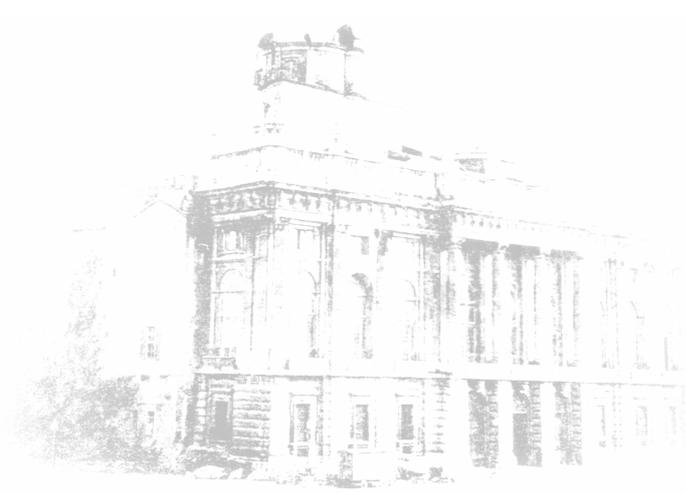
Tabella 44 - STAZIONE DI VARALLO SESIA - Osservatori meteorologici di riferimento

Inizio della serie storica: 1 gennaio 1871 Posizione dell'osservatorio attualmente in funzione: Osservatorio ex Manifattura Rotondi adesso Lanificio Loro Piana.						
RILEVAMENTO TERMOMETRICO						
Periodo	Latitudine N	Longitudine W M.M.	Quota m s.l.m.m.	Spostamento orizzontale (m)	Spostamento verticale (m)	Lecture (T _{min} -T _{max})
Dal 1/1/1871 al 30/11/1932	45°48'59"	4°12'1.2"	466.4	0	0	T ₉ -T ₂₁
Dal 1/12/1932 al 31/12/1946	45°48'59"	4°12'1.2"	466.4	0	0	T ₈ -T ₁₉
Dal 1/1/1944 ad oggi	45°48'49.5"	4°12'18.8"	454.41	475 → SW	-10.4	
RILEVAMENTO PLUVIOMETRICO						
Dal 1/1/1871 al 30/11/1932	45°48'59"	3°35'24"	467	0	0	Ore 9.00
Dal 1/12/1932 al 31/12/1946	45°48'59"	3°35'10.9"	467	0	0	Ore 8.00
Dal 1/1/1944 al 31/12/1950	45°48'49.5"	3°35'10.9"	454.91	475 → SW	-10.9	Ore 8.00
Dal 1/1/1951 ad oggi	44°53'51"	3°35'10.9"	140.65	0	0	Ore 9.00

L'andamento delle precipitazioni annue (fig. 40) mostra una linea di tendenza, in questo intervallo temporale dal 1/1/1871 al 31/12/1995, negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare una diminuzione della precipitazione media annua di 168,9 mm pari ad un gradiente negativo di 1,36 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1871-1995, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in febbraio e novembre, in tutti gli altri mesi, risultando particolarmente significativa nei mesi di agosto e ottobre.

Il calcolo delle grandezze statistiche (tabella 45) indica, per questo periodo, una precipitazione media annua di 1854,8 mm in 102 giorni piovosi, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua verificatasi nel 1970 con 766,1 mm in 36 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nel 1872 con 3743,8 mm in 167 giorni piovosi.

La verifica di probabilità di evenienza di questi valori estremi di precipitazione annua calcolati per questo periodo di 125 anni consente di determinare per il minimo annuo di 766,1 mm un tempo di ritorno di 84,3 anni (fig. 25.3) e per il massimo annuo di 3743,8 mm un tempo di ritorno plurimillenario (fig. 25.4), quindi, in rapporto alla lunghezza di questa serie, da considerarsi del tutto indicativo.



