



APAT
Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

PROGETTO ANNALI METEO-MAREOGRAFICI

Ing. Arianna Minozzi

Tutor: Dr. Marco Cordella

Data	Firma Stagista	Firma Tutor	Firma Responsabile Servizio

ABSTRACT

La presente tesi costituisce il frutto dell'attività di stage svolto all'APAT nell'ambito del progetto "Annali Meteo-Mareografici 2002-2005" per la redazione di un Annale Meteo-Mareografico.

Lo stage ha riguardato principalmente l'elaborazione e la predisposizione di un archivio informatizzato dei dati mareografici e meteorologici.

L'organizzazione sistematica delle informazioni riguardanti livelli marini e variabili meteorologiche è una fase fondamentale per cogliere le specificità del fenomeno mareale e delle principali forzanti meteorologiche sulla costa Nord-Adriatica e all'interno delle Lagune di Venezia e Marano-Grado.

Tutte le elaborazioni si trovano nel CD allegato, pronte per l'utilizzo da parte di utenti esterni.

PREFAZIONE

Il progetto “Annali Meteo-mareografici” intende riprendere la tradizionale pubblicazione dell’Ufficio Idrografico che, sin dal 1912, rendeva disponibili informazioni su diverse grandezze meteorologiche rilevate.

Tra queste, assumono particolare rilevanza per Venezia, la sua laguna e tutta la costa Nord Adriatica, le rilevazioni mareografiche, le osservazioni sull’entità delle precipitazioni, sul regime dei venti, sull’andamento della pressione atmosferica.

Infatti, tutti questi elementi si rivelano utili a comprendere il fenomeno delle inondazioni dovute a mareggiate, acque alte e allagamenti di tutta una fascia costiera situata sotto il livello medio mare.

Tali osservazioni, proprio in virtù di una lunga tradizione di osservazioni continuative, assumono grandissimo valore per il monitoraggio di fenomeni a lungo periodo, altrimenti impossibili da valutare con poche annate a disposizione.

Nel corso degli anni la tecnologia informatica ha dato un forte impulso alla registrazione ed elaborazione di dati, sia per quanto riguarda l’aumento di osservazioni che per l’incredibile aumento di velocità e dei metodi di elaborazione disponibili.

Tuttavia, occorre ricordare che la raccolta dei dati costituisce il primo passo di una serie di operazioni che portano alla produzione di informazioni, utilizzabili da un pubblico più vasto.

In questo senso, la fase di documentazione, la metodica archiviazione, il recupero di dati mancanti, le fasi del controllo di qualità dei dati, la produzione di statistiche di sintesi, consentono di passare da enormi volumi di osservazioni, scarsamente fruibili, a indicazioni chiare sull’andamento di diversi fenomeni fisici e a indagare sulle loro reciproche relazioni.

In questo senso il progetto “Annali Meteo-mareografici” costituisce un preziosissimo contributo al quotidiano lavoro di produzione di informazione ambientale, il suo punto d’arrivo naturale.

Il lavoro qui presentato vuole costituire uno stimolo e un punto di partenza per un pubblico di esperti, tecnici, scienziati per approfondimenti su temi specifici.

Il Tutor
Marco Cordella

INDICE

Introduzione	5
1. Fenomeno della marea nella Laguna di Venezia	7
2. Rete Meteo-Mareografica del Servizio Laguna di Venezia	14
3. Elaborazioni ed analisi	18
3.1. Meteorologia	18
3.1.1. Precipitazione	19
3.1.2. Termometria	22
3.1.3. Umidità relativa	27
3.1.4. Pressione atmosferica	30
3.1.5. Vento	36
Conclusioni	44
Bibliografia	46
Allegati	47
A. Grafici	47
B. Tabelle	89

INTRODUZIONE

L'attività di stage si inserisce all'interno del progetto "Annali Meteo-Mareografici 2002-2005" che si propone di redigere un Annale Meteo-Mareografico per la divulgazione pubblica dei dati mareografici e meteorologici relativi alla Laguna di Venezia.

La struttura del lavoro ricalca quella degli Annali Meteo-Mareografici dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia: vengono proposte elaborazioni statistiche standard per ogni anno a disposizione, utili ad evidenziare le specificità del fenomeno mareale e delle principali forzanti meteorologiche sulla costa Nord-Adriatica e all'interno delle Lagune di Venezia e Marano-Grado. Tutte le elaborazioni prodotte per gli Annali Meteo-Mareografici 2002-2005 sono contenute in forma integrale nel CD allegato alla tesi.

Il Servizio Idrografico Nazionale è stata la prima struttura tecnico-ambientale creata dallo Stato per lo studio delle risorse idriche e dei deflussi, con raccolta dei dati per bacino idrografico. Il Servizio Idrografico rappresenta la memoria storica dei fenomeni idrologici verificatisi nel corso di tutto il secolo 1900 e documentati dalla raccolta di dati in circa 4000 stazioni di rilevamento termo-pluviometrico ed idrometrico distribuite su tutto il territorio nazionale, con analisi e studi sulle piene dei corsi d'acqua italiani (http://www.apat.gov.it/site/it-IT/IdeAmbiente/Sezioni/Articoli/Documenti/06_2007_art_04.html?PageID=11356).

L'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque è responsabile della redazione degli Annali Idrologici, prodotti dal 1912 fino al 1996. Ciascun Annale Idrologico contiene i dati relativi ad un anno ed al territorio di competenza dell'Ufficio Compartimentale del Servizio Idrografico Nazionale che ne ha curato la predisposizione e la stampa (http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/Progetto_Annali/).

Dal 1912 al 1954, ogni Annale era accompagnato dai Bollettini Mensili; dal 1955 in poi, i dati mensili non sono più stati pubblicati e le informazioni presentate negli Annali sono state meno dettagliate. Gli Annali Idrologici dal 1950 e per la maggior parte degli anni precedenti, sono suddivisi in due parti: la Parte I riguarda i dati sulla termometria e sulla pluviometria; la Parte II contiene informazioni relative agli afflussi meteorici, all'idrometria, alle portate e ai bilanci idrologici, alla freaticimetria, al trasporto torbido, alle indagini sugli studi idrologici e su eventi di carattere eccezionale, alla mareografia.

Il progetto di stage ha visto la suddivisione del lavoro in due parti, a cui hanno collaborato due stagiste: la sottoscritta, Ing. Arianna Minozzi, si è occupata della redazione della sezione Meteorologia, la Dott.ssa Daniela Lo Castro ha lavorato alla Sezione Mareografia.

L'Annale contiene anche una sezione finale relativa allo studio di eventi particolari di carattere eccezionale, come il fenomeno dell'acqua alta a Venezia.

I risultati presentati nella seguente tesi fanno riferimento alla sezione Meteorologia.

1. FENOMENO DELLA MAREA NELLA LAGUNA DI VENEZIA

La marea è il ritmico elevarsi ed abbassarsi (flusso e riflusso) del livello marino, provocato dall'azione gravitazionale della Luna e del Sole.

La massima elevazione dell'acqua è detta alta marea, mentre la bassa marea è lo stato di estremo abbassamento; il dislivello tra due estremi consecutivi è l'ampiezza di marea.

La marea dipende dalla composizione degli effetti di due fattori:

- la componente astronomica;
- la componente meteorologica (sovrizzo).

Relativamente alla componente astronomica, il sistema Terra - Luna e Terra – Sole sono sostanzialmente identici: due corpi che ruotano l'uno intorno all'altro, anche se su piani leggermente diversi, con velocità angolari diverse rispetto al loro baricentro e naturalmente con masse diverse.

Le attrazioni mareali provocate dal Sole e dalla Luna hanno, quindi lo stesso ordine di grandezza e in particolare quella dovuta alla Luna è doppia rispetto a quella dovuta al Sole.

La marea astronomica è la composizione di questi due contributi.

I due gruppi di maree non sono sincroni: infatti le maree relative al Sole si ripetono ogni 24 ore mentre quelle lunari si ripetono ogni 24 ore e 50 minuti (giorno lunare).

Durante il giorno lunare si verificano due alte maree e due basse maree (periodicità semidiurna).

Quando Sole, Terra e Luna si trovano allineati, cioè nelle sizigie, le forze gravitazionali della Luna e del Sole si sommano e producono le maree con la massima escursione, le cosiddette maree sizigiali, che si verificano ogni 15 giorni, quando c'è luna piena o luna nuova.

Le maree di quadratura si verificano invece durante i quarti di luna, cioè quando la Luna e il Sole si trovano ad angolo retto rispetto alla Terra e le loro azioni si annullano parzialmente.

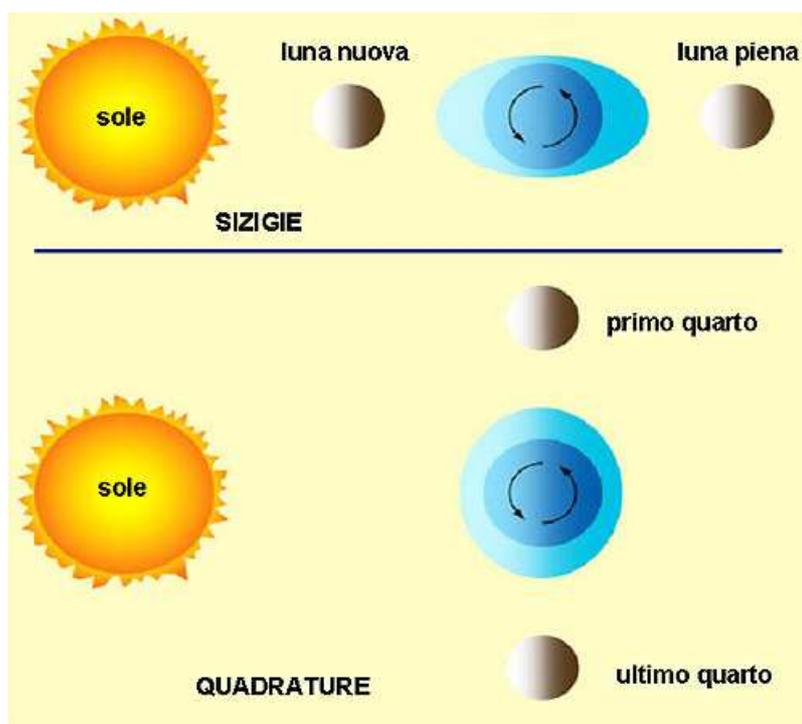


Fig. 1 Sizigie e quadrature nel sistema Terra – Luna - Sole

In realtà il fenomeno è molto più complesso, poiché entrano in gioco altri aspetti: il fatto che gli oceani non ricoprono in modo uniforme il globo, la profondità e la forma dei bacini marini, la direzione e la configurazione della linea di costa e infine, l'inerzia delle masse d'acqua che vengono rallentate per attrito sui fondali.

Il mare Adriatico per la sua conformazione, amplia la componente astronomica della marea che si sviluppa nel bacino mediterraneo.

Infatti nel momento in cui entra l'onda di marea nel canale di Otranto essa percorre l'Adriatico in senso antiorario ad una velocità di 130 km/h.

La marea in Adriatico segue un percorso circolare salendo da Otranto sino a Trieste lungo la costa dalmata con direzione sud – nord, quindi prosegue per Grado e ruotando in senso est - ovest verso Lignano, Venezia, Chioggia, Ancona per unirsi dopo 12 ore e 24 minuti ad Otranto con la successiva marea proveniente dallo Ionio per ricominciare il ciclo.

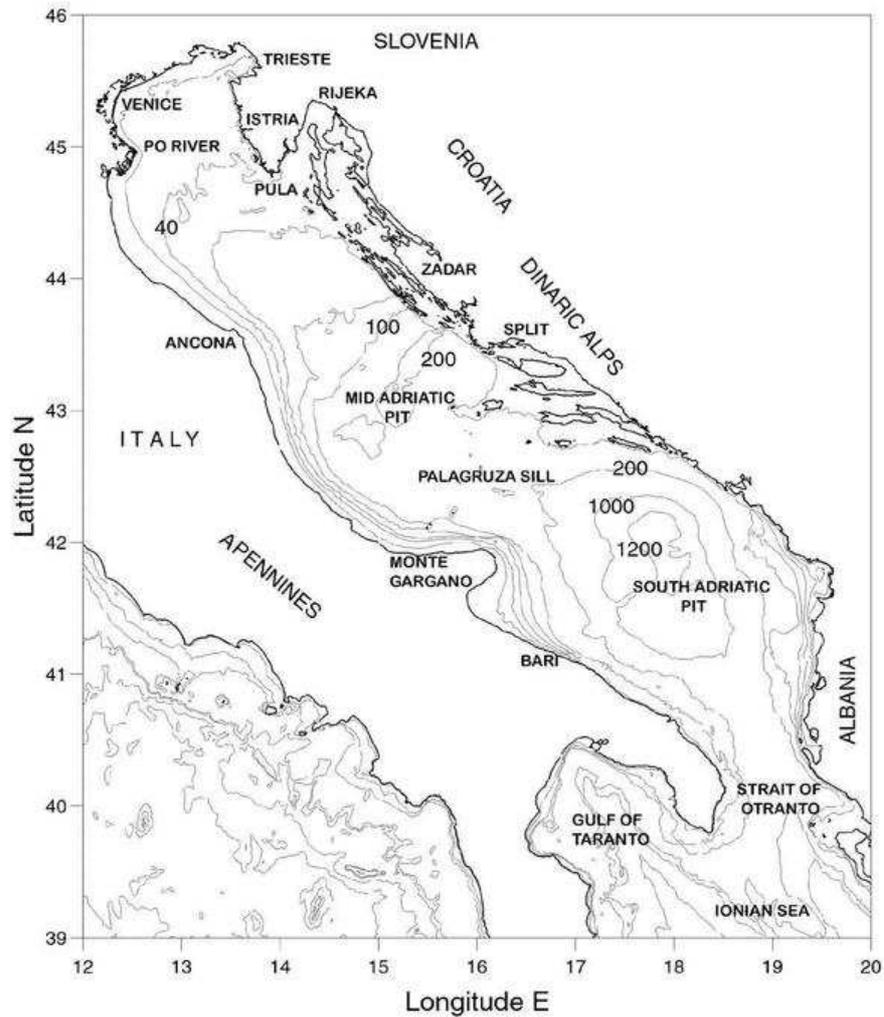


Fig. 2 Bacino dell'Adriatico

A causa dell'inerzia della massa d'acqua, del suo attrito col fondo e della morfologia costiera, l'alta marea non si verifica nel momento in cui la Luna transita sul meridiano del luogo considerato, ma si può presentare con un certo ritardo; questo ritardo, che è costante per ogni singola località e varia da luogo a luogo, prende il nome di ora di porto.

La conoscenza di tale ritardo, riveste grande importanza ai fini del traffico portuale e per questa ragione si effettuano le previsioni delle maree e si costruiscono delle carte su cui si disegnano le linee cotidali, che uniscono i punti che hanno l'alta marea nello stesso istante.

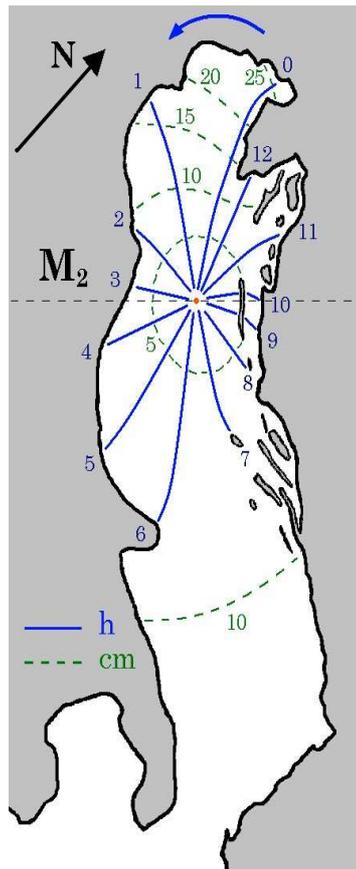


Fig. 3 Linee cotidali nel bacino Adriatico

La componente astronomica di marea è descritta da una precisa formulazione matematica come sovrapposizione delle varie oscillazioni armoniche a diversa periodicità.

Il calcolo della marea astronomica si fonda, quindi, sullo sviluppo della marea in componenti armoniche: in questo modo, per avere il livello ad un certo istante, si sommano i valori assunti in quell'istante da alcune curve sinusoidali ed al tutto si aggiunge, ovviamente, il livello medio di riferimento.

Le varie componenti sono caratterizzate da una sigla, legata all'origine astronomica.

A Venezia bastano 8 di queste curve (M_2 S_2 N_2 K_2 K_1 O_1 P_1 S_1) per determinare con sufficiente precisione la marea astronomica (Lionello, 2004).

La deviazione, talvolta anche molto marcata, dai valori di marea prevedibili in base alle osservazioni astronomiche è dovuta all'azione della componente meteorologica dipendente dalle condizioni atmosferiche.

Le variazioni di livello dovute a questa componente vengono inglobate nella definizione più generale di “sovrizzo”.

Con questo termine si considerano le variazioni positive o negative del livello di marea

misurato rispetto a quello della marea astronomica.

La pressione atmosferica e il vento sono gli elementi forzanti che danno il maggior contributo alla variazione in elevazione del livello del mare.

La pressione atmosferica, in quanto forza peso, agisce sulla superficie del mare, comprimendola proporzionalmente al valore barico.

Così quando sono presenti sull'Adriatico configurazioni anticicloniche, alta pressione, si possono spesso osservare maree inferiori ai valori normali, mentre con pressioni basse si ha tendenza a registrare maree sostenute.

Le condizioni di disequilibrio legate all'approfondirsi del campo barico e al conseguente insorgere del vento provocano una sorta di “overshooting” che fa incrementare il livello marino ben oltre le condizioni di teorico equilibrio.

Lo scenario meteorologico a larga scala che determina le inondazioni a Venezia, è costituito da una depressione sui mari dell'Italia settentrionale e forti venti sciroccali lungo l'Adriatico.

Questa situazione è tipica del periodo autunno – inverno.



Fig. 4 Schema tipo di depressione atmosferica che può causare acqua alta nella Laguna di Venezia

Ben superiore può essere il contributo dovuto all'azione del vento che agisce trasferendo allo specchio lagunare componenti tangenziali di spinta (stress) e indirettamente un momento di trasporto sul fondo, generando un effetto di trascinamento, dovuto all'attrito tra l'aria e la superficie del mare, che finisce per sospingere una gran massa d'acqua verso la linea di costa sottovento.

Il suo effetto è diverso in funzione dell'intensità e della direzione da cui esso spira ed è proporzionale alla superficie acquosa (fetch) a disposizione.

Questo fenomeno, denominato nella letteratura anglosassone storm surge, è

particolarmente amplificato nel mar Adriatico, data la sua particolare morfologia, allungato, chiuso ad un'estremità e strozzato dall'altra.

Le bufere di Scirocco in Adriatico, che spirano proprio lungo l'asse maggiore del bacino, possono indurre variazioni di livello di un ordine di grandezza superiore all'effetto barometrico (Berrelli, 2004).

Tutto ciò provoca un ulteriore rialzo, che si sovrappone a quello generato dalla variazione di pressione, ed interessa non solo la Laguna di Venezia, ma anche la Laguna di Marano-Grado e le foci dei grandi corsi d'acqua: Po, Adige e i fiumi Triveneti.

La componente meteorologica innesca fenomeni di oscillazione stazionaria longitudinale e trasversale, detti *sesse* (oscillazioni libere della superficie libera del mare), la cui ampiezza tende a smorzarsi nel tempo.

A Venezia, queste oscillazioni possono raggiungere ampiezze di alcune decine di centimetri e periodo tale da creare interferenza positiva con la marea astronomica.

La *sesse* più significativa è rappresentata da un'onda lunga, con periodo di circa 22 ore, in oscillazione tra il Golfo di Venezia e il Canale d'Otranto.

Accade in modo abbastanza frequente che nei giorni successivi ad uno “storm surge”, dopo la cessazione degli effetti perturbativi dovuti al vento e alla pressione atmosferica, possono ripetersi fenomeni di alte maree eccezionali a Venezia.

E' il cosiddetto “effetto memoria” dell'Adriatico che determina la ricomparsa dell'acqua alta anche per più giorni.

Nel mare Adriatico insistono due venti principali, la Bora da nord – est e lo Scirocco da sud – est.

Entrambi contribuiscono al sovrizzo del livello marino, accumulando grandi masse d'acqua nella zona prospiciente le bocche di porto della laguna, inducendo così un sovrizzo dei livelli di marea misurati all'interno di essa.

Tale effetto diventa tanto più rilevante quanto più forte è l'intensità del vento.

Nel caso in cui insista lo Scirocco, il fenomeno è favorito inoltre, sia dalla lunga zona d'azione, il “fetch” che investe l'intero asse maggiore dell'Adriatico, sia dalla sensibile diminuzione della profondità dell'Alto Adriatico e dalla Laguna di Venezia in particolare.

Anche il vento di Bora, che spira da nord – est sull'Alto adriatico, tende ad accumulare l'acqua nella parte meridionale della laguna veneta.

La sua intensità è molto superiore allo Scirocco, e gli effetti sull'innalzamento del livello marino potrebbero essere disastrosi, se non fossero mitigati dal fetch ridotto.

La presenza di Bora sull'Alto Adriatico è talvolta associata a quella dello Scirocco sul basso e medio Adriatico; ciò amplifica i rispettivi effetti dei venti sulla variazione del livello marino.

E' il fenomeno della “scontraura”, che ha fatto registrare numerosi eventi di alta marea eccezionale (Massalin et. Canestrelli, 2006) .

Riepilogando, il fenomeno dell'acqua alta, consiste in un temporaneo rialzo del livello del mare ben oltre le più elevate alte maree astronomiche che si registrano in condizioni normali.

Per Venezia la quota di superamento è 80 cm circa.

I fattori che determinano il verificarsi dell'acqua alta a Venezia sono, dunque:

- la marea astronomica;
- il contributo meteorologico.

Nel seguito della trattazione verranno analizzati i valori di marea osservati presso le varie stazioni mareografiche.

Dove opportuno, il segnale di marea verrà scomposto nelle due componenti astronomica e meteorologica ed analizzato in associazione con le variabili meteorologiche osservate nella zona di interesse.

2. RETE METEO-MAREOGRAFICA DEL SERVIZIO LAGUNA DI VENEZIA

La Laguna di Venezia (Figura 1), ubicata sulle coste settentrionali del mare Adriatico, copre una superficie di circa 550 km². È la più vasta area lagunare dell'Adriatico, ha una profondità media di circa 1 m ed è connessa con il mare aperto attraverso tre bocche di porto: Lido, Malamocco e Chioggia.

Oltre alla Laguna di Venezia, nel Nord-Adriatico si ricordano altre importanti lagune: la Laguna di Marano Grado, la Laguna di Caorle e le Lagune del Delta del Po.



Figura 1: Laguna di Venezia.

Per la peculiarità del fenomeno mareale in laguna di Venezia, fin dal passato si è posta la necessità di predisporre una rete di monitoraggio meteo-mareografica lungo l'arco costiero dell'Alto Adriatico e nella Laguna di Venezia.

A tal proposito l'APAT, attraverso il Servizio Laguna di Venezia (SLV), dispone di un proprio sistema di centrali, stazioni di osservazione, ripetitori e collegamenti in ponte radio che costituisce la Rete Telemareografica della Laguna di Venezia (RTLTV), atta a rilevare in tempo reale il livello di marea, il vento e la pressione atmosferica e altri parametri meteo-marini.

La RTLTV è uno strumento essenziale per le attività di osservazione, segnalazione e

previsione degli eventi meteo-marini che interessano la Laguna e l'arco costiero Nord-Adriatico, e in generale per la gestione del sistema idraulico lagunare. I dati raccolti vengono utilizzati per molteplici scopi: dalle attività istituzionali proprie dell'APAT (come ad esempio il monitoraggio dei livelli estremi di marea e delle connesse forzanti meteorologiche, la segnalazione e la previsione dei fenomeni di alta marea eccezionale, l'aggiornamento delle serie storiche delle osservazioni dei livelli di marea grazie ai lunghi periodi di continuo esercizio di molte stazioni, ecc.) a quelle più generali di interesse tecnico e scientifico (come ad esempio le variazioni del livello del mare, la salvaguardia fisica ed ambientale della laguna, lo studio dei fenomeni di eustatismo e subsidenza propri dell'area adriatica nord-occidentale e dei connessi effetti per la città di Venezia e la sua laguna, ecc.) (APAT, 2006b).

La RTLV, che è una delle più estese nell'area lagunare, è costituita da 52 stazioni meteo-mareografiche distribuite all'interno del bacino lagunare veneto e lungo un tratto di litorale del nord-Adriatico di circa 300 km che va da Porto Caleri, in prossimità del delta del Po, fino a Trieste: il posizionamento delle stazioni è definito soprattutto in base alla scelta di alcune direttrici principali di propagazione della marea.

In Figura 2 viene mostrato il raggruppamento di suddette stazioni in funzione della loro collocazione geografica ovvero del bacino di appartenenza: una descrizione dettagliata di ciascuna stazione è consultabile nel Rapporto 68 dell'APAT del 2006 (APAT, 2006a).

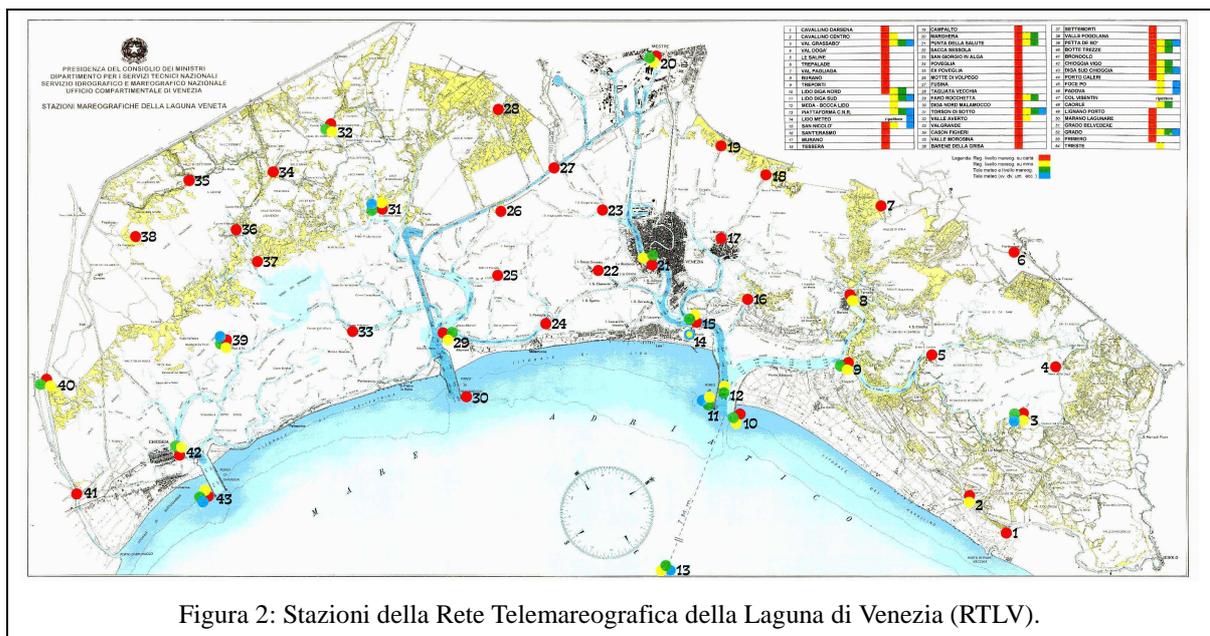


Figura 2: Stazioni della Rete Telemareografica della Laguna di Venezia (RTLV).

Si riportano inoltre nel prospetto seguente le coordinate geografiche delle stazioni della

rete meteo-mareografica:

Stazione	latitudine	longitudine
Barene della Grisa	45° 17' 20,8694	12° 11' 62,0114
Botte Trezze	45° 11' 47,193	12° 12' 57,5105
Brondolo	45° 10' 59,3627	12° 16' 28,8390
Burano	45° 29' 12,6768	12° 24' 96,5476
Campalto	45° 28' 40,4813	12° 18' 01,9314
Caorle	45° 35' 02"	12° 53' 38"
Cason Figheri	45° 19' 06,6077	12° 10' 70,6413
Cavallino Centro	45° 29' 02,6652	12° 21' 51,2277
Cavallino Darsena	45° 29' 18"	12° 21' 35"
Chioggia Diga Sud	45° 25' 02,9573	12° 25' 75,8914
Chioggia Vigo	45° 13' 40,4848	12° 18' 86,6245
Ex Poveglia	45° 22' 26,0541	12° 17' 77,1166
Faro Rocchetta	45° 20' 18,3699	12° 18' 80,2784
Fusina	45° 25' 04,0007	12° 15' 74,6330
Grado	45° 40' 56"	13° 23' 19"
Grado Belvedere	45° 42' 49"	13° 23' 18"
Grassabò	45° 31' 14,9193	12° 22' 68,4504
Le Saline	45° 30' 10,8240	12° 26' 06,4829
Lido Diga Nord	45° 25' 20,7478	12° 26' 52,2443
Lido Diga Sud	45° 25' 02,9573	12° 25' 75,8914
Lignano	45° 04' 05"	13° 08' 35"
Malamocco Diga Nord	45° 20' 01,5733	12° 20' 70,4703
Marano Lagunare	45° 46' 00"	13° 10' 25"
Marghera	45° 28' 24,8179	12° 14' 61,7788
Meda bocca Lido	45° 35' 02"	12° 53' 38"
Motte di Volpego	45° 23' 28,4542	12° 15' 83,3594
Murano	45° 27' 27,2035	12° 20' 81,4540
Pagliaga	45° 31' 06,9496	12° 23' 00,8191
Petta de Bò	45° 15' 56,8312	12° 14' 71,3217
Porto Caleri	45° 05' 40,6123	12° 19' 72,0069
Poveglia	45° 22' 47,9346	12° 19' 97,9740
Primero	45° 42' 43"	13° 20' 61"
Punta della Salute	45° 25' 48,2563	12° 20' 12,6702
Sacca Sessola	45° 24' 24,5493	12° 19' 64,4320
San Giorgio in Alga	45° 25' 28"	12° 17' 82,5376
San Nicolò	45° 25' 49"	12° 22' 98,1189
Sant'Erasmus	45° 27' 12"	12° 23' 48,8195
Settemorti	45° 17' 36"	12° 12' 85,5867
Tagliata Vecchia	45° 24' 33"	12° 12' 96,1012
Tessera	45° 29' 26"	12° 19' 83,4182
Torson di Sotto	45° 20' 53"	12° 13' 84,2619
Treporti	45° 28' 25"	12° 26' 85,8665
Val Fogolana	45° 15' 26"	12° 09' 47,4416
Valgrande	45° 18' 43"	12° 16' 31,0318
Valle Avertò	45° 20' 52"	12° 10' 52,3647
Valle Morosina	45° 17' 18"	12° 08' 96,7857

Punto di riferimento fondamentale per le osservazioni mareografiche nella laguna è sempre

stato, ed è ancora oggi, la stazione di Punta della Salute in Canal della Giudecca istituita nel 1923 dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque (Figura 3; in Figura 4, invece, la foto della cabina interna col rullo cartaceo usato per la registrazione dell'altezza di marea).

All'epoca della sua istituzione la misura dei livelli di marea venne riferita al livello medio del mare del 1897 in analogia a quanto era stato stabilito per le altre stazioni della laguna: da allora tale riferimento, oggi denominato Zero Mareografico di Punta della Salute (ZMPS), sebbene abbia perso di significato per le rilevazioni geodetiche e topografiche e non sia più quindi confrontabile con altre località, è rimasto immutato nel tempo consentendo in questo modo di svincolare le misure del livello marino dai movimenti relativi del suolo veneziano rispetto alla posizione media della superficie marina che, dal 1897 ad oggi, si è elevata per l'effetto combinato dei fenomeni di eustatismo e subsidenza (APAT, 2006b).

Le grandezze rilevate per mezzo della rete meteo-mareografica sono il **livello di marea** e le connesse forzanti meteorologiche per l'aiuto nella previsione della marea, e in particolare gli elementi analizzati in questa tesi sono: la **pressione atmosferica**, la direzione e l'intensità del **vento**, le **precipitazioni**, la **temperatura** e l'**umidità**.

La scelta di quali stazioni considerare per le elaborazioni è stata condizionata dalla disponibilità e dalla validità dei dati relativi ai parametri meteo-marini sopra citati, come verrà descritto meglio in dettaglio nel Capitolo 3.



Figura 3: Stazione mareografica fondamentale di Punta della Salute, Venezia.



Figura 4: Cabina interna di una stazione mareografica con rullo cartaceo.

3. ELABORAZIONI ED ANALISI

In questa parte del progetto viene illustrato l'andamento delle varie grandezze meteorologiche rilevate nel corso degli anni 2002, 2003, 2004, 2005 in base alle diverse elaborazioni ed analisi fatte sui dati a disposizione per ogni stazione della Rete Telemareografica della Laguna di Venezia (RTLTV) .

Tutte le elaborazioni prodotte sono state svolte utilizzando i fogli elettronici di Excel ed i database di Access.

3.1. Meteorologia

Nel seguente prospetto si elencano le tabelle predisposte per gli Annali Meteo - Mareografici 2002-2005 nella sezione *Meteorologia*.

<i>N° tabella da Annali</i>	<i>Descrizione tabella</i>	<i>Paragrafo di riferimento nella Tesi</i>
Tabella 9	Percentuale di dati disponibili per grandezza meteorologica e stazione (per anno)	par. 3.1.1-5
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per stazione	par. 3.1.1
Tabella 11	Misurazioni orarie effettive delle temperature per stazione (per anno)	par. 3.1.2
Tabella 12	Temperature massime assolute giornaliere, valore medio mensile e relativa deviazione standard per stazione (per anno)	par. 3.1.2
Tabella 13	Temperature minime assolute giornaliere, valore medio mensile e relativa deviazione standard per stazione (per anno)	par. 3.1.2
Tabella 14	Misurazioni orarie effettive dell'umidità relativa per stazione (per anno)	par. 3.1.3
Tabella 15	Caratteristiche relative all'umidità per stazione (per anno)	par. 3.1.3
Tabella 16	Misurazioni orarie effettive della pressione atmosferica per stazione (per anno)	par. 3.1.4
Tabella 17	Caratteristiche relative alla pressione atmosferica per stazione (per anno)	par. 3.1.4
Tabella 18	Settori di Provenienza del Vento	par. 3.1.5
Tabella 19	Frequenza assoluta del vento per classi di intensità e per direzione per stazione (per anno)	par. 3.1.5
Tabella 20	Frequenza percentuale del vento per classi di intensità e per direzione per stazione (per anno)	par. 3.1.5
Tabella 21	Massima intensità giornaliera del vento e settore di provenienza per stazione (per anno)	par. 3.1.5

In questa parte del lavoro si analizzano nel dettaglio le seguenti grandezze metereologiche: precipitazione, termometria, umidità relativa, pressione atmosferica e vento.

3.1.1.Precipitazione

Per la precipitazione, espressa in mm, si sono considerate le precipitazioni mensili ed annue ed il corrispondente numero di giorni piovosi per le stazioni di Grassabò, Lido Meteo, Padova Meteo, Petta de Bò e Torson di Sotto (Allegato B).

La disponibilità annuale dei dati di precipitazione viene riportata nella seguente Tabella 1.

Stazione	Sigla	2002	2003	2004	2005
GRASSABO'	GB	-	-	-	14.12
LIDO METEO	LM	16.11	81.54	66.70	96.86
PADOVA METEO	PD	16.19	70.40	91.60	96.39
PETTA DE BO'	PB	-	-	-	42.28
TORSON DI SOTTO	TO	-	-	-	53.50

Tab. 1 Percentuale dei dati disponibili di Precipitazione per stazione ed anno

La consistenza dei dati, escludendo le stazioni di Lido Meteo (anno 2005) e Padova Meteo (anni 2004 – 2005), è molto scarsa. Ciò riduce la possibilità di operare un'analisi completa del fenomeno della precipitazione nelle diverse annate, anche attraverso il confronto di stazioni diverse.

Di seguito si analizzano le caratteristiche principali della precipitazione separatamente per anno.

2002

I dati disponibili per l'anno 2002 si basano su osservazioni ogni 10 minuti.

Per le stazioni di Lido Meteo e Padova Meteo sono disponibili solamente i dati relativi ai mesi di Novembre e Dicembre (Fig. 1). Pertanto non è possibile fare alcuna osservazione su tale anno.

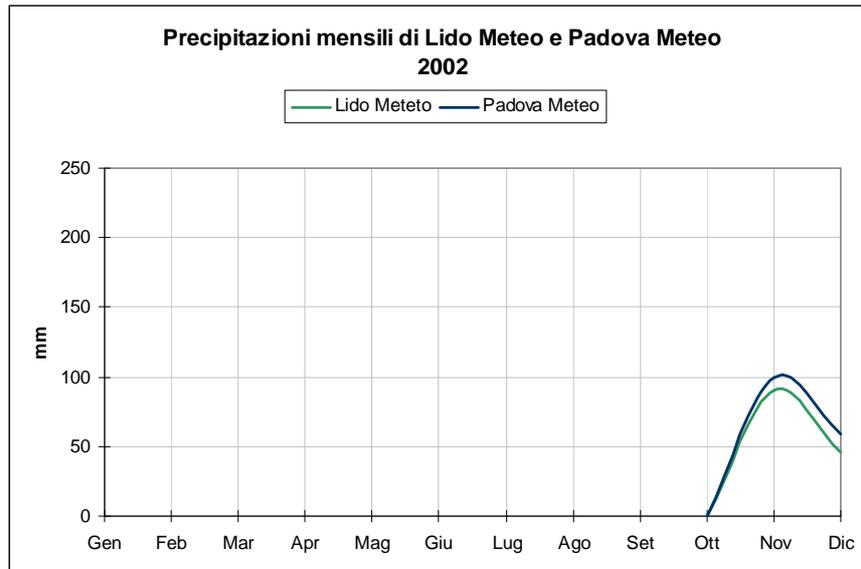


Fig. 1 Precipitazioni mensili totali delle stazioni di Lido Meteo e Padova Meteo

2003

I dati disponibili per l'anno 2003 si basano su osservazioni ogni 10 minuti e partono dal 29 Gennaio alle ore 15.00.

Come si osserva in Fig. 2, la stazione di Padova Meteo risulta essere tendenzialmente più piovosa di quella di Lido Meteo, ubicata sulla costa.

I mesi più piovosi risultano essere Aprile e Novembre. A Padova Meteo si sono registrati 9 giorni di pioggia ad Aprile ed 8 a Novembre, mentre a Lido Meteo se ne sono verificati 8 per entrambi i mesi. Si evidenzia uno scarto elevato nel mese di Aprile tra Padova Meteo con 142 mm di pioggia e Lido Meteo con 91 mm di pioggia. I mesi più secchi sono generalmente quelli estivi.

