

**ISTITUTO TECNICO NAUTICO STATALE
“GIOVANNI CABOTO”
GAETA**

***OSSERVAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI
PLUVIOMETRICI RACCOLTI DAL 1999 AL 2007 PRESSO LA
STAZIONE DI OSSERVAZIONE METEOROLOGICA
DELL’ ISTITUTO TECNICO NAUTICO “Giovanni Caboto” DI
GAETA***



Lat 41° 12'43.4 N

Lon 13°34'12.0 E

Elevazione s.l.m. 32 metri

a cura di:

Prof. Aurelio Luigi Marzullo

Ass. Tecnico Pietro Lentisco

REPORT

OSSERVAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI RACCOLTI DAL 1999 AL 2007 PRESSO LA STAZIONE DI OSSERVAZIONE METEOROLOGICA DELL' ISTITUTO TECNICO NAUTICO "Giovanni Caboto" DI GAETA

Lat 41° 12'43.4 N

Lon 13°34'12.0 E

Elevazione s.l.m. 32 metri

Introduzione

Le prime osservazioni meteorologiche iniziarono in Italia nel 1700 e agli inizi del 1800 erano esistenti su tutta l'intera penisola una ventina circa di posti di osservazione. Dopo la nascita del Regno d'Italia crebbe l'interesse per la meteorologia e per il monitoraggio dei dati meteo, quindi si osservò una crescita delle stazioni di osservazione a partire dal 1880 anno di fondazione dell'Ufficio di Meteorologia Nazionale. Il 1880 è una data importante per il nostro istituto, in quanto corrisponde all'inizio delle attività della propria stazione di osservazione meteorologica.

Le prime citazioni relative alla stazione di osservazione meteorologica dell'Istituto si ebbero in una pubblicazione del 1897 dal titolo "*Calendario dell'Ufficio Centrale della Meteorologia e di Geodinamica*" edita dal Collegio Romano, nel quale elencava la stazione tra gli osservatori meteorologici italiani con numero d'ordine 121 avente come Direttore il Prof. Valeriano Mazzanti.

La rilevazione dei dati meteorologici proseguì incessantemente fino ai giorni nostri, ad eccezione del periodo bellico relativo all'ultimo conflitto mondiale dove gli strumenti cessarono il loro funzionamento a partire dal settembre 1943 fino al gennaio 1945. In funzione di questo grande lavoro è quindi possibile avere a disposizione una grande mole di dati per poter delineare un quadro statistico chiaro per descrivere l'andamento climatico relativo a tutto il golfo omonimo della città.

Attualmente l'Istituto collabora con l'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria di Roma (UCEA) mediante l'invio continuo di dati meteorologici raccolti giornalmente, il quale avvalendosi di tali dati e di altri provenienti da stazioni distribuite sul territorio svolge ruolo di ausilio nei confronti degli agricoltori, allo scopo di prevenire danni ingenti legati ai fenomeni meteorologici e scegliere in maniera più accurata le tecniche di coltura da adottare, tecniche fortemente legate alla variazione del clima.

La stazione meteorologica

La stazione di osservazione meteorologica dell'Istituto Tecnico Nautico è posizionata sul terrazzo della scuola, ad una latitudine di $41^{\circ} 12' 43.4$ N longitudine di $13^{\circ} 34' 12.0$ E ed una elevazione sul livello medio del mare di 32 metri. La stazione è composta da due capannine in legno di larice (fig. 1), per una grande resistenza alle intemperie, orientate verso il nord geografico per non influenzare il funzionamento degli strumenti da parte dei raggi solari e dipinte rigorosamente di colore bianco affinché siano repellenti al calore prodotto dal riscaldamento solare.



Figura 1

Gli strumenti contenuti in esse sono: *barotermoigrografo*, *anemometro* e *pluviometro*.

Il barotermoigrografo (fig. 2) è lo strumento principale della stazione in quanto riesce a misurare simultaneamente tre parametri atmosferici fondamentali: la temperatura, l'umidità relativa e la pressione atmosferica. I tre valori vengono registrati tramite il funzionamento meccanico di leve con dei pennini scriventi ad esse applicate, pennini che tracciano l'andamento dei parametri su un diagramma in scala avvolto attorno ad un tamburo rotante grazie ad un dispositivo elastico a corda.



Figura 2

Il sensore che permette la valutazione della temperatura è costituito da una lamina bimetallica posizionata sul retro dello strumento e funziona sfruttando il principio della dilatazione dei metalli; il movimento di dilatazione della lamina viene trasferito alla leva con annesso il pennino scrivente.

La misura dell'umidità sfrutta come sensore un fascio di capelli trattato chimicamente. Esso, al variare della percentuale di vapore acqueo presente nell'aria, subisce una variazione nella sua lunghezza allungandosi o accorciandosi. Questo movimento viene trasferito alla rispettiva leva dotata di pennino il quale traccia l'andamento del parametro sul diagramma.

Per la misura della pressione, l'elemento sensibile è costituito da una serie di otto capsule sovrapposte tra loro nel quale all'interno di esse viene creata una condizione di vuoto. Tenendo presente che la pressione atmosferica esprime il peso della colonna d'aria sulla superficie, le capsule così create risultano essere notevolmente sensibili alle variazioni di pressione subendo continue deformazioni. Queste variazioni nella forma vengono tradotte nel movimento meccanico della leva, in modo tale che il pennino possa tracciare l'andamento del parametro atmosferico.

Il diagramma in scala avvolto intorno al tamburo rotante consente di registrare i parametri atmosferici settimana per settimana in quanto viene cambiato ogni lunedì.

L'anemometro, misuratore della velocità e della direzione del vento, si compone in due parti: il trasmettitore ed il ricevitore.

Il trasmettitore è costituito da un'elica a coppe rotanti, coppe di Robinson, (fig. 3) utilizzate per misurare la velocità del vento, mentre per la direzione si ha una banderuola mobile. Il moto di questi componenti viene trasferito da una serie di aste telescopiche al ricevitore collocato all'interno della capannina (fig. 4).



Figura 3

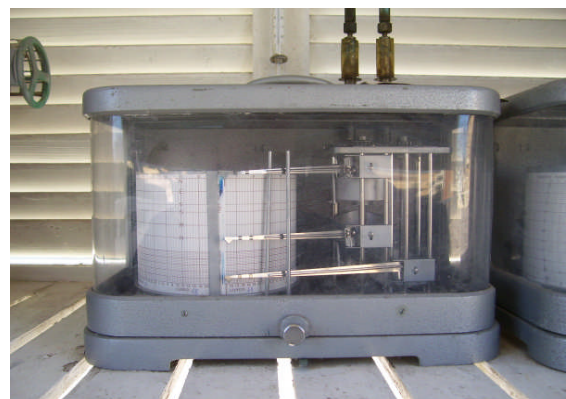


figura 4

Esso è costituito da una serie di riduttori di moto il quale trasferiscono il movimento ad una serie di carrelli scorrevoli che permettono il moto delle leve dotate di pennini scriventi, il quale tracciano sul diagramma in scala l'andamento dei parametri. I pennini risultano in tutto tre: i primi due tracciano la direzione di provenienza del vento rispettivamente da nord-est-sud e nord-ovest-sud, mentre il terzo da l'indicazione relativa alla velocità media del vento in km/h.