tab. 45

fig. 25.3

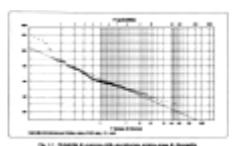


fig. 25.4

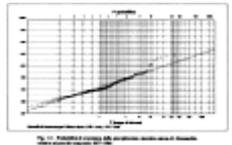


Figura 40

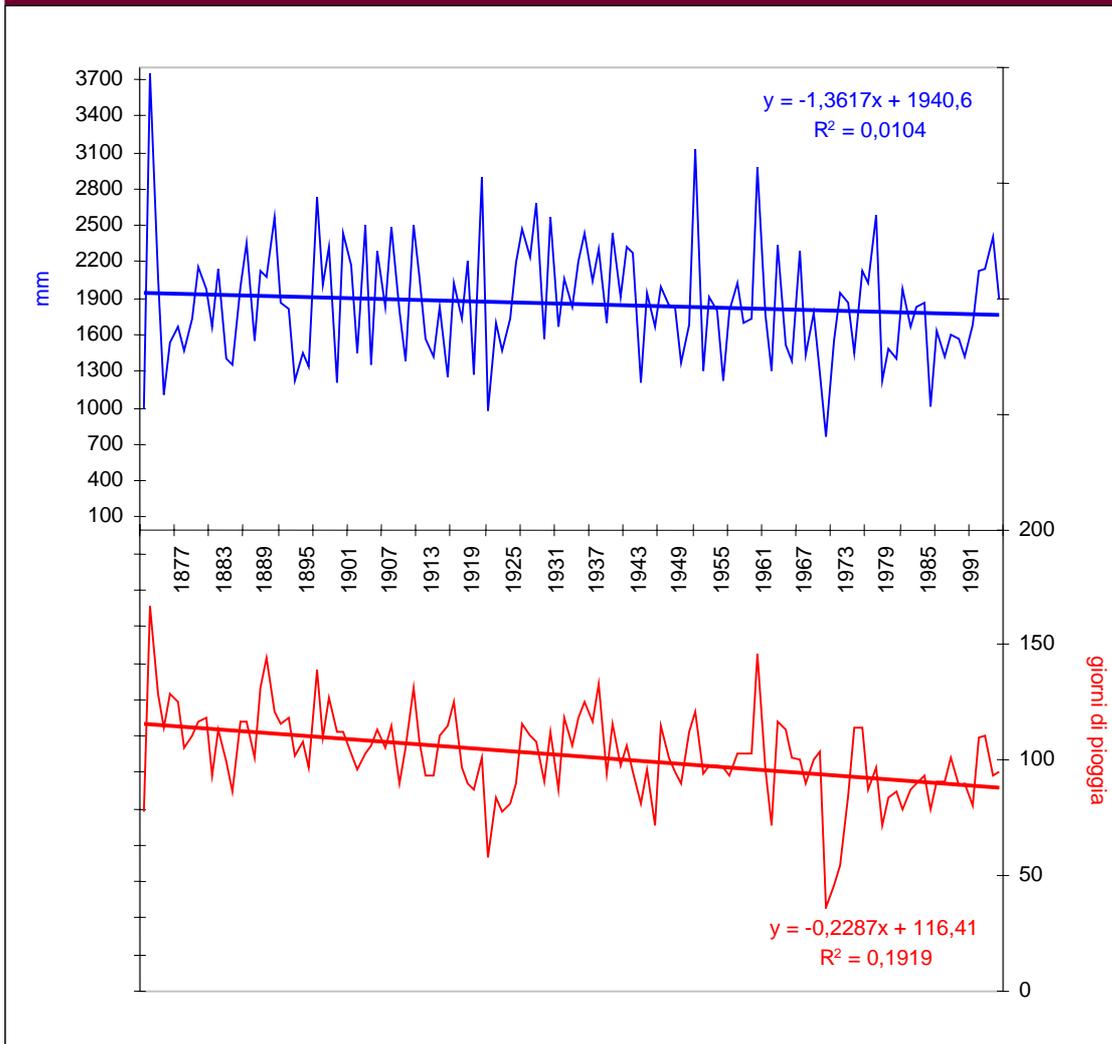


Figura 40

Andamento delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi a Varallo Sesia nel periodo 1871 -1995.

La distribuzione di frequenza per l'intervallo temporale dal 1/1/1871 al 31/12/1995 delle precipitazioni annue (tav. 25.3b) mostra un istogramma ad andamento bimodale con moda principale nella classe a limiti 1659,4÷1957,2 mm e con moda secondaria nella classe a limiti 3446,1÷3743,9 mm, mentre l'andamento della relativa curva di frequenza fornisce valori percentuali di distribuzione assimilabili a quelli di una distribuzione gaussiana, come peraltro in tal senso comprova anche il valore di 0,034 dell'indice di Bowley.

Il grafico dell'andamento del numero di giorni piovosi annui di questo periodo di 125 anni (fig. 40) mostra la presenza di quattro periodi di minimi significativi in corrispondenza degli intervalli temporali 1920–1925, 1940–1945, 1970–1973, 1976–1991, mentre la distribuzione di frequenza dei rapporti delle piogge annue alla normale evidenzia il rapporto dominante nella classe a limiti 0,9÷1,0 per cui la più probabile altezza di pioggia per un dato mese corrisponde a quella della sua normale (tav. 25.3b).

Il modulo pluviometrico estremo di 4,9 e l'angolo medio annuo di Gams di 15° individuano un regime pluviometrico con grado di continentalità compreso tra 10° e 20°, che contraddistingue il tipo submediterraneo o subillirico o subinsubrico distribuito sul confine sud occidentale delle Alpi e presenta una frequenza, sia di anni secchi (precipitazione annua <1691,8 mm), sia di anni piovosi (precipitazione annua >1940,6 mm), del 40% sul totale (figura 41).

Le precipitazioni stagionali di questo periodo dal 1/1/1871 al 31/12/1995 evidenziano inoltre valori medi per la primavera di 573,5 mm in 32,2 giorni piovosi, per l'estate di 474,9 mm in 29,3 giorni piovosi, per l'autunno di