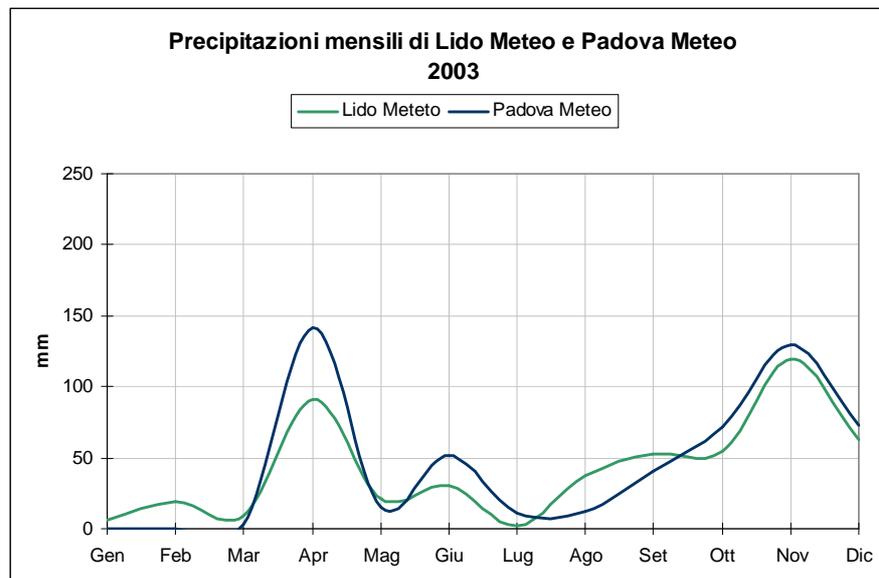


Fig. 2 Precipitazioni mensili totali delle stazioni di Lido Meteo e Padova Meteo

2004

I dati disponibili per l'anno 2004 si basano su osservazioni ogni 10 minuti. Per la stazione di Lido Meteo la disponibilità dei dati si ferma al 30 Settembre.

Per quest'anno si nota un'inversione di tendenza rispetto al 2003 (Fig. 3), infatti, la piovosità di Lido Meteo è maggiore rispetto a quella di Padova Meteo.

L'andamento delle due stazioni è molto simile tra Gennaio ed Aprile, mentre si ha una notevole differenza a Giugno. Il mese di giugno è caratterizzato da una piovosità differenziata: in totale a Lido meteo sono caduti 152 mm di pioggia, mentre a Padova meteo si ferma a 82 mm.

I mesi più piovosi sono stati Febbraio e Marzo per entrambe le stazioni considerate. Il massimo assoluto risulta di 188 mm a Padova Meteo e 182 mm a Lido Meteo, entrambi relativi al mese di Febbraio.

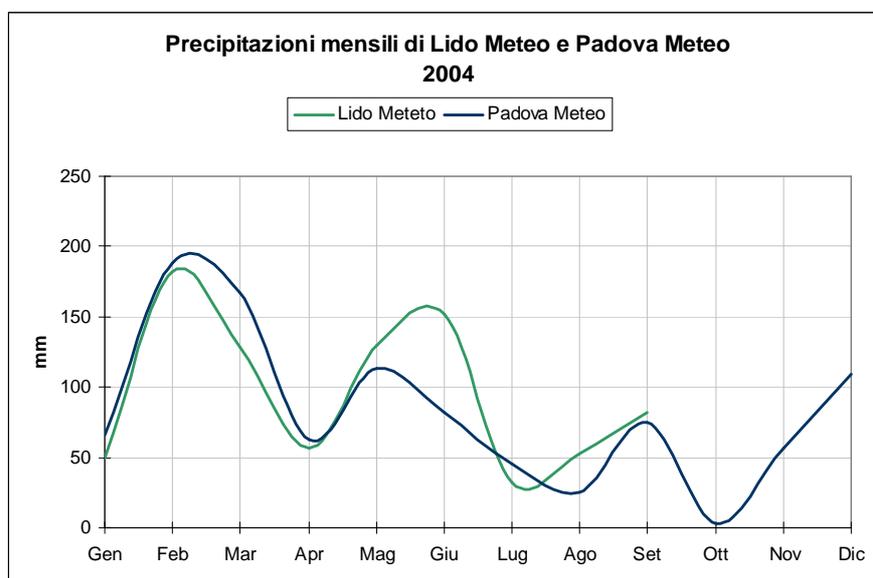


Fig. 3 Precipitazioni mensili totali delle stazioni di Lido Meteo e Padova Meteo

2005

I dati disponibili per l'anno 2005 si basano su osservazioni ogni 10 minuti.

Per la stazione di Grassabò i dati considerati sono quelli relativi ai mesi di Settembre, Novembre e Dicembre, mentre per le stazioni di Petta de Bò e Torson di Sotto i dati partono dal mese di Giugno.

Come si osserva dalla Fig. 4, Ottobre risulta in generale essere il mese più piovoso: 224 mm registrati a Torson di Sotto, 206 mm a Petta de Bò, 188 mm a Padova meteo e 165 mm a Lido meteo.

Nel mese di Agosto si nota una notevole differenza tra la stazione di Padova meteo (195

mm) rispetto alle altre due stazioni ubicate in laguna: Torson di Sotto con 120 mm e Lido Meteo con 113 mm.

Il massimo numero di giorni piovosi si è registrato a Lido Meteo ad Aprile con 20 giorni di pioggia.

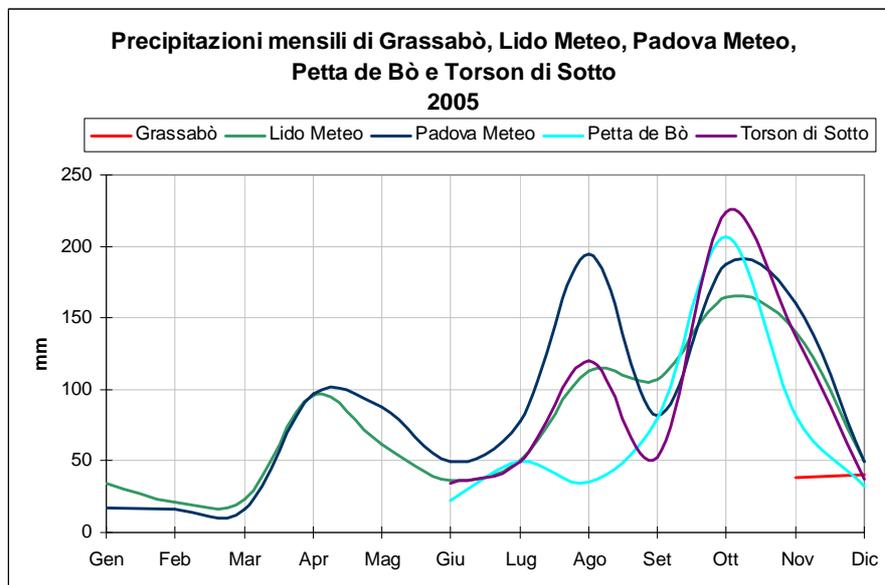


Fig. 4 Precipitazioni mensili totali delle stazioni di Grassabò, Lido Meteo, Padova Meteo, Petta de Bò e Torson di Sotto

3.1.2. Termometria

Per quanto riguarda la termometria, espressa in gradi centigradi, si sono considerate le misurazioni effettive della temperatura per le stazioni di Lido Meteo e Padova Meteo (Allegato A).

Sono state studiate le temperature massime e minime giornaliere, il valore medio mensile e la relativa deviazione standard.

L'andamento delle temperature delle due stazioni è risultato molto simile per tutti gli anni. Le temperature più elevate si sono registrate nei mesi estivi, periodo in cui si evidenzia una maggiore escursione termica.

A Padova Meteo le temperature tendono ad essere lievemente superiori rispetto a quelle di Lido Meteo. La temperatura massima assoluta tra i quattro anni considerati si è registrata a Padova Meteo l'8 Agosto 2003 con 40,8 °C. La temperatura minima assoluta si è registrata a Padova Meteo il giorno 3 Gennaio 2002 con -6,1 °C.

Il dettaglio della disponibilità annuale dei dati di temperatura viene riportata nella seguente

Tabella 2.

Stazione	Sigla	2002	2003	2004	2005
LIDO METEO	LM	82.26	81.88	92.06	89.48
PADOVA METEO	PD	80.30	70.68	91.84	88.91

Tab. 2 Percentuale dati disponibili di Temperatura per stazione ed anno

Di seguito si analizzano le caratteristiche principali della temperatura separatamente per anno.

2002

I dati disponibili per l'anno 2002 si basano su osservazioni ogni 10 minuti e si fermano al 30 Ottobre.

La minima assoluta dell'anno è stata registrata il 3 Gennaio a Padova Meteo con $-6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e il giorno 4 Gennaio a Lido Meteo con $-2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. La massima assoluta dell'anno, invece, è stata registrata il giorno 23 Giugno a Padova Meteo con $36,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e il giorno 22 Giugno a Lido Meteo con $36,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Il mese con temperatura media più alta risulta Luglio e quello a media più bassa, Gennaio, come si vede dalle fig. 5 e 6.

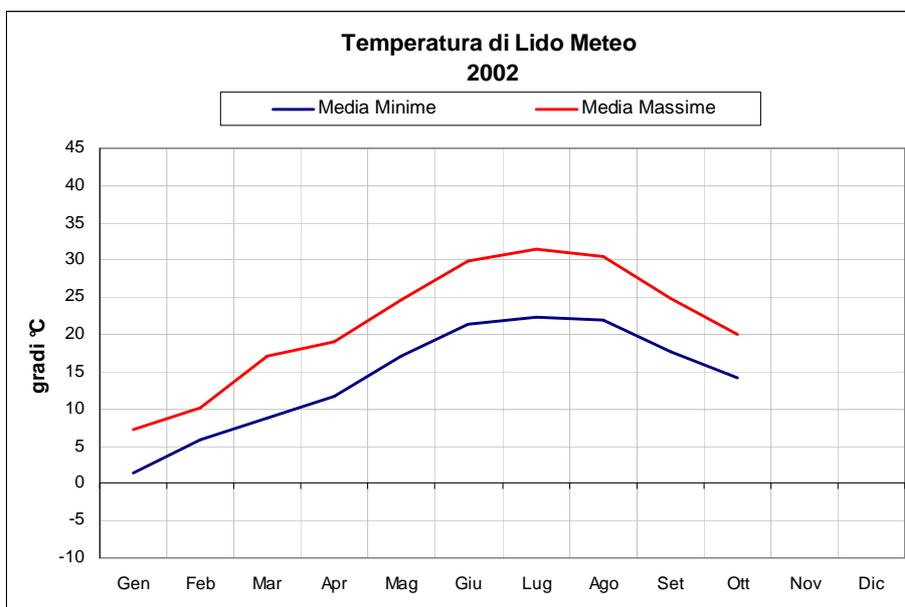


Fig. 5 Temperatura media minima e massima per la stazione di Lido Meteo

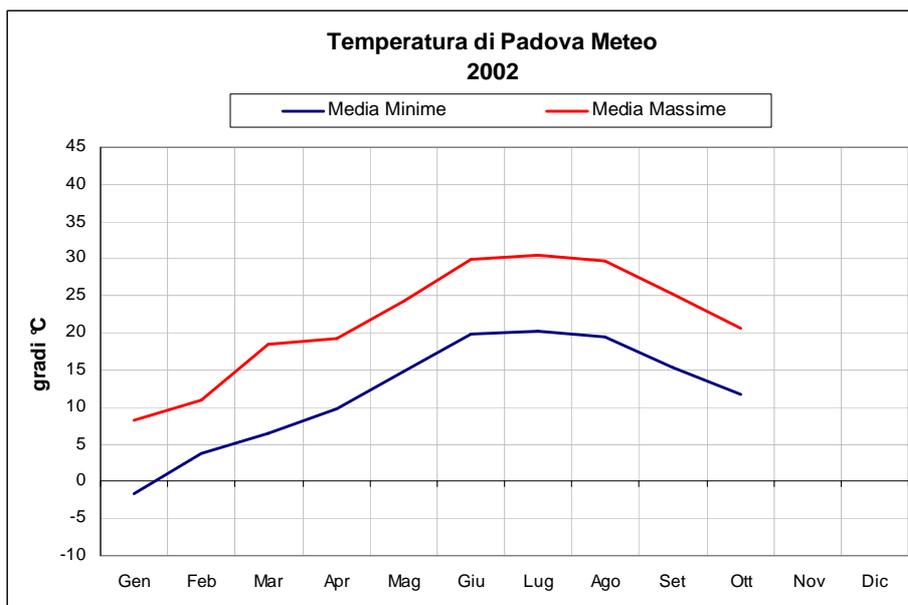


Fig. 6 Temperatura media minima e massima per la stazione di Padova Meteo

2003

I dati disponibili per l'anno 2003 si basano su osservazioni ogni 10 minuti e partono dal 29 Gennaio alle ore 15.00.

La minima assoluta dell'anno è stata registrata il 24 Febbraio a Lido Meteo con $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ e il giorno 25 Dicembre a Padova Meteo con $-5,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. La massima assoluta dell'anno, invece, è stata registrata il 3 Agosto a Lido Meteo con $36,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ e il giorno 5 Agosto a Padova Meteo con $40,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Il mese con temperatura media più alta risulta Agosto e quello a media più bassa, per Lido Meteo, Febbraio, per Padova Meteo, Gennaio, come si vede dalle fig. 7 e 8.

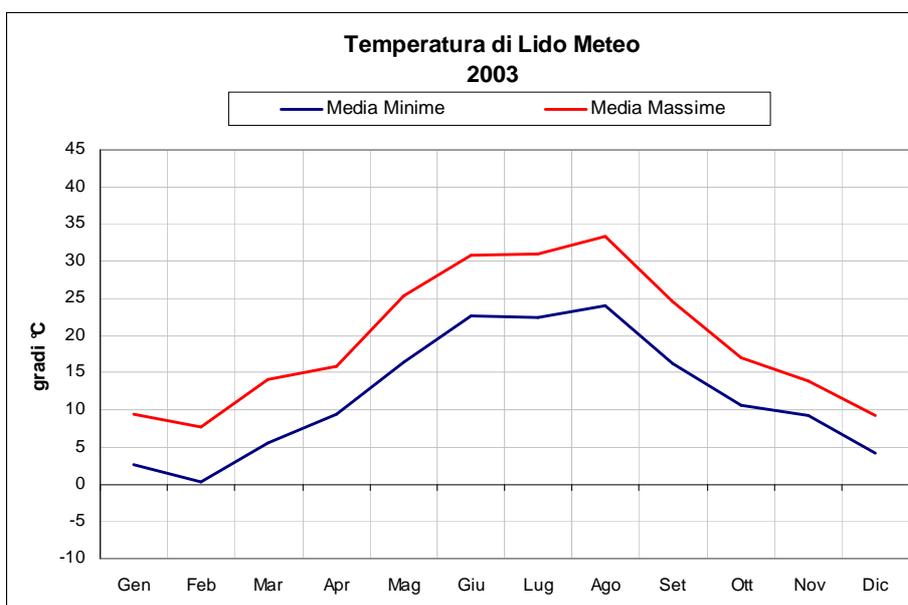


Fig. 7 Temperatura media minima e massima per la stazione di Lido Meteo

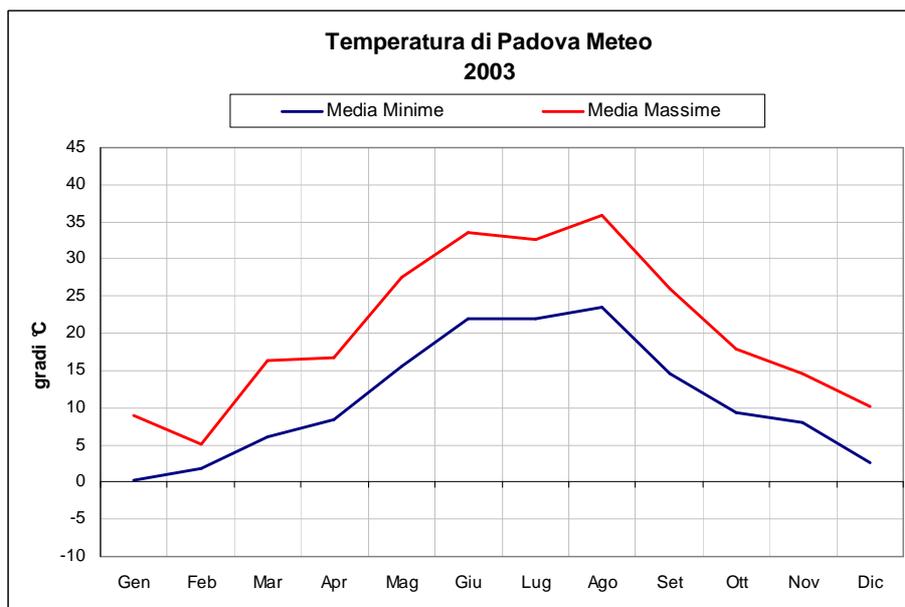


Fig. 8 Temperatura media minima e massima per la stazione di Padova Meteo

2004

I dati disponibili per l'anno 2004 si basano su osservazioni ogni 10 minuti.

La minima assoluta dell'anno è stata registrata il 24 Gennaio a Lido Meteo con $-2,3\text{ °C}$ e il giorno 24 Dicembre a Padova Meteo con $-3,0\text{ °C}$. La massima assoluta dell'anno, invece, è stata registrata il 23 Luglio: $35,1\text{ °C}$ a Lido Meteo; $38,2\text{ °C}$ a Padova Meteo. I mesi con le temperature media più alta risultano Agosto per Lido meteo; Luglio e Agosto per Padova meteo, mentre il mese con temperatura media più bassa risulta Gennaio per entrambe le stazioni (Fig. 9 - 10).

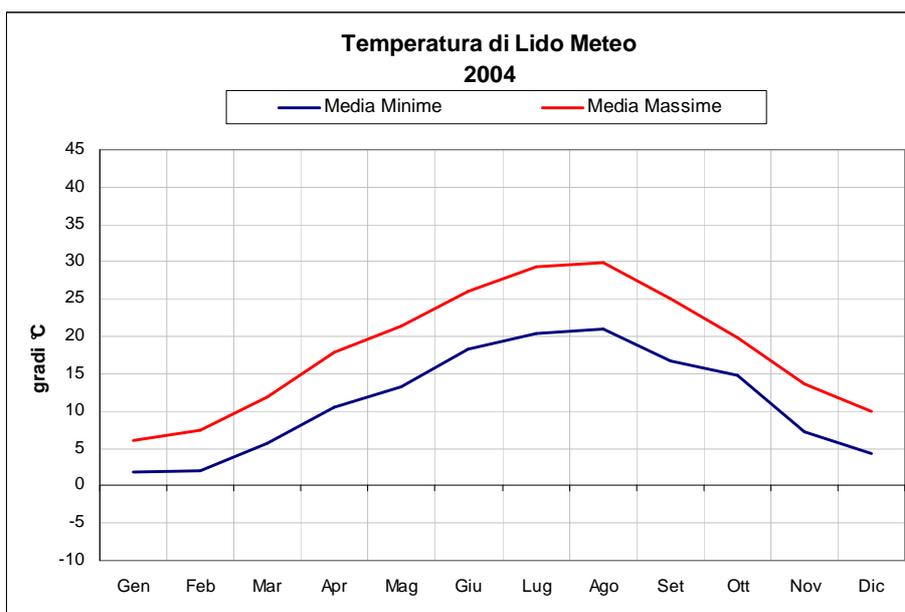


Fig. 9 Temperatura media minima e massima per la stazione di Lido Meteo

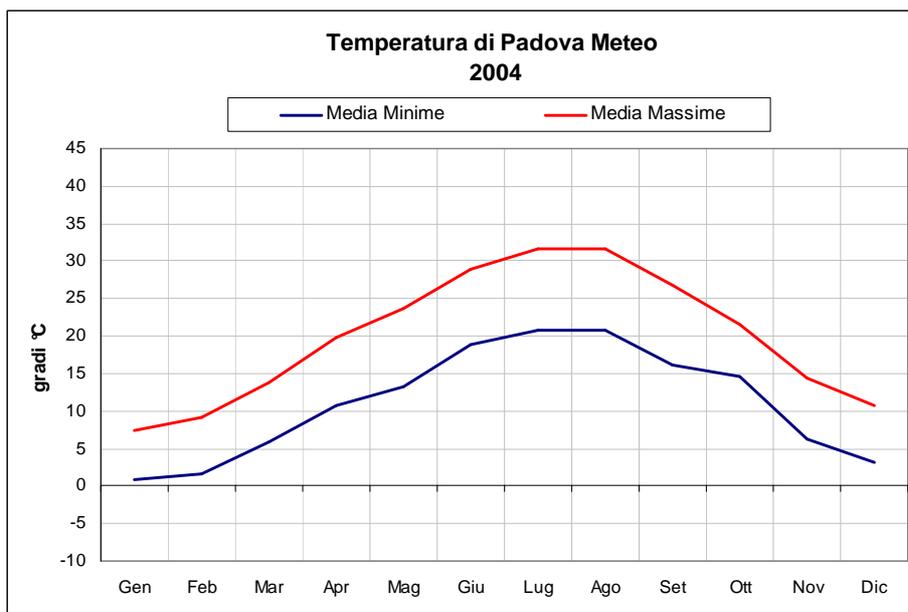


Fig. 10 Temperatura media minima e massima per la stazione di Padova Meteo

2005

I dati disponibili per l'anno 2005 si basano su osservazioni ogni 10 minuti.

La minima assoluta dell'anno è stata registrata l'1 Marzo a Lido Meteo con $-4,0$ °C e il giorno 2 Marzo a Padova Meteo con $-6,0$ °C. La massima assoluta dell'anno, invece, è stata registrata il 23 Luglio a Lido Meteo con $35,1$ °C e nello stesso giorno a Padova Meteo con $38,2$ °C. Il mese con temperatura media più alta risulta Luglio per entrambe le stazioni mentre quello con temperatura media più bassa risulta Febbraio per Lido Meteo e Gennaio per Padova Meteo, come si vede dalle fig. 11 e 12.

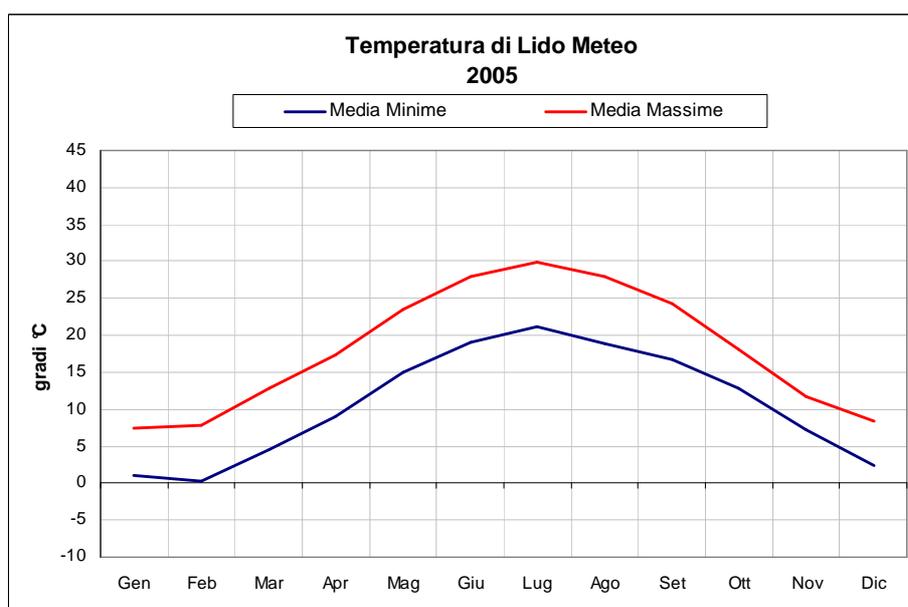


Fig. 11 Temperatura media minima e massima per la stazione di Lido Meteo

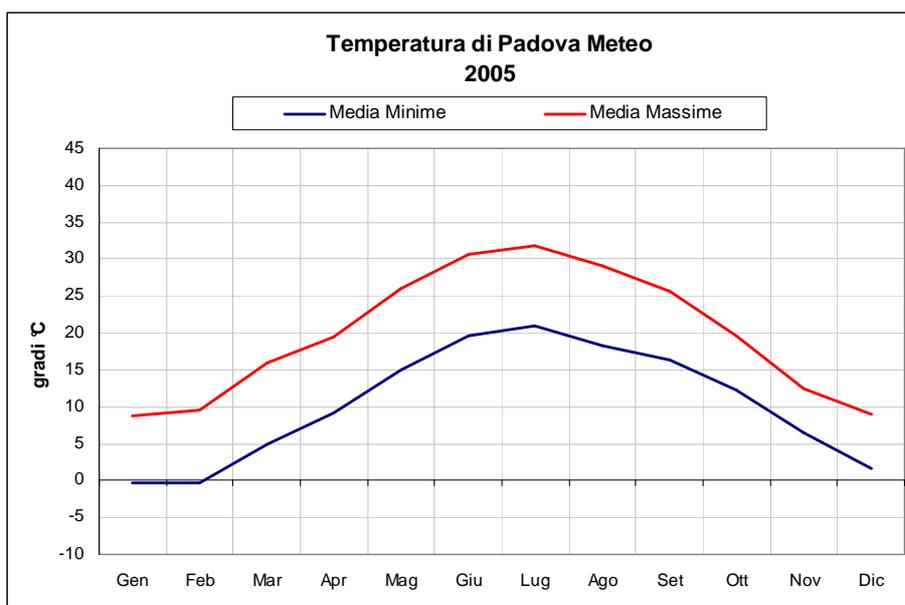


Fig. 12 Temperatura media minima e massima per la stazione di Padova Meteo

3.1.3.Umidità relativa

Per l'umidità, espressa in percentuale, si sono analizzate le misurazioni orarie effettive per le stazioni di Padova Meteo e Lido Meteo, le medie decadali, le medie mensili ed annue e le relative deviazioni standard (Allegato A) .

La stazione di Lido Meteo presenta tendenzialmente valori di umidità più elevati rispetto a Padova Meteo. Ciò è probabilmente imputabile alla sua vicinanza al mare.

Nei mesi autunnali - invernali le due stazioni hanno un comportamento simile, mentre in primavera - estate tendono a differenziarsi maggiormente.

La disponibilità annuale dei dati dell'umidità relativa viene riportata nella seguente Tab. 3.

Stazione	Sigla	2002	2003	2004	2005
LIDO METEO	LM	82.26	81.88	92.06	89.48
PADOVA METEO	PD	79.69	70.68	91.46	88.08

Tab. 3 Percentuale dati disponibili di Umidità relativa per stazione ed anno

Di seguito si analizzano le caratteristiche principali dell'umidità separatamente per anno.

2002

I dati disponibili per l'anno 2002 si basano su osservazioni ogni 10 minuti e si fermano al 30 Ottobre.

I mesi a maggiore concentrazione di umidità risultano quelli invernali, in particolare, il mese più umido risulta essere Febbraio con 90% a Lido Meteo e 87% a Padova Meteo, al contrario il mese più asciutto dell'anno è Marzo con 77% a Lido Meteo e 67% a Padova Meteo (Fig. 13).

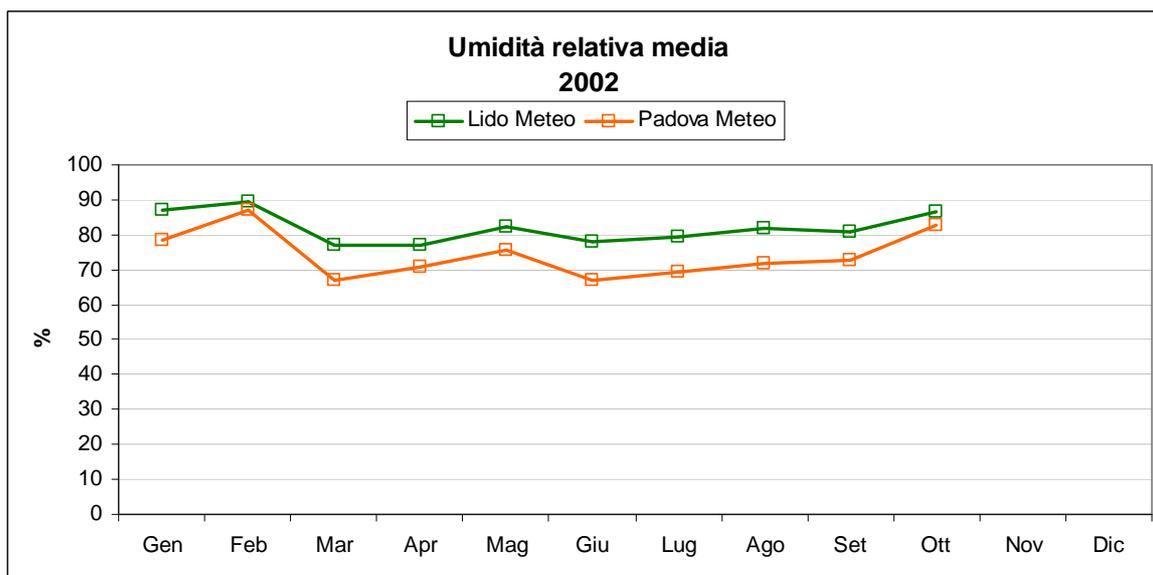


Fig. 13 Umidità relativa media mensile

2003

I dati disponibili per l'anno 2003 si basano su osservazioni ogni 10 minuti e per entrambe le stazioni partono dal 29 Gennaio alle ore 15.00.

Anche per quest'anno i mesi a maggiore concentrazione di umidità risultano quelli invernali, in particolare, il mese più umido è stato Novembre per Lido Meteo, con 87 % e Gennaio, per Padova Meteo, con 84%.

Al contrario, il mese più asciutto dell'anno è risultato Luglio, per Lido Meteo, con 69%, e Febbraio per Padova Meteo, con 53% (Fig. 14).

Il grafico in Fig. 14 evidenzia un andamento anomalo dell'umidità nel mese di Febbraio: in realtà, ciò è dovuto al fatto che in questo mese i dati disponibili sono stati solo quelli del giorno 1 di Febbraio.

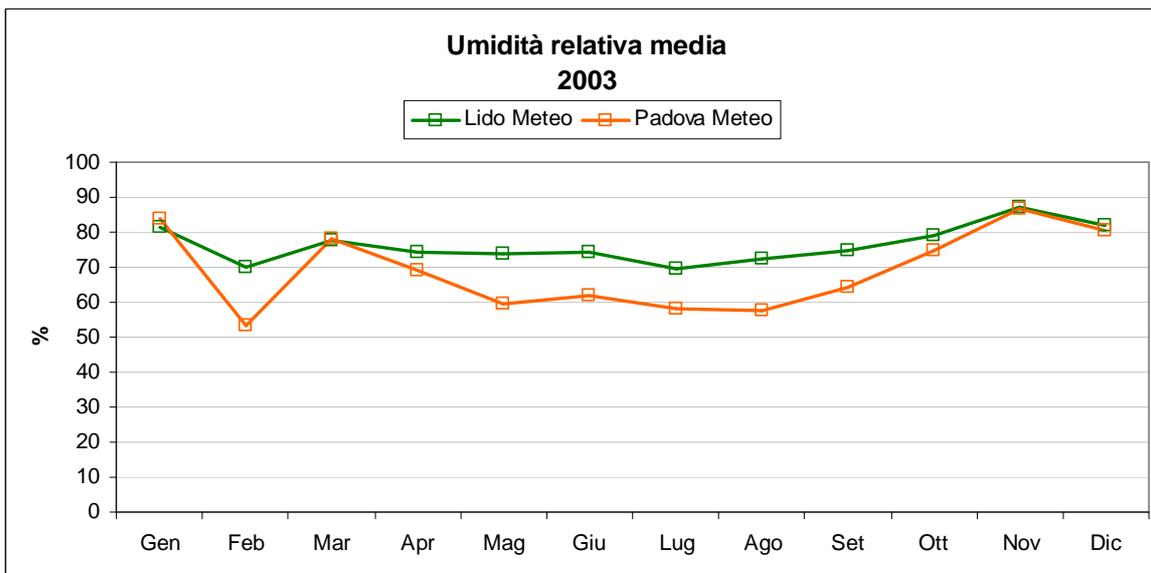


Fig. 14 Umidità relativa media mensile

2004

I dati disponibili per l'anno 2004 si basano su osservazioni ogni 10 minuti.

Anche per quest'anno la tendenza generale dell'andamento dell'umidità è confermata.

I mesi a maggiore concentrazione di umidità risultano quelli invernali, in particolare, il mese più umido è Febbraio con 91% a Lido Meteo e 90% a Padova Meteo, mentre il mese più asciutto dell'anno è Luglio con 73% a Lido Meteo e 63% a Padova Meteo (Fig. 15).

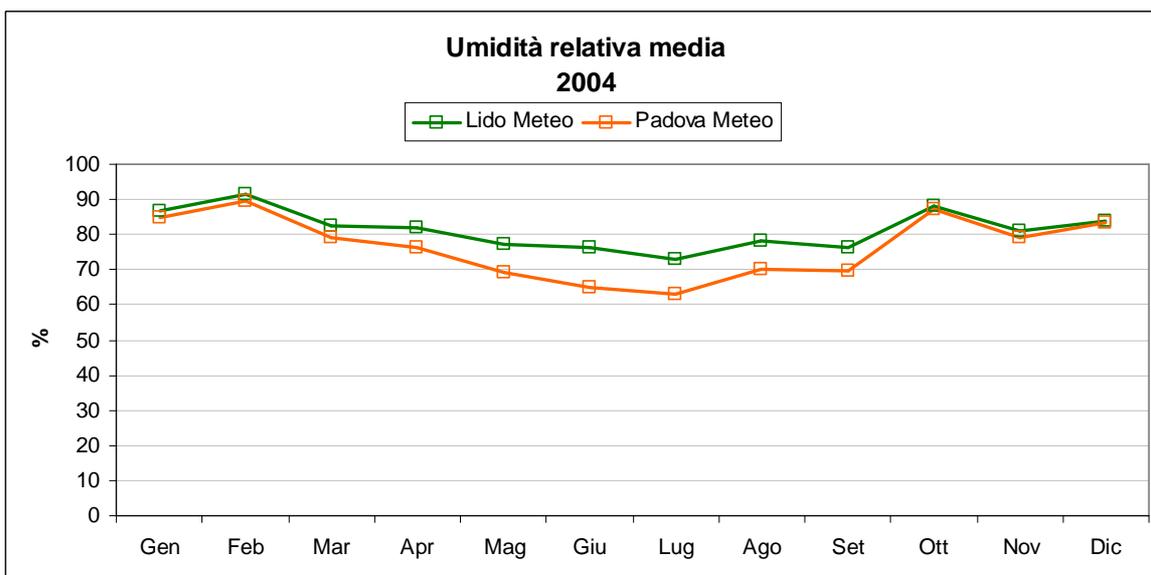


Fig. 15 Umidità relativa media mensile

2005

I dati disponibili per l'anno 2005 si basano su osservazioni ogni 10 minuti.

Il mese più umido dell'anno è stato Ottobre per Lido Meteo, con 86 % e Novembre, per Padova Meteo, con 88%.

Il mese più asciutto dell'anno risulta essere Dicembre, per Lido Meteo, con 70%, e Giugno, per Padova Meteo, con 61% (Fig. 16).

Il 2005, presenta un'inversione di tendenza non registrata negli anni precedenti.

Dal mese di Ottobre fino alla fine dell'anno si ha un'anomala diminuzione di umidità per la stazione di Lido Meteo, non imputabile alla mancanza di dati.

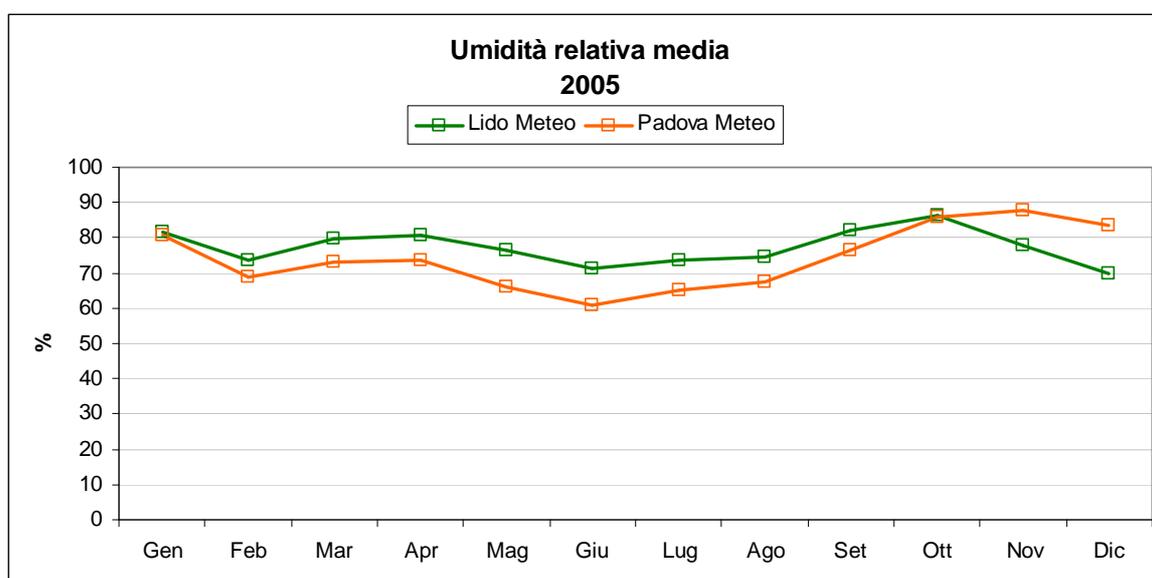


Fig. 16 Umidità relativa media mensile

3.1.4. Pressione Atmosferica

Per la pressione atmosferica, espressa in hPa, si sono considerate le misurazioni orarie effettive per le stazioni di Grado, Lido Meteo e Padova Meteo (Allegato A).

Si sono riportate, inoltre, le medie decadali, mensili, annue ed il valore massimo e minimo mensile ed annuo con la relativa escursione.

Generalmente l'andamento delle pressioni massime risulta stagionale: le massime dell'anno sono concentrate nei mesi invernali. Meno netta è invece la stagionalità delle minime assolute che presenta un andamento piuttosto irregolare.

Non si evidenzia una grande variazione spaziale tra le diverse stazioni, eccetto a Gennaio

2003, in cui Lido Meteo registra valori nettamente inferiori rispetto a Grado e rispetto al resto dell'anno; tale comportamento è imputabile alla scarsità di dati della stazione di Lido meteo.

L'omogeneità tra i dati delle diverse stazioni che si trovano a differenti distanze tra loro, porta a considerare il fatto che per rilevare la componente pressione atmosferica potrebbe essere sufficiente una sola stazione.

La disponibilità annuale dei dati della pressione atmosferica viene riportata nella seguente Tabella 4.

Stazione	Sigla	2002	2003	2004	2005
GRADO	GR	94.12	79.35	87.80	95.90
LIDO METEO	LM	82.26	81.17	66.94	89.48
PADOVA METEO	PD	80.30	70.68	91.83	88.91

Tab. 4 Percentuale dati disponibili di Pressione atmosferica per stazione ed anno

Di seguito si analizzano le caratteristiche principali della pressione atmosferica separatamente per anno.

2002

I dati disponibili per l'anno 2002 per le stazione di Lido Meteo e Padova Meteo si basano su osservazioni ogni 10 minuti e si fermano al 30 Ottobre.

Per la stazione di Grado, invece, si hanno rilevazioni ogni 15 minuti. Nel corso dell'anno la media mensile più bassa è stata di 1011 hPa rilevata a Grado e la media mensile più alta è stata di 1027 hPa per tutte le stazioni. Il massimo annuo che si è registrato è stato di 1037 hPa (Gennaio) ed il minimo di 995 hPa (Agosto) per tutte le stazioni, come si vede dalle fig. 17 e 18.