Infine, ma non ultimo per importanza, il pluviometro misura la quantità di pioggia caduta al suolo per metro quadrato nell'arco delle 24 ore (fig. 5).

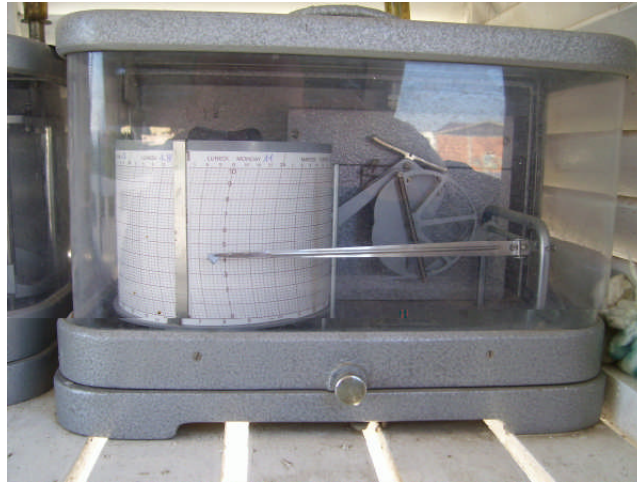


Figura 5

La misura viene espressa in millimetri e indica l'altezza dell'acqua piovana caduta in un metro quadrato qualora non filtrasse nel sottosuolo.

Esso è formato da due componenti: il raccoglitore formato da un recipiente cilindrico di superficie pari a dieci decimetri quadrati ed il registratore collegato ad esso tramite un tubo di gomma. Quest'ultimo ha nel suo interno una piccola bilancina in cui alle rispettive estremità vengono posizionate due piccole vaschette il quale ricevono in maniera alternativa la pioggia. Appena una vaschetta si riempie con un contenuto pari a 20 grammi d'acqua la piccola bilancia compie una rotazione di 35° in modo tale che la vaschetta riempita si scarica mentre la seconda inizia a caricarsi sempre con un contenuto pari a 20 grammi. Raggiunto tale peso si assiste ad una nuova rotazione e così il processo continua in modo periodico.

L'oscillazione della piccola bilancia viene trasmessa ad una leva mobile dotata di pennino il quale traccia la rilevazione sul diagramma cartaceo.

Poiché il raccoglitore ha una superficie di un decimo di metro quadrato, ogni qual volta che il pennino segna un trattino sul diagramma si ottiene la registrazione di 0.2 mm di precipitazione equivalente alla caduta di 20 grammi d'acqua piovana nelle due vaschette.

Metodologia sperimentale d'indagine

I dati pluviometrici impiegati in questo studio sono stati raccolti anno per anno utilizzando dei file excel. Successivamente, mediante il software scientifico MATLAB, si è dato inizio alla loro elaborazione numerica utilizzando tre function specifiche capaci di riprodurre l'andamento grafico degli stessi, andamento utile per descrivere la variabilità del parametro negli anni presi in esame; function di matlab che elaboravano nello specifico delle matrici numeriche formate dai dati pluviometrici e i periodi temporali nel quale venivano osservati. Si riportano nell'ordine: le tre function sviluppate per l'elaborazione grafica, i fogli elettronici excel e le matrici numeriche utilizzate.

```
% Function Elaborazione Dati Pluviometrici
% Stazione Meteorologica I.T.N. Gaeta
function [M]=elaborazione(nome_matrice)
[p,q]=size(nome_matrice)
[A]=zeros(p,q);
[A]=gen_1;
% Inizio elaborazione dati atmosferici
A1=A(:,q-1)           % esplicitazione anno osservazione
A2=A(:,q)             % esplicitazione piovosità media mensile
coef=polyfit(A1,A2,2) % calcolo dei coefficienti polinomio interpolante
t=A1;
ft=polyval(coef,t);   % calcolo dei valori numerici del polinomio interpolante
plot(t,ft,'r',A1,A2,'b') % plot del polinomio interpolante
xlabel('gennaio 1999-2007')
ylabel('piovosità media (mm)')
legend('piovosità media (mm)')
grid on
```

* matrice dei dati formata da due colonne e nove righe ($9 * 2$), la prima colonna rappresenta gli anni di osservazione mentre la seconda la pioggia totale mese per mese (Figure 11 - 22)

```
% Function Elaborazione Dati Pluviometrici
% Stazione Meteorologica I.T.N. Gaeta
function [M]=elaborazione(nome_matrice)
[p,q]=size(nome_matrice)
[A]=zeros(p,q);
[A]=pippo;
% Inizio elaborazione dati atmosferici
A1=A(:,q-1)           % esplicitazione piovosità osservata
A2=A(:,q)             % esplicitazione mese di osservazione
plot(A2,A1,'b') % plot dei dati osservati
xlabel('mesi anno')
ylabel('piovosità mensile (mm)')
legend('piovosità (mm)')
grid on
```

* matrice dei dati formata da due colonne e dodici righe ($2 * 12$), la prima colonna rappresenta la piovosità osservata nel mese mentre la seconda i mesi di osservazione (Figure 2 - 10)

```

% Function Elaborazione Dati Pluviometrici
% Stazione Meteorologica I.T.N. Gaeta
function [M]=elaborazione(nome_matrice)
[p,q]=size(nome_matrice)
[A]=zeros(p,q);
[A]=dati;
% Inizio elaborazione dati atmosferici
A1=A(:,q-1) % esplicitazione piovosità osservata
A2=A(:,q) % esplicitazione anno di osservazione
plot(A2,A1,'b') % plot dei dati osservati
xlabel('anni di osservazione')
ylabel('piovosità totale annua(mm)')
legend('piovosità totale annua (mm)')
grid on

```

matrice dei dati formata da due colonne e nove righe (2 * 9), la prima colonna rappresenta la piovosità totale anno per anno mentre la seconda esprime gli anni di osservazione (Figura 1)

ANNO DI OSSERVAZIONE	STAZIONE TERMO-PLUVIOMETRICA DI GAETA Lat 41°12'43.4 N Long 13°34'12.0 E (da Greenwich)											
DATA GIORNALIERA	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-
2	2.4	-	-	-	0.6	-	-	-	0.6	-	-	-
3	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
4	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-1.6	5.6	-	-
5	-	-	10.6	-	0.4	-	-	-	-	-	-	13.4
6	-	-	13.4	16.0	-	-	-	-	-	-	2.0	-
7	0.2	5.0	2.8	9.0	-	-	-	-	10.4	-	-	--
8	-	1.0	0.4	2.0	-	-	-	-	-	-	2.0	---
9	0.2	2.0	--	-	-	-	-	-	-	-	-	-