tav. 25.3b

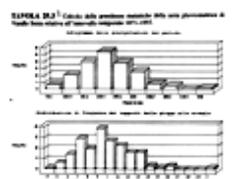
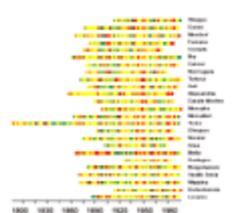
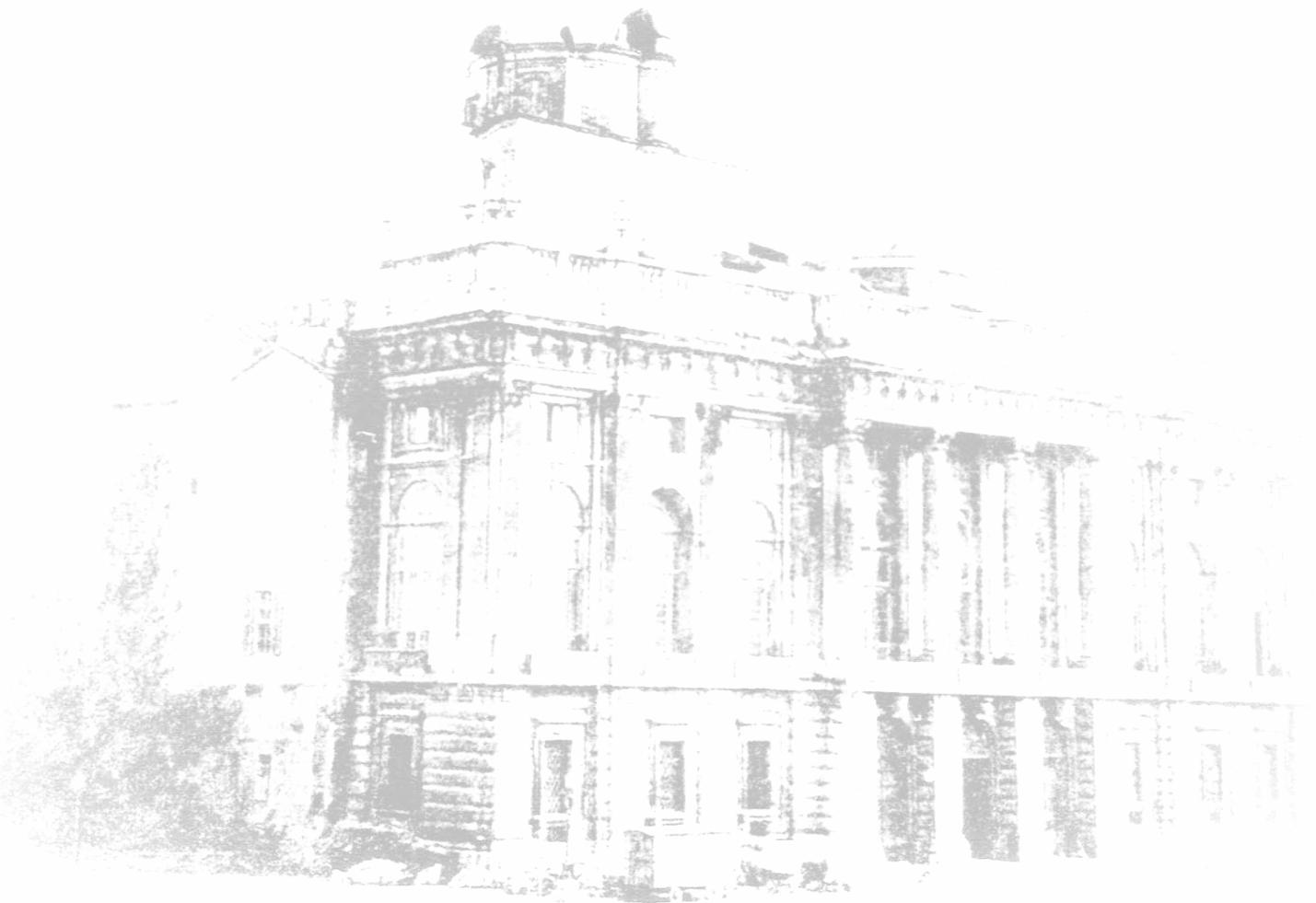


fig. 41



603,2 mm in 24,9 giorni piovosi e per l'inverno di 209,8 mm in 15,8 giorni piovosi.

In particolare, poi, l'analisi stagionale della serie di queste precipitazioni del periodo 1871-1995 evidenzia inoltre che la primavera più piovosa è stata quella del 1928 con 1350,8 mm in 43 giorni piovosi e la più secca quella del 1955 con 97,6 mm in 19 giorni piovosi. L'estate più piovosa invece è risultata quella del 1896 con 934,7 mm in 51 giorni piovosi e la più secca quella del 1970 con 144 mm in 7 giorni piovosi. Inoltre l'autunno più piovoso è stato quello del 1907 con 1473,6 mm in 38 giorni piovosi ed il più secco quello del 1921 con 37,8 mm in 3 giorni piovosi. Parimenti l'inverno più piovoso è risultato quello del 1911 con 843,9 mm in 22 giorni piovosi, mentre il più secco è stato il 1981 con 3,6 mm in 2 giorni piovosi.



CONCLUSIONE GENERALE

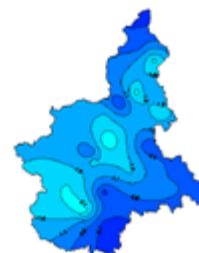
SUI CARATTERI EVOLUTIVI DELLE SERIE TERMOPLUVIOMETRICHE SECOLARI PIEMONTESE



L'analisi climatica delle serie pluviometriche storiche piemontesi fornisce quale principale indicazione la presenza di una tendenza generale delle precipitazioni annue alla diminuzione, che, in atto praticamente su tutta l'area piemontese, può stimarsi mediamente, a seconda delle stazioni, da un minimo di 0,12 mm/anno (Mondovì) ad un massimo di 2,59 mm/anno (Chivasso).