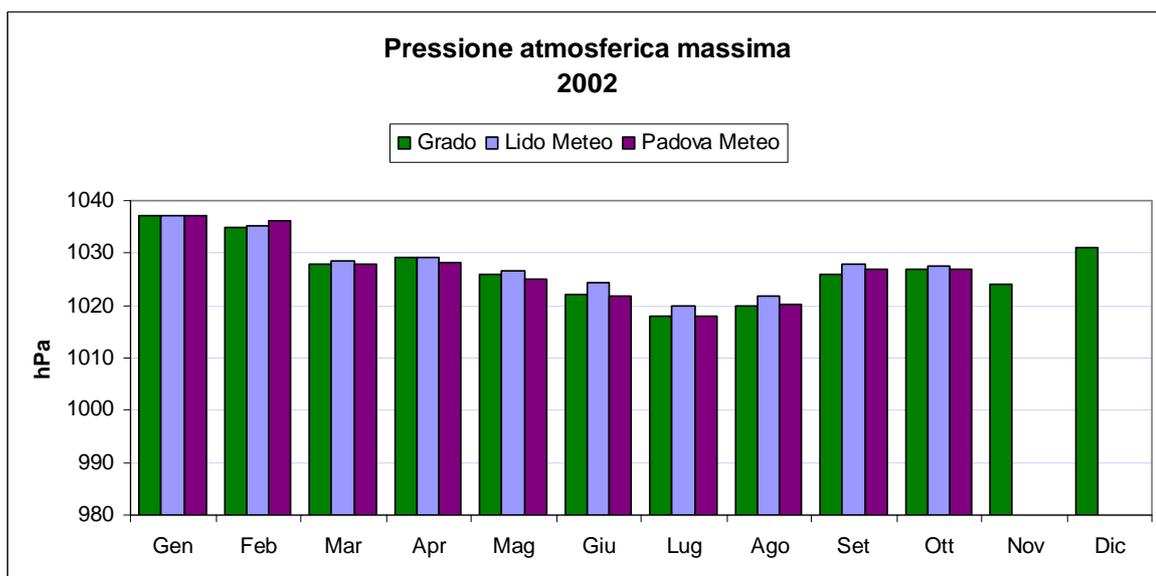


Fig. 17 Pressione atmosferica massima mensile

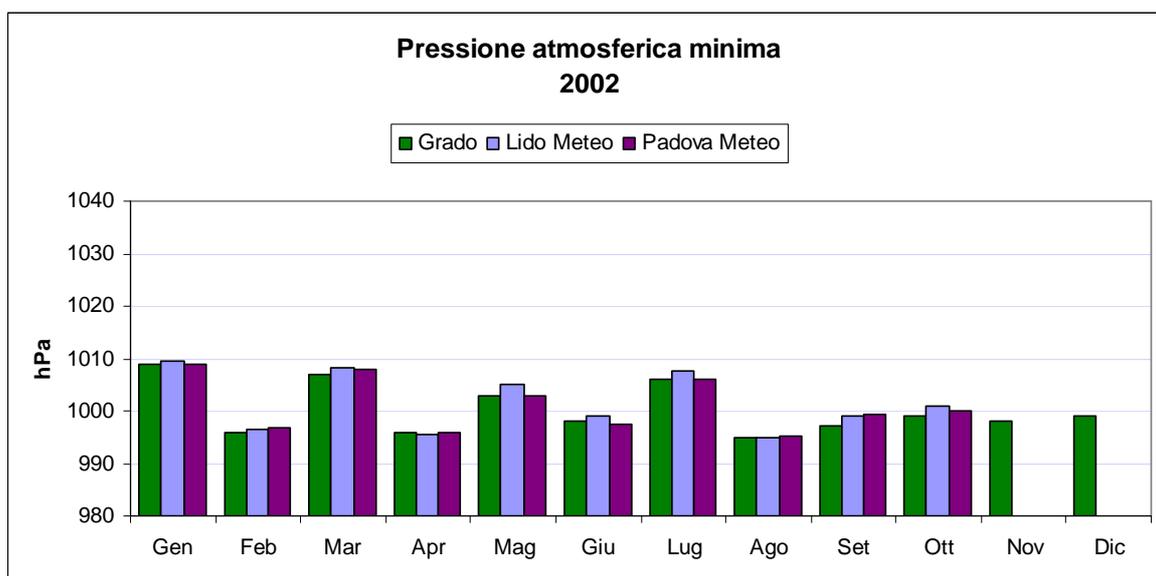


Fig. 18 Pressione atmosferica minima mensile

2003

I dati disponibili per l'anno 2003 per le stazioni di Lido Meteo e Padova Meteo si basano su osservazioni ogni 10 minuti, mentre per la stazione di Grado si hanno rilevazioni ogni 15 minuti. I dati di Lido Meteo e Padova Meteo partono dal 29 Gennaio alle ore 15.00. Nel corso dell'anno la media mensile più bassa è stata di 999 hPa rilevata a Lido Meteo e la media mensile più alta è stata di 1023 hPa sempre a Lido Meteo.

Il massimo annuo che si è registrato è stato di 1034 hPa (Gennaio, Febbraio, Marzo) a Grado e Lido Meteo, mentre il minimo annuo è stato di 985 hPa (Febbraio) sempre per le due stazioni, come si vede dalle fig. 19 e 20.

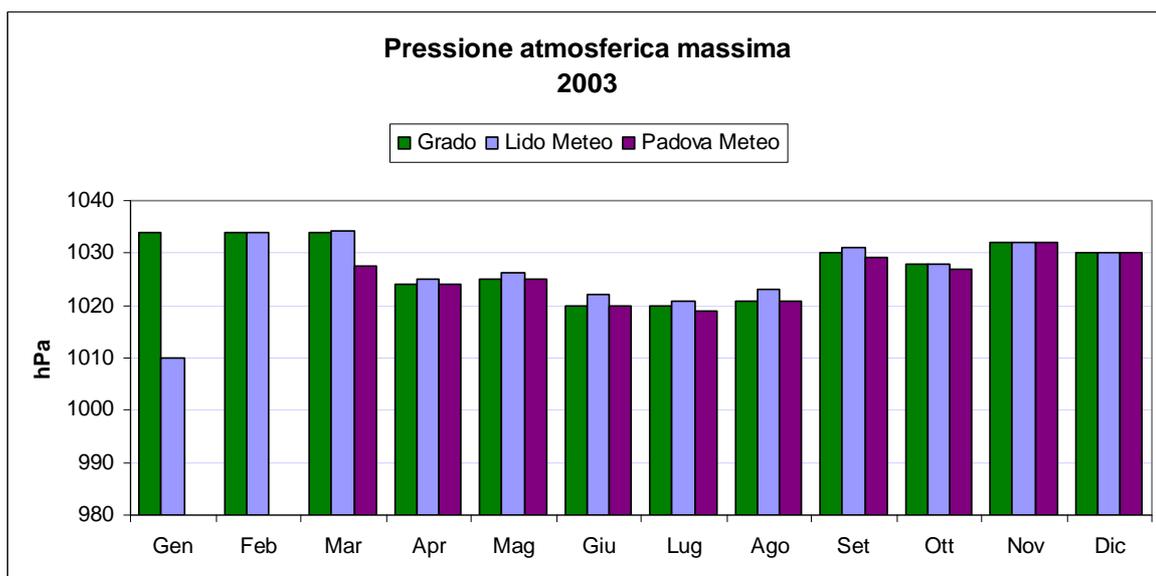


Fig. 19 Pressione atmosferica massima mensile

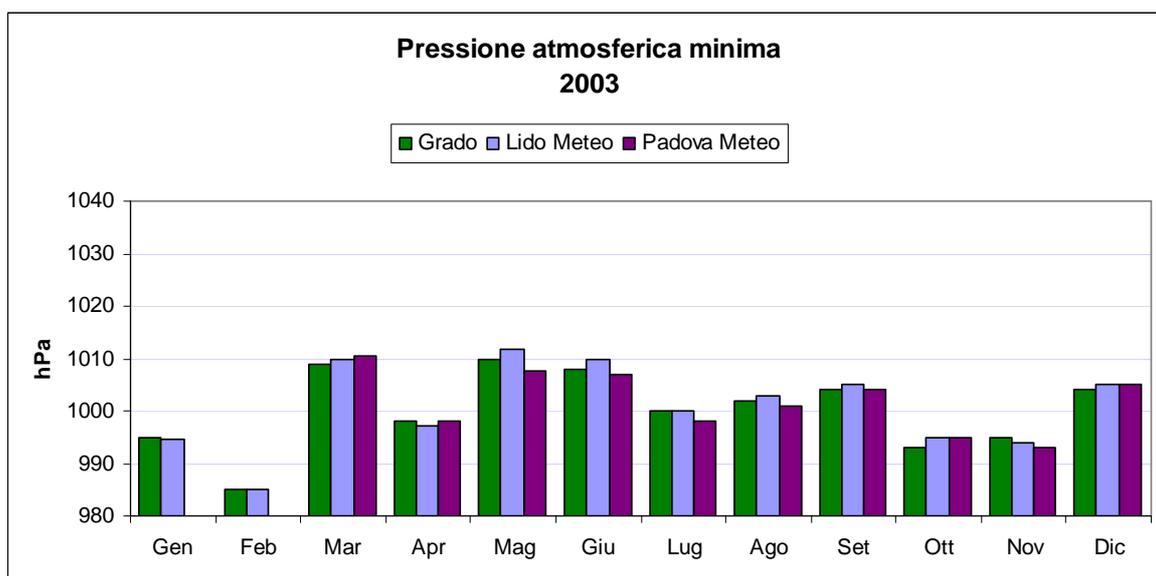


Fig. 20 Pressione atmosferica minima mensile

2004

I dati disponibili per l'anno 2004 per le stazioni di Lido Meteo e Padova Meteo si basano su osservazioni ogni 10 minuti. Per la stazione di Grado si hanno rilevazioni ogni 30 minuti. La percentuale di Lido Meteo è bassa perché i dati si fermano al 30 Settembre.

Nel corso dell'anno la media mensile più bassa è stata di 1012 hPa rilevata a Grado e Padova Meteo e la media mensile più alta è stata di 1021 hPa a Grado. Il massimo annuo che si è registrato è stato di 1037 hPa (Marzo) a Lido Meteo, mentre il minimo annuo è stato di 989 hPa (Maggio) per tutte le stazioni, come si vede dalle fig. 21 e 22.

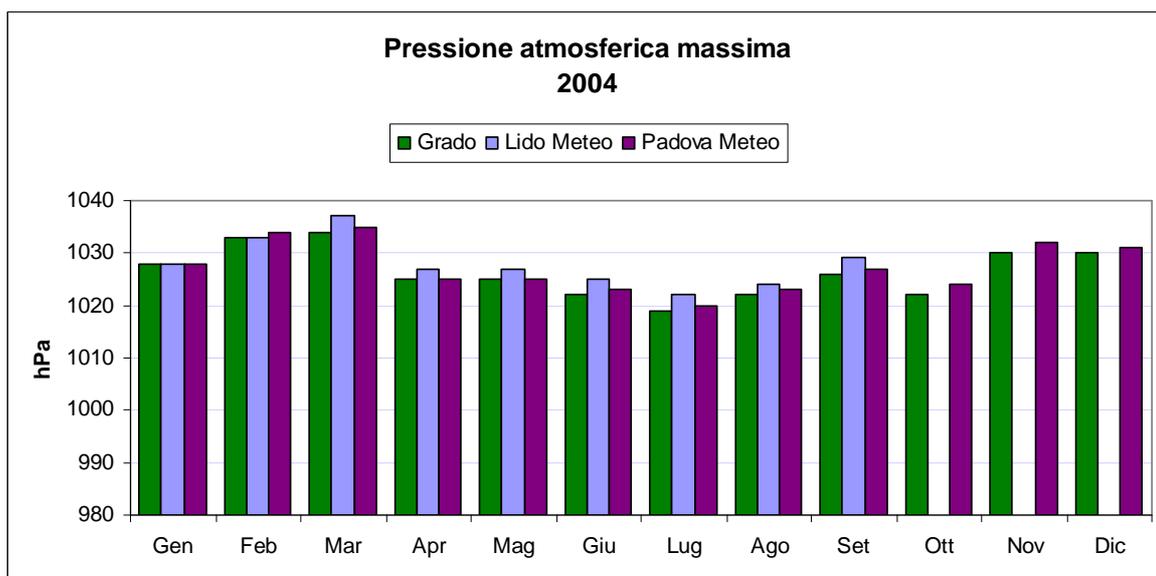


Fig. 21 Pressione atmosferica massima mensile

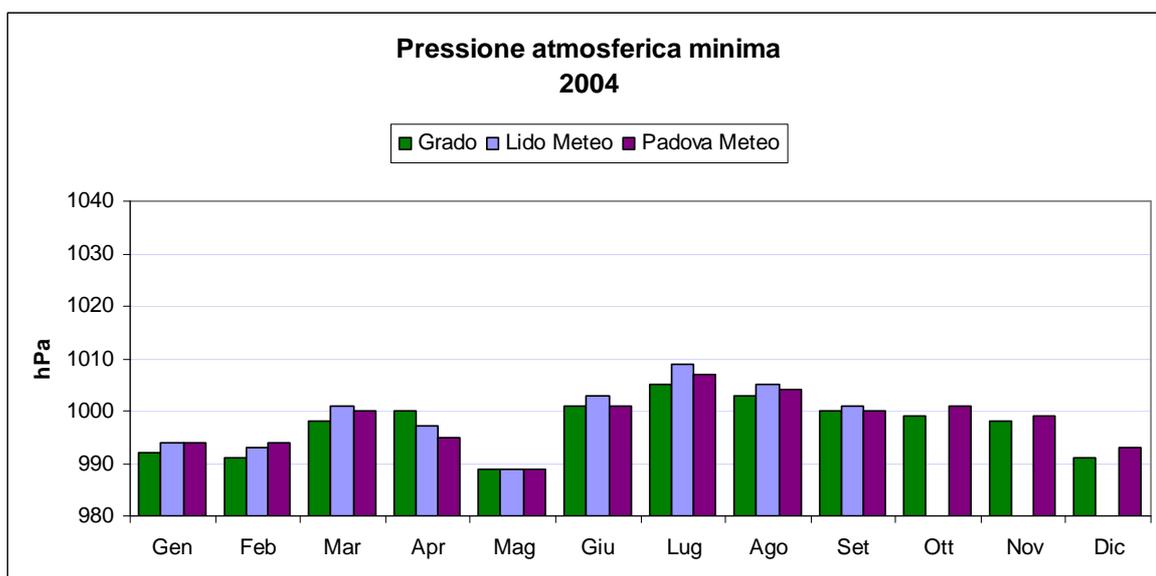


Fig. 22 Pressione atmosferica minima mensile

2005

I dati disponibili per l'anno 2005 per le stazioni di Lido Meteo e Padova Meteo si basano su osservazioni ogni 10 minuti. Per la stazione di Grado si hanno rilevazioni ogni 30 minuti. Nel corso dell'anno la media mensile più bassa è stata di 1010 hPa rilevata a Grado e la media mensile più alta è stata di 1023 hPa a Lido Meteo. Il massimo annuo che si è registrato è stato di 1037 hPa (Gennaio) a Padova Meteo, mentre il minimo annuo è stato di 989 hPa (Febbraio) a Grado, come si vede dalle fig. 23 e 24.

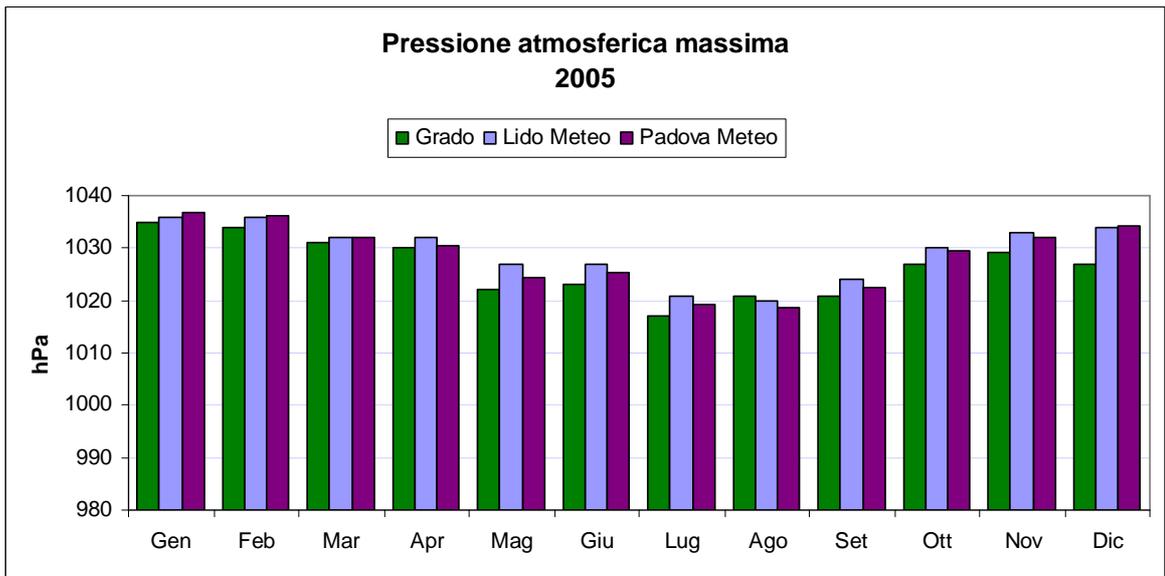


Fig. 23 Pressione atmosferica massima mensile

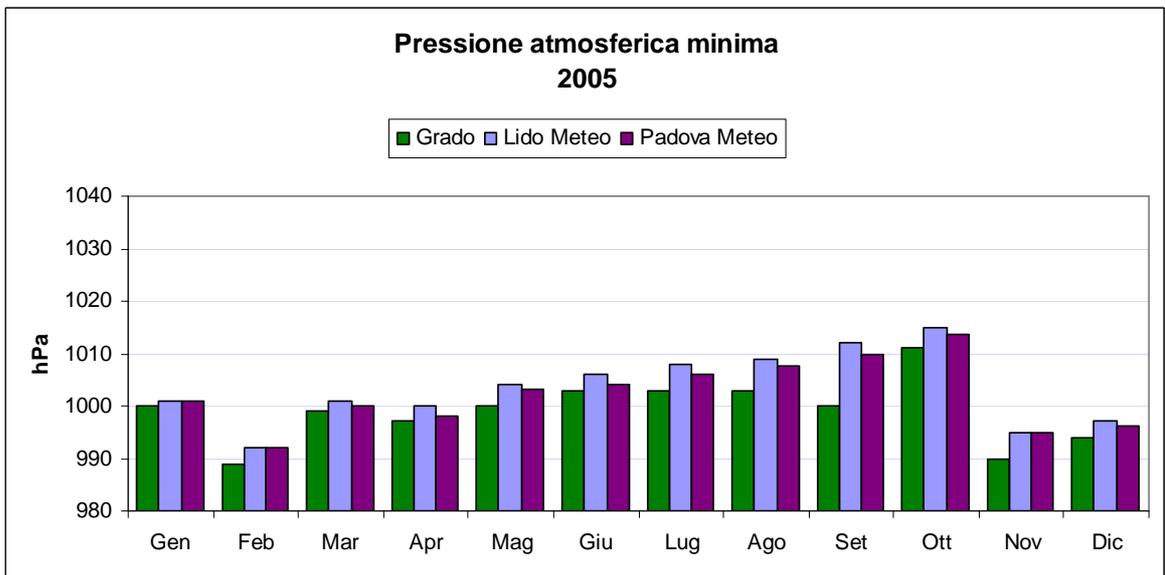


Fig. 24 Pressione atmosferica minima mensile

3.1.5.Vento

Il vento è una grandezza che si misura in termini di intensità (velocità) e direzione di provenienza.

Per la direzione del vento è stata utilizzata la classica divisione in settori della rosa dei venti secondo i valori riportati nella seguente tabella:

	Uguale a	Minore di	Uguale a	Minore di
N	348,75	360,00	0,00	11,25
NNE	11,25	33,75		
NE	33,75	56,25		
ENE	56,25	78,75		
E	78,75	101,25		
ESE	101,25	123,75		
SE	123,75	146,25		
SSE	146,25	168,75		
S	168,75	191,25		
SSO	191,25	213,75		
SO	213,75	236,25		
OSO	236,25	258,75		
O	258,75	281,25		
ONO	281,25	303,75		
NO	303,75	326,25		
NNO	326,25	348,75		

Tab. 5 Settori di Provenienza del vento in gradi

Per l'intensità del vento si è fatto riferimento alla Scala di Beaufort, unificando però le ultime 4 classi (da 9 a 12) in un'unica classe di vento con intensità maggiore uguale di 41 nodi.

Numero di Beaufort	Velocità Vento (nodi)	Velocità Vento (km/h)	Descrizione
0	0	0	Calmo
1	1 - 3	1 - 6	Bava di vento
2	4 - 6	7 - 11	Brezza leggera
3	7 - 10	12 - 19	Brezza tesa
34	11 - 16	20 - 29	Vento moderato
5	17 - 21	30 - 39	Vento teso
6	22 - 27	40 - 50	Vento fresco
7	28 - 33	51 - 62	Vento forte
8	34 - 40	63 - 75	Burrasca
9	>= 41	>= 76	Burrasca forte
10			Tempesta
11			Tempesta violenta
12			Uragano

Per il vento si sono considerate le stazioni di Diga Nord Malamocco, Diga Sud Chioggia, Grado, Grassabò, Lido Diga Sud, Lido Meteo e Petta de Bò. Si sono analizzate le frequenze assolute e percentuali del vento per classi di intensità e per direzione e si è evidenziata la massima intensità giornaliera del vento ed il corrispondente settore di provenienza (Allegato A).

Per omogeneizzare le serie di dati delle diverse stazioni, tutte le intensità sono state preliminarmente trasformate in nodi.

Nel confronto tra le varie stazioni per ogni anno, si evidenziano percentuali di frequenza relative alla direzione di provenienza del vento molto differenti: infatti la consistenza di dati disponibili per ogni anno è molto diversa. Tutte le stazioni presentano prevalenza dei venti provenienti dai settori di Bora, N – NNE – NE (Fig. 29, 30, 31, 32).

Riguardo alla velocità del vento si registra la frequenza più alta per venti a regime di brezza, appartenenti alla classe 2, cioè compresi tra i 4 e i 6 nodi (Fig. 25, 26, 27, 28).

Le stazioni di Grassabò e Lido Meteo risultano meno esposte, rispetto alle altre stazioni, ai venti che presentano intensità maggiori ai 10 nodi.

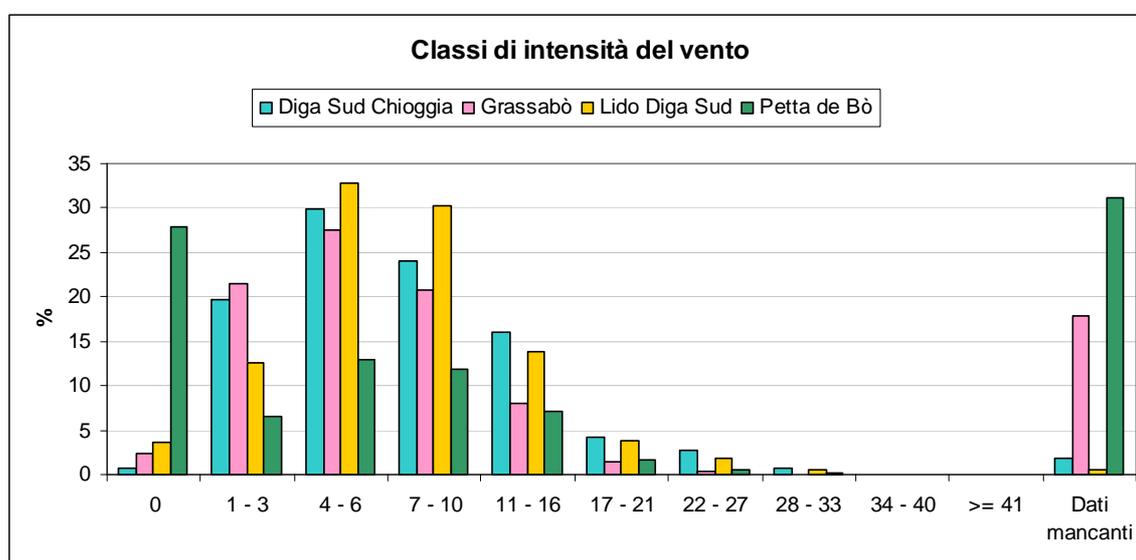


Fig. 25 Percentuale relativa alle classi di intensità del vento di tutte le stazioni – Anno 2002

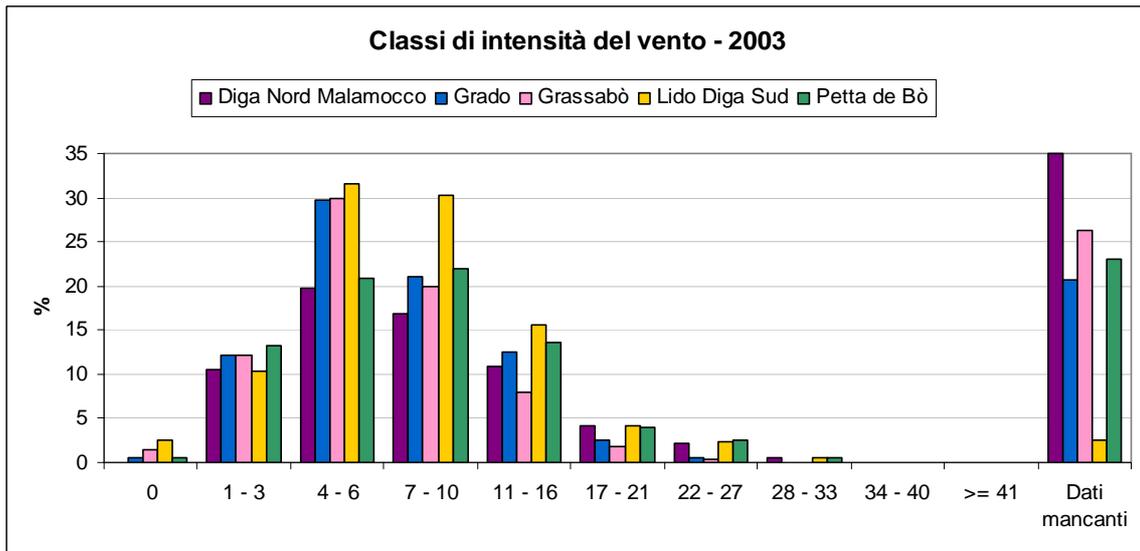


Fig. 26 Percentuale relativa alle classi di intensità del vento di tutte le stazioni – Anno 2003

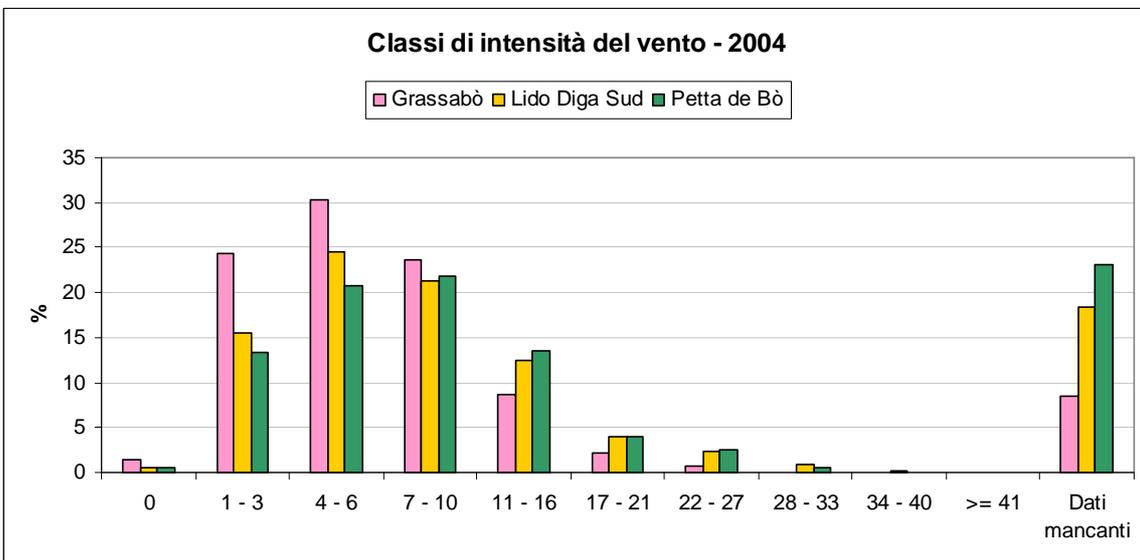


Fig. 27 Percentuale relativa alle classi di intensità del vento di tutte le stazioni – Anno 2004

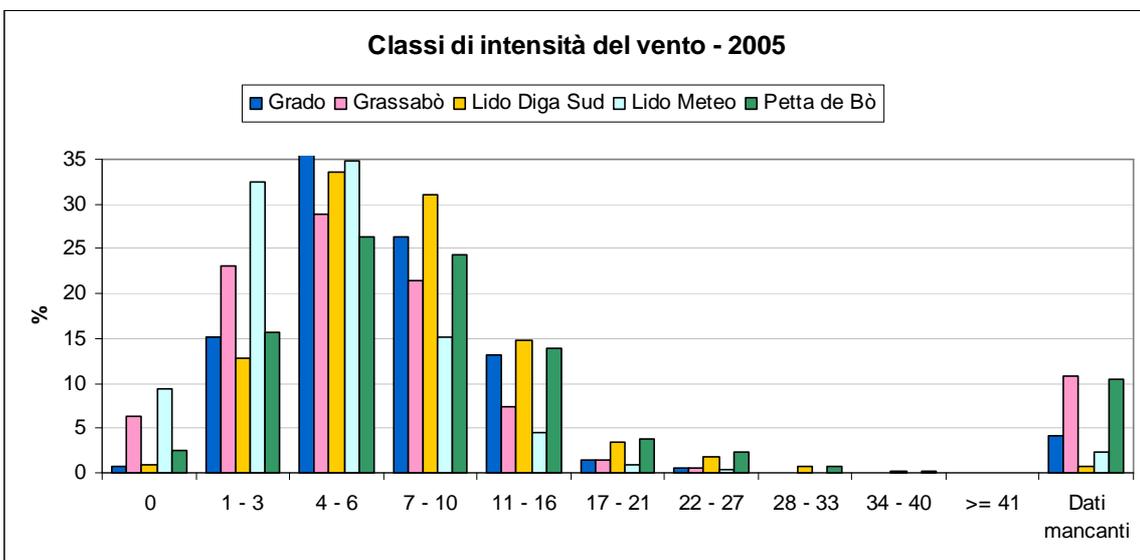


Fig. 28 Percentuale relativa alle classi di intensità del vento di tutte le stazioni – Anno 2005

La disponibilità annuale dei dati del vento (intensità e direzione) viene riportata nella seguente Tabella 6.

Stazione	Sigla		2002	2003	2004	2005
DIGA NORD MALAMOCCO	NM	intensità		65.02		
		direzione		65.02		
DIGA SUD CHIOGGIA	SC	intensità	98.16			
		direzione	97.93			
GRADO	GR	intensità		79.35		95.90
		direzione		79.08		95.70
GRASSABO'	GB	intensità	82.12	73.71	91.55	89.13
		direzione	82.12	73.71	91.54	89.07
LIDO DIGA SUD	DS	intensità	99.48	97.50	81.21	99.25
		direzione	96.81	95.60	79.52	98.73
LIDO METEO	LM	intensità				97.66
		direzione				97.18
PETTA DE BO'	PB	intensità	68.86	76.90	81.55	89.59
		direzione	68.85	76.89	92.47	87.44

Tab. 6 Percentuale dati disponibili di Vento per stazione ed anno

Essendo il vento una grandezza bimodale, l'elaborazione dei dati è stata difficoltosa per la non omogeneità tra la disponibilità dei dati di intensità e di direzione.

In generale il funzionamento degli strumenti non è stato continuo. In alcuni casi si è proceduto ad eliminare serie di dati palesemente errate, come ad esempio Diga Sud Chioggia per l'anno 2004 e 2005, che presentava, per quasi tutti i dati, direzione di provenienza NE.

Nel seguito si analizzano le caratteristiche principali del vento separatamente per anno.

2002

Per l'anno 2002 i dati di vento si basano su osservazioni ogni 10 minuti per le stazioni di Grassabò e Petta de Bò, mentre ogni 15 minuti per Diga Sud Chioggia e Lido Diga Sud.

I dati di Petta de Bò presentano una disponibilità bassa poiché si fermano al 30 Ottobre, inoltre, desta sospetti la presenza di un'elevata presenza di calma di vento, non riscontrabile presso altre stazioni.

Tra le velocità orarie massime vanno ricordati i 38 nodi (70,3 km/h) a Lido Diga Sud il 16 Giugno, 35 nodi (64,8 km/h) a Diga Sud Chioggia il 15 e 16 Febbraio, 35 nodi (64,8 km/h) a Petta de Bò il 16 Giugno e 29 nodi (53,7 km/h) a Grassabò il 15 Febbraio.

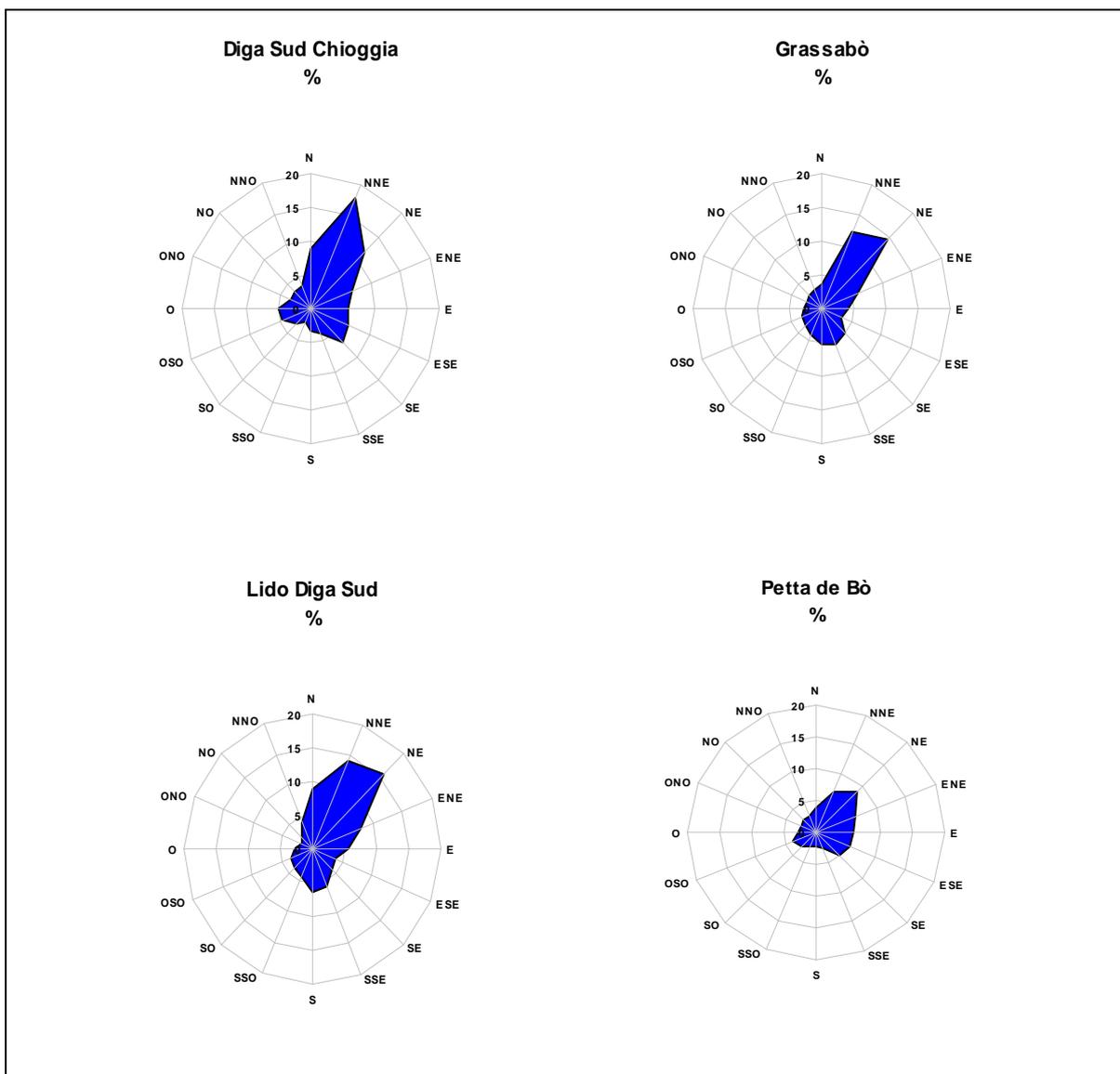


Fig. 29 Direzione del vento per settore di provenienza e per percentuale di frequenza – Anno 2002

2003

Per l'anno 2003 i dati di vento si basano su osservazioni ogni 10 minuti tranne per la stazione di Lido Diga Sud che si basa su osservazioni ogni 15 minuti.

I dati per la stazione di Diga Nord Malamocco presentano una percentuale bassa poiché vengono rilevati da Aprile. I dati delle stazioni di Grassabò e Petta de Bò partono dal 29 Gennaio alle ore 15.00.

Tra le velocità orarie massime vanno ricordati i 39 nodi (72,2 km/h) a Petta de Bò il 14 Agosto, 37 nodi (68,5 km/h) a Diga Nord Malamocco il 2 Aprile, 35 nodi (64,8 km/h) a Lido Diga Sud il 17 Febbraio, 33 nodi (61,1 km/h) a Grado il 5 Ottobre e 29 nodi (53,7 km/h) a Grassabò il 2 Aprile.

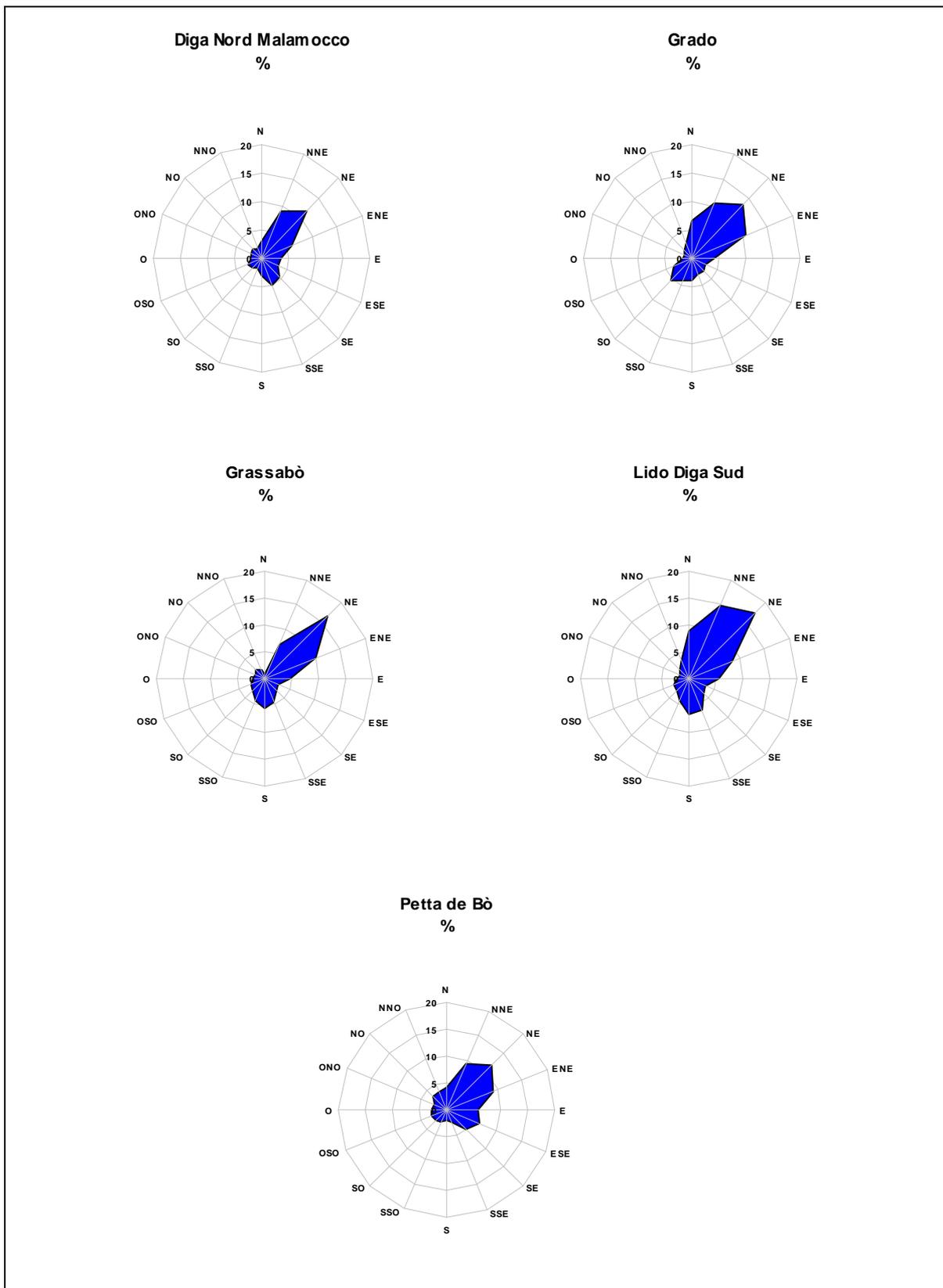


Fig. 30 Direzione del vento per settore di provenienza e per percentuale di frequenza – Anno 2003

2004

Per l'anno 2004 i dati di vento si basano su osservazioni ogni 10 minuti tranne per la stazione di Lido Diga Sud che si basano su osservazioni ogni 15 minuti.