ANNO DI OSSERVAZIONE	STAZIONE TERMO-PLUVIOMETRICA DI GAETA Lat 41°12'43.4 N Long 13°34'12.0 E (da Greenwich)											
2002	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	-	-	-	-	-	-	-	-	15.6	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6
3	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	8.4	12.0
4	-	-	-	22.2	2.2	-	-	-	-	0.4	1.6	0.8
5	-	-	0.2	4.4	-	-	-	-	-	2.8	-	-
6	-	6.0	-	-	-	-	-	9.2	-	5.0	0.2	-
7	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	1.2	-	-
8	-	-	6.8	-	9.0	-	-	-	-	0.2	0.4	-
9	-	-	6.6	1.6	-	6.8	-	-	-	3.0	-	-
10	-	0.4	-	-	0.4	-	-	36.0	2.0	24.6	-	-
11	-	-	-	5.4	-	-	-	14.2	-	2.4	-	0.4
12	-	-	-	0.2	1.2	0.4	-	0.2	-	0.2	0.2	12.2
13	-	-	-	6.6	-	-	-	-	-	-	-	4.4
14	6.0	-	-	2.6	-	-	0.4	-	-	-	-	-
15	1.2	-	-	-	-	-	15.0	-	-	-	-	10.4
16	2.4	-	-	-	-	-	20.8	0.2	-	-	-	-
17	-	-	-	3.2	-	-	1.8	-	-	-	3.8	-
18	-	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	21.6	8.0
19	-	-	-	-	9.6	-	-	-	19.2	-	4.2	-
20	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
21	-	13.0	-	10.4	-	-	-	-	-	-	0.6	1.0
22	-	0.8	0.4	3.0	-	-	-	-	38.0	-	1.8	-
23	-	3.2	-	0.6	-	-	-	-	36.9	0.4	-	3.2
24	12.8	0.2	-	1.0	12.2	-	-	-	12.0	0.4	-	0.2
25	0.6	1.8	-	2.0	0.4	-	0.6	-	6.2	-	-	10.0
26	-	0.2	-	-	-	-	-	-	0.2	-	6.0	-
27	-	-	-	1.0	0.4	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	35.8	1.0	-	-	2.2
29	-	-	-	-	-	-	-	39.2	5.8	-	7.6	-
30	-	-	-	-	-	-	1.4	-	-	-	4.8	0.2
31	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	1.0	-	12.0
Piuvosità nel mese	23.0	30.6	14.0	64.2	35.6	7.2	40.0	135.4	136.9	41.6	62.2	77.6
Piuvosità totale annua	668.3											

Note relative all'acquisizione dei dati

Matrici numeriche relative alla piovosità mese per mese negli anni di osservazione

1999 37.2
2000 29.8
2001 168.4
2002 23.0
2003 121.1
2004 80.6
2005 102.2
2006 92.8
2007 36.2

Gennaio 1999 – 2007

1999 56.0
2000 20.8
2001 62.8
2002 30.6
2003 14.1
2004 69.8
2005 88.2
2006 83.3
2007 179.6

Febbraio 1999 – 2007

1999 54.2
2000 160.0
2001 88.2
2002 14.0
2003 12.6
2004 88.8
2005 56.0
2006 81.0
2007 99.8

Marzo 1999 – 2007

1999 96.2
2000 64.0
2001 77.6
2002 64.2
2003 26.8
2004 94.2
2005 113.2
2006 37.0
2007 30.6

Aprile 1999 – 2007

1999 16.6
2000 23.4
2001 17.6
2002 35.6
2003 4.6
2004 71.6
2005 19.2
2006 8.8
2007 84.8

Maggio 1999 – 2007

1999 1.8
2000 8.8
2001 0.0
2002 7.2
2003 8.2
2004 15.4
2005 7.2
2006 55.4
2007 12.0

Giugno 1999 – 2007

1999 12.3
2000 20.2
2001 0.6
2002 40.0
2003 1.2
2004 18.4
2005 3.0
2006 24.0
2007 0.0

Luglio 1999 – 2007

1999 13.5
2000 7.0
2001 1.6
2002 135.4
2003 10.4
2004 3.4
2005 34.8
2006 76.8
2007 5.6

Agosto 1999 – 2007

1999 48.0
2000 54.0
2001 50.0
2002 136.9
2003 102.0
2004 50.0
2005 35.6
2006 98.0
2007 18.6

Settembre 1999 – 2007

1999 79.8
2000 189.0
2001 0.6
2002 41.6
2003 79.0
2004 81.2
2005 158.2
2006 48.6
2007 66.0

Ottobre 1999 – 2007

1999 118.4
2000 173.8
2001 189.8
2002 62.2
2003 92.2
2004 188.2
2005 176.4
2006 119.2
2007 33.4

Novembre 1999 – 2007

1999 141.4
2000 107.2
2001 40.0
2002 77.6
2003 106.6
2004 140.6
2005 200.8
2006 55.6
2007 41.6

Dicembre 1999 - 2007

Matrici numeriche relative alla piovosità nel mese e nell'anno di osservazione

37.2 1
56.0 2
54.2 3
96.2 4
16.6 5
1.8 6
12.3 7

168.4 1
62.8 2
88.2 3
77.6 4
17.6 5
0.0 6
0.6 7
1.6 8
50.0 9
0.6 10
189.8 11
40.0 12

Anno 2001

23.0 1
30.6 2
14.0 3
64.3 4
35.6 5
7.2 6
40.0 7
135.4 8
136.9 9
41.6 10
62.2 11
77.6 12

Anno 2002

121.1 1
14.1 2
12.6 3
26.8 4
4.6 5
8.2 6
1.2 7
10.4 8
102.0 9
79.0 10
92.2 11
106.6 12

Anno 2003

80.6 1
69.0 2
88.8 3
94.2 4
71.6 5
15.4 6
18.4 7
3.4 8
50.0 9
81.2 10
188.2 11
140.6 12

Anno 2004

102.2 1
88.2 2
56.0 3
113.2 4
19.2 5
7.2 6
3.0 7
34.8 8
35.6 9
158.2 10
176.4 11
200.8 12

Anno 2005

92.8 1
83.3 2
81.0 3
37.0 4
8.8 5
55.4 6
24.0 7
76.8 8
98.0 9
48.6 10
119.2 11
55.6 12

Anno 2006

36.2 1
179.6 2
99.8 3
30.6 4
84.8 5
12.0 6
0.0 7
5.6 8
18.6 9
66.0 10
33.4 11
41.6 12

Anno 2007

Matrice numerica relativa alla piovosità annuale negli anni di osservazione

675.4 1999
858.0 2000
697.2 2001
668.3 2002
578.8 2003
901.4 2004
994.8 2005
780.5 2006
608.2 2007