Più specificatamente, però, prendendo in esame l'andamento sulla pianura piemontese del gradiente negativo in funzione dell'ubicazione della stazione, si può individuare un'area territoriale, che, delimitata entro un'isolinea massimale di gradiente negativo del valore di almeno 2 mm/anno, presenta una forma ristretta ed allungata secondo un asse orientato SW-NE (azimutale 26°) lungo l'allineamento Miazzina-Sostegno-Chivasso-Cavour-Centallo. Ad E e a W di questa area di pianura piemontese con diminuzione nelle precipitazioni annue di almeno 2 mm/anno, il valore del gradiente negativo diminuisce sino a raggiungere, nella zona della pianura Sud, 0,64 mm/anno a Novi Ligure e 0,24 mm/anno a Tortona, e, nella zona di fondovalle del versante alpino, 0,56 mm/anno a Torino e 1,64 mm/anno ad Ivrea. Geograficamente, quindi, l'area centrale della pianura piemontese è quella che presenta, nel lungo periodo, la più elevata diminuzione delle precipitazioni annue (figura 42).

fig. 42



In particolare, poi, l'analisi nell'ambito delle varie stazioni dei trend mensili evidenzia che questa tendenza negativa dell'andamento delle precipitazioni annuali risulta soprattutto dovuta ad una diminuzione pluviometrica dei mesi di marzo, maggio, giugno, luglio, ottobre e dicembre, con valori di gradienti negativi massimali nei mesi di luglio ed ottobre.

tab. 45

Stazione	1890-1899	1900-1909	1910-1919	1920-1929	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989
Chivasso	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59
Mondovì	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

Inoltre, dalla tabella 45, dove sono stati riportati, suddivisi per aree di pianura e di montagna, i principali parametri pluviometrici più significativi emersi dall'analisi climatica, si evince che il regime pluviometrico della pianura piemontese si caratterizza per un modulo pluviometrico estremo compreso tra 3 e 5, per un grado annuo di continentalità inferiore a 20° e per la presenza di minimi significativi del numero di giorni piovosi annui in corrispondenza dei decenni 1890 -1899, 1916 -1925, 1940 -1949, 1960 -1969 e 1980 -1989. Questo regime pluviometrico piemontese ha mostrato quali anni più piovosi, nel secolo scorso, il 1810, il 1872 ed il 1898, ed in questo secolo gli anni 1920 e 1960, mentre, nell'ambito stagionale ha evidenziato, per gli ultimi 120 anni, come stagioni più secche, la primavera del 1955, l'estate del 1991, l'autunno del 1921 e l'inverno del 1981, e, come stagioni più umide, la primavera del 1898, l'estate del 1896, l'autunno del 1976 e l'inverno del 1972 (tab. 47).

tab. 47

Stazione	1890-1899	1900-1909	1910-1919	1920-1929	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989
Chivasso	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59
Mondovì	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

In particolare, dalla tabella 46 relativa all'andamento del coefficiente pluviometrico mensile od indice di Angot, si evince che la ripartizione delle piogge durante l'anno si accentua soprattutto nei mesi di aprile, maggio, giugno, settembre, ottobre e novembre, per cui si rileva nel territorio piemontese un comportamento piuttosto

Tabella 46 – Coefficiente pluviometrico mensile o indice di Angot.

Stazione	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Alessandria	0.76	0.86	1.03	1.11	1.14	0.86	0.61	0.79	0.93	1.53	1.39	0.98
Asti	0.85	0.89	1.01	1.23	1.22	0.94	0.77	0.73	0.96	1.33	1.13	0.92
Biella	0.45	0.50	0.83	1.41	1.52	1.36	0.89	0.96	1.14	1.38	1.01	0.53
Borgomanero	0.54	0.67	0.90	1.30	1.40	1.18	0.82	0.94	1.15	1.35	1.08	0.66
Bra	0.67	0.69	0.97	1.42	1.46	1.11	0.62	0.74	1.00	1.37	1.18	0.75
Casale M.	0.75	0.82	1.00	1.17	1.27	1.00	0.71	0.81	0.95	1.34	1.30	0.89
Cavour	0.55	0.60	0.94	1.44	1.64	1.33	0.66	0.82	0.99	1.33	1.02	0.66
Centallo	0.62	0.67	1.01	1.34	1.53	1.11	0.58	0.67	0.95	1.53	1.16	0.81
Chivasso	0.58	0.64	0.94	1.31	1.63	1.27	0.83	0.83	0.93	1.27	1.06	0.69
Cuneo	0.64	0.69	1.06	1.49	1.55	1.09	0.58	0.65	0.97	1.36	1.11	0.80
Domodossola	0.54	0.57	0.88	1.33	1.39	1.03	0.79	0.99	1.08	1.56	1.17	0.65
Fossano	0.63	0.60	0.97	1.46	1.60	1.09	0.60	0.65	1.04	1.39	1.24	0.72
Ivrea	0.44	0.55	0.79	1.28	1.55	1.43	0.99	1.04	1.06	1.28	1.02	0.54
Locarno	0.43	0.50	0.75	1.06	1.33	1.24	1.19	1.35	1.32	1.30	0.97	0.53
Miazzina	0.40	0.46	0.78	1.19	1.44	1.23	1.01	1.10	1.34	1.42	1.12	0.49
Moncalieri	0.58	0.63	0.85	1.37	1.57	1.28	0.81	0.93	1.03	1.24	1.02	0.69
Moncalvo	0.68	0.76	1.03	1.21	1.46	1.01	0.76	0.83	0.92	1.30	1.17	0.84
Mondovì	0.66	0.78	1.04	1.41	1.42	1.01	0.59	0.74	0.93	1.39	1.21	0.81
Novara	0.65	0.71	0.98	1.28	1.38	1.06	0.77	0.87	0.97	1.33	1.21	0.77
Novi L.	0.87	0.92	1.04	0.99	0.97	0.70	0.48	0.63	1.03	1.73	1.59	1.05
Sostegno	0.42	0.59	0.84	1.33	1.53	1.31	0.92	1.05	1.07	1.09	1.23	0.59
Stroppo	0.60	0.76	1.10	1.46	1.45	1.06	0.56	0.72	1.02	1.35	1.09	0.82
Torino	0.55	0.58	0.83	1.36	1.66	1.28	0.84	0.92	1.05	1.26	0.98	0.66
Tortona	0.80	0.81	0.98	1.11	1.10	0.87	0.60	0.76	0.98	1.61	1.43	0.95
Varallo S.	0.40	0.47	0.80	1.35	1.51	1.19	0.85	1.00	1.32	1.52	1.06	0.50

L'indice di Angot nell'area piemontese si caratterizza pertanto per la presenza di due massimi nelle stagioni intermedie, separati da due periodi di flessione nell'estate (luglio e agosto) e nel cuore dell'inverno (dicembre, gennaio, febbraio).