I dati di Lido Diga Sud, inoltre si fermano al 14 Settembre e riprendono al 13 Ottobre.

Tra le velocità orarie massime vanno ricordati i 42 nodi (77,8 km/h) a Petta de Bò il 24 Settembre, 36 nodi (66,6 km/h) a Grassabò il 24 Settembre e 35 nodi (64,8 km/h) a Lido Diga Sud il 13 Giugno.

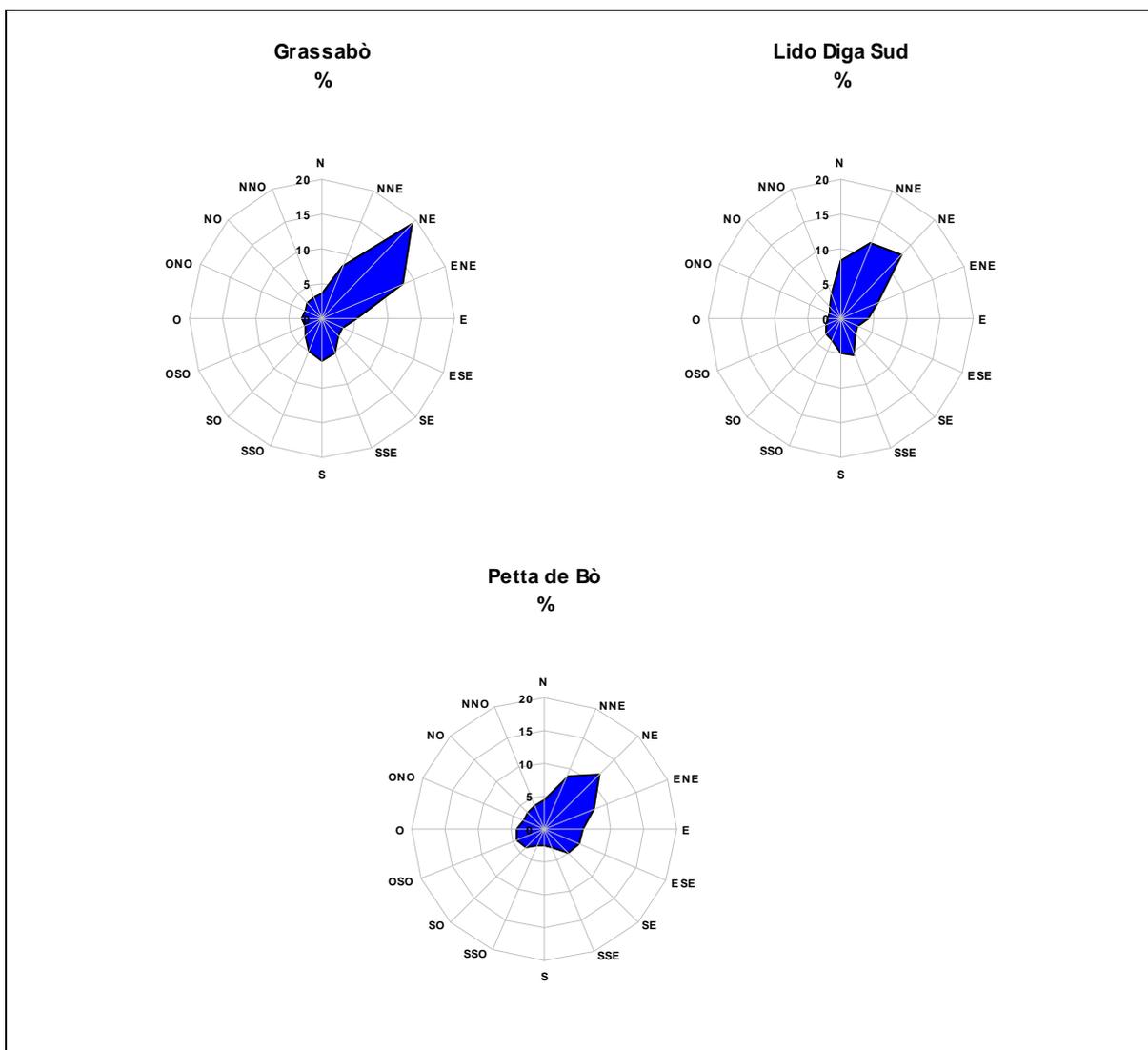


Fig. 31 Direzione del vento per settore di provenienza e per percentuale di frequenza – Anno 2004

2005

Per l'anno 2005 i dati di vento si basano su osservazioni ogni 10 minuti tranne per la stazione di Grado, ogni 30 minuti e per la stazione di Lido Diga Sud che si basano su osservazioni ogni 15 minuti fino al 12 Dicembre e poi ogni 10 minuti fino al 31 Dicembre. I dati per le stazioni di Grassabò e Petta de Bò si fermano al 10 Agosto e riprendono al 6 Ottobre.

Tra le velocità orarie massime vanno ricordati i 42 nodi (77,8 km/h) a Petta de Bò e 40

nodi (74 km/h) a Lido Diga Sud il 23 Novembre, 36 nodi (66,6 km/h) a Grado il 3 Dicembre, e 29 nodi (53,7 km/h) a Grassabò, il 10 e 11 Aprile, e a Lido Meteo il 19 Luglio .

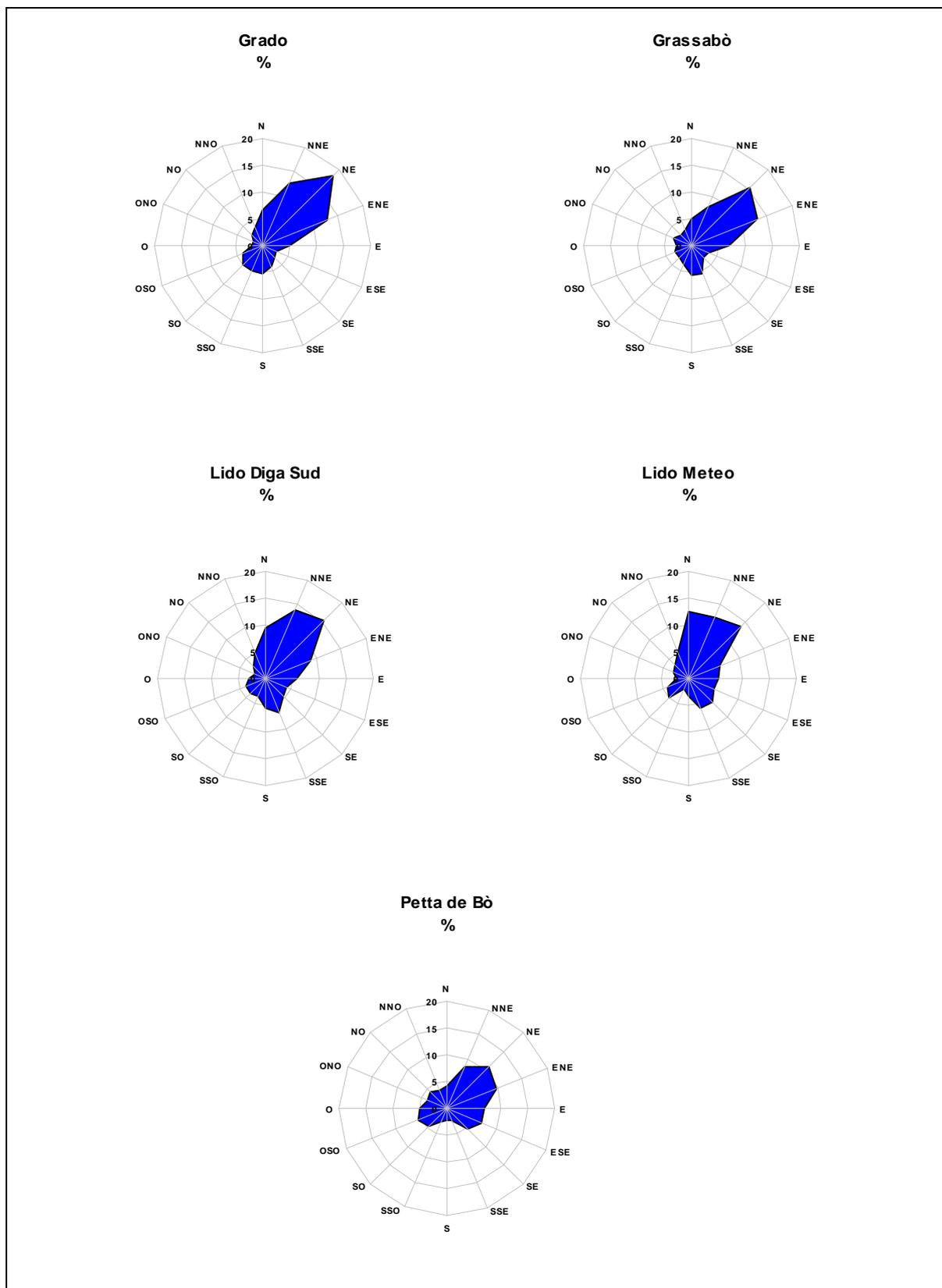


Fig. 32 Direzione del vento per settore di provenienza e per percentuale di frequenza – Anno 2005

CONCLUSIONI

Il progetto di stage “Annali Meteo-Mareografici” si è incentrato sull’elaborazione e le analisi dei dati meteo-mareografici per gli anni 2002-2003-2004-2005 raccolte dal Servizio Laguna di Venezia del Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine dell’APAT.

Si sono analizzate in particolare le specificità delle variabili meteorologiche sulla costa Nord-Adriatica e all’interno delle Lagune di Venezia e Marano-Grado.

Il lavoro ha richiesto la gestione di circa 3.000.000 dati meteorologici relativi a tutte le stazioni meteo-mareografiche per il quadriennio considerato.

Al fine di renderli fruibili e di trasformarli in informazioni utilizzabili per scopi tecnici e scientifici, questi dati sono stati organizzati in forma tabellare, accompagnati da analisi grafiche: tutte le elaborazioni prodotte sono infine state raccolte in un archivio dati informatizzato (vedi CD allegato).

L’elaborazione ed analisi dei dati delle precipitazioni, del regime dei venti, dell’andamento delle pressione atmosferica, dell’umidità e delle temperatura hanno permesso di correlare questi fattori con il livello del mare; è risultato infatti che, proprio in presenza di forzanti meteorologiche intense, il comportamento mareale registra differenze notevoli non solo tra le bocche di porto e l’interno della laguna ma in alcuni casi si sono registrate variazioni significative anche all’interno della laguna stessa.

I dati mareografici e meteorologici qui utilizzati fanno parte integrante delle informazioni già raccolte in passato.

Il valore del lavoro svolto consiste nella possibilità di avere a disposizione una lunga serie di dati utili anche per monitorare il livello del mare, studiare gli eventi eccezionali a Venezia, analizzare le relazioni tra livelli marini e fattori meteorologici.

Purtroppo però l’organizzazione e l’elaborazione dei dati meteorologici non è sempre stata agevole.

Dispendio di tempo e alcune difficoltà sono infatti derivate da:

- elaborazioni dati di diverso tipo di grandezze (precipitazione, pressione, umidità, temperatura, direzione ed intensità del vento);
- bassa disponibilità dei dati e soprattutto per la grandezza bimodale vento, diverse percentuali di dati per l’intensità e la corrispondente direzione;
- diverse unità di misura per la stessa grandezza;
- diversi campionamenti orari dei dati e quindi difficoltà di confronto tra diverse stazioni e anni;

- presenza di serie di dati palesemente sbagliate dovute principalmente al funzionamento non continuo degli strumenti; per la stazione Diga Sud Chioggia 2004 e 2005 si è deciso di non considerare i dati poiché la direzione del vento era sempre la stessa per entrambi gli anni.

Nonostante questi ostacoli il lavoro svolto ha permesso di riordinare in modo adeguato e attendibile i dati meteorologici.

Lo scopo ultimo del presente lavoro è quello di avere dati di buona qualità, di fare riferimento a misure standardizzate e di mettere a disposizione informazioni prodotte per qualunque utente interessato.

A tal fine si auspica che tale lavoro costituisca un utile esempio di organizzazione e divulgazione di un archivio di dati meteorologici.

BIBLIOGRAFIA

APAT, 2006a, *Stazioni di osservazione Meteo – Mareografiche nella laguna di Venezia e nell'arco costiero Nord Adriatico*, Rapporto n° 68/2006.

APAT, 2006b, *Aggiornamenti sulle osservazioni dei livelli di marea a Venezia*, Rapporto n° 69/2006.

Battistin D. e Canestrelli P., 2006, *La serie storica delle maree a Venezia, 1872-2004*, Comune di Venezia - Istituzione CPSM (Centro Previsioni e Segnalazioni Maree).

Berrelli G., Anno Accademico 2003-2004, *Influenza delle condizioni meteorologiche sui sovralti differenziati dei livelli di marea nella laguna di Venezia*, Tesi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, Università degli Studi "La Sapienza" di Roma.

Canestrelli P., Mandich M., Pirazzoli P.A. e Tomasin A., 2001, *Venti, depressioni e sesse: perturbazioni delle maree a Venezia, 1951-2000*, Comune di Venezia - Istituzione CPSM (Centro Previsioni e Segnalazioni Maree).

Ferla M., 2003, *Monitoraggio e Previsione dell'Acqua Alta a Venezia*, Atto presentato alla 7^a Conferenza Nazionale delle Agenzie Ambientali, Milano 24-26 novembre 2003.

Ferla M. e Rusconi A., 1994, *L'evento di "acqua alta" 921208 in laguna di Venezia. Indagine sui sovralti differenziati*, Atto presentato al 24° Convegno di idraulica e costruzioni idrauliche, Napoli 20-22 settembre 1994.

Lionello P., 2004, *Il clima e i moti degli oceani*, Foxwell & Davies Italia s.r.l.

Massalin A. e Canestrelli P., 2006, *Il vento nell'Adriatico settentrionale nel periodo 1983-2004*, Comune di Venezia- Istituzione CPSM (Centro Previsioni e Segnalazioni Maree).

Stravisi F., 2007, *Fisica dell'oceano e dell'atmosfera*, Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze della Terra – Oceanografia e meteorologia

Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque, 1941, *Annali Idrologici 1936 e Bollettino Mensile*.

www.apat.gov.it/site/it

www.arpa.veneto.it

ALLEGATI

A. Grafici

Nel seguente allegato si riportano i grafici prodotti in fase di analisi per la componente meteorologica Temperatura, Umidità relativa, Pressione atmosferica e Vento, elencati nel prospetto sottostante.

<i>N° grafico</i>	<i>Descrizione grafico</i>
Temperatura	
2002	
Grafico 1a_LM 2002	Media delle temperature minime e relativa deviazione standard (anno 2002)
Grafico 1b_LM 2002	Media delle temperature massime e relativa deviazione standard (anno 2002)
Grafico 1c_LM 2002	Temperature minime e massime assolute giornaliere (anno 2002)
Grafico 1a_PD 2002	Media delle temperature minime e relativa deviazione standard (anno 2002)
Grafico 1b_PD 2002	Media delle temperature massime e relativa deviazione standard (anno 2002)
Grafico 1c_PD 2002	Temperature minime e massime assolute giornaliere (anno 2002)
2003	
Grafico 1a_LM 2003	Media delle temperature minime e relativa deviazione standard (anno 2003)
Grafico 1b_LM 2003	Media delle temperature massime e relativa deviazione standard (anno 2003)
Grafico 1c_LM 2003	Temperature minime e massime assolute giornaliere (anno 2003)
Grafico 1a_PD 2003	Media delle temperature minime e relativa deviazione standard (anno 2003)
Grafico 1b_PD 2003	Media delle temperature massime e relativa deviazione standard (anno 2003)
Grafico 1c_PD 2003	Temperature minime e massime assolute giornaliere (anno 2003)
2004	
Grafico 1a_LM 2004	Media delle temperature minime e relativa deviazione standard (anno 2004)
Grafico 1b_LM 2004	Media delle temperature massime e relativa deviazione standard (anno 2004)
Grafico 1c_LM 2004	Temperature minime e massime assolute giornaliere (anno 2004)
Grafico 1a_PD 2004	Media delle temperature minime e relativa deviazione standard (anno 2004)
Grafico 1b_PD 2004	Media delle temperature massime e relativa deviazione standard (anno 2004)
Grafico 1c_PD 2004	Temperature minime e massime assolute giornaliere (anno 2004)
2005	
Grafico 1a_LM 2005	Media delle temperature minime e relativa deviazione standard (anno 2005)
Grafico 1b_LM 2005	Media delle temperature massime e relativa deviazione standard (anno 2005)
Grafico 1c_LM 2005	Temperature minime e massime assolute giornaliere (anno 2005)
Grafico 1a_PD 2005	Media delle temperature minime e relativa deviazione standard (anno 2005)
Grafico 1b_PD 2005	Media delle temperature massime e relativa deviazione standard (anno 2005)
Grafico 1c_PD 2005	Temperature minime e massime assolute giornaliere (anno 2005)
Umidità relativa	
2002	
Grafico 2_LM 2002	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2002)
Grafico 2_PD 2002	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2002)
2003	
Grafico 2_LM 2003	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2003)
Grafico 2_PD 2003	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2003)
2004	
Grafico 2_LM 2004	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2004)
Grafico 2_PD 2004	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2004)
2005	

Grafico 2_LM 2005	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2005)
Grafico 2_PD 2005	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2005)
Pressione atmosferica	
<i>2002</i>	
Grafico 3_GR 2002	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2002)
Grafico 3_LM 2002	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2002)
Grafico 3_PD 2002	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2002)
<i>2003</i>	
Grafico 3_GR 2003	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2003)
Grafico 3_LM 2003	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2003)
Grafico 3_PD 2003	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2003)
<i>2004</i>	
Grafico 3_GR 2004	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2004)
Grafico 3_LM 2004	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2004)
Grafico 3_PD 2004	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2004)
<i>2005</i>	
Grafico 3_GR 2005	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2005)
Grafico 3_LM 2005	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2005)
Grafico 3_PD 2005	Media giornaliera dell'umidità relativa (anno 2005)
Vento	
<i>2002</i>	
Grafico 4a_ 2002	Intensità del vento per classi (anno 2002)
Grafico 4b_ 2002	Direzione del vento per settore di provenienza e per percentuale di frequenza (anno 2002)
<i>2003</i>	
Grafico 4a_ 2003	Intensità del vento per classi (anno 2003)
Grafico 4b_ 2003	Direzione del vento per settore di provenienza e per percentuale di frequenza (anno 2003)
<i>2004</i>	
Grafico 4a_ 2004	Intensità del vento per classi (anno 2004)
Grafico 4b_ 2004	Direzione del vento per settore di provenienza e per percentuale di frequenza (anno 2004)
<i>2005</i>	
Grafico 4a_ 2005	Intensità del vento per classi (anno 2005)
Grafico 4b_ 2005	Direzione del vento per settore di provenienza e per percentuale di frequenza (anno 2005)

TEMPERATURA

Grafico 1a_LM 2002

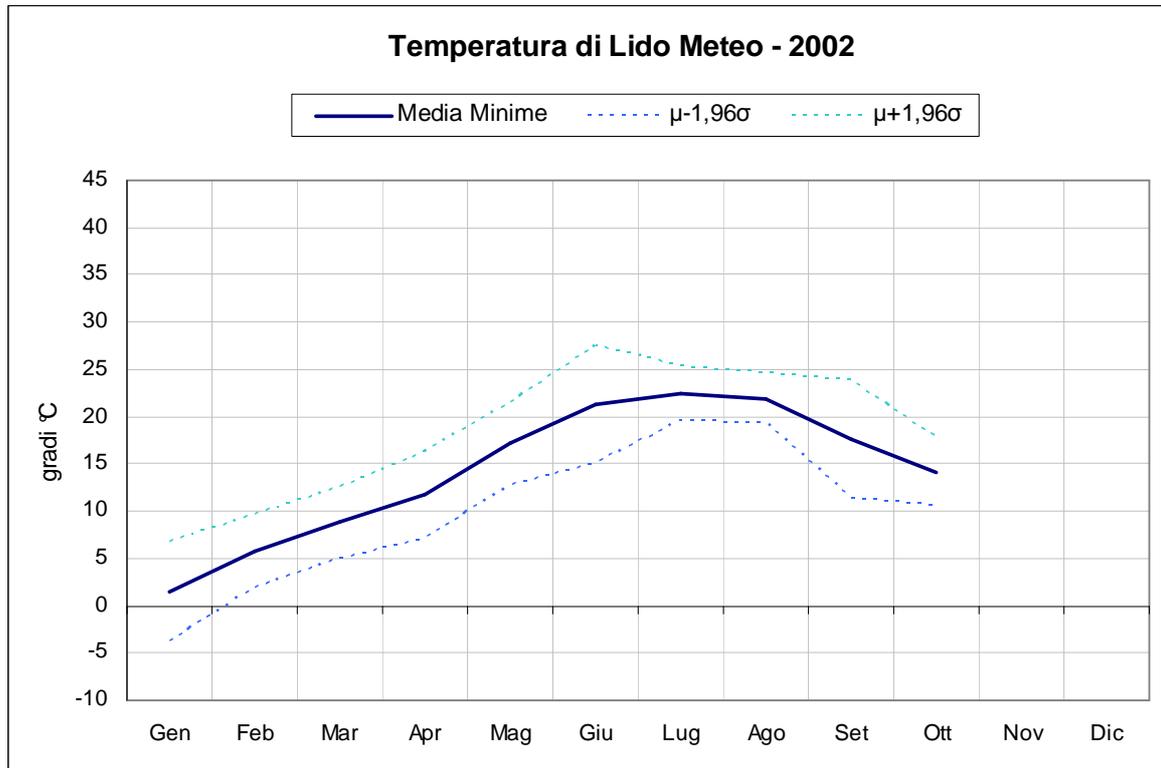
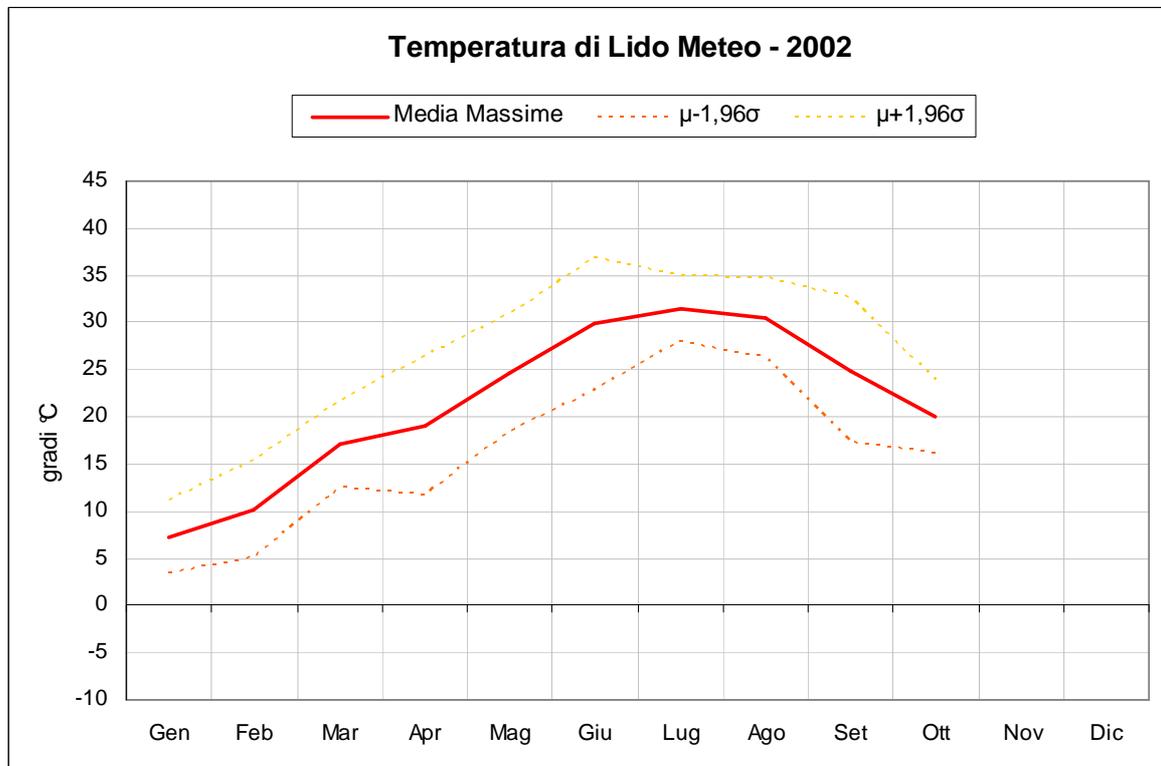


Grafico 1b_LM 2002



Nota:

μ = media

σ = deviazione standard

Grafico 1c_LM 2002

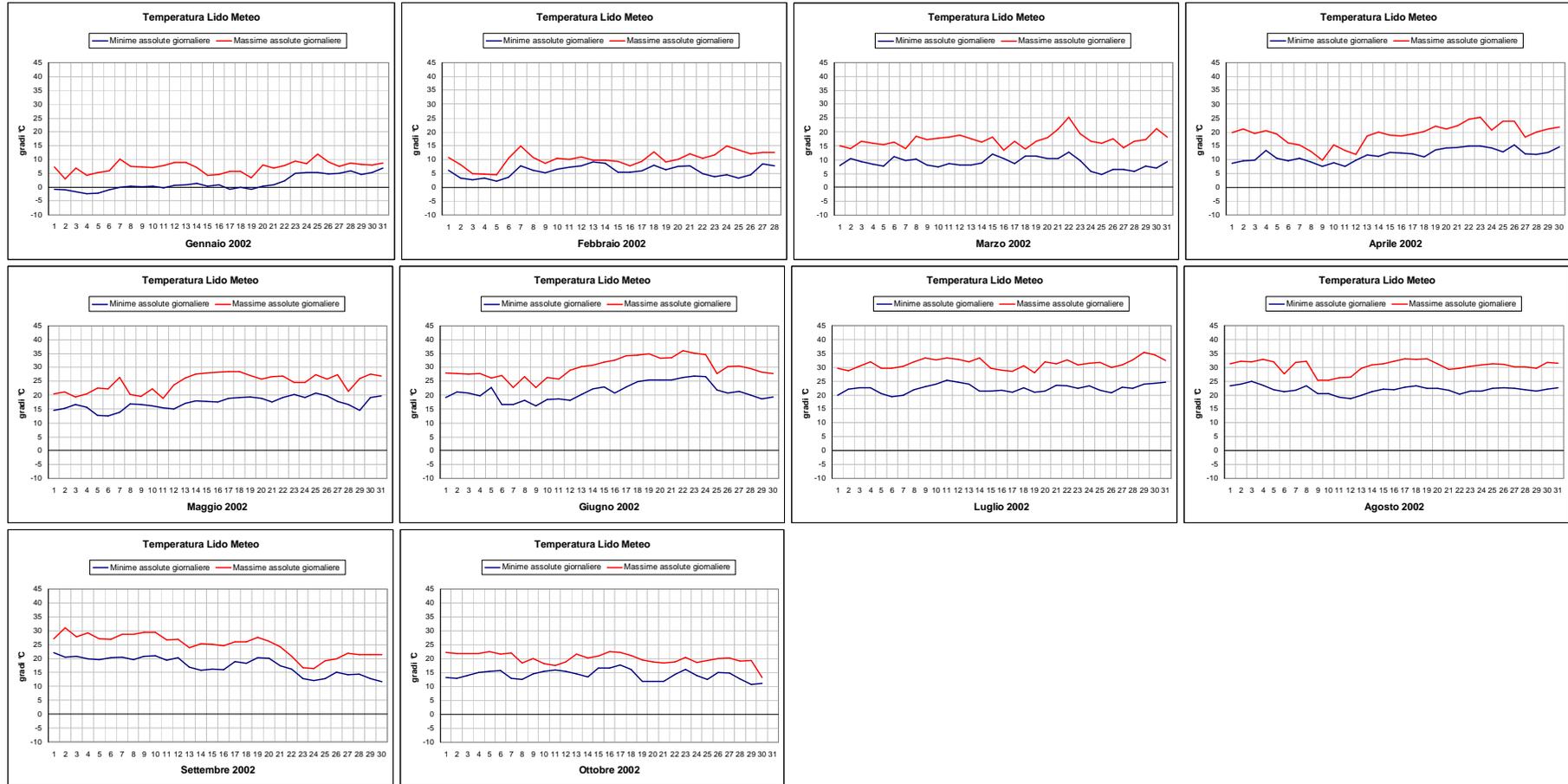


Grafico 1a_PD 2002

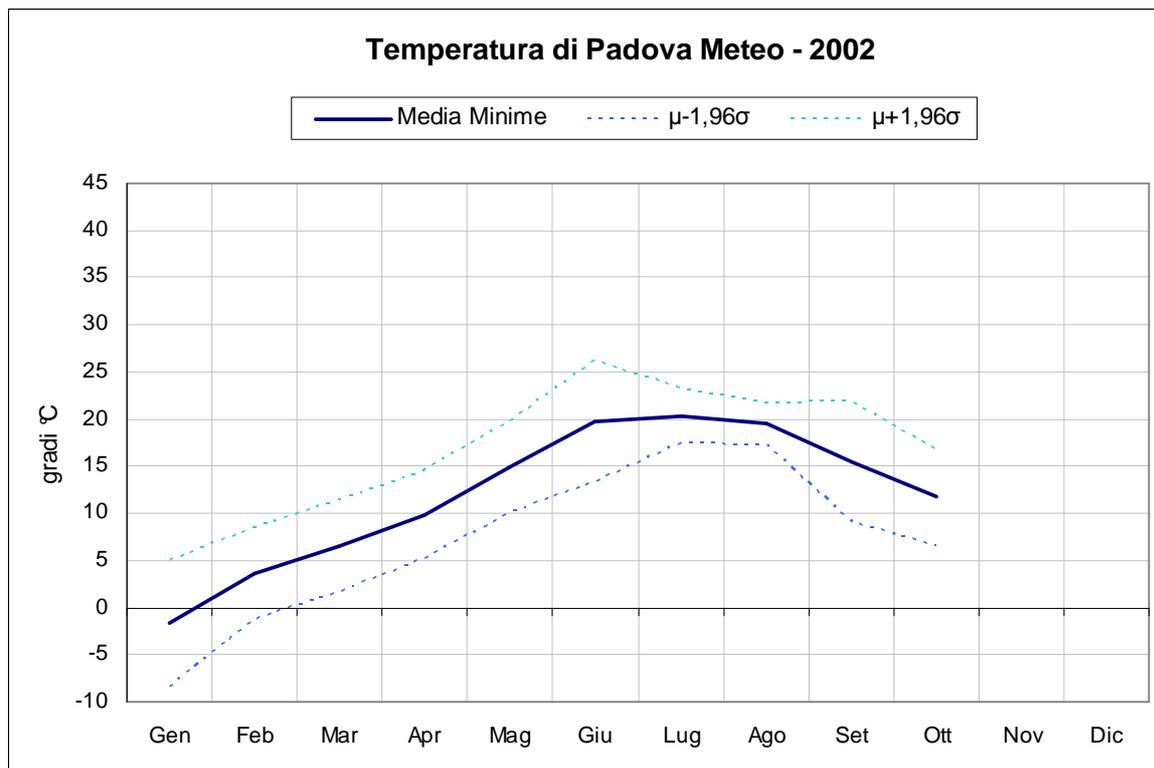
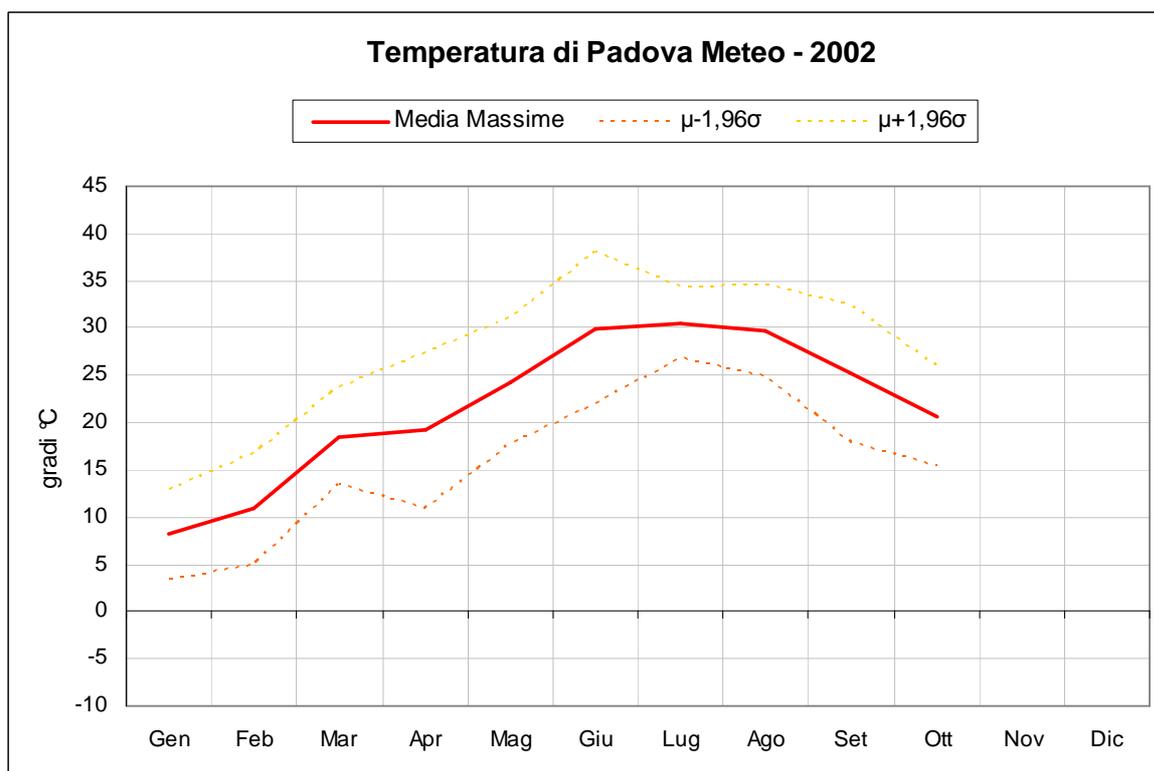


Grafico 1b_PD 2002



Nota:

μ = media

σ = deviazione standard

Grafico 1c_PD 2002

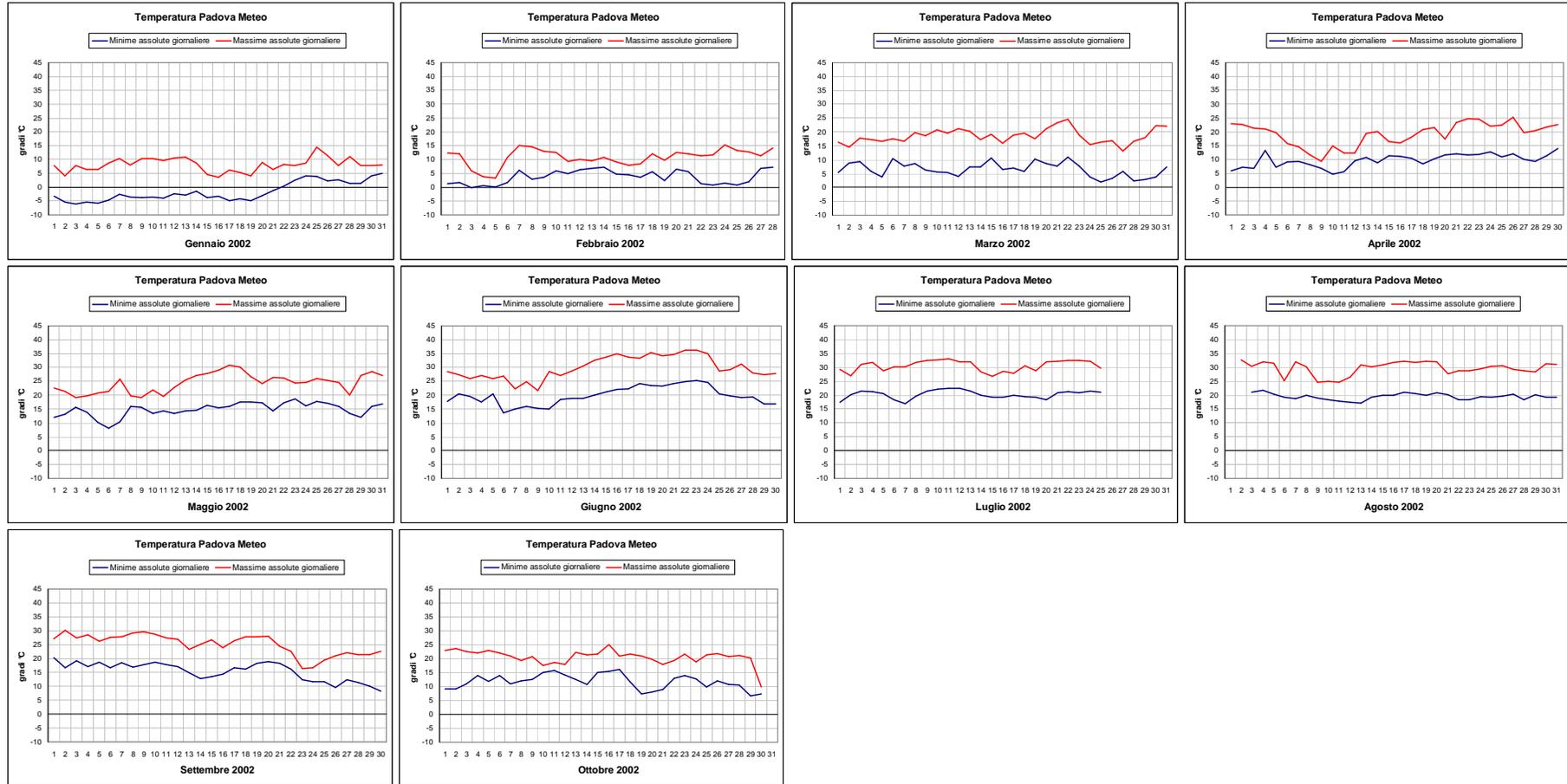


Grafico 1a_LM 2003

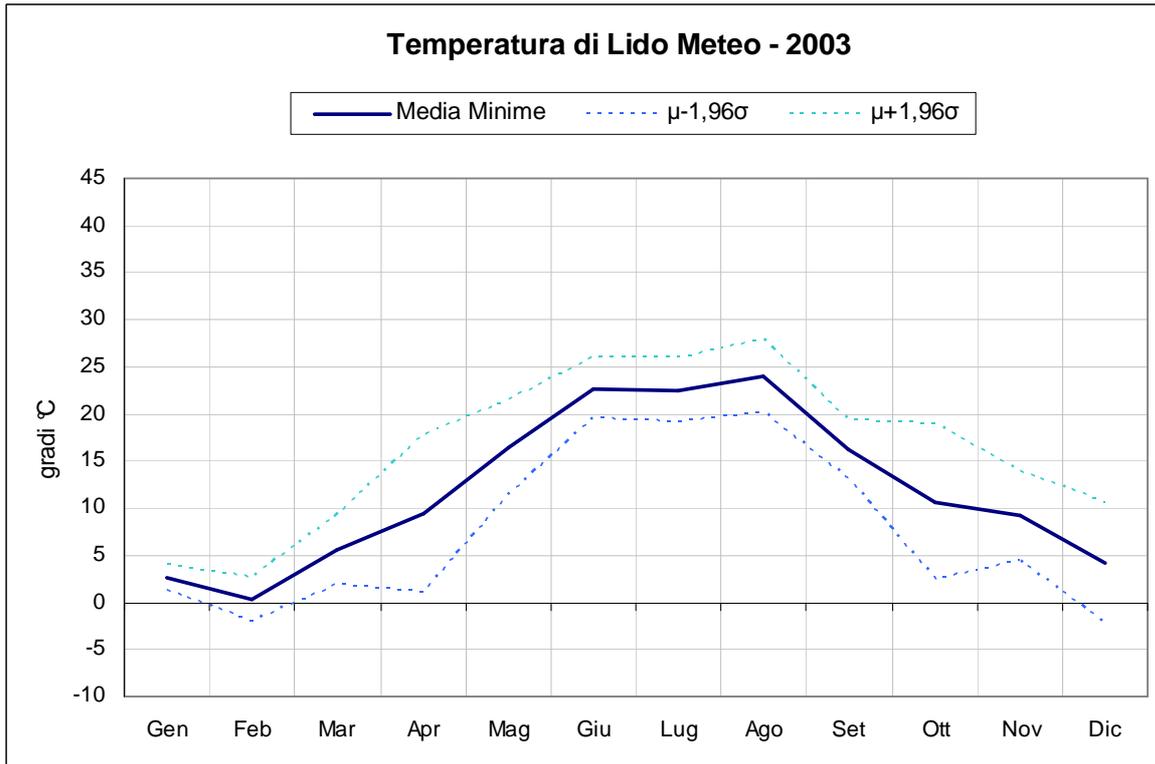
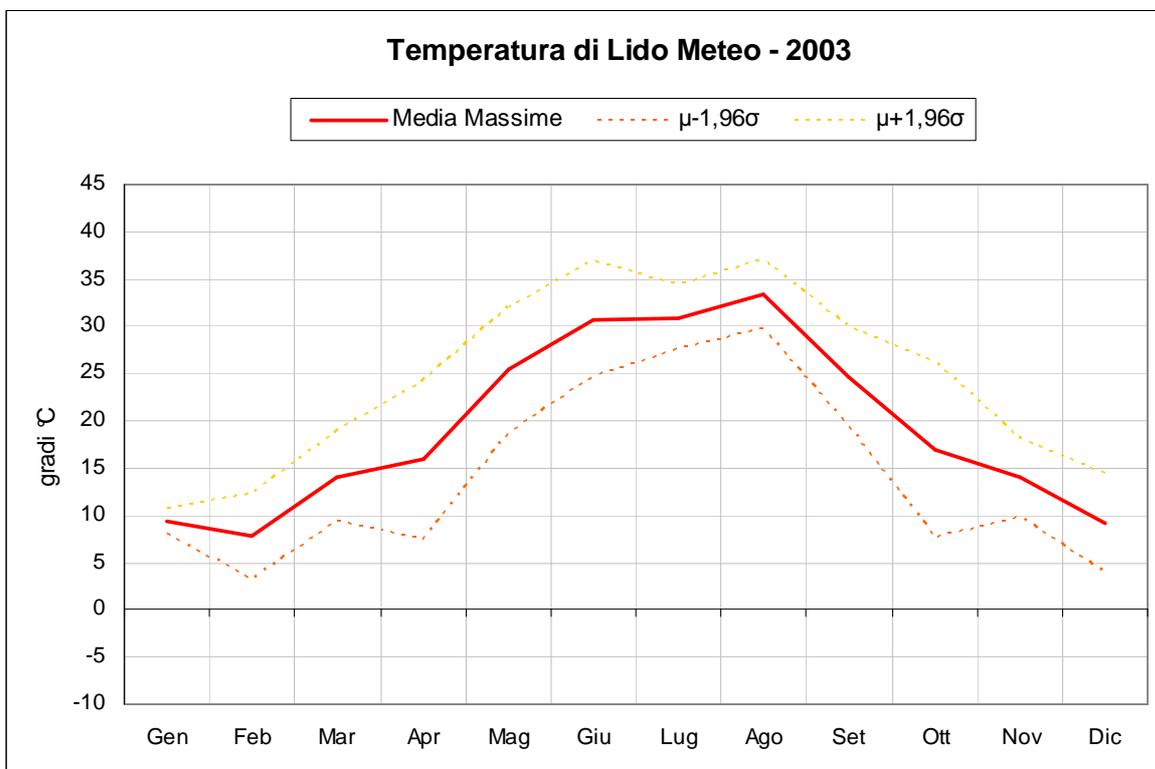


Grafico 1b_LM 2003



Nota:

μ = media

σ = deviazione standard

Grafico 1c_LM 2003

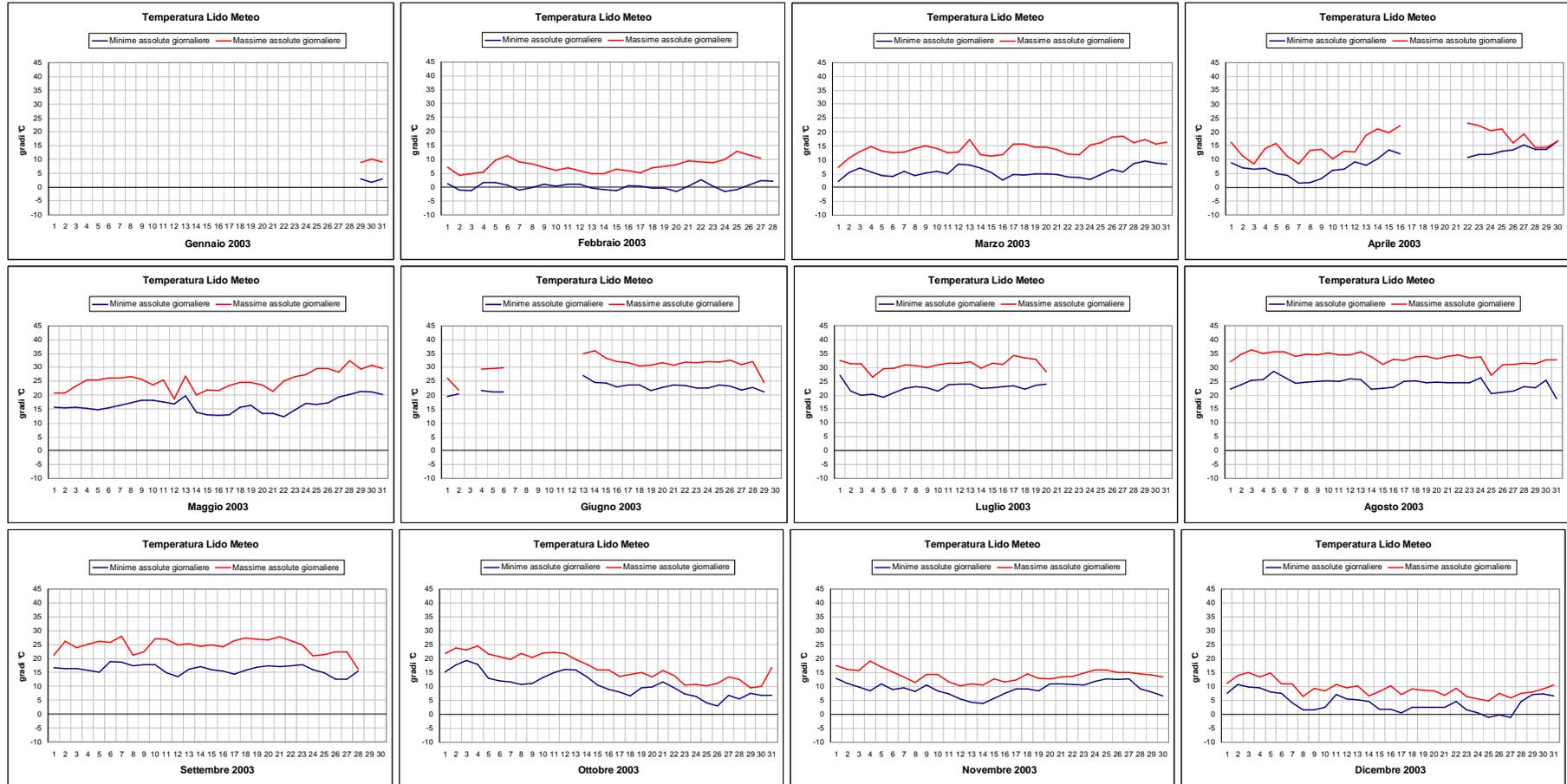


Grafico 1a_PD 2003

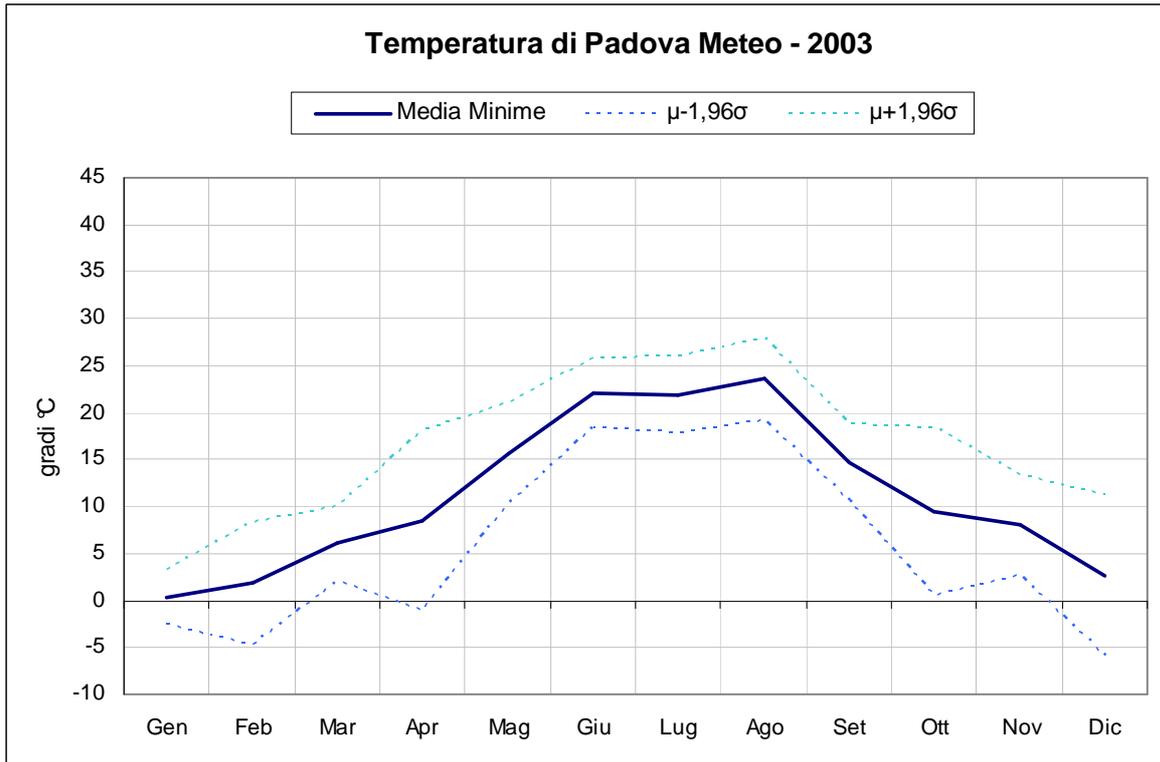
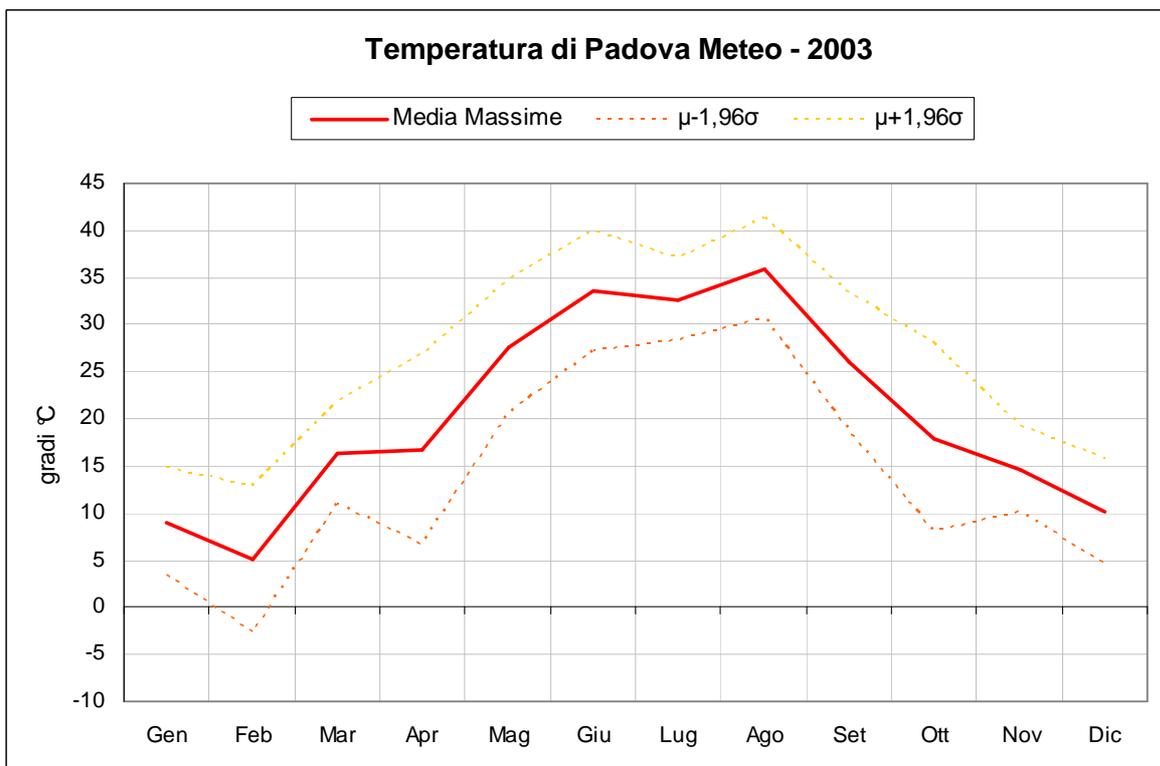


Grafico 1b_PD 2003



Nota:

μ = media

σ = deviazione standard

Grafico 1c_PD 2003

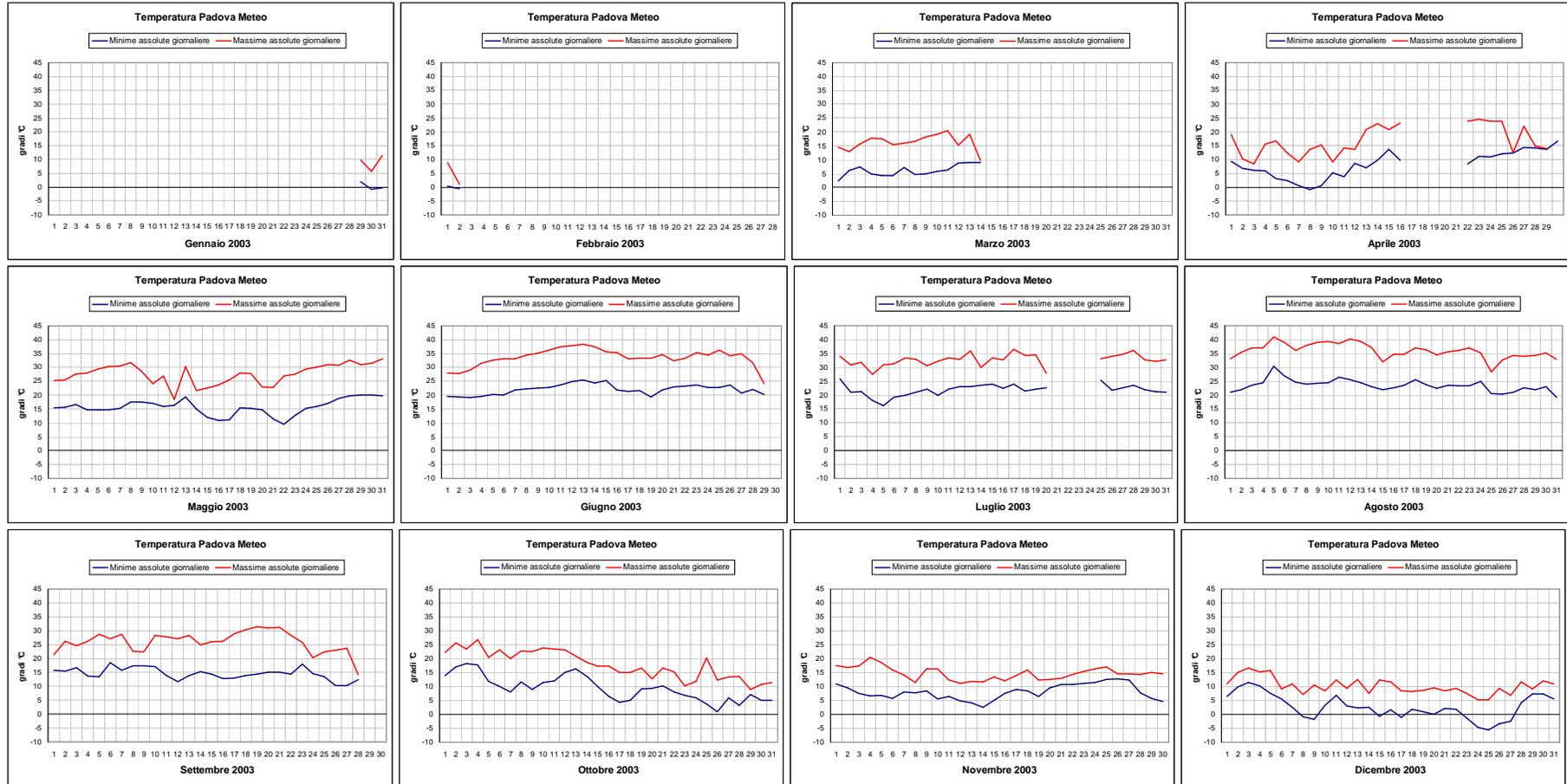


Grafico 1a_LM 2004

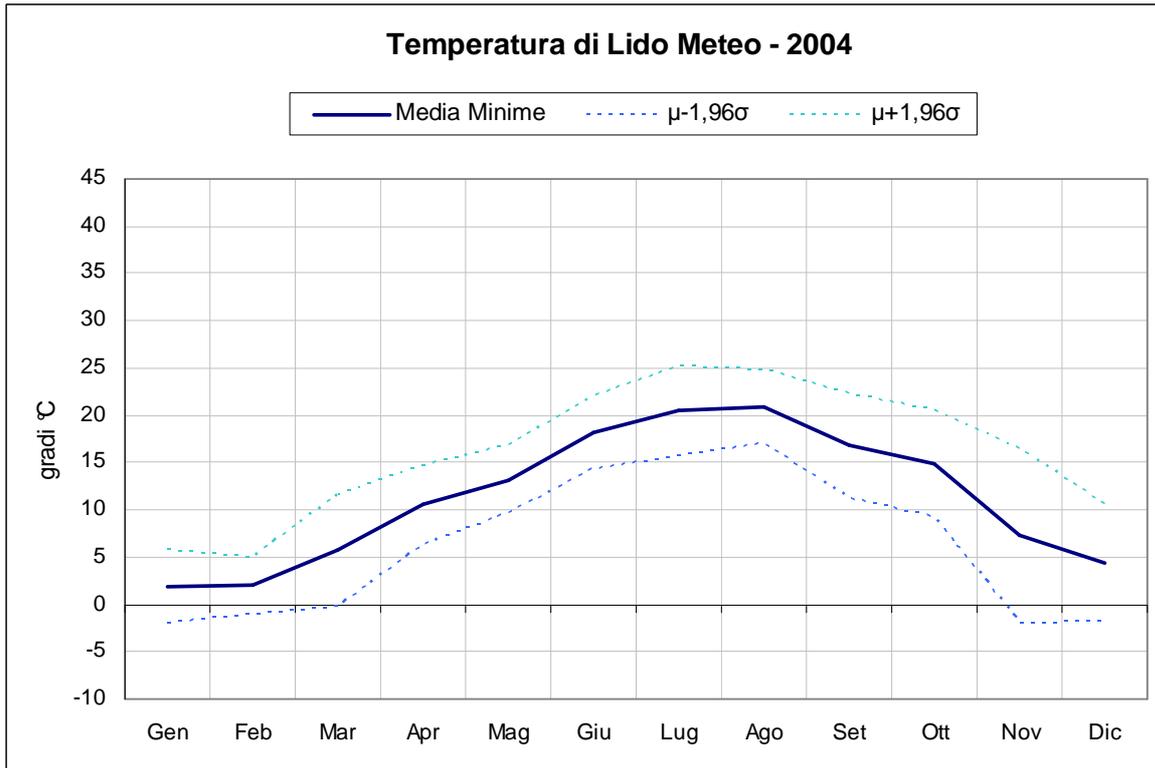
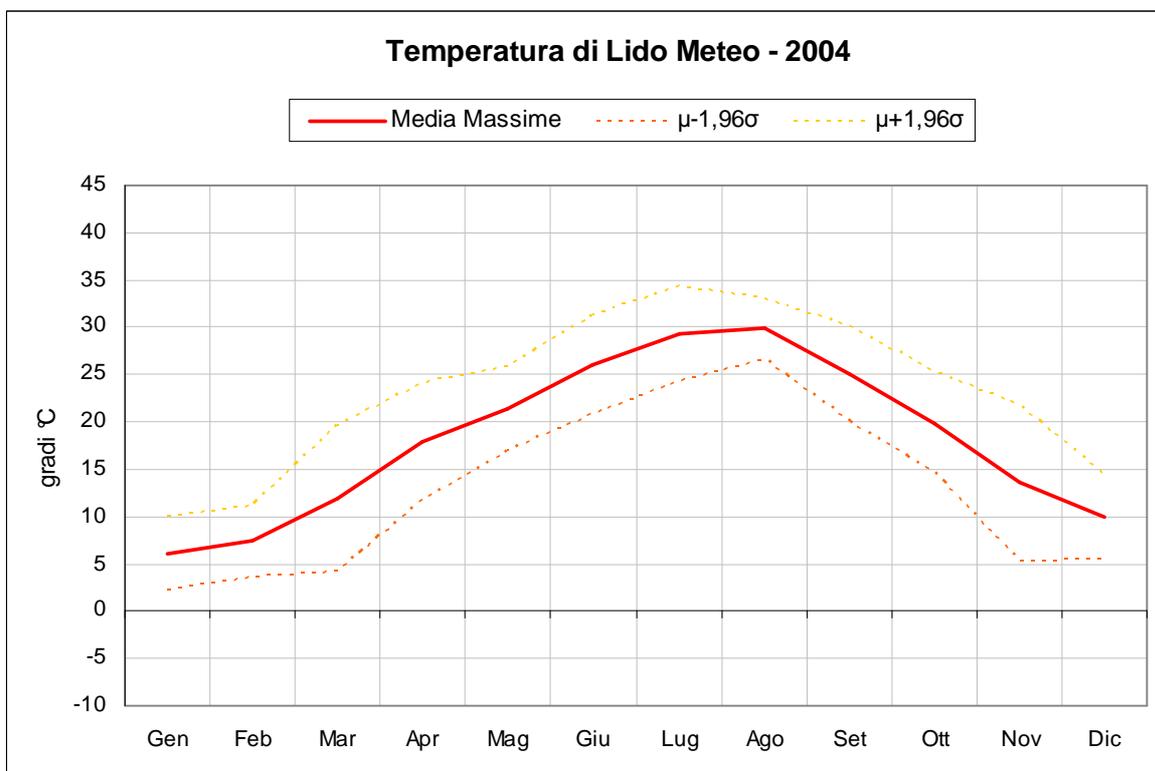


Grafico 1b_LM 2004



Nota:

μ = media

σ = deviazione standard

Grafico 1c_LM 2004

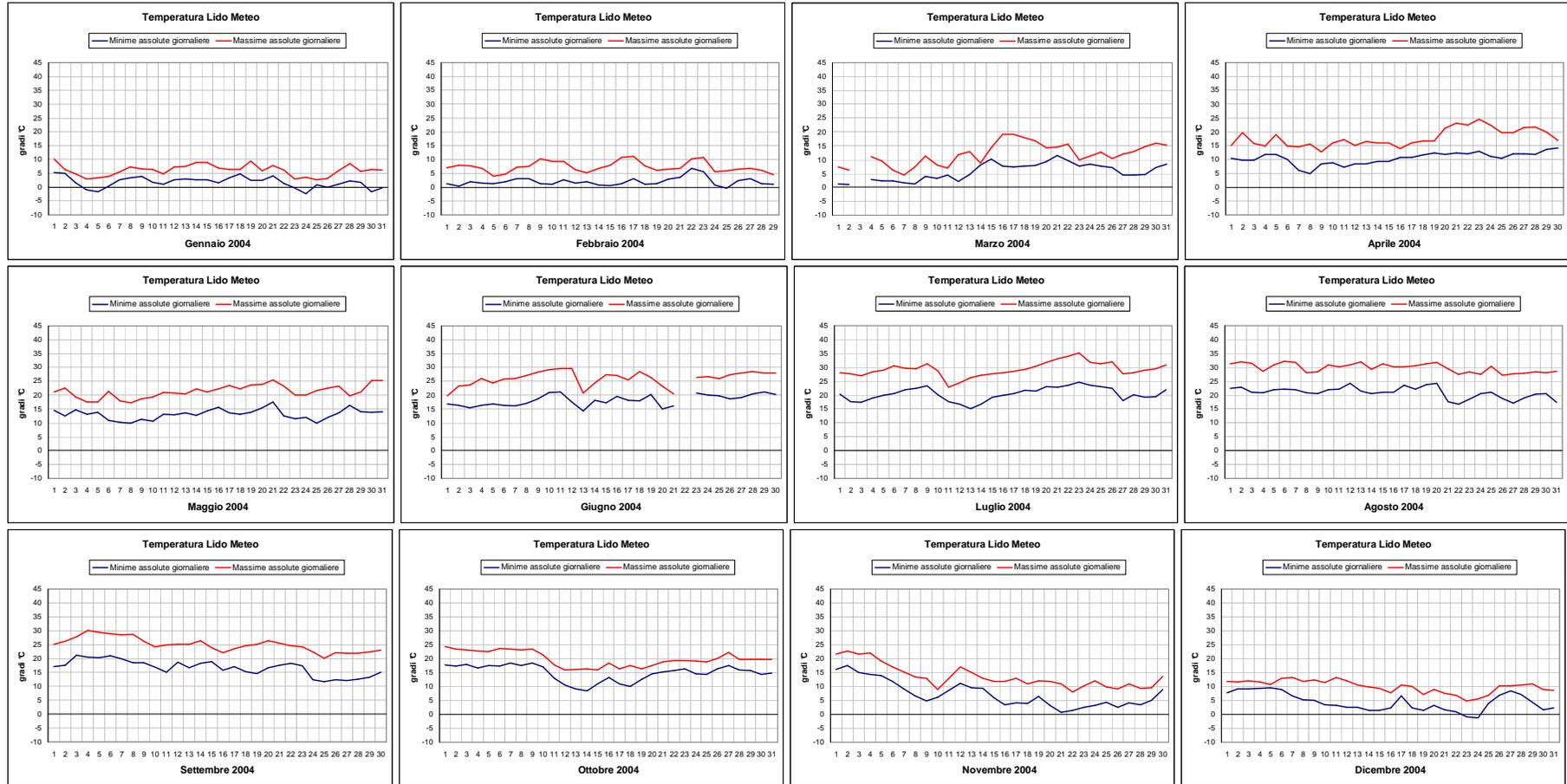


Grafico 1a_PD 2004

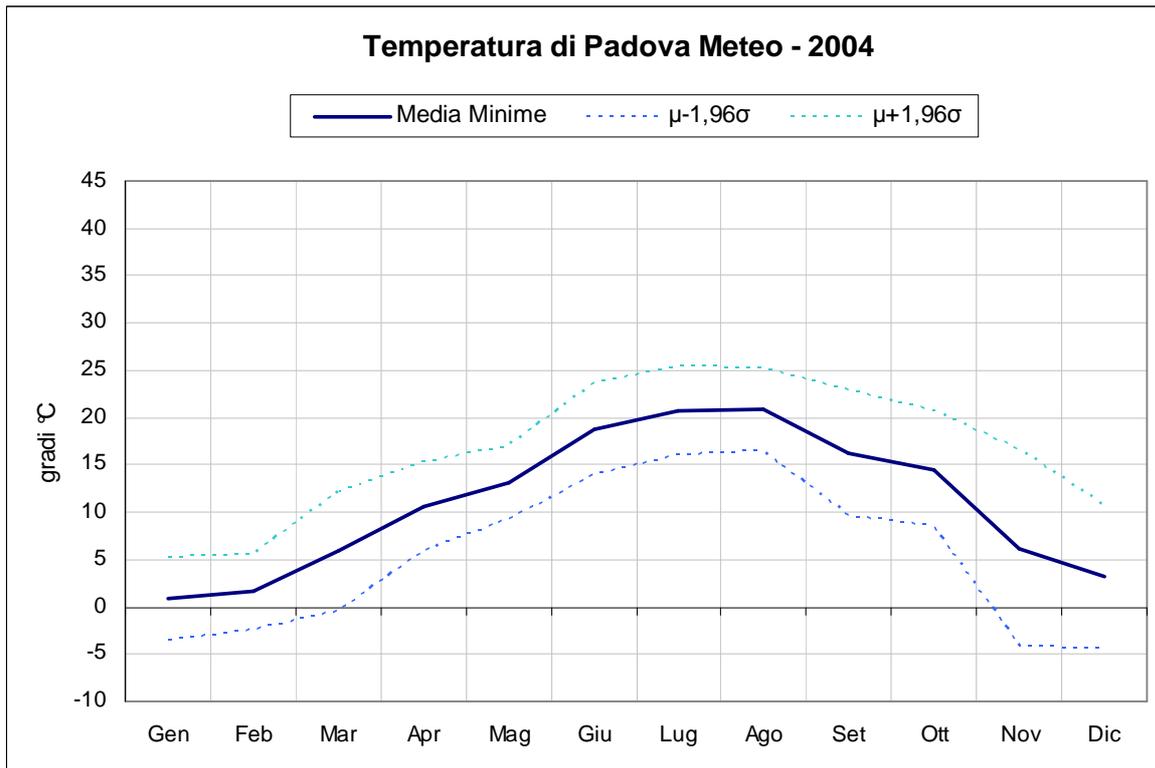
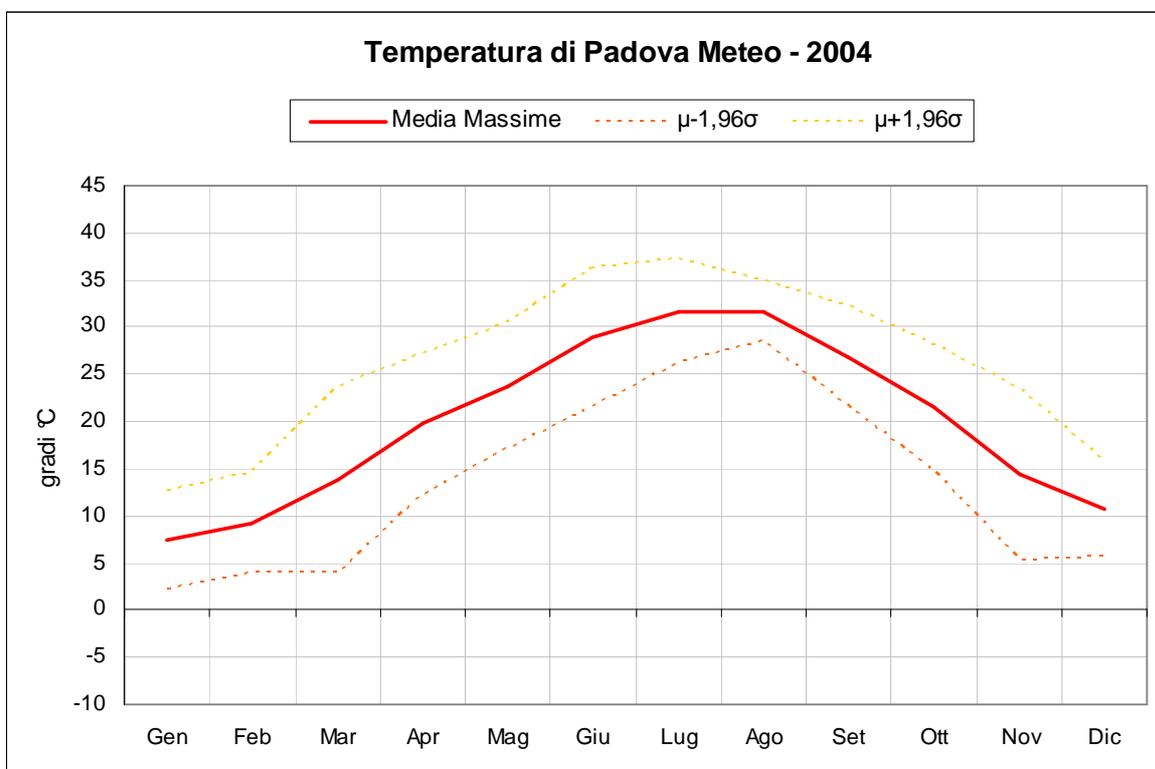


Grafico 1b_PD 2004



Nota:

μ = media

σ = deviazione standard

Grafico 1c_PD 2004

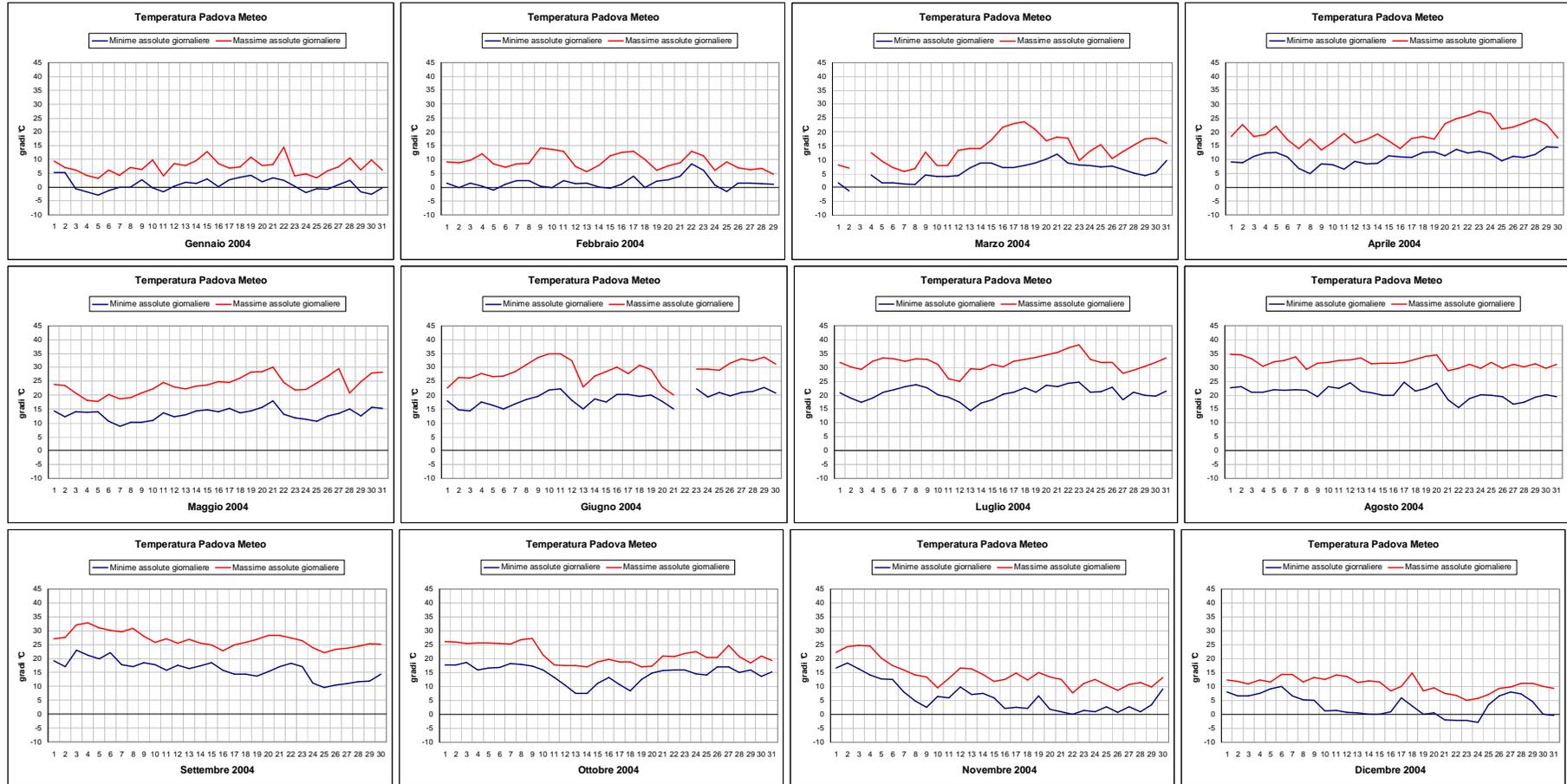


Grafico 1a_LM 2005

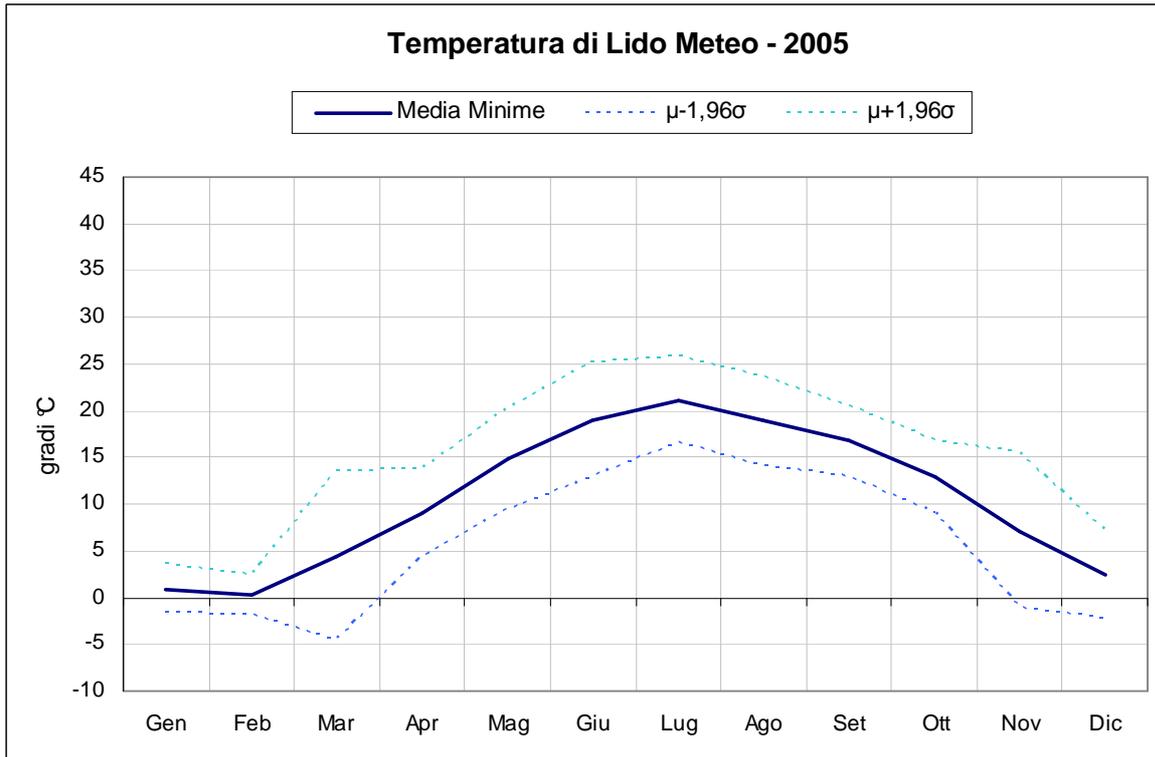
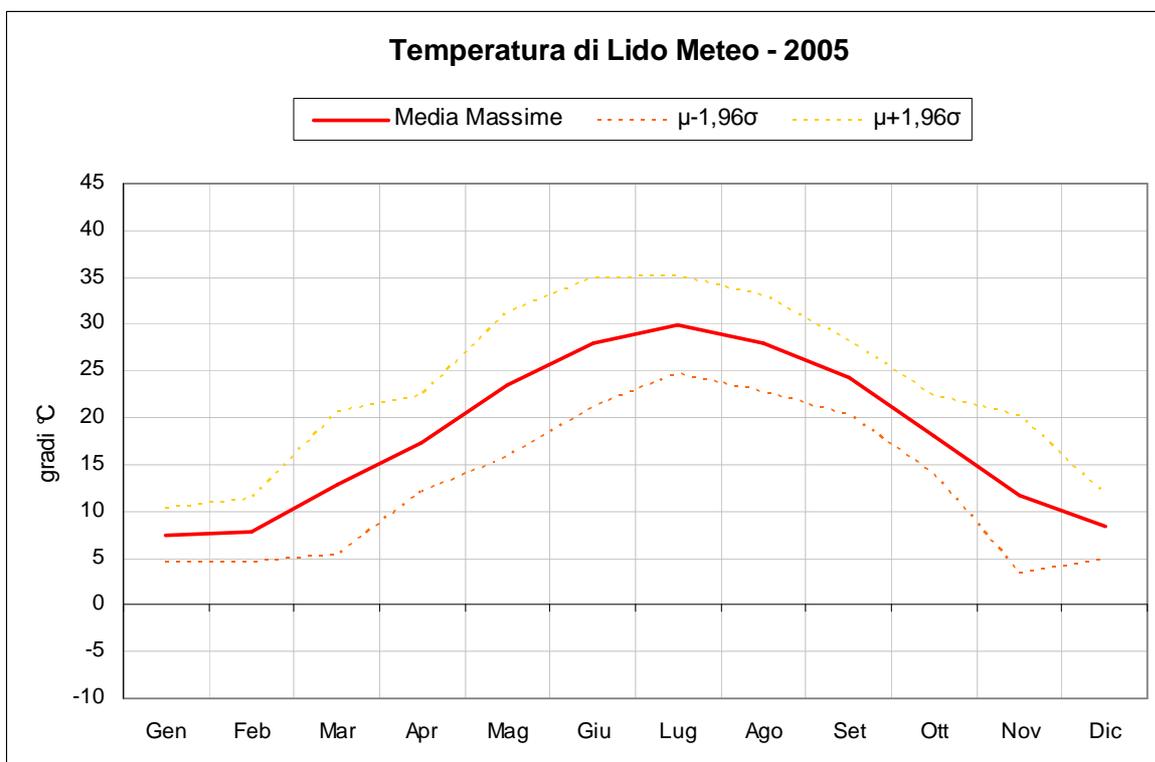