Osservazioni relative alla piovosità totale registrata dal 1999 al 2007

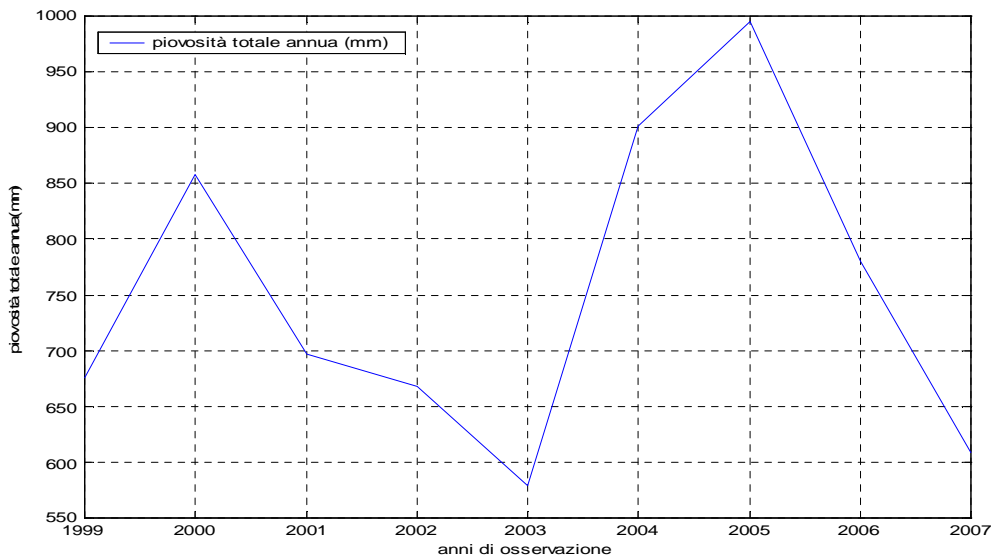


Figura 1. Piovosità registrata negli anni di osservazione (1999-2007)

Osservando l'andamento grafico della piovosità registrata dalla stazione di osservazione meteorologica di Gaeta (Fig. 1) è possibile eseguire una descrizione del parametro atmosferico caratterizzandolo su di una base temporale di tre anni in tre anni.

Infatti, nel primo triennio si osserva una piovosità con valori pari a 675.4 mm (1999), 858.0 mm (2000) e 697.2 mm (2001), a differenza di ciò che si osserva nel successivo triennio dove la piovosità diminuisce nettamente con valori che vanno da 697.2 mm (2001) a 668.3 mm (2002) e 578.8 mm (2003). In particolare modo, proprio il 2003 risulta essere l'anno meno piovoso tra quelli osservati; si ricorda facilmente la stagione estiva molto calda caratterizzata dalla famigerata "bolla di calore", condizione termica così battezzata da tutti i meteorologi e climatologi originata dalla grande stabilità e stazionarietà dell'anticiclone delle Azzore sul bacino del Mediterraneo e di conseguenza la lunga scarsità di pioggia caduta nei mesi che in genere sono caratterizzati da una piovosità discreta.

Dal 2003 al 2005 si osserva una netta crescita della piovosità con valori che superano le medie fino ad ora riscontrate, raggiungendo infatti il dato pluviometrico di 994.8 mm proprio nel 2005 il quale risulta essere l'anno più piovoso tra quelli osservati. Infine, nell'ultimo triennio siamo stati testimoni di una marcata diminuzione progressiva della piovosità, passando da 994.8 mm nel 2005 a 608.2 mm nel 2007. Nonostante proprio l'ultimo anno sia stato dal punto di vista termico uno dei più miti e caratterizzato da una condizione atmosferica sostanzialmente stabile, soprattutto nella

stagione autunnale - invernale dove ci si aspettano periodici cali sensibili della temperatura, il 2007 non è stato il meno piovoso anche se lo scarto dal 2003 è di solo 29.4 mm nell'arco dell'anno.

Che cosa possiamo dedurre allora da questo primo studio? È possibile caratterizzare per la piovosità, e quindi per il quadro atmosferico globale che ha caratterizzato l'area in esame tra il 1999 ed il 2007 una variabilità di tipo interannuale, compresa tra due - tre anni.

La variabilità interannuale del clima è caratterizzata da un notevole numero di moti a larga scala, che influenzano aree diverse del pianeta i cui effetti possono manifestarsi anche in regioni remote rispetto a quelle dove essi sono stati generati. Il modello di variabilità climatica interannuale più conosciuto è probabilmente quello noto col nome di El Niño Southern Oscillation (ENSO) che si