Un'altra importante caratteristica delle precipitazioni sul territorio piemontese è inoltre rappresentata dalla presenza di modesti trend positivi dalla precipitazione annua delle serie storiche di Bra e Biella che rispetto a tutte le altre stazioni esaminate, non rappresentano un'inversione di tendenza, ma evidenziano invece la specifica importanza che, in queste località a ridosso di versanti sottovento rispetto alla ciclogenese generale delle masse d'aria rivestono, a scala storica temporale, quei fenomeni di intensificazione orografica delle piogge, sino ad ora messi in evidenza solo in occasione di particolari episodi come l'alluvione del 1-3 novembre 1968 da BOSSOLASCO, DAGNINO & FLOCCHINI (1970).

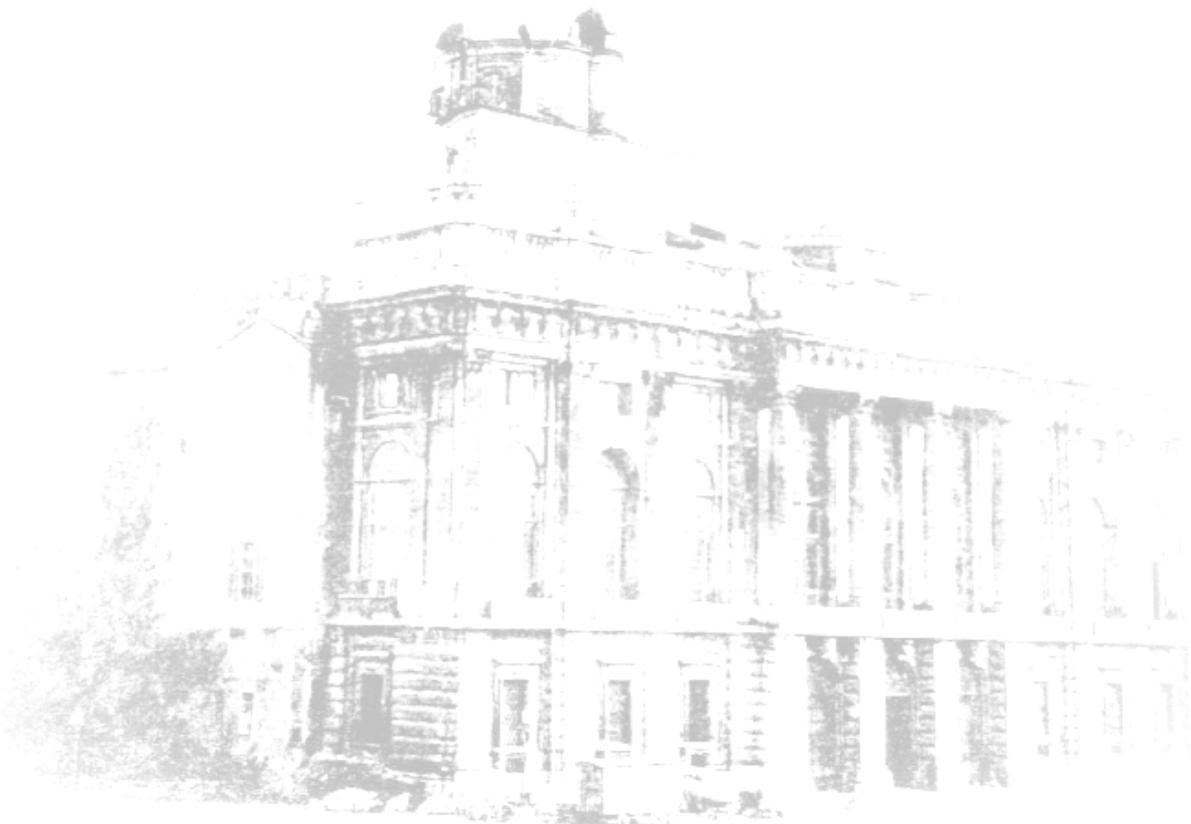
L'analisi climatica delle serie termometriche, relative ai sei osservatori (Alessandria, Bra, Fossano, Moncalieri, Torino, Tortona) distribuiti nell'area di pianura piemontese, evidenzia la presenza di un trend positivo nell'andamento della temperatura media annua, la cui entità può valutarsi con un aumento della temperatura media annua di 0,8°C al secolo. Questo aumento della temperatura media annua, sulla base dei risultati del test di Pettitt, avrebbe avuto inizio nell'anno 1919.