Grafico 1b_LM 2005



Nota:

μ = media

σ = deviazione standard

Grafico 1c_LM 2005

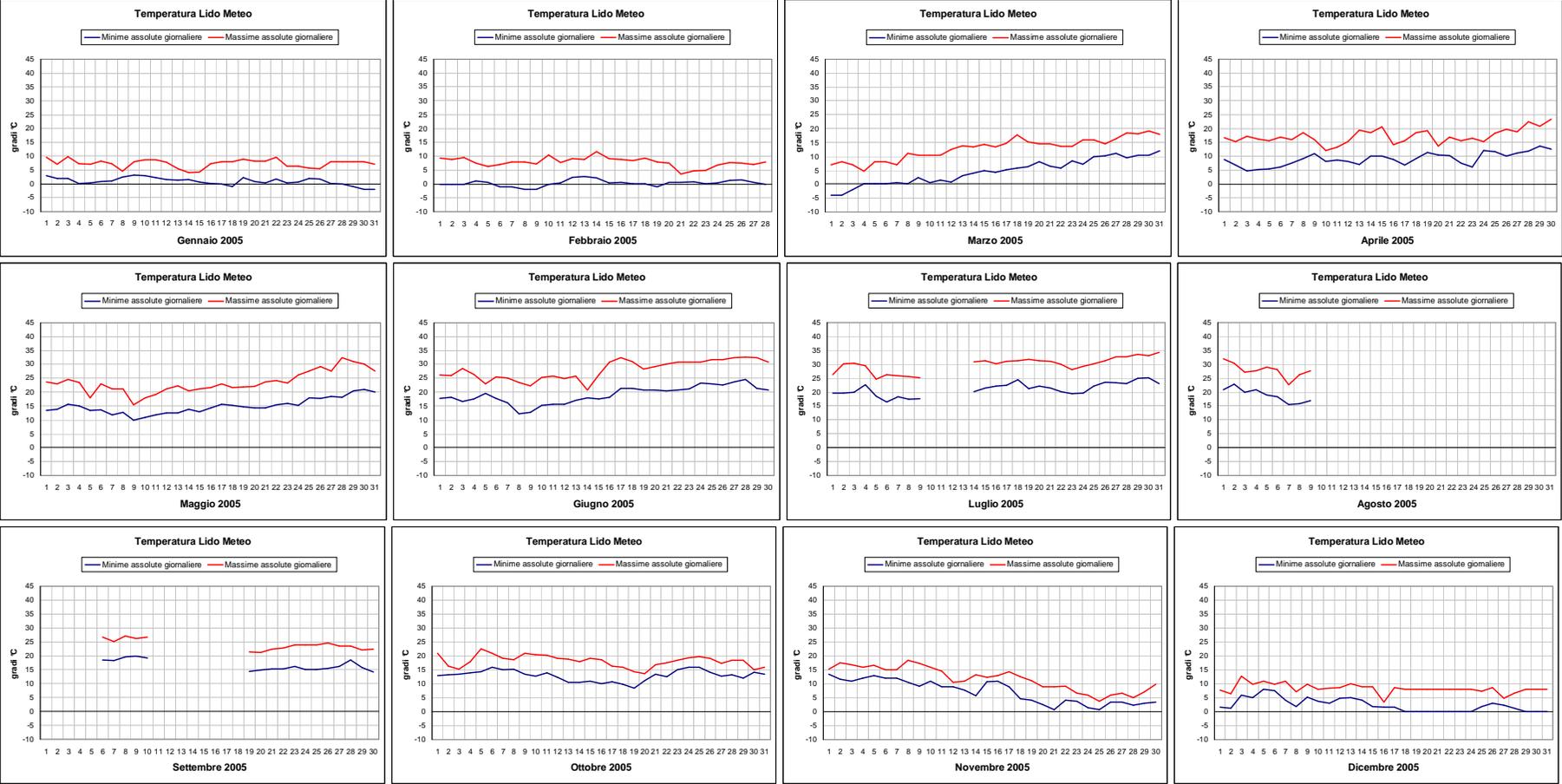


Grafico 1a_PD 2005

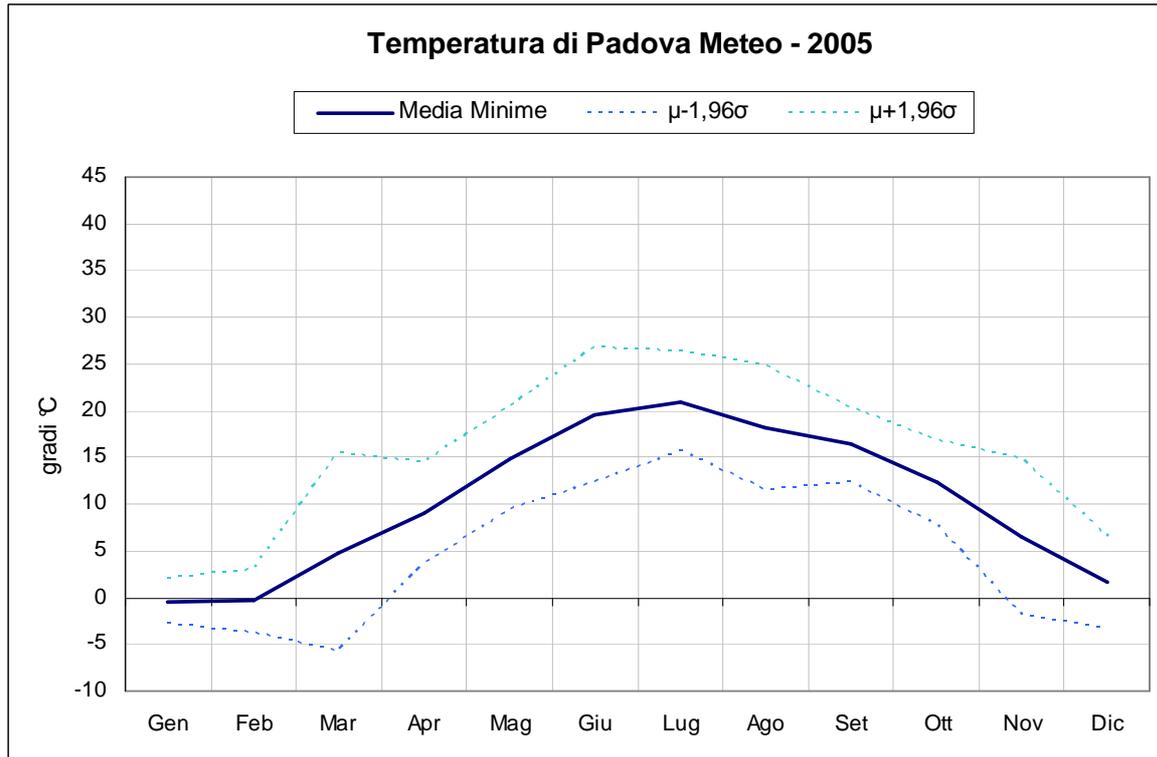
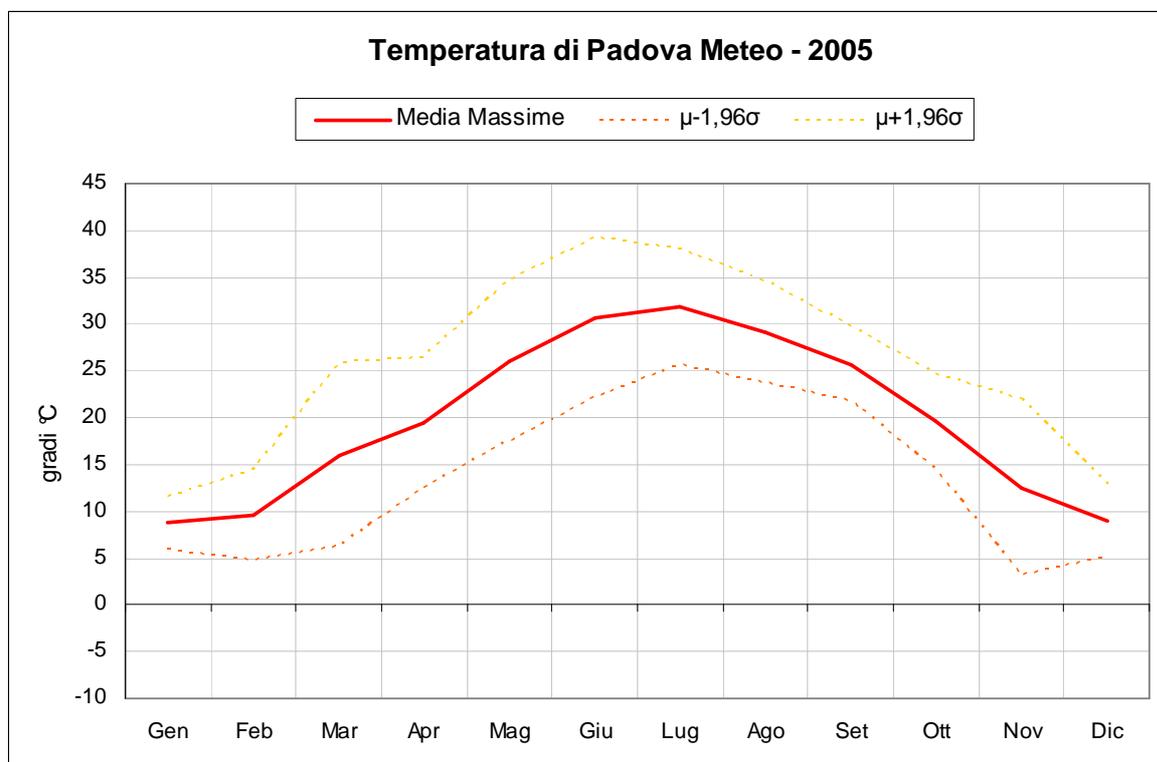


Grafico 1b_PD 2005

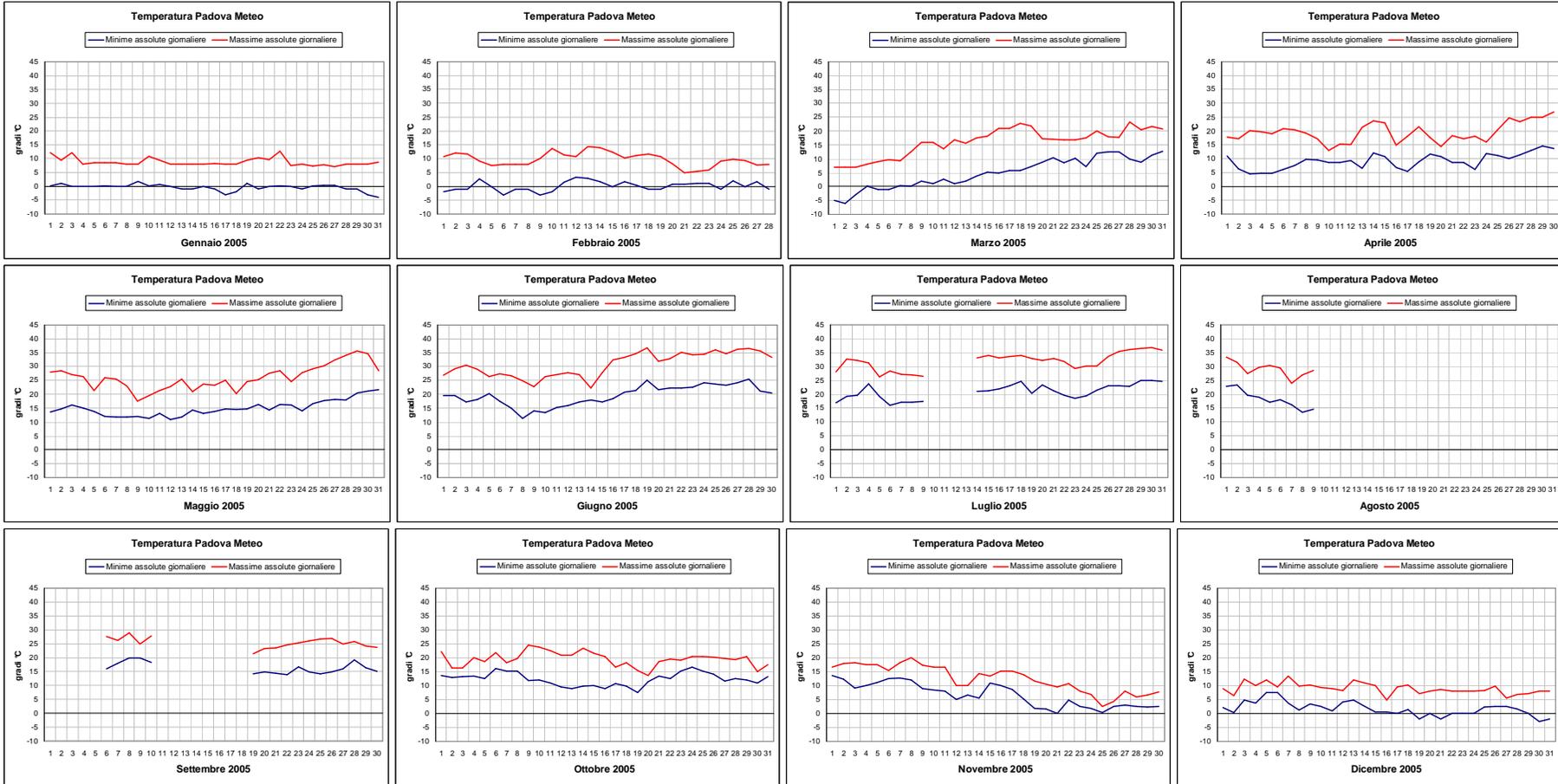


Nota:

μ = media

σ = deviazione standard

Grafico 1c_PD 2005



UMIDITA' RELATIVA

Grafico 2_LM 2002

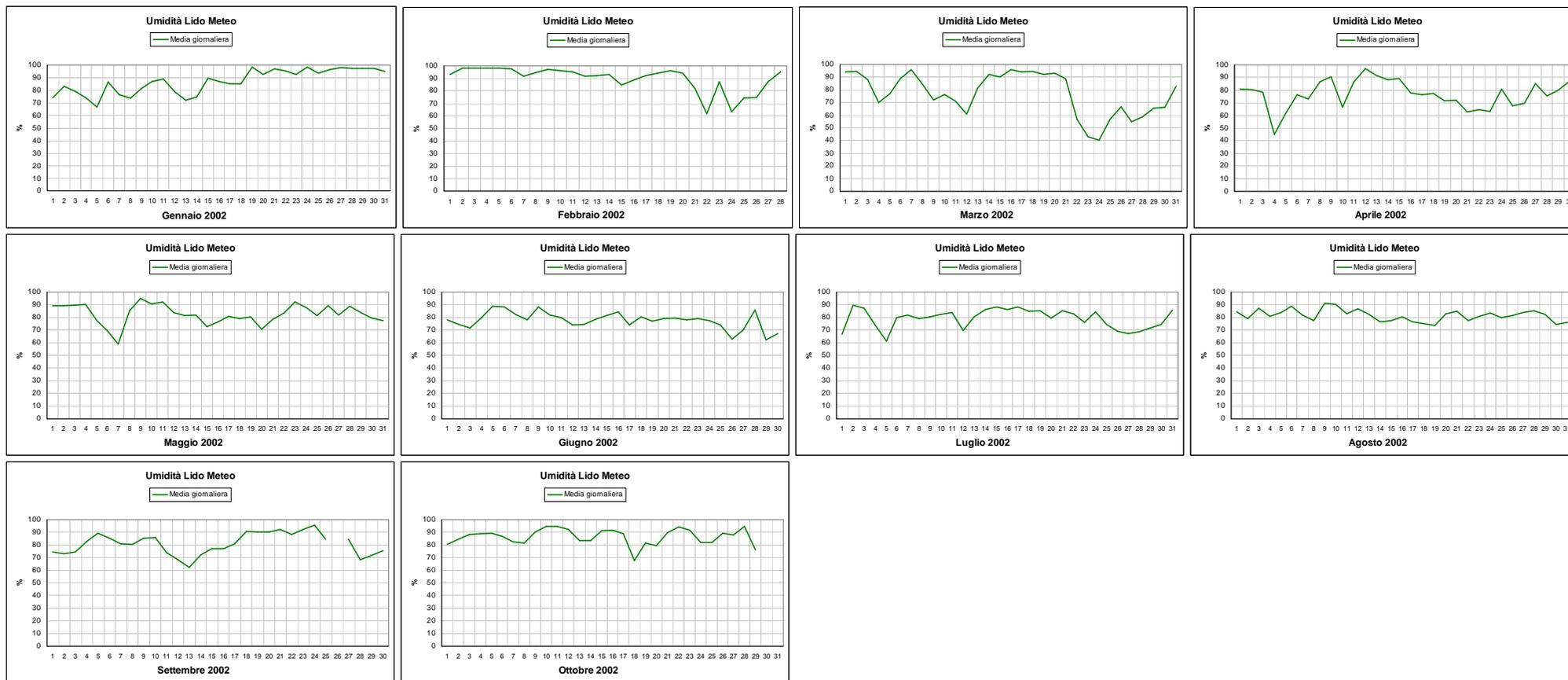


Grafico 2_PD 2002

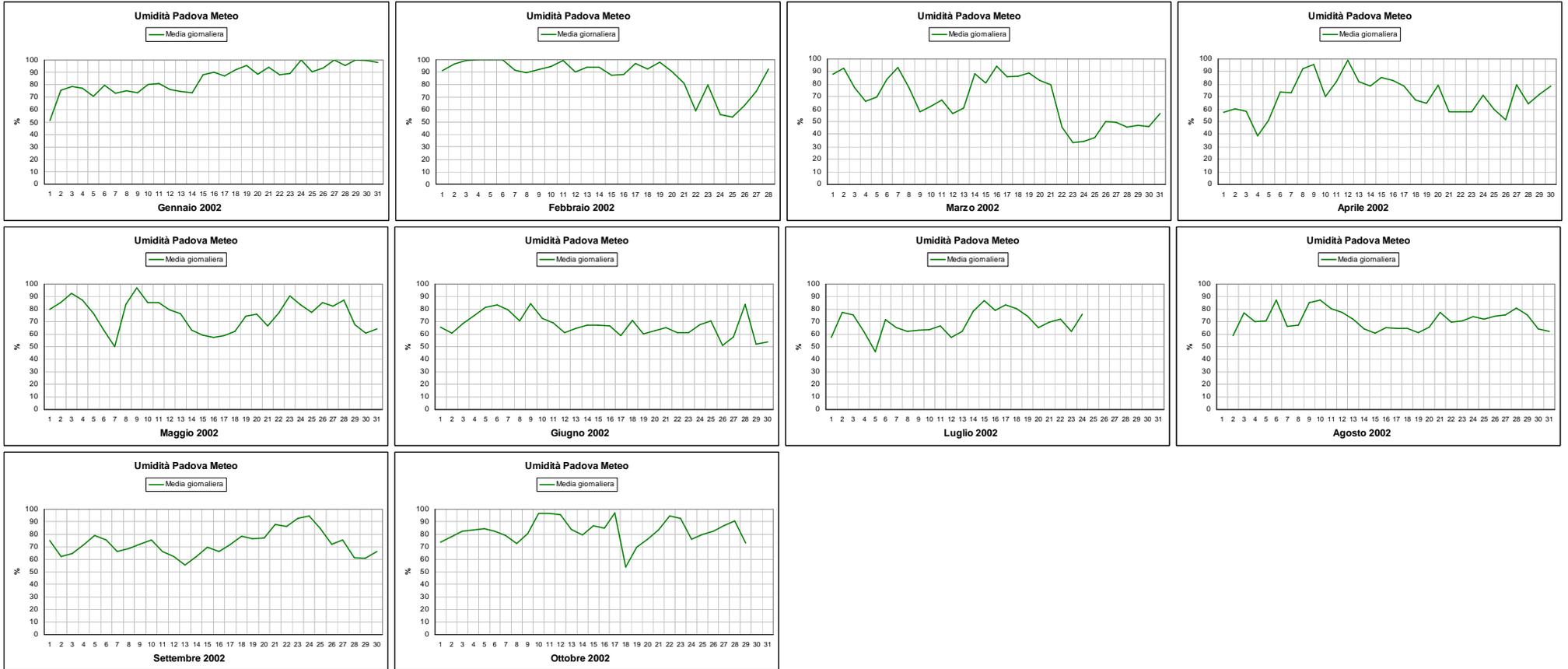


Grafico 2_LM 2003

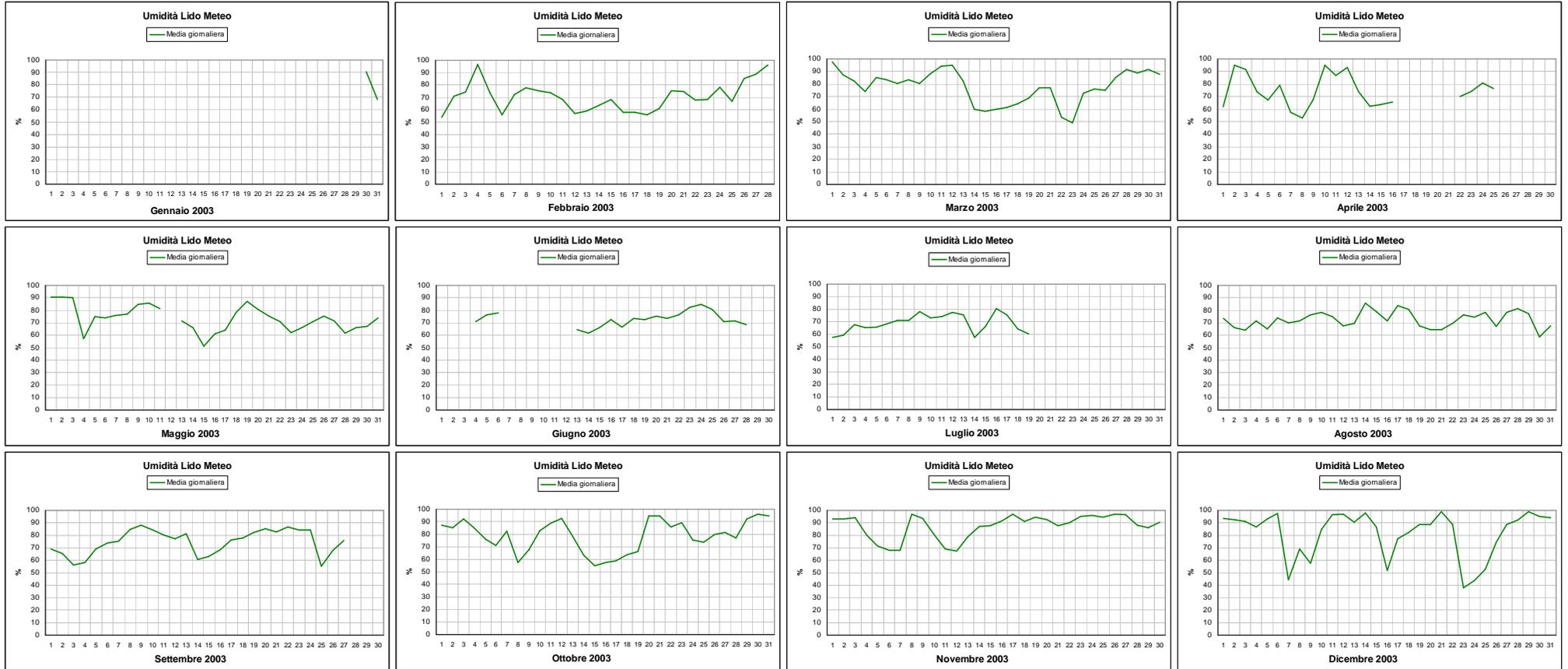


Grafico 2_PD 2003

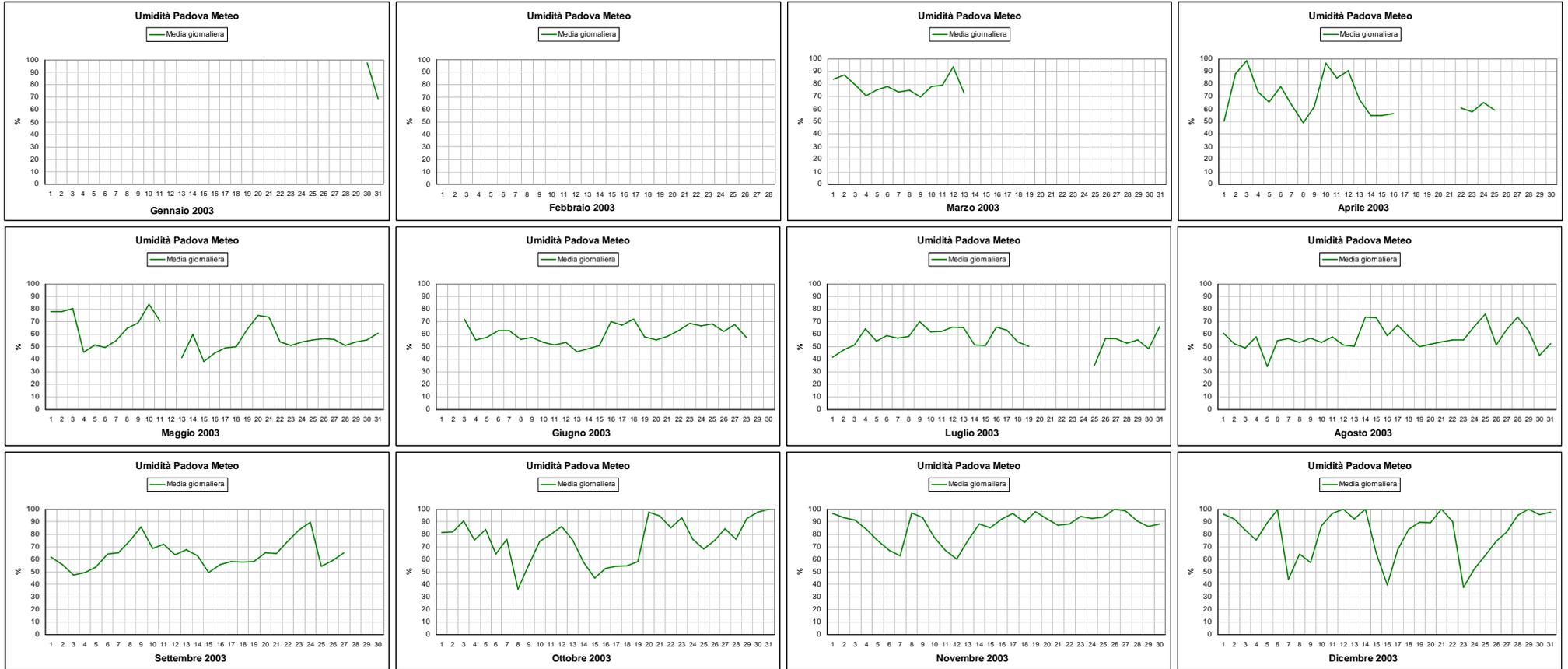


Grafico 2_LM 2004

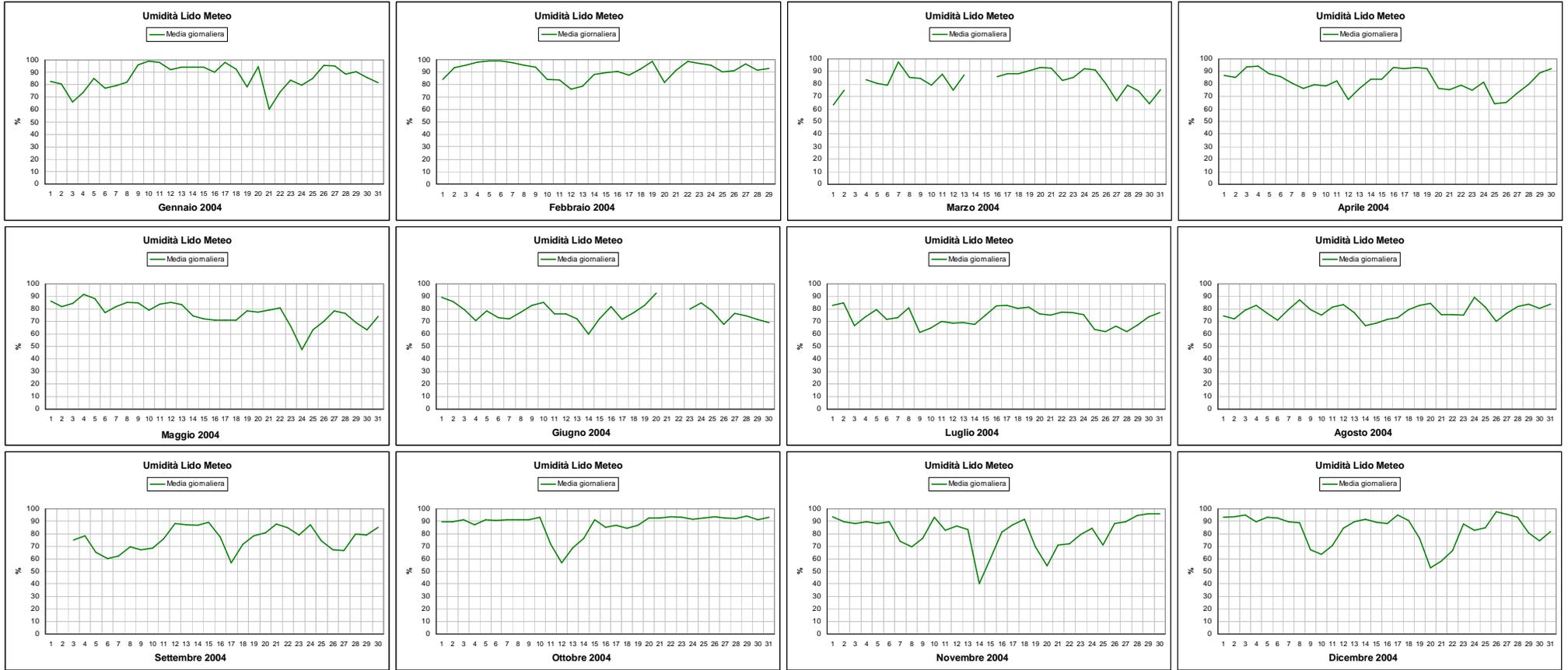


Grafico 2_PD 2004

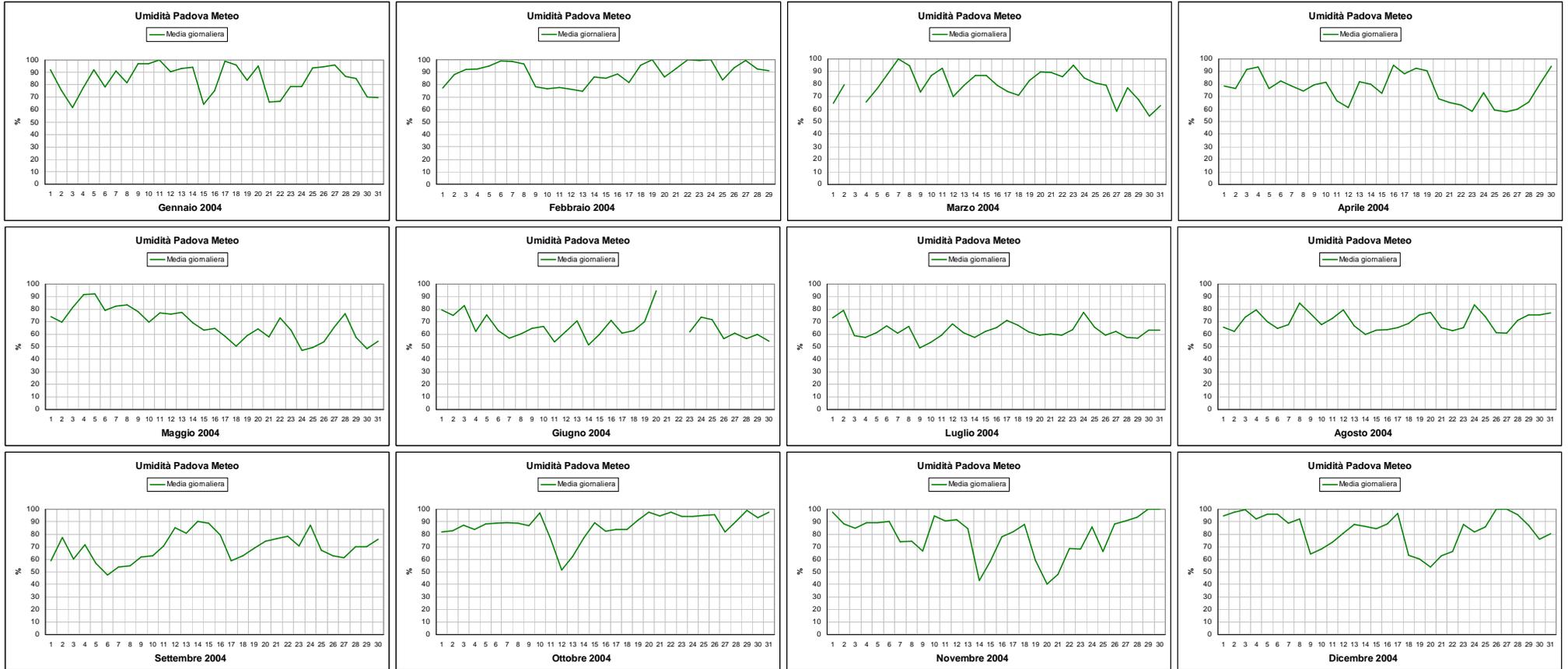


Grafico 2_LM 2005

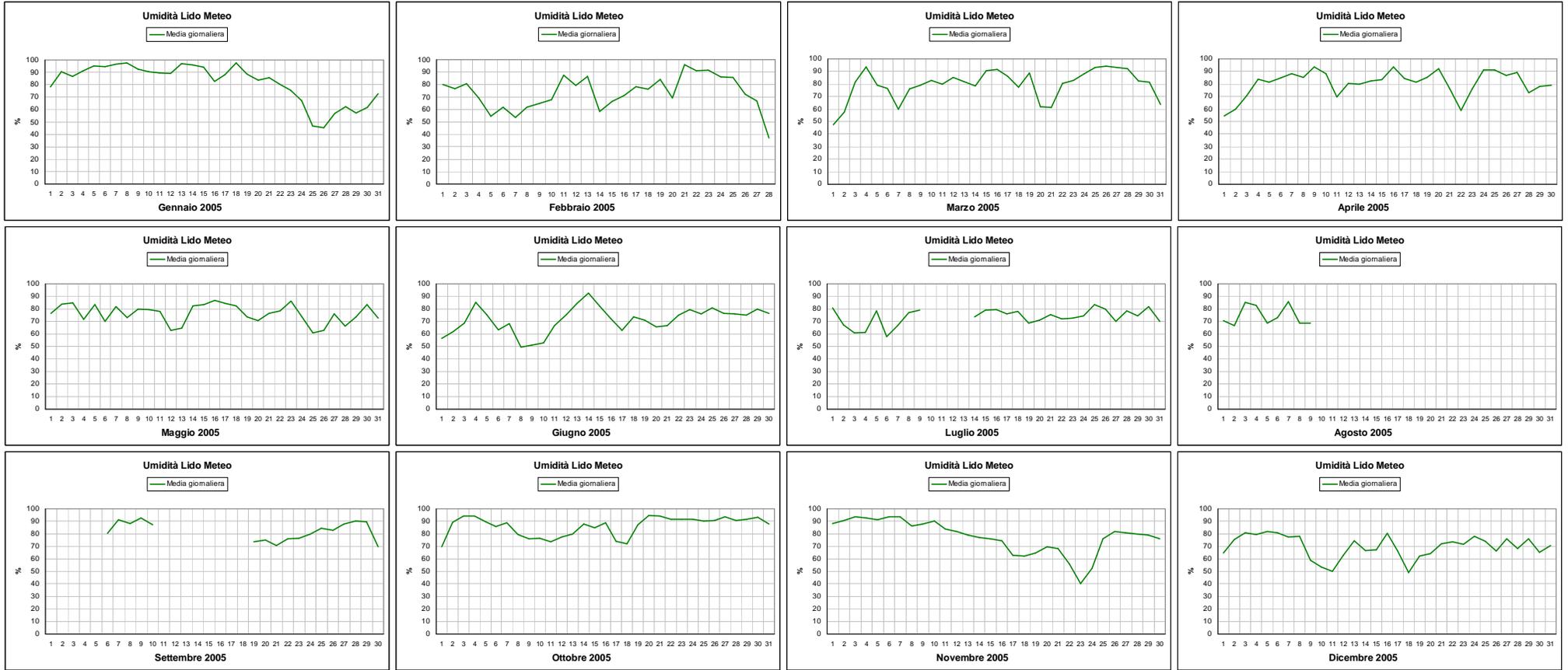
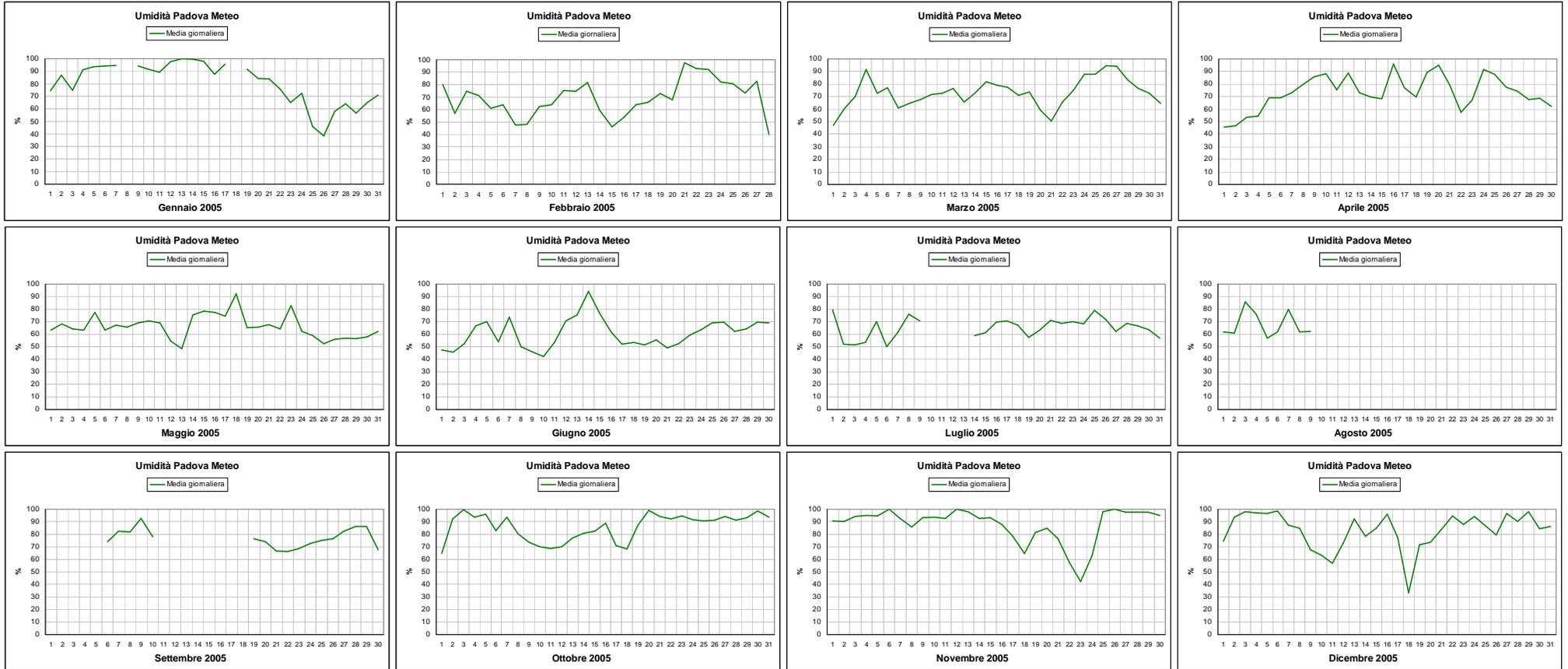