Osservazioni relative alla piovosità totale registrata anno per anno

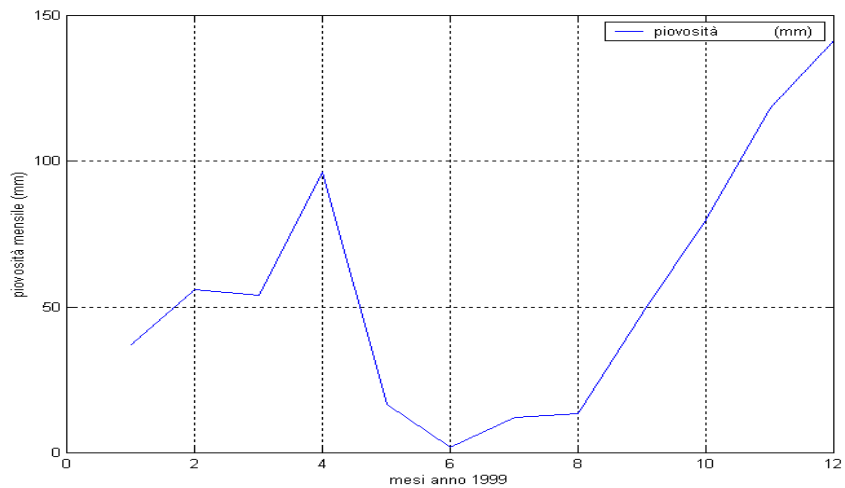


Figura 2. Piovosità registrata nell'anno 1999

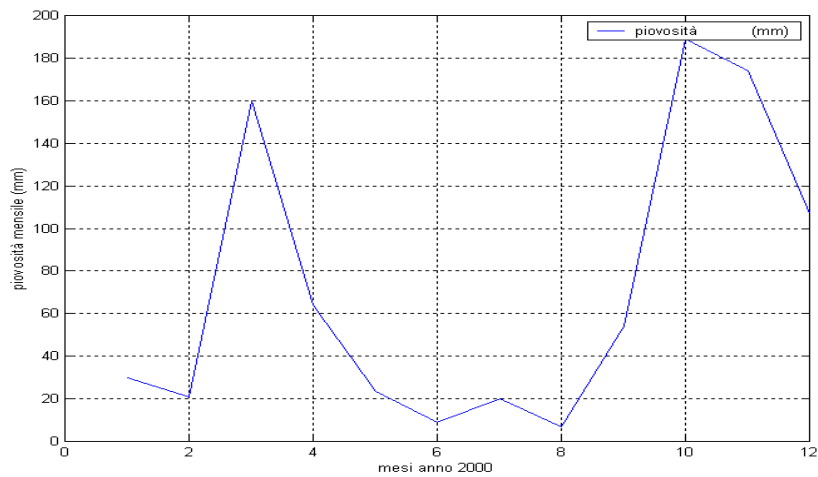


Figura 3. Piovosità registrata nell'anno 2000

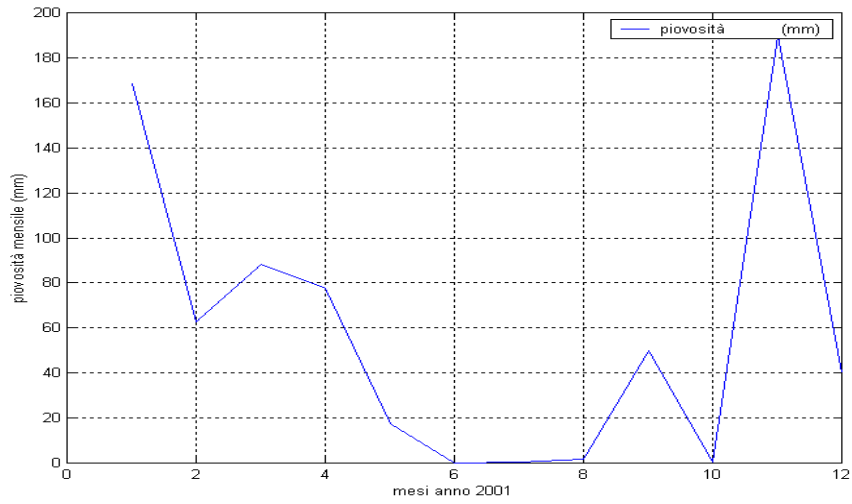


Figura 4. Piovosità registrata nell'anno 2001

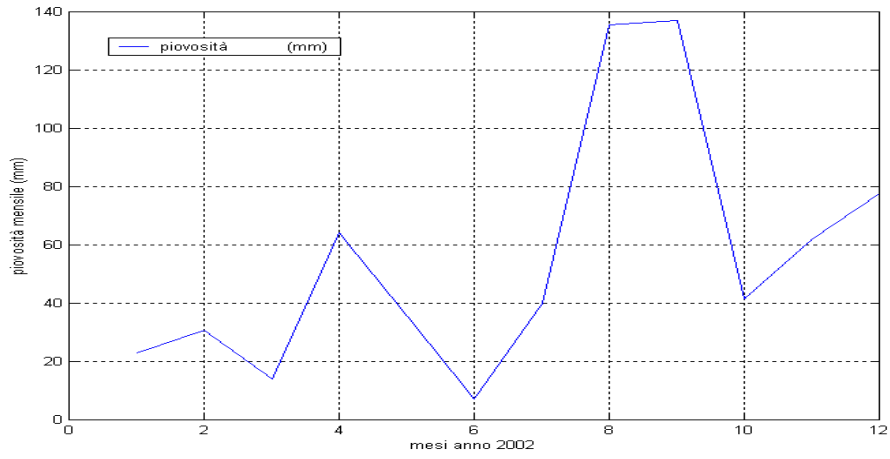


Figura 5. Piovosità registrata nell'anno 2002