Le serie termometriche storiche esaminate indicano altresì che la temperatura media dell'autunno risulta sempre superiore a quella della primavera e che l'indice termoisodromico di Kerner si mostra inferiore a 4, per cui il clima piemontese risente di un'influenza marittima. Inoltre i diagrammi ombrotermici di Gausson individuano, in tutta l'area di pianura del Piemonte meridionale distribuita a S di Moncalieri (44°59'N), la presenza

omogeneo nella distribuzione delle precipitazioni durante l'anno.

di aridità nei mesi di luglio ed agosto. In particolare, poi, i diagrammi di Thornthwaite consentono di individuare, nell'ambito dell'area di pianura piemontese, due distinte zone a caratteristiche climatiche differenziate, una, compresa tra i paralleli di 45° e $44^{\circ}40'$, l'altra, estesa a nord ed a sud di questa fascia su tutta la restante area di pianura. Nell'ambito della fascia latitudinale compresa tra 45° e $44^{\circ}40'$ il clima risulta da subumido a subarido con modesta deficienza idrica estiva e con efficienza termica compresa tra 855 mm e 997 mm in concentrazione estiva tra il 56,3% ed il 61,6%. La restante area di pianura al di fuori di questa fascia latitudinale presenta, invece, un tipo di clima da umido a subumido, privo di deficienza idrica estiva e con efficienza termica compresa tra 712 mm e 855 mm in concentrazione estiva dal 51,9% al 56,3%. Il risultato generale che emerge quindi dall'analisi climatica delle serie termopluviometriche storiche piemontesi, è l'esistenza di una correlazione inversa tra precipitazioni e temperatura. Tale tendenza climatica in atto nella pianura piemontese rientra però, su scala planetaria, in quella parte di area meridiana europea-nordafricana. In particolare, poi, evidenziata da TARDY, FURLAN, MORTATTI & PROBST (1995), dove, alla scala secolare, le portate dei fiumi risultano in correlazione diretta con le precipitazioni ed inversa con le temperature.

Tale tendenza rappresenta, perciò, un effetto climatico generale, che interessa una vasta area planetaria, in cui deve comprendersi l'intera penisola italiana. Come si evince dalle risultanze ottenute dalle analisi di numerose serie termopluviometriche di varie località italiane da GIUFFRIDA & CONTE (1989), da DRAGONI & DE FELICE (1994) e da CORTEMIGLIA (1996).



OPERE CITATE



- Allemano A. (1996)** – Un ricordo di Don Bolla. *“Boll. Bibl. Franco Montanari Moncalvo d’Asti”*, a.I, n.1, pp.22-31.
- Arléry R., Grisollet H. & Guilmet B. (1973)** – Climatologie. Méthodes et pratiques. *“Edit. Gauthier Villars”*, Paris, pagg.434.
- Ballesio V. (1824)** – *“Riduzione degli antichi pesi, misure e monete del Piemonte e delle principali città d’Europa al sistema decimale e viceversa”*. Stamperia Botta, pagg.83.
- Bergesio B., Boglietti I. & Molinaro E. (1980)** – Stazione meteorologica e clima di Bra. In *“Il Museo Civico Craveri di Bra di Storia Naturale”*, Cassa Rispar. Bra, pp.245-271.
- Biancotti A. & Enria M. (1984)** – Variazioni climatiche recenti a Bra (Cuneo). *“Quaderni Ist. Geol. Univ. Genova”*, a.5, n.2, pp.59-87.
- Biancotti A., Brancucci G., Massaglia L. & Mercalli L. (1991)** – La serie termopluviometrica di Cuneo 1877-1990. *“Studi e Ricerche di Geografia”*, v.14, f.2, pp.214-223.
- Bossolasco M., Dagnino I. & Flocchini G (1970)** – Analisi delle condizioni meteorologiche responsabili della alluvione del 1-3 novembre 1968 sul Piemonte. *Geofis. Meteor.*, n 1-2, pp 25-33.
- Bramanti L. (1942)** - Gradienti di pioggia. *“La Meteorologia Pratica”*, f.1.
- Brizio D. & Mercalli L. (1992)** – Pioggia e neve a Bra. 130 anni di osservazioni (1862-1991). *“Quaderni Osser. Meteor. Museo Civ. Craveri St. Nat.”*, Meteo-Bra 1, pp.1-53.
- Brooks C.E.P. & Carruthers N. (1953)** – Handbook of statistical methods in Meteorology. *“Met. Office M.O. 538”*, Londres, pagg.412.
- Bruno M. (1964)** – Appunti meteorologici sulla provincia di Alessandria. *“Amm. Prov. Aless. CEDRES”*, n.13, pp.15-41.
- Cagna M.G. & Crippa C. (1997)** – Varallo per conoscere la città. *“Tipogr. Borgosesia s.a.s.”*, pagg.127.
- Canuto S. (1928)** – Sul clima di Cuneo. Riassunto dei dati dell’Osservatorio Meteorologico dal 1877 al 1926. *“Tipogr. Isoardi”*, Cuneo, pagg.11.
- Chow V.T. (1964)** – Handbook of applied hidrology. *“Edit. Mc Graw-Hill”*, New York.
- Colombo G. (1978)** – La storia di Borgomanero. *“Grafiche Vecchi”*, Borgomanero, pagg.336.
- Cortemiglia G.C. (1994)** – La serie termometrica storica (1891-1968) di Tortona. *“Iulia Dertona”*, a. XLIII, f.72, pp.7-261.
- Cortemiglia G.C. (1998)** – Il contributo dell’analisi geomorfologica nella ricerca delle cause esplicative dell’evento alluvionale del 6.11.1994 in provincia di Alessandria. *“Mem. Soc. Geogr. It.”*, V. LV, pp. 53-65.
- Cortemiglia G.C. (1998)** – Analysis of rainfall at Stroppio (Cuneo, Piedmont, Italy) from 1913 to 1996. *“Atti 25^a Conf. Intern. Meteor. Alpina”*, CIMA ICAM, Torino 14-19 settembre 1998, Booklet of Proceedings, pp.115-121.
- Cortemiglia G.C., Rossetti R., Ghezzi A. & Tortelli M. (1989)** – Variations thermiques avec l’altitude dans les Alpes occidentales italiennes. *“Act. Coll. Ass. Intern. Climat.”*, v.2, pp.19-26.
- Cossavella G. (1897)** – Sul clima di Cuneo. Riassunto dei dati dell’Osservatorio Meteorologico dal 1877 al 1896 e di quelli del dottor G. Gallo dal 1803 al 1840. *“Tipogr. Artigianelli”*, Torino, pagg.15.
- Craveri F. (1863)** – Osservazioni meteorologiche fatte in Bra dai fratelli Craveri nell’anno 1862. *“Atti Soc. It.*

Sci. Nat. Milano", v.V, pp.175-182.