Grafico 2_PD 2005



PRESSIONE ATMOSFERICA

Grafico 3_GR 2002

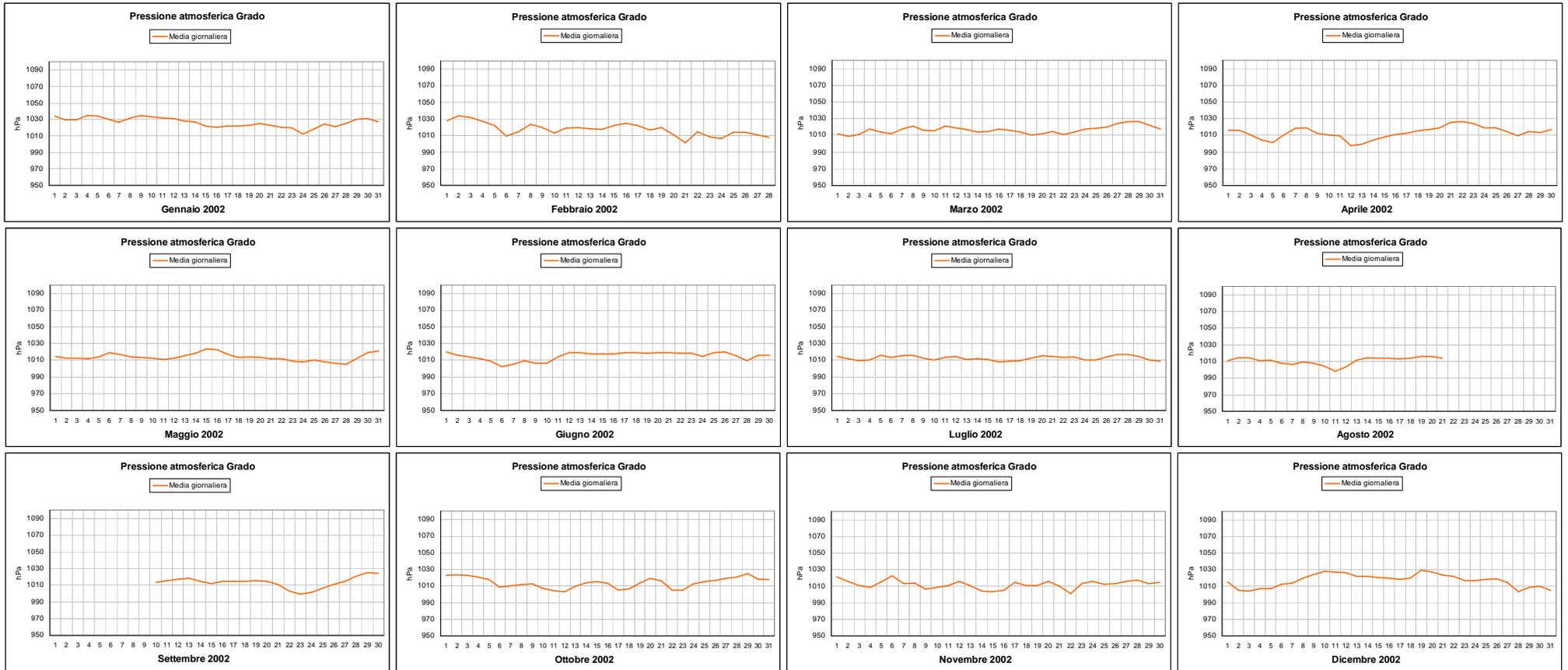


Grafico 3_LM 2002

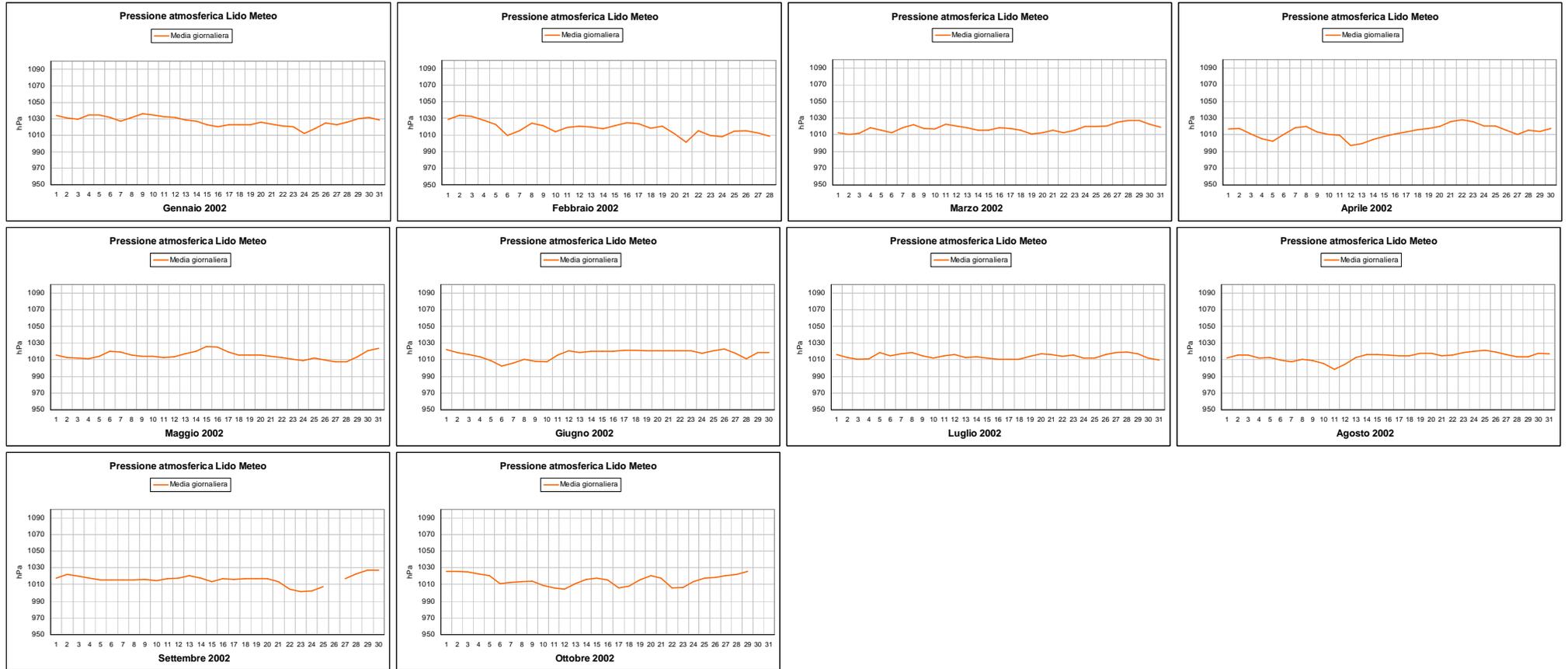


Grafico 3_PD 2002

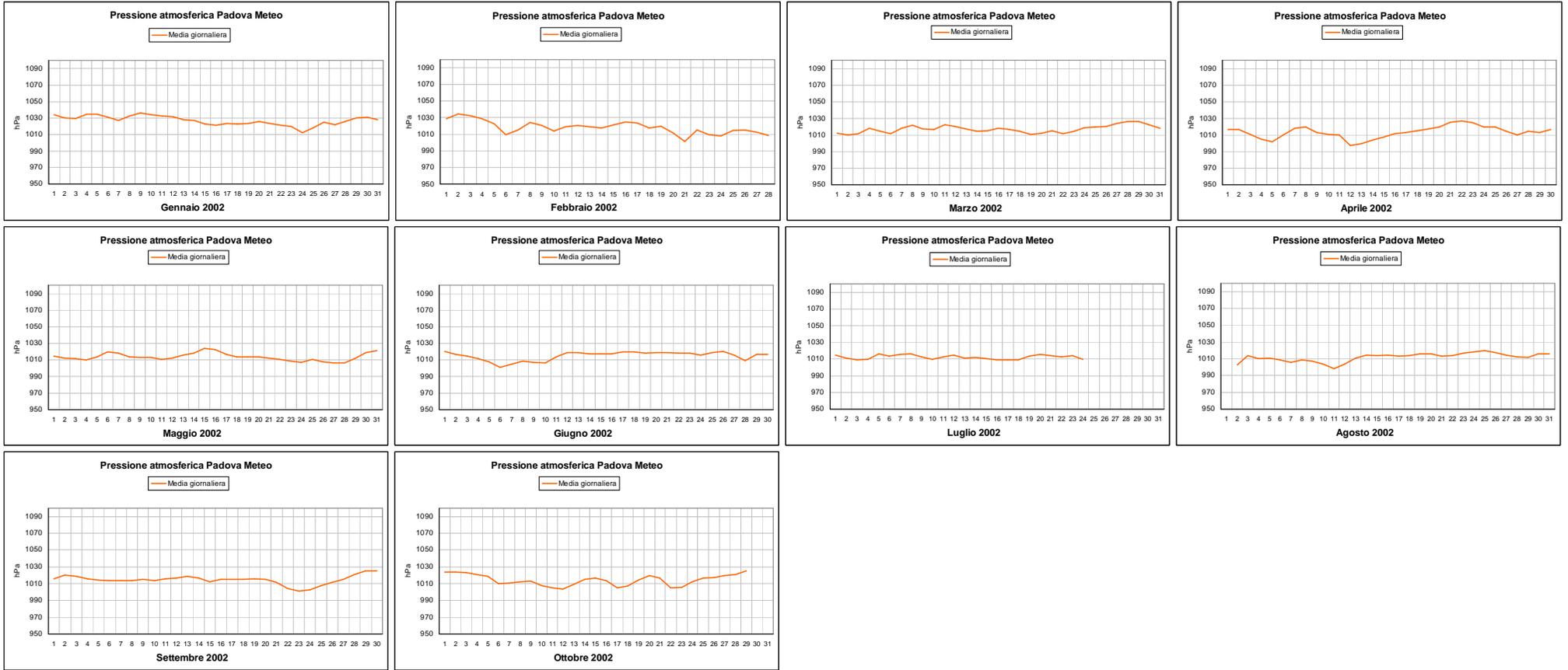


Grafico 3_GR 2003

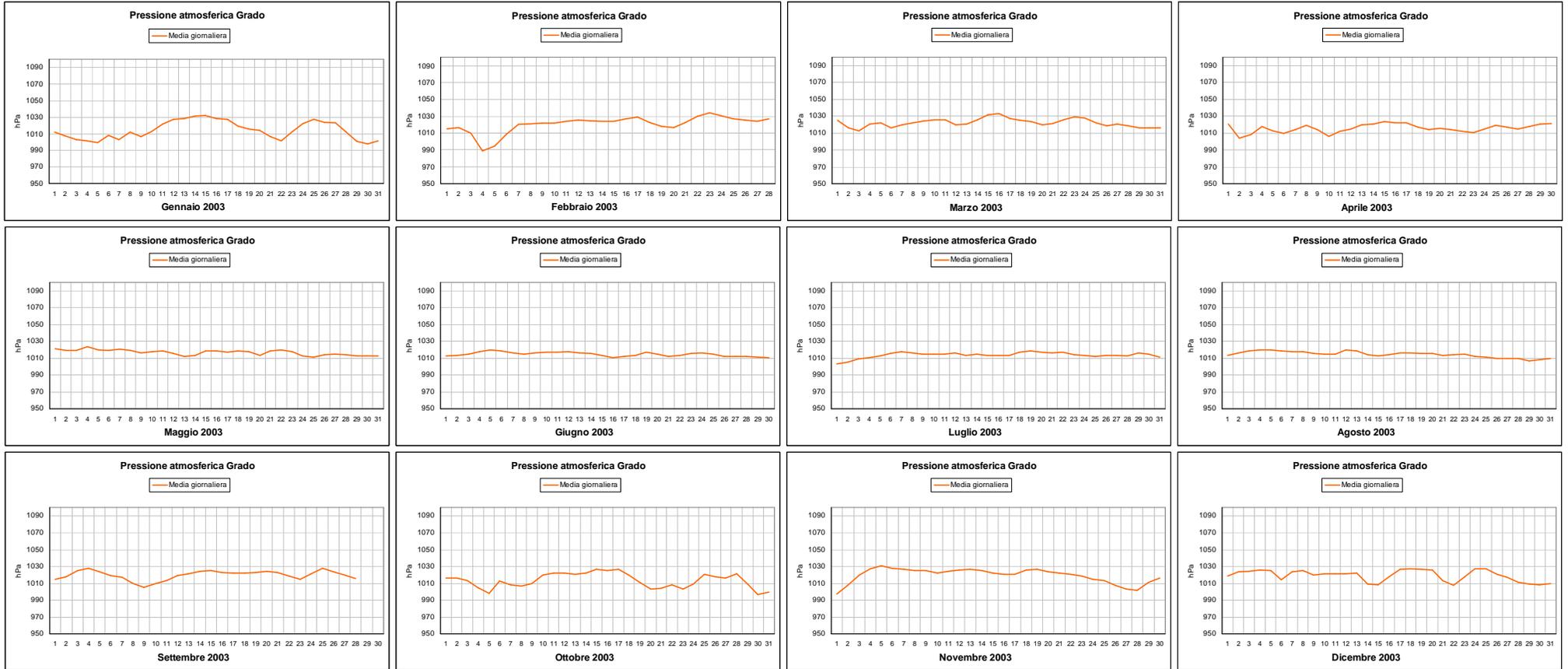


Grafico 3_LM 2003

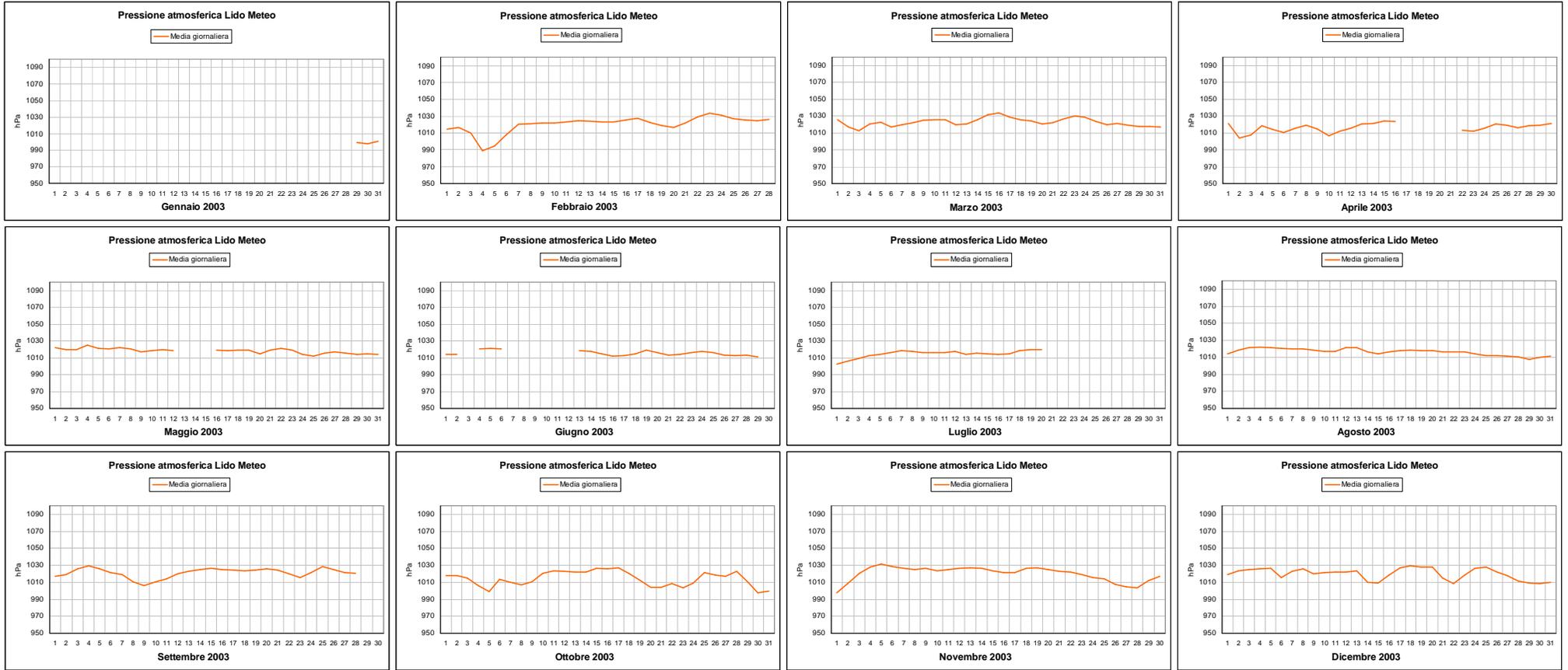


Grafico 3_PD 2003

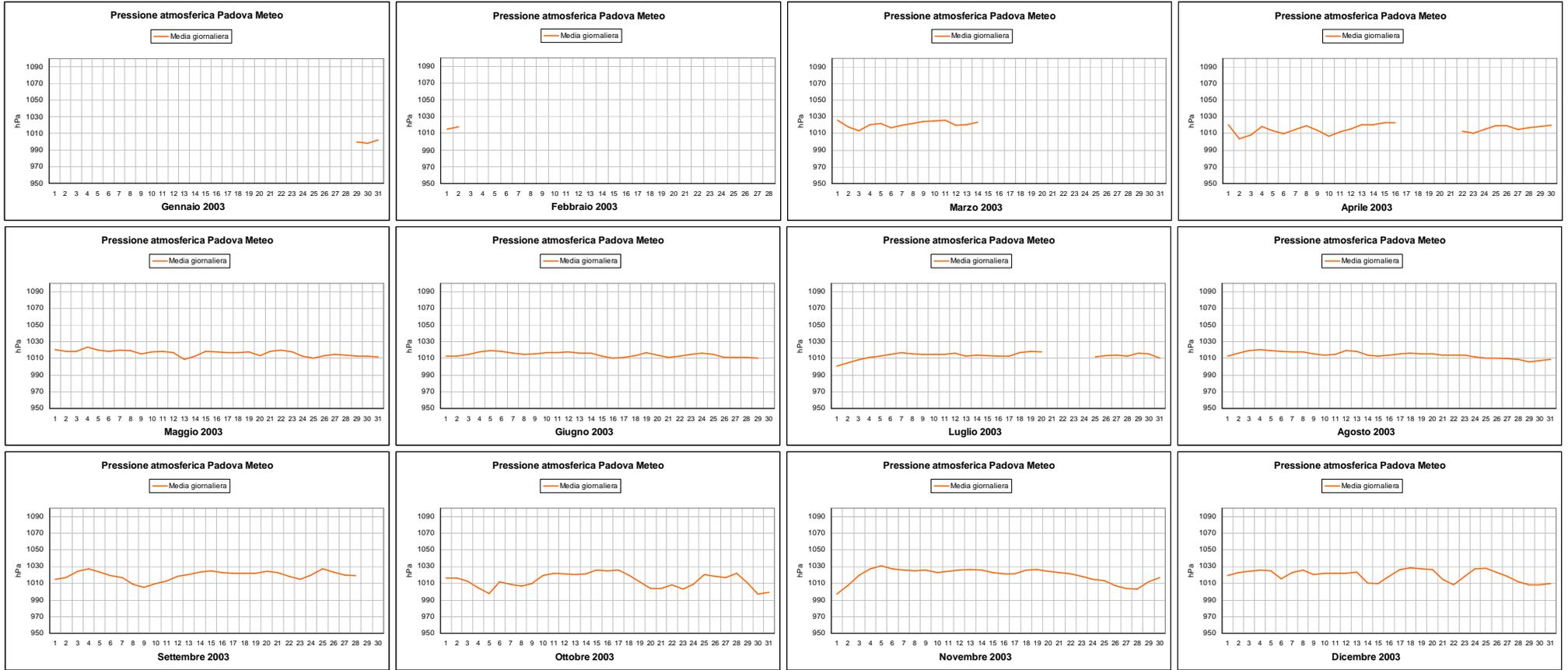


Grafico 3_GR 2004

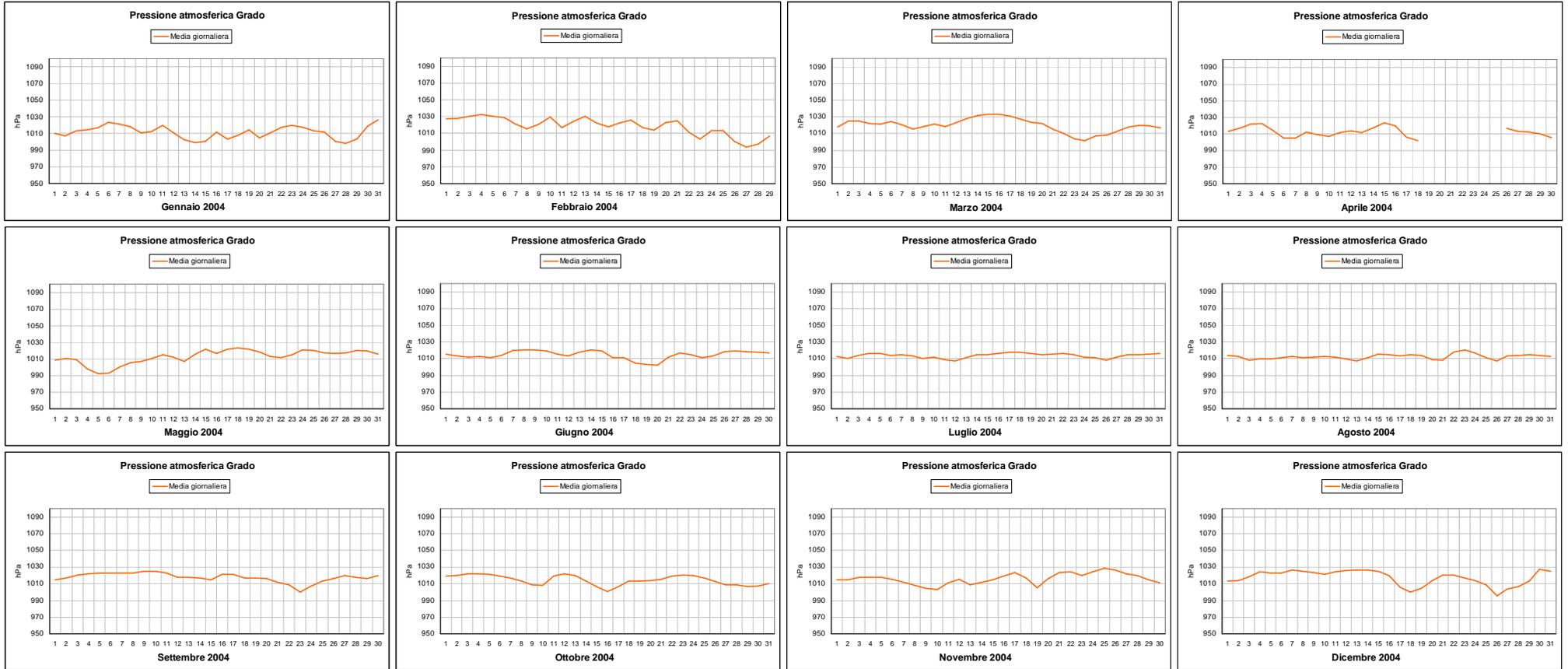


Grafico 3_LM 2004

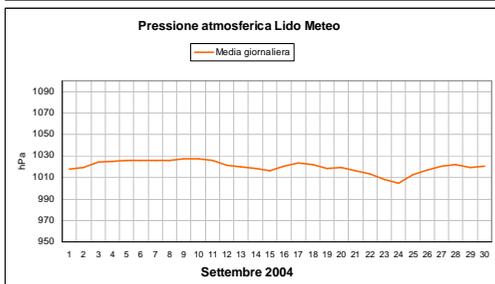
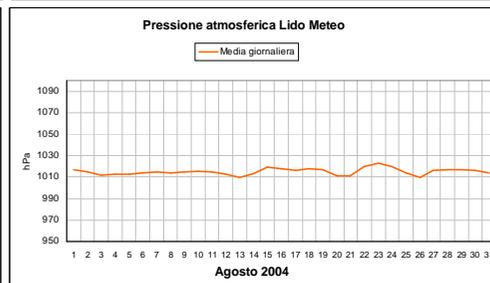
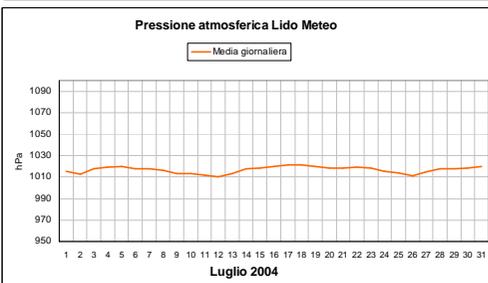
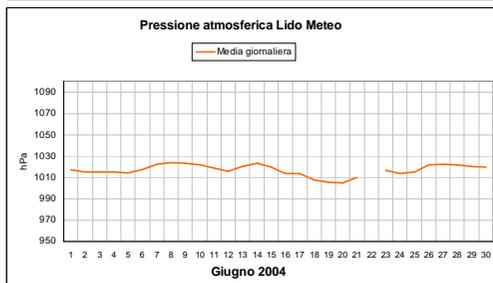
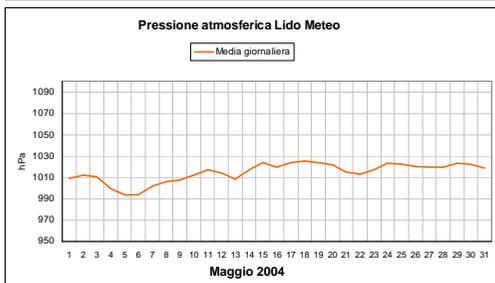
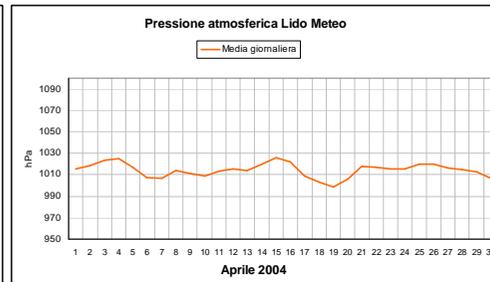
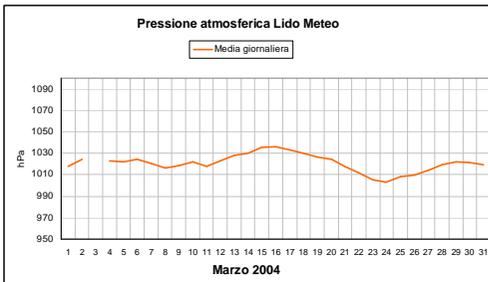
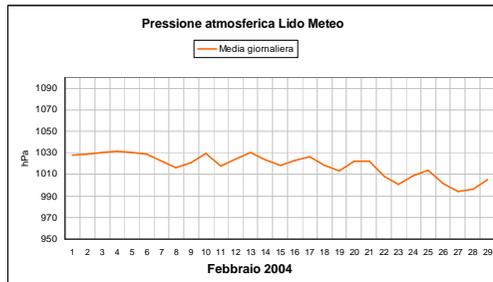
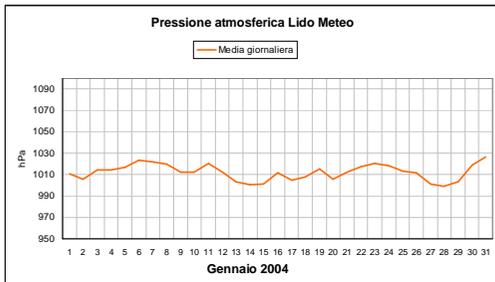


Grafico 3_PD 2004

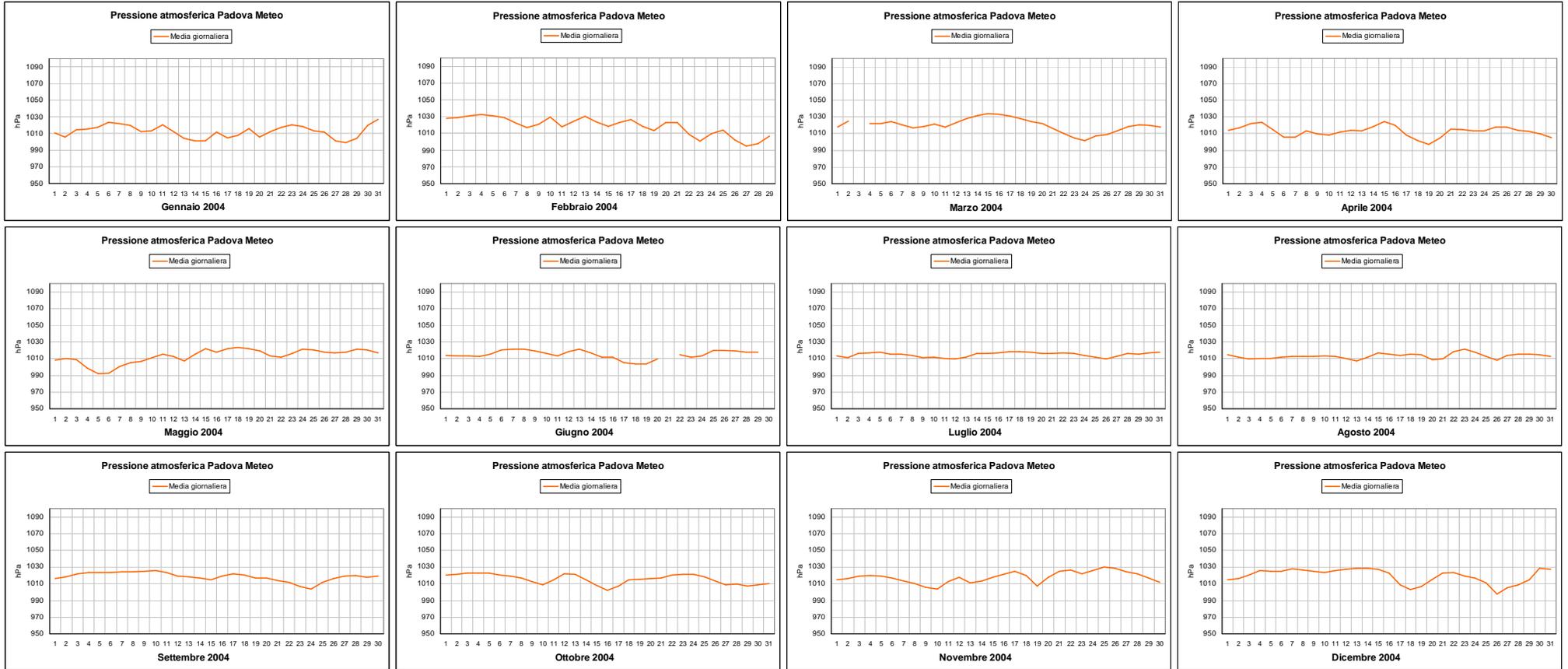


Grafico 3_GR 2005

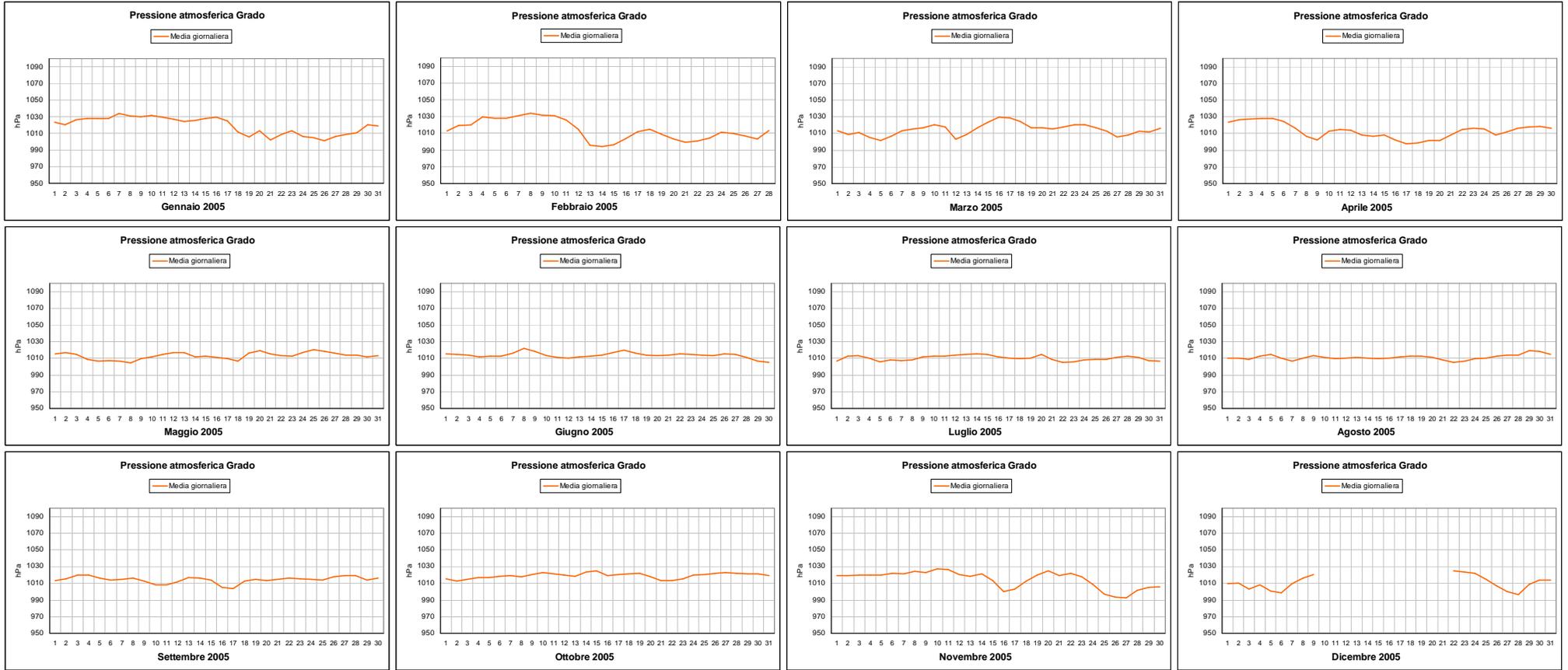


Grafico 3_LM 2005

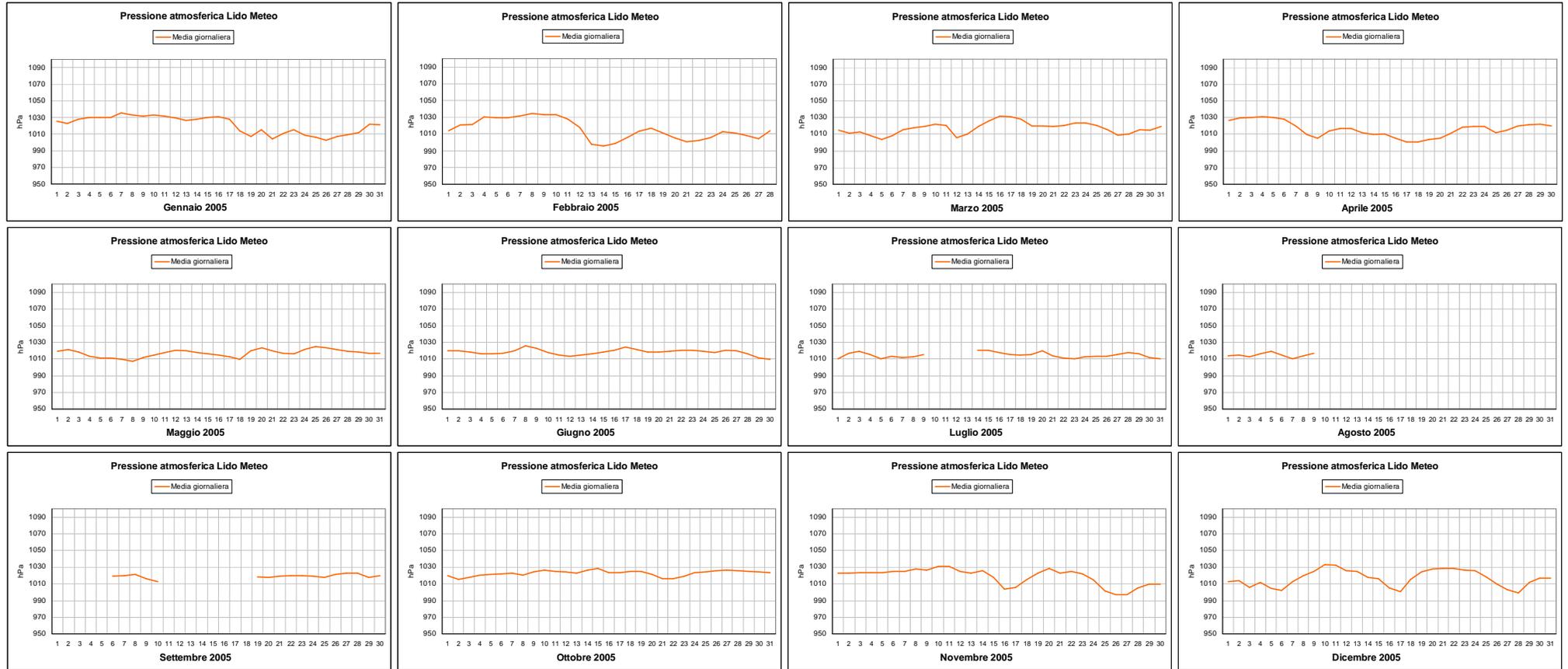
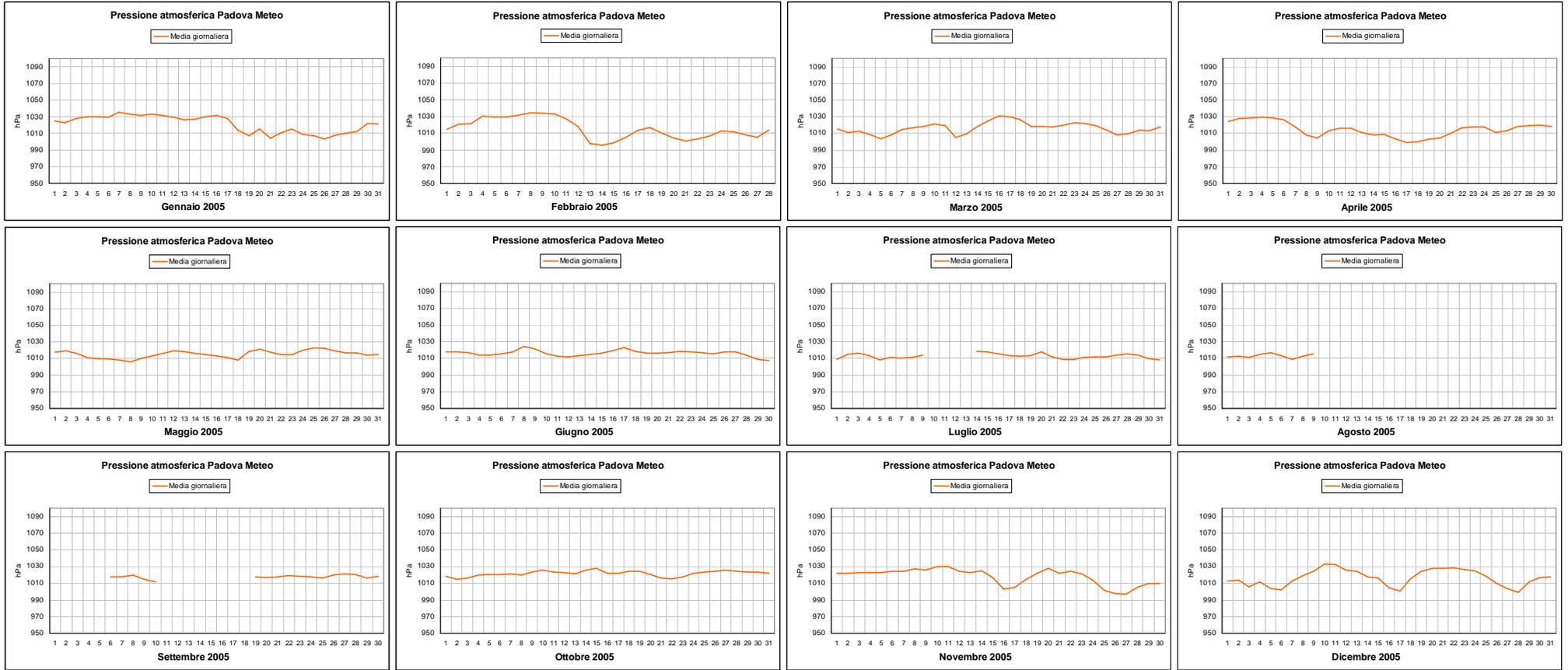