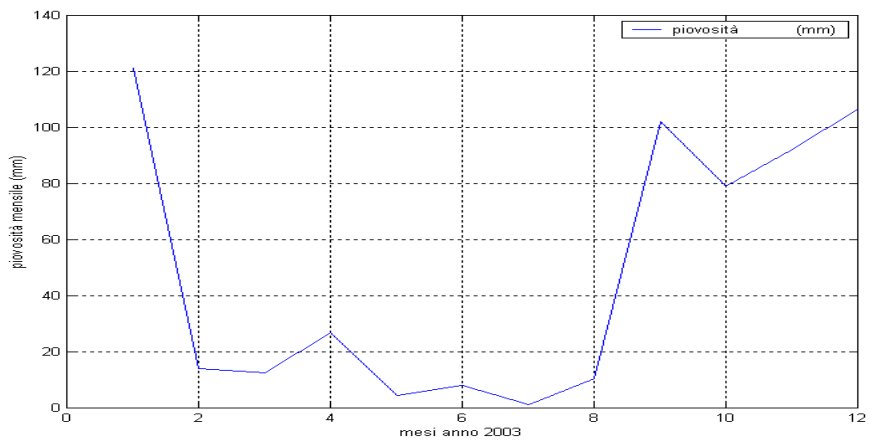


Figura 6. Piovosità registrata nell'anno 2003

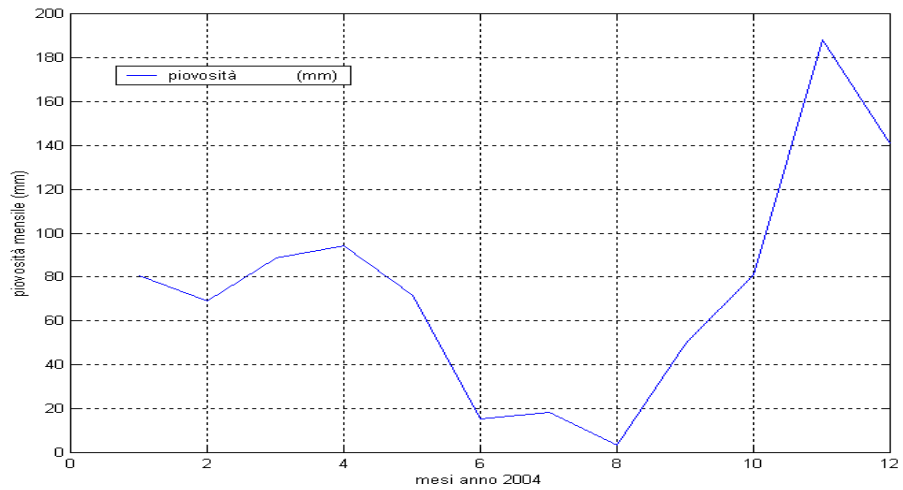


Figura 7. Piovosità registrata nell'anno 2004

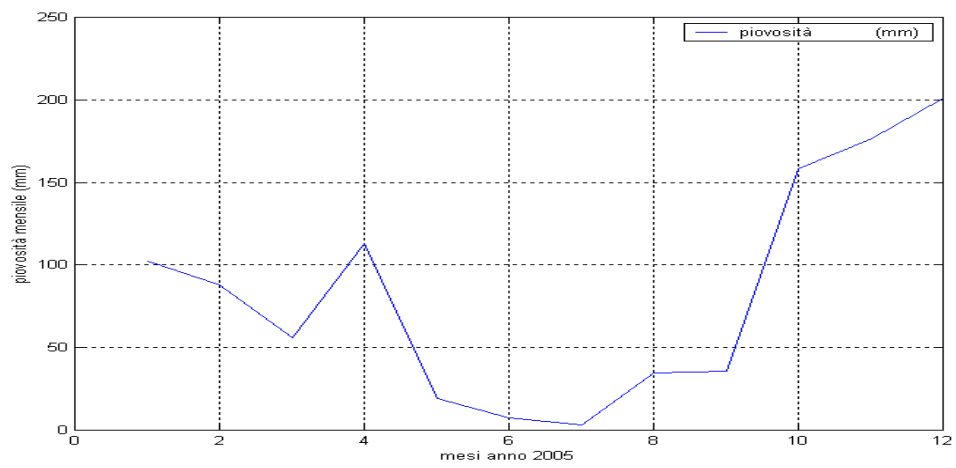


Figura 8. Piovosità registrata nell'anno 2005

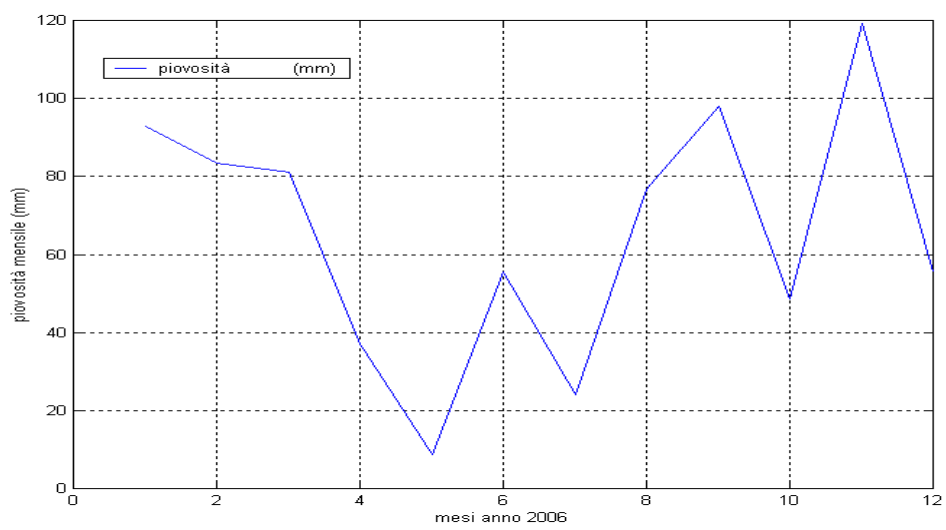


Figura 9. Piovosità registrata nell'anno 2006

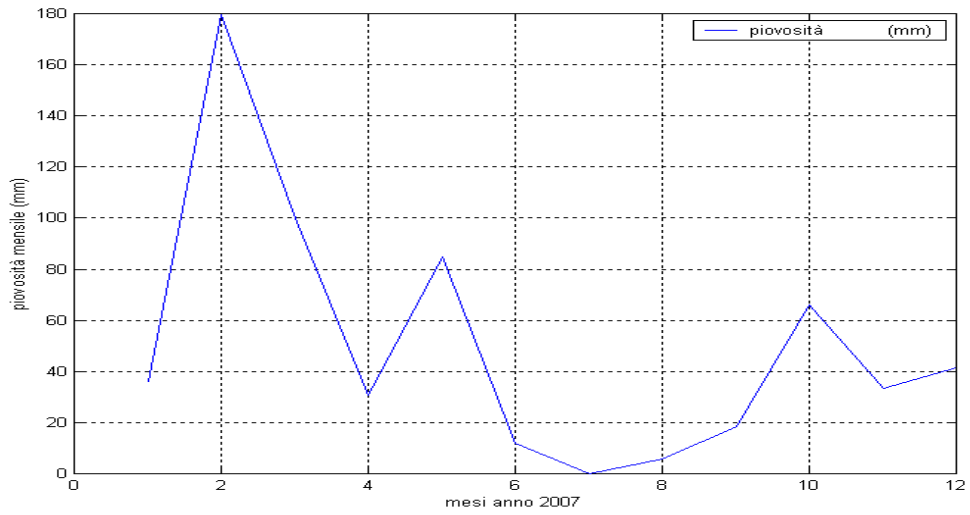