Craveri F. (1864) – Osservazioni meteorologiche fatte in Bra nell'anno 1863. "*Atti Soc. It. Sci. Nat. Milano*", v.VI, pp.67-72.

Craveri F. (1865) – Osservazioni meteorologiche fatte in Bra nell'anno 1864. "*Atti Soc. It. Sci. Nat. Milano*", v. VIII, pp.107-126.

Craveri F. (1866) – Osservazioni meteorologiche fatte in Bra nel 1865. "*Atti Soc. It. Sci. Nat. Milano*", v.IX, pp.28-34.

Craveri F. (1867) – Osservazioni meteorologiche fatte in Bra nel 1866 precedute da un breve sunto sull'enologia del nostro territorio. "*Atti Soc. It. Sc. Nat. Milano*", v.X, pp.197-224.

Crestani G., Ramponi F. & Venturelli L. (1935) – Le precipitazioni atmosferiche a Padova. "*Pubbl. N.137 Uff. Idrogr. Magistr. Acque*", Roma.

Dell'Olmo L. & Scuccimarra R. (1987) – Storia di Chivasso e del Chivassese. "*Edizioni Accademia*", Torino, pagg.235.

Denza F. (1878) – Riassunto delle osservazioni meteorologiche eseguite nelle stazioni italiane presso le Alpi e gli Appennini negli anni 1874 -75 e 1875-76. "*Ann. R. Accad. Agric. Torino*", v.21, pp.217-241.

Denza F. (1880) – L'altitudine dell'Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri e la livellazione barometrica. "*Boll. CAI*", 43, pp.381-400.

Denza F. (1882) – Sulla variazione della temperatura secondo l'altezza. "*Atti R. Accad. Sc. Torino*", v. XVIII, pp.759-776.

De-Vit V. (1880) – Memorie storiche di Borgomanero e del suo Mandamento. "*Tipografia Aldina F. & Alberghetti E.F.*", Edizione seconda, Prato, pagg.297.

Di Napoli G. & Mercalli L. (1996) – Moncalieri 130 anni di meteorologia 1865-1994. "*Collana Mem. Atmos.*", Società Meteor. Subalpina, pagg.305.

Dragoni W. & De Felice A.M. (1994) – Alcune considerazioni sulle future disponibilità idriche in Umbria. "*Acque Sotterranee*", a.XI, f.44, n.4, pp.31-38.

Efron B. (1979) – Bootstrap methods : another look at the jackknife. "*Ann. Statist.*", v.7, pp.1-26.

Eredia F. (1905) – Le precipitazioni atmosferiche in Italia. "*Annali R. Uff. Centr. Meteor. Geodin.*", v.XXV, p.I, pp.3-319.

Eredia F. (1909) – La temperatura in Italia. "*Annali Uff. Centr. Meteor. Geodin. It.*", s.2, v.XXXI, parte I, pp.1-240.

Eredia F. (1912) – La variazione diurna della temperatura in Italia. "*Annali R. Uff. Centr. Meteor. Geodin.*", v.XXXIV, pp.3-44.

Eredia F. (1913) – Le variazioni del clima in Italia. "*Atti X Congr. Intern. Geogr.*", pp.2-23.

Eredia F. (1920) – Osservazioni pluviometriche raccolte a tutto l'anno 1915. "*Min. LL.PP. Cons. Sup. Acque*", v.II, f.I, pagg.510.

Eredia F. (1934) – Le precipitazioni atmosferiche in Italia nel decennio 1921-1930. *Pubbl. n. 16 Serv. Idrogr.*, Roma, Ist. Poligr. Stato, pagg.320.

Eusebio L. (1898) – Compendio di metrologia universale e vocabolario metrologico. UTET, Torino, pagg.79.

Gallo G.G. (1840) – Effemeridi meteorologiche ed agrarie dall'anno 1802 al 1840. "*Manoscritto in 5 volumi di 2.000 fogli*", Biblioteca Civica di Cuneo, Collocazione B35-B39.

Gams H. (1932) – Die Klimatische Begrenzung von pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen

kontinentalität in den Alpen. *"Zeit. Gesell. Erdkunde"*, v.56-68, pp.178-198.

Giuffrida A. & Conte M. (1989) – Variations climatiques en Italie : tendances des temperatures et des precipitations. *"Actes Coll. Pavie Ass. Intern. Climat."*, v.2, pp.211-216.

Gribaudo D. (1955) – Profilo geoeconomico della Provincia di Torino. L'ambiente fisico e le risorse naturali. *"Edit. Giappichelli G."*, Torino, pagg.21.

Guggino Picone E. & Gramignani M. (1966) – Sull'analisi " doppia cumulata " per precipitazioni annue. *"L'energia elettrica"*, n.9, pp.521-530.

Linacre E. (1992) – Climate data and resources. A reference and guide. *"Routledge Edit."*, London-New York, pagg.366.

Lomaglio E. & M.F. (1977) – Borgomanero nell'Ottocento e nel primo Novecento. *"Gribaudo Editore"*, Torino, pagg.215.

Magnino V. (1971) – Ricerche sul clima di Cuneo (Piemonte) nel cinquantennio 1877-1926. *"Pubbl. Ist. Geogr. Alpina"*, Torino, v.18, Studi di Climatologia n.3, pagg.102.

Malladra A. (1910) – Notizie su l'Osservatorio Geofisico Rosmini. *"La Cartografia Gozzano-Omegna-Domodossola"*, pagg.48.

Melone F. (1997) – L'Istituto Giacomo Oneto. *"Novinostra"*, a.XXXVII, n.4, pp.80-98.

Millosevich E. (1881) – Sulla distribuzione delle piogge in Italia. *"Ann. Uff. Centr. Meteor. It."*, s.II, v.III, p.I, pp.3-143.

Molinario E. (1995) – Epistolario meteorologico 1865-1890. *"Mem. Assoc. Nat. Piemontese"*, v.4, pagg.295.

Morozzo M. (1790) - Sur la mesure des principaux points des états du Roi et de leur véritable élévation au-dessus du niveau de la mer. *"Mém. Accad. Royale Sc."*, a. MDCCLXXXVIII-LXXXIX, pp.1-17.

Omodei Zorini P. (1964) – Cronologia dei 50 anni di vita dell'Istituto. *Volume edito dal Comitato Celebrazioni del Cinquantennio Ist. Eugenio Bona (1913-1963)*, Tipogr. Temporelli & C., Torino, pp 173-182.

Palierne J.M. (1990) – Proposition pour un algorithme mesurant les variations des données a origine contrôlée: le coefficient de pulsation. (e.g. thermologie dunaire). *"Cahiers Nantais"*, n.35-36, pp.119-122.

Pattarone G. & Alice G. (1925) – Dati pluviometrici raccolti nel primo cinquantennio. *"Tipografia Porta"*, Domodossola, pagg.4.

Perosino G.C. & Rosso M. (1984) – Climatologia di Bra. *"Riv. Piem. St. Nat."*, v.5, pp.177-204.

Perosino G.C. & Rosso M. (1986) – Climatologia di Alessandria. *"Riv. Piem. St. Nat."*, v.7, pp.21-49.

Pettitt A.N. (1979) – A Non-parametric Approach to the Change-point Problem. *"Appl. Statist."*, v.28, n.2, pp.126-135.

Pinauda F. (1914) – Nozioni di meteorologia ossolana ossia il clima dell' Ossola superiore desunto dalle osservazioni del quarantennio 1872–1911 con 44 tavole e 25 figure nel testo. *"La Cartografica Gozzano-Omega"*, Domodossola, pagg.117.

Rémémiéras G. (1959) - Eléments d'hydrologie appliquée. *"Collec. Armand Colin"*, Paris, pagg.208.

Rima A. (1971) – Rilievi pluviometrici di Locarno-Muralto 1876-1959. *"Boll. Soc. Tic. Sci. Nat."*, pp.41-71.

Rizzo G.B. (1893) – Il clima di Torino. *"Mem. Reale Accad. Sci. Torino"*, s.2ª, t.XLIII, 261-320.

Romano F. & Mercalli L. (1994) – L'Osservatorio Meteorologico di Cuneo: dal 1877 "sentinella" della Granda. *"Nimbus"*, n.3, pp.8-15.

Secchi A. (1864) – Lettera di padre Francesco Denza sulla posizione geografica dell'Osservatorio di Moncalieri. *"Bull. Meteor. Osserv. Collegio Romano"*, n.1.

Sneyers R. (1975) – Sur l'analyse statistique des séries d'observations. "O.M.M. n.415", Note Technique n.143, Genève, pagg.19

Tardy Y., Furlan J., Mortatti J. & Probst J.L. (1995) – Distribution globale des oscillations du climat au cours du siècle écoulé. Fluctuations de débit de cinquante grands fleuves du Mond. "C.R.Acad. Sci. Paris", s.IIa, t.320, pp.945-952.

Thom H.C.S. (1972) – Quelques méthodes de l'analyse climatologique. "O.M.M. n.199", Note Techn. N.81, Genève, pagg.60.

Tonini D. (1959) – Elementi di idrografia ed idrologia. "Libr. Univ.", vol.I, Venezia, pagg.603.

Tomasino M. (1971) – Il metodo degli scarti cumulati per la verifica della omogeneità di dati idrometeorologici. "L'Acqua", f. 4-5, pp.63-67.

Valfré A. (1713) – Observationes astronomico-medicae et interiecta paradoxa sive digressiones auctore Andrea Valfredo doctore medico. Asti MDCCXIII, ex typ. I.B. de Zangrandis, pp. 16 (n.n.)-209.

Vassalli-Eandi A.M. (1805) – Objets principaux dont l'Académie s'est occupée: Météorologie. "Mém. Acad. Impér. Sc. Litt. Beaux Arts", a. XIII, pp. XLIII-XLV.

Vassalli-Eandi A.M. (1809) – Objets principaux dont l'Académie s'est occupée: Météorologie. "Mém. Acad. Impér. Sc. Litt. Beaux Arts", a.1805-1806, pp.XVIII-XXXII.

Vassalli-Eandi A.M. (1809) – Résultats des observations météorologiques faites à l'observatoire de l'Académie depuis le 1.^{er} janvier 1787 jusqu'au jour 1807, avec des notes. "Mém. Acad. Impér. Sc. Litt. Beaux Arts", a. 1805.1806, pp.20-52.