Figura 10. Piovosità registrata nell'anno 2007

Osservazioni relative alla piovosità totale nel mese registrata anno per anno

Gennaio 1999 – 2007

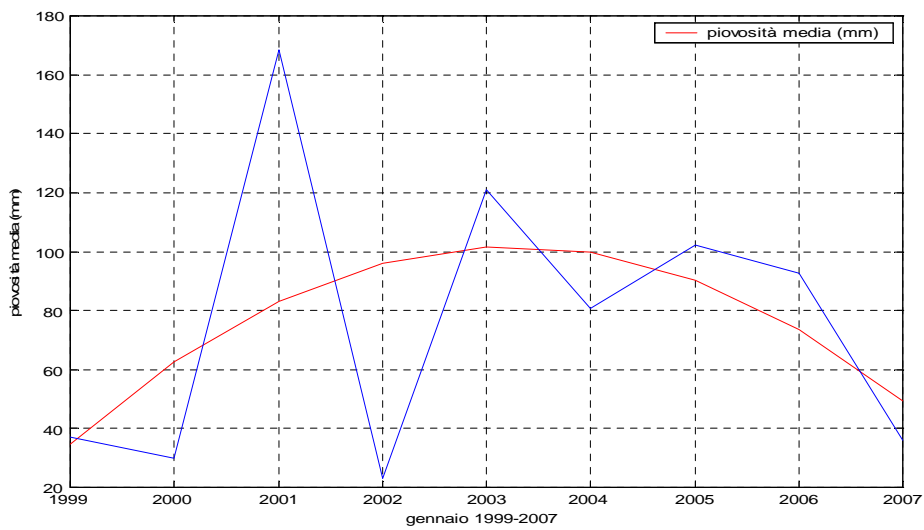


Figura 11

Febbraio 1999 – 2007

Aprile 1999 – 2007

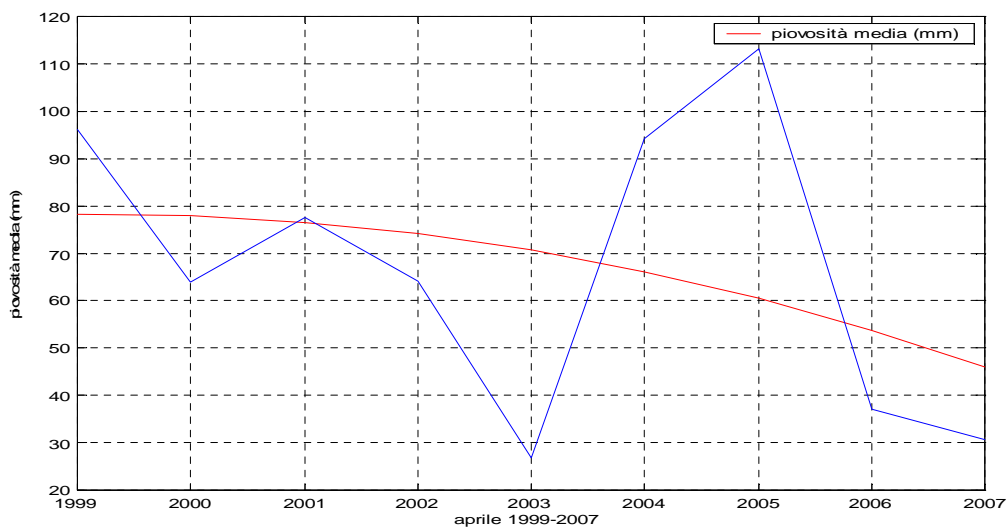


Figura 14

Maggio 1999 – 2007

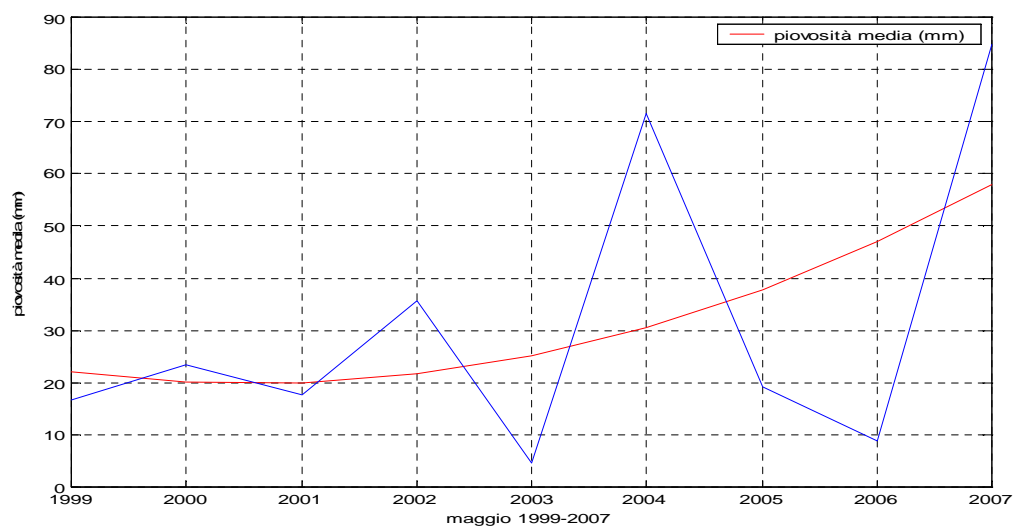


Figura 15

Giugno 1999 – 2007

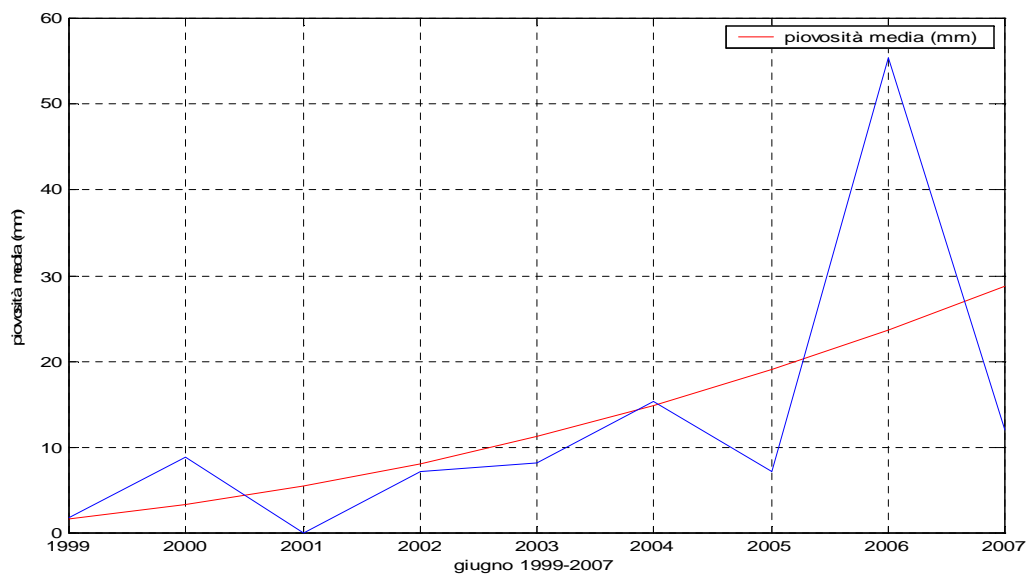


Figura 16

Luglio 1999 – 2007

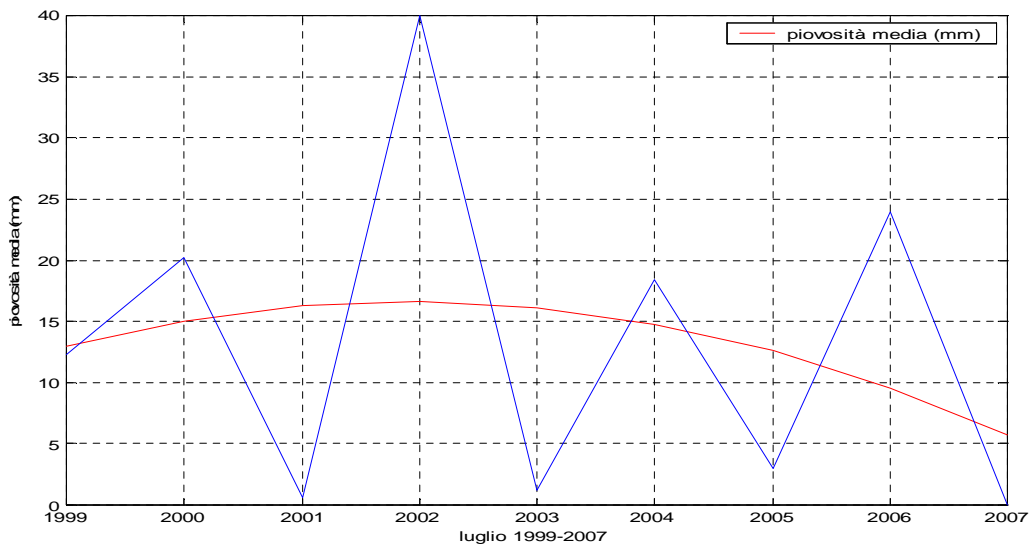


Figura 17

Agosto 1999 – 2007

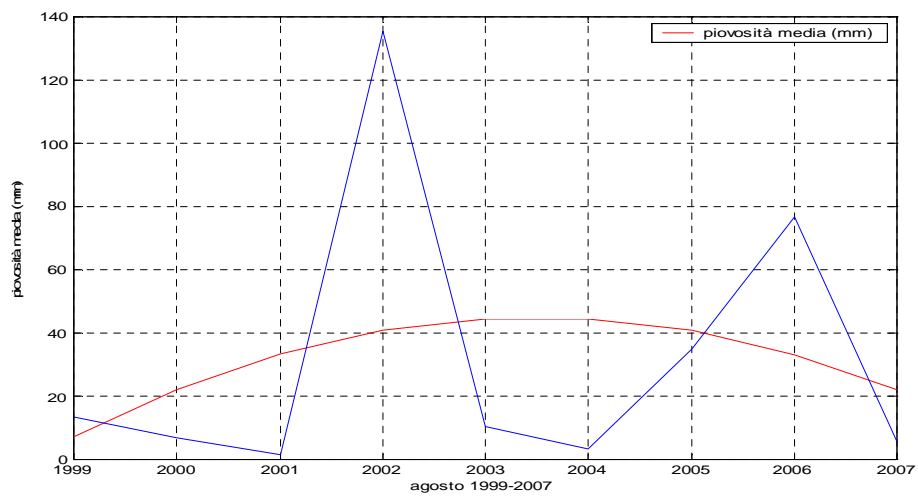


Figura 18

Settembre 1999 – 2007

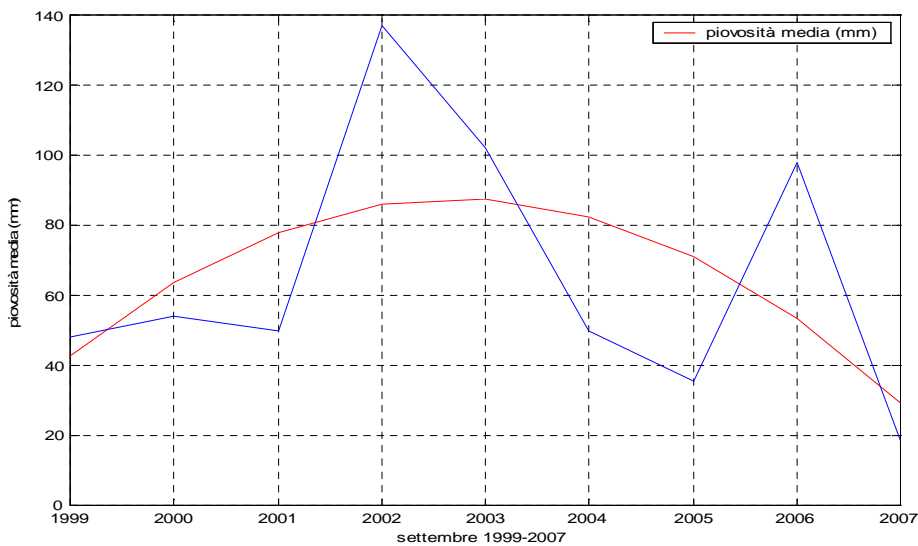


Figura 19

Ottobre 1999 – 2007

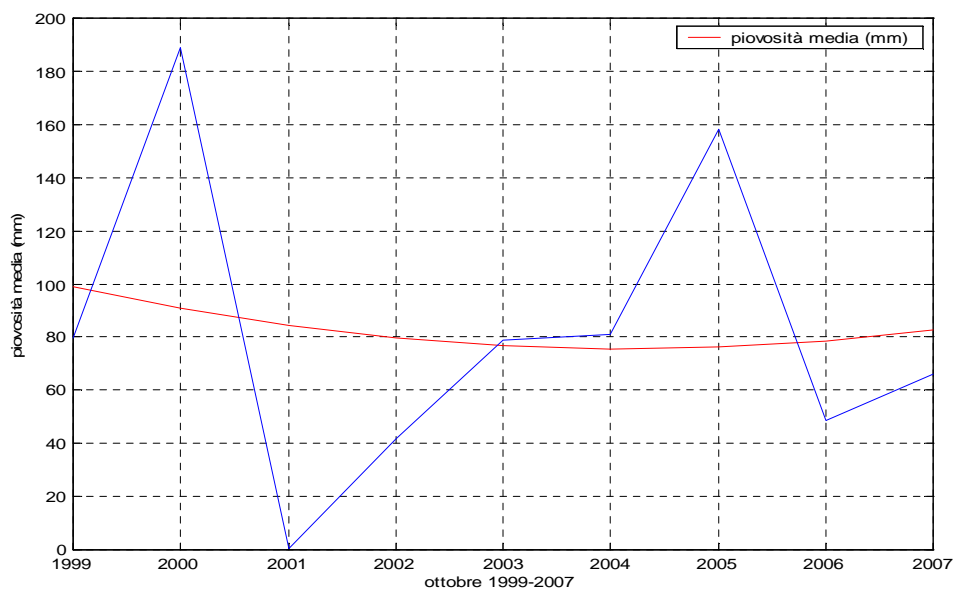


Figura 20

Novembre 1999 -2007

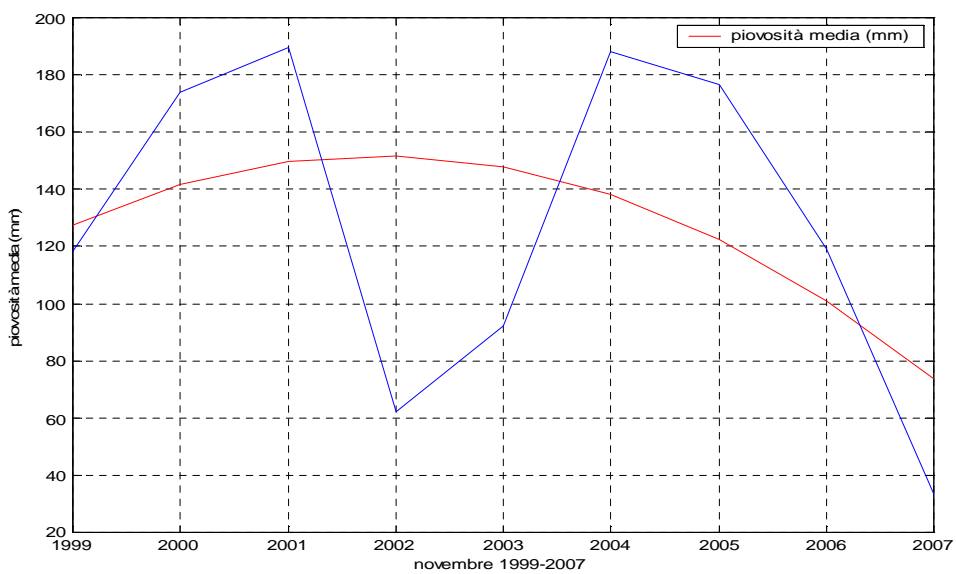


Figura 21

Dicembre 1999 – 2007

--	--	--	--	--	--	--	--	--