Grafico 3_PD 2005



VENTO

Grafico 4a_2002

Grafico 4b_2002

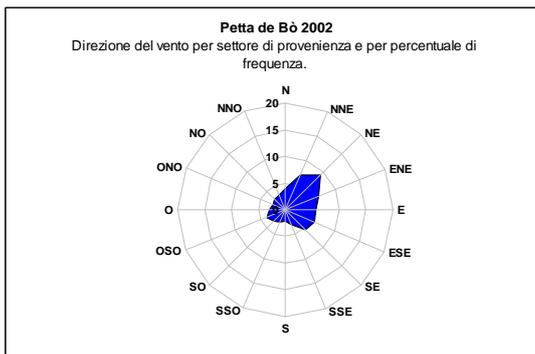
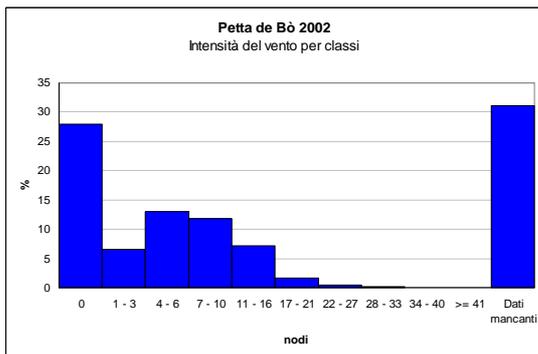
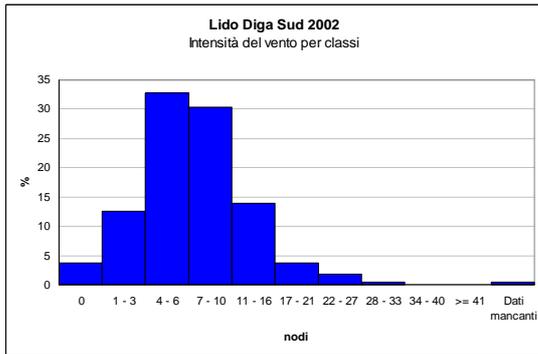
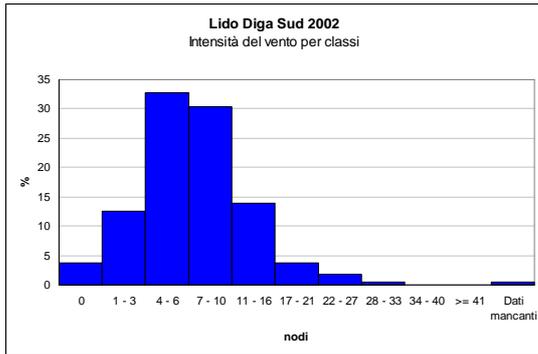
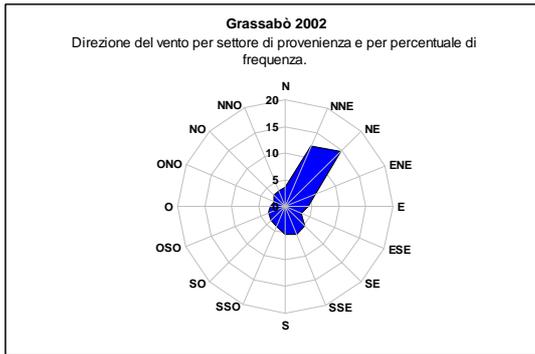
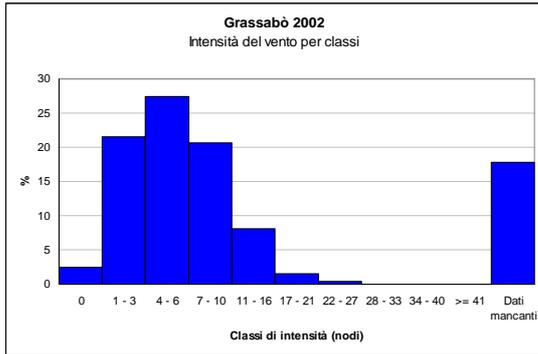
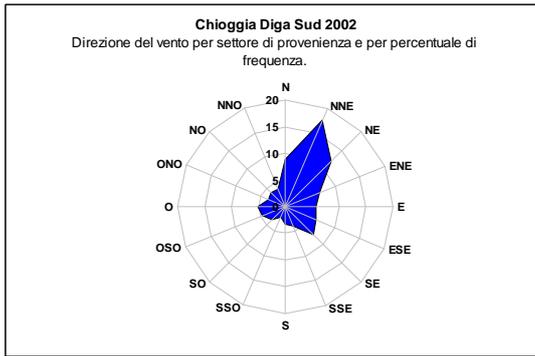
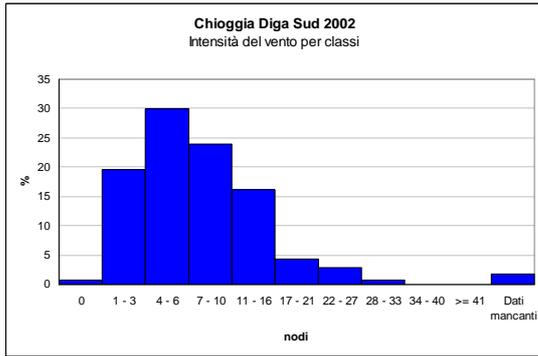


Grafico 4a_2003

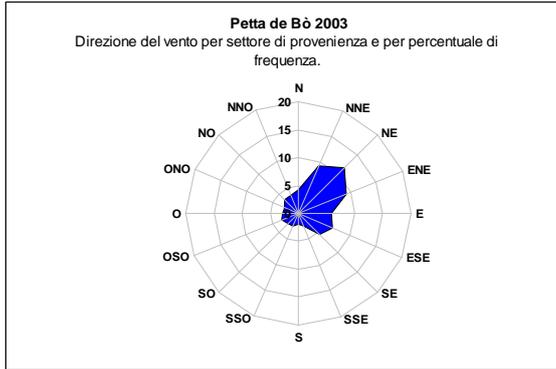
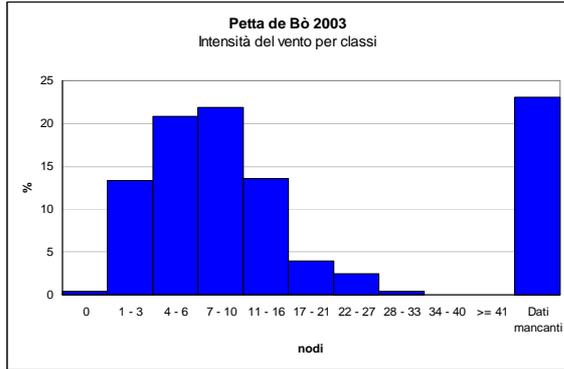
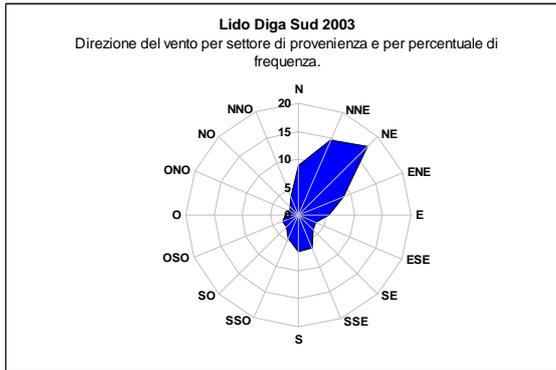
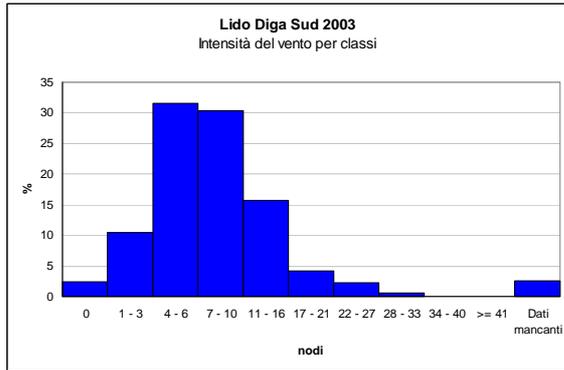
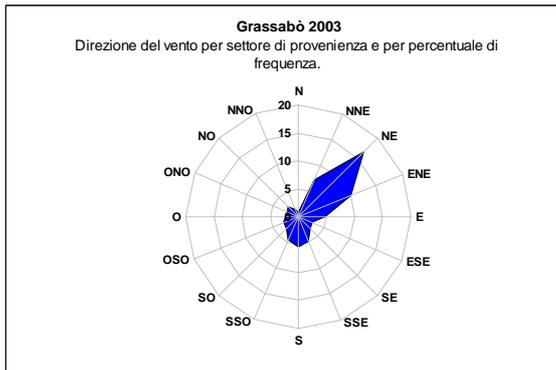
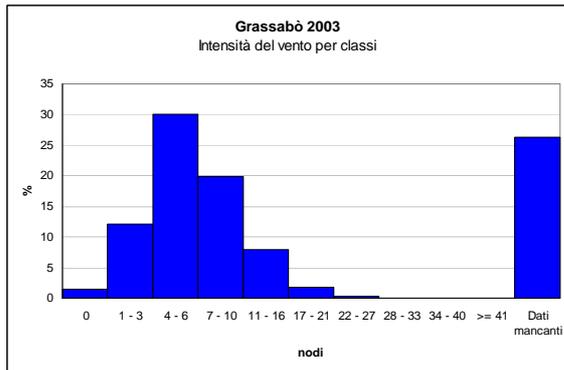
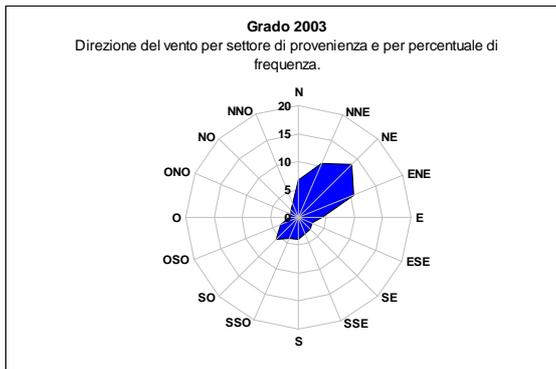
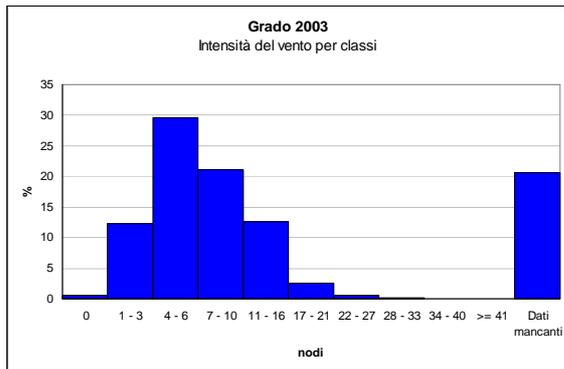
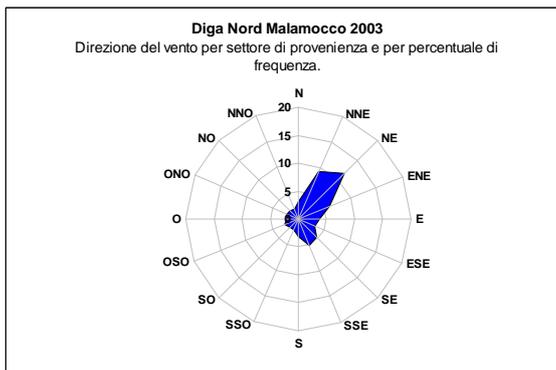
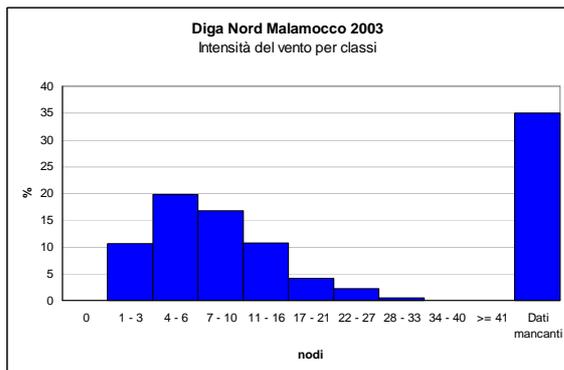


Grafico 4a_2004

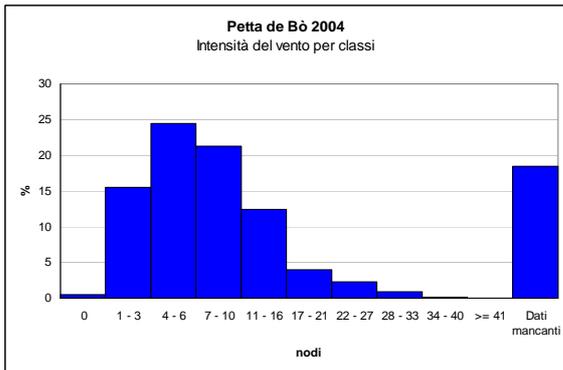
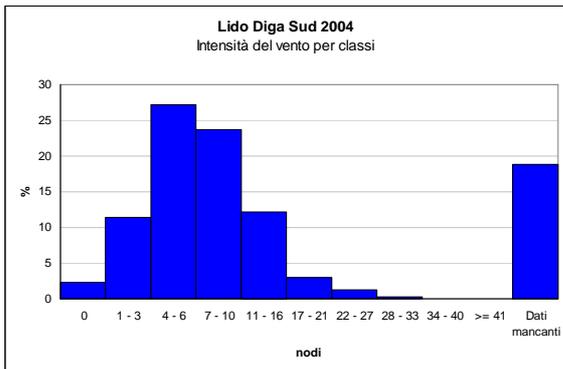
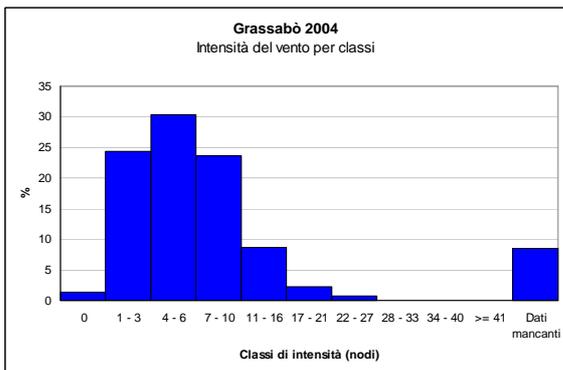
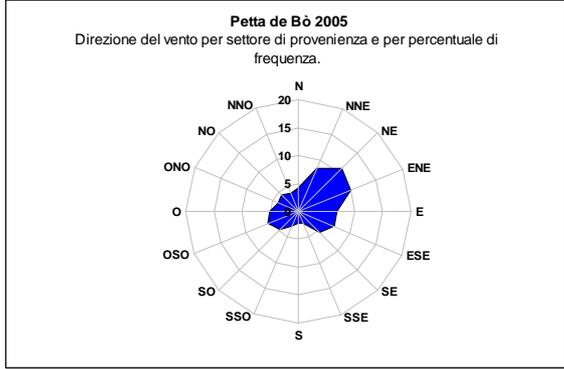
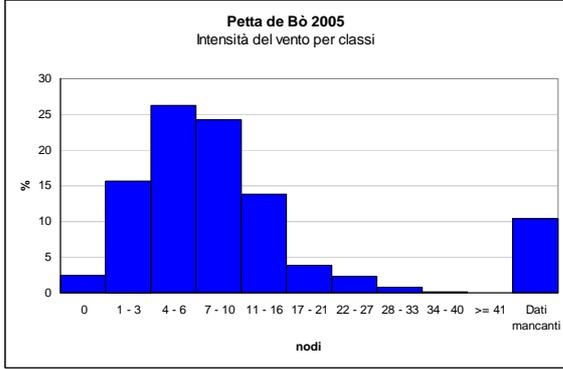
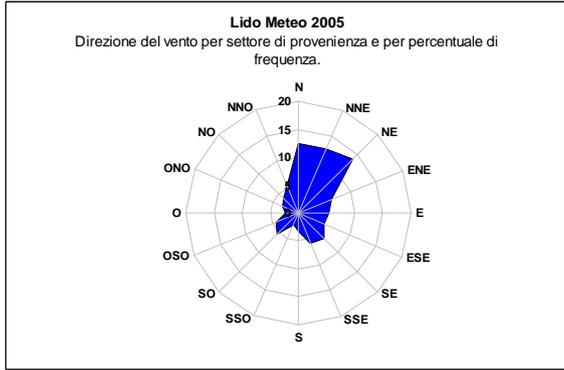
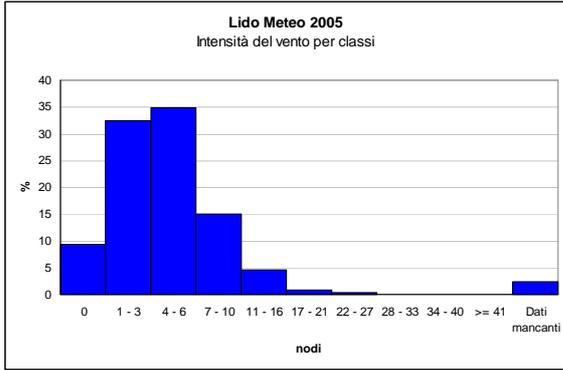
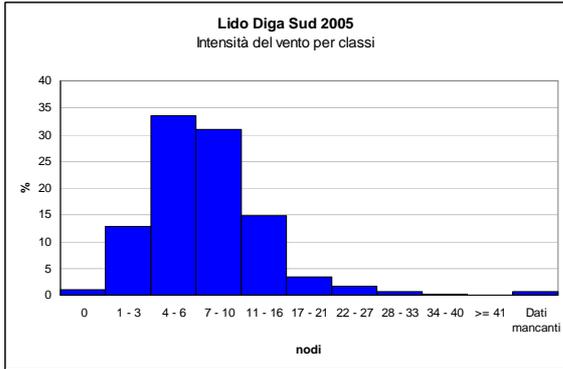
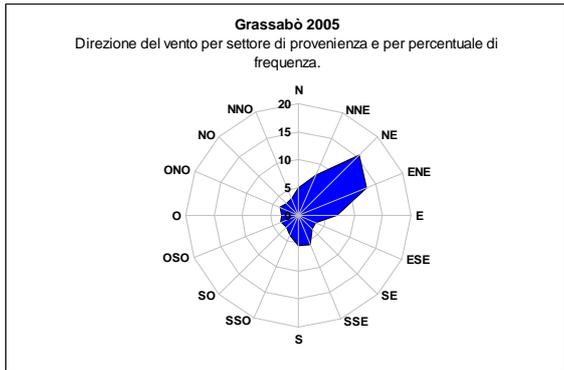
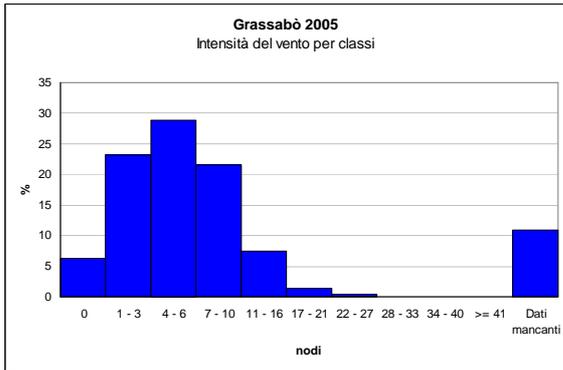
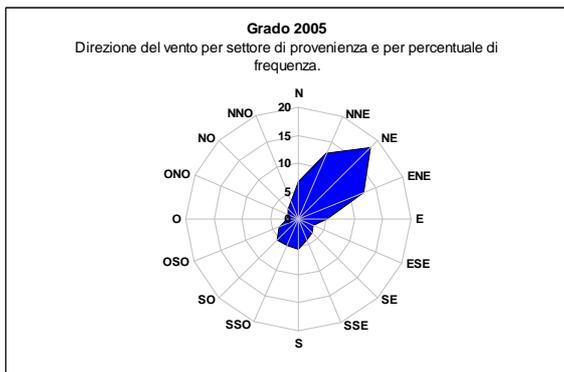
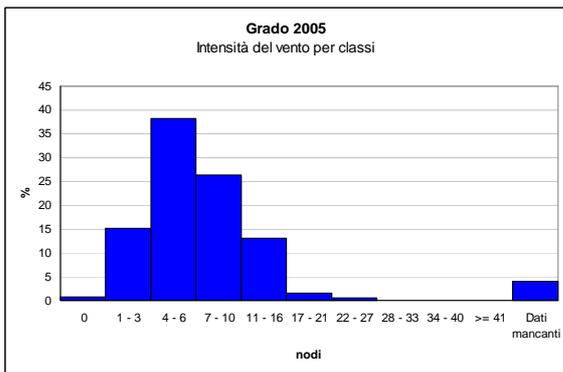


Grafico 4a_2005



B. Tabelle

Nel seguente allegato si riportano le tabelle 10 degli Annali relative alla componente meteorologica precipitazione, elencati nel seguente prospetto.

<i>N° tabella</i>	<i>Descrizione tabella</i>
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Lido Meteo (2002)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Padova Meteo (2002)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Lido Meteo (2003)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Padova Meteo (2003)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Lido Meteo (2004)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Padova Meteo (2004)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Lido Meteo (2005)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Padova Meteo (2005)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Torson di Sotto (2005)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Petta de Bò (2005)
Tabella 10	Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Grassabò (2005)

Tabella 10_2002

Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Lido Meteo (2002)

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno	
Giorno														
1											0	0		
2											0	0		
3											2	0		
4											0	18		
5											5	3		
6											0	1		
7											0	0		
8											0			
9											0			
10											0	0		
11											0	0		
12											0	1		
13											1	5		
14											4	1		
15											0	0		
16											0	1		
17											2	0		
18											6	1		
19											18	7		
20											0	0		
21											1	0		
22											16	0		
23											18	0		
24											0	0		
25											7	0		
26											2	0		
27											5	0		
28											2	1		
29											0	6		
30											1	0		
31										0		0		
Totale										0	91	46	137	
N. giorni piovosi/mese										1	18	15	34	

Nota: Unità di misura mm

Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Padova Meteo (2002)

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno	
Giorno														
1											0	0		
2											0	0		
3											1	0		
4											1	17		
5											0	4		
6											0	2		
7											0	0		
8											0			
9											0	0		
10											0	0		
11											0	0		
12											0	0		
13											1	4		
14											4	3		
15											0	0		
16											0	1		
17											1	0		
18											2	3		
19											19	9		
20											0	0		
21											1	0		
22											17	0		
23											6	0		
24											0	0		
25											12	0		
26											2	1		
27											13	0		
28											19	1		
29											0	12		
30											0	0		
31										0		0		
Totale										0	100	59	159	
N. giorni piovosi/mese										1	19	16	36	

Nota: Unità di misura mm

Tabella 10_2003

Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Lido Meteo (2003)

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Giorno													
1		0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	
2		0	0	0	1	15	0	0	0	0	27	0	
3		0	1	16	0		0	0	3	0	0	0	
4		0	1	16	0		0	0	0	0	0	0	
5		19	0	11	0	0	0	0	0	4	0	0	
6		0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
7		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
8		0	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
9		0	0	0	0		0	0	21	0	42	0	
10		0	0	0	0		0	0	7	0	0	0	
11		0	0	18	1		0	0	7	0	0	4	
12		0	0	1	0		0	0	8	0	0	1	
13		0	0	23	0		0	0	0	0	0	0	
14		0	6	0	0	0	1	0	2	0	0	0	
15		0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	
16		0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	
17		0	0		0	2	0	0	0	0	3	0	
18		0	0		0	0	0	0	0	0	8	0	
19		0	0		0	0	1	0	0	0	0	0	
20		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	
21		0	0		15	0		0	0	14	0	0	
22		0	0	0	5	0		0	0	1	0	7	
23		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
24		0	0	0	0	1		0	0	15	0	0	
25		0	0	0	0	2		0	3	1	0	0	
26		0	0	0	0	0		13	0	0	0	0	
27		0	0	0	0	0		0	0	0	22	0	
28		0	0	5	0	3		0	0	5	8	0	
29			0	0	0	0		0		0	6	6	
30	0		0	0	0			0	2	9	0	41	
31	6		0		0			0		3		4	
Totale	6	19	9	91	22	30	2	37	53	55	119	63	507
N. giorni piovosi/mese	1	2	11	8	5	7	2	2	8	9	8	6	69

Nota: Unità di misura mm

Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Padova Meteo (2003)

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Giorno													
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	
2		0	0	0	0	6	0	0	0	0	39	1	
3			1	34	0	4	0	0	0	0	0	0	
4			2	47	0	0	0	0	0	0	0	0	
5			0	14	0	0	2	0	0	4	0	0	
6			0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	
7			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
8			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9			0	0	0	0	0	0	5	0	46	0	
10			0	0	0	0	8	0	8	0	0	0	
11			0	24	3	0	0	0	5	0	0	9	
12			0	1	0	0	0	0	8	0	0	0	
13			0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	
14			0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
15				0	0	0	0	2	0	0	0	0	
16				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17					0	7	0	0	0	0	4	0	
18					0	8	0	0	0	0	6	0	
19				0	0	10	0	0	0	0	0	0	
20					0	0		0	0	0	0	0	
21					7	0		0	0	18	0	0	
22				1	5	0		0	0	0	0	10	
23				0	0	0		0	0	0	0	0	
24				0	0	0		0	0	19	0	0	
25				0	0	0	0	0	8	1	0	0	
26				0	0	0	0	9	0	0	0	0	
27				0	0	0	0	0	0	0	15	0	
28				5	0	16	0	0		7	12	0	
29				0	0	1	1	1		0	1	8	
30	0			0	0		0	0	4	8	0	39	
31	0				0		0	0		2		6	
Totale	0	0	3	142	15	52	11	12	40	72	130	73	551
N. giorni piovosi/mese	1		4	9	4	7	3	3	7	8	8	6	60

Nota: Unità di misura mm

Tabella 10_2004

Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Lido Meteo (2004)

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Giorno													
1	6	0	29	0	5	0	0	0	14				
2	0	0	0	0	0	19	18	0	0				
3	0	0		0	0	7	4	0	0				
4	0	0	0	0	2	2	0	16	0				
5	0	0	0	0	48	0	0	5	0				
6	0	0	0	0	7	3	0	0	0				
7	0	0	3	8	2	3	0	0	0				
8	0	0	43	0	9	0	0	0	0				
9	0	0	11	0	24	0	0	25	0				
10	3	0	0	2	7	0	0	0	0				
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
12	0	0	21	0	0	0	1	0	0				
13	0	0	0	8	4	10	0	0	0				
14	0	0	0	7	4	13	0	0	0				
15	0	0	0	0	0	0	0	0	29				
16	2	0	0	0	2	0	0	0	0				
17	0	0	0	9	0	0	0	0	20				
18	9	0	0	2	0	15	0	0	0				
19	21	3	0	0	0	0	0	0	0				
20	2	45	0	4	0	0	0	0	0				
21	0	10	0	7	0	80	0	2	0				
22	0	42	0	0	0		0	5	0				
23	0	28	0	0	16	0	0	0	0				
24	2	15	9	0	0	0	0	0	0				
25	0	9	2	10	0	0	1	0	19				
26	0	0	5	0	0	0	0	0	0				
27	0	11	6	0	0	0	0	0	0				
28	4	2	0	0	0	0	8	0	0				
29	1	17	0	0	0	0	0	0	0				
30	0		0	0	0	0	0	0	0				
31	0		0		0		0	0					
Totale	50	182	129	57	130	152	32	53	82				867
N. giorni piovosi/mese	9	10	9	9	12	9	5	5	4				72

Nota: Unità di misura mm

Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Padova Meteo (2004)

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Giorno													
1	12	0	23	0	23	0	0	0	0	0	0	39	
2	0	0	7	0	0	0	6	0	0	0	0	2	
3	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0	0	4	
4	0	0	0	0	1	1	0	16	0	0	0	3	
5	0	0	0	0	40	0	0	6	0	0	0	1	
6	0	0	0	0	16	10	0	0	0	0	0	9	
7	0	0	5	7	8	0	0	0	0	0	8	2	
8	0	0	40	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	16	3	3	0	0	2	0	0	0	0	
10	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	0	
11	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	27	0	
12	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	3	0	
13	0	0	0	6	4	18	0	0	0	0	1	0	
14	0	0	0	9	1	16	0	0	0	0	4	0	
15	0	0	0	2	1	0	0	0	46	0	0	0	
16	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
17	0	0	0	9	0	0	0	0	22	0	0	4	
18	13	0	0	2	0	1	0	0	4	0	0	1	
19	30	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	3	33	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	
21	0	21	0	1	0	15	0	0	0	0	0	0	
22	0	44	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
23	0	21	5	0	12	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	22	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	20	0	7	0	0	26	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
27	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	25	
28	4	9	0	0	0	0	12	0	0	0	0	8	
29	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	
31	0		0		0		0	0		0	0	0	
Totale	66	188	167	63	114	82	46	25	75	3	57	109	994
N. giorni piovosi/mese	11	14	13	16	15	11	8	5	11	16	14	17	151

Nota: Unità di misura mm

Tabella 10_2005

Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Lido Meteo (2005)

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Giorno													
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	1	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	21	5	86	0	8	
5	0	0	20	0	21	0	0	0	0	1	0	3	
6	0	0	0	0	10	0	19	0	0	5	8	7	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	65	11	
8	0	0	0	0	0	11	0	7	4	36	18	0	
9	0	0	0	11	0	0	6	0	0	4	0	0	
10	0	0	0	4	11	0	3	0	53	0	0	0	
11	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	
13	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	14	
14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
15	0	0	0	0	3	6	0	16	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	
17	0	0	0	9	0	0	0	0	14	0	0	0	
18	0	0	0	0	4	0	0	0	12	0	0	0	
19	11	0	0	0	10	0	0	0	12	0	0	0	
20	21	0	0	1	0	3	2	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	14	0	0	0	7	0	9	0	0	
22	0	8	0	0	0	0	4	9	0	1	0	0	
23	0	12	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
25	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	1	2	15	0	0	0	0	0	0	3	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	
28	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	4	4	
29	0		0	0	0	0	0	20	0	0	1	0	
30	0		0	0	0	15	0	0	3	0	13	0	
31	0		0		0		0	0		0		0	
Totale	34	21	23	96	61	36	51	113	106	165	140	49	897
N. giorni piovosi/mese	10	3	11	20	14	7	10	15	15	16	14	11	146

Nota: Unità di misura mm

Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione Padova Meteo (2005)

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Giorno													
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
2	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	2	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	1	
4	0	0	0	0	0	0	0	7	4	74	0	10	
5	0	0	14	0	10	0	0	0	1	0	0	5	
6	0	0	0	0	3	0	4	0	0	23	31	10	
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	77	5	
8	0	0	0	0	0	12	1	0	0	46	8	0	
9	0	0	0	17	0	0	11	0	10	11	0	0	
10	0	0	0	10	2	0	1	0	5	0	0	0	
11	0	0	0	15	0	0	2	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	8	1	0	1	12	0	0	0	0	
13	0	0	0	2	0	1	5	1	0	0	0	11	
14	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	1	5	0	34	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	
17	0	0	0	12	0	0	0	0	15	0	0	0	
18	0	0	0	0	18	0	0	0	22	0	0	0	
19	0	0	0	0	47	0	0	0	22	0	0	0	
20	16	0	0	4	0	0	2	0	1	0	0	0	
21	0	0	0	2	0	0	0	10	0	11	0	0	
22	0	7	0	1	0	0	2	36	0	2	0	0	
23	0	9	0	1	0	0	7	2	0	1	0	0	
24	0	0	0	0	5	0	3	0	0	0	0	0	
25	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	
28	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	5	
29	0		0	0	0	0	0	13	0	0	1	0	
30	0		0	0	0	30	0	0	1	0	10	1	
31	0		0		0		0	0		0		0	
Totale	18	16	16	97	88	50	77	195	81	188	161	49	1036
N. giorni piovosi/mese	9	4	6	13	11	7	13	15	15	17	18	16	144

Nota: Unità di misura mm

**Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione
Torson di sotto (2005)**

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Giorno													
1							0	0	0	0	0	0	
2							10	0	0	0	1	1	
3							0	0	4	17	0	0	
4							0	11	0	82	0	5	
5							0	0	0	0	0	2	
6							1	0	0	35	12	4	
7							0	0	0	5	61	6	
8							0	0	1	75	22	0	
9							5	0	9	2	0	0	
10						0	3	0	0	0	0	0	
11						0	0	0	0	0	0	0	
12						0	0	6	0	0	0	0	
13						9	0	1	0	0	0	12	
14						0	0	1	0	0		1	
15						2	0	29	0	0	0	0	
16						0	0	0	0	0	0	0	
17						0	0	0	4	0	0	0	
18						0	0	0	27	0	0	0	
19						0	0	0	0	0	0	0	
20						2	2	0	0	0	0	0	
21						0	0	5	0	6	0	0	
22						0	14	16	0	0	0	0	
23						0	13	2	0	0	0	0	
24						0	0	0	0	1	0	0	
25						0	0	0	0	0	2	0	
26						0	0	0	0	0	25	0	
27						0	0	0	0	0	2	0	
28						0	0	25	0	0	0	5	
29						0	0	22	3	0	9	0	
30						22	0	0	3	0	0	0	
31							0	0		0		0	
Totale						35	49	120	52	224	137	37	654
N. giorni piovosi/mese						5	8	15	8	16	14	12	78

Nota: Unità di misura mm

**Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione
Petta de Bò (2005)**

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Giorno													
1							0	0		0	0	0	
2							9	0		0	1	4	
3							0	0		15	0	0	
4							0	32		70	0	3	
5							0	0		0	0	2	
6							1	0	0	14	7	4	
7							0	0	0	2	58	4	
8							0	3	2	94	14	0	
9							3	0	5	3	0	0	
10							3		0	0	0	0	
11							0		1	0	0	0	
12							0		0	0	0	0	
13							0		0	0	0	8	
14							0		0	0		0	
15							0		0	0	0	0	
16							0		0	0	0	0	
17							0		25	0	0	0	
18							0		36	0	0	0	
19							0		0	0	0	0	
20							2		0	0	0	0	
21						0	0		0	7	0	0	
22						0	3		0	0	0	0	
23						0	26		0	0		0	
24						0	1		0	0		0	
25						0	0		0	0		0	
26						0	0		0	0		3	
27						0	0		0	0		0	
28						0	0		0	0		4	
29						23	0		5	0		0	
30						0	0		5	0		0	
31							0			0		0	
Totale						23	49	35	80	206	81	33	508
N. giorni piovosi/mese						1	10	3	7	15	10	13	59

Nota: Unità di misura mm

**Tab. 10 Precipitazione giornaliera, mensile ed annua per la stazione
Grassabò (2005)**

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Giorno													
1												0	
2												0	
3												0	
4												8	
5												4	
6												6	
7												8	
8												0	
9												0	
10											0	0	
11											0	0	
12									0		0	0	
13									0		0	11	
14									0		0	0	
15									0		0	0	
16									0		0	0	
17									18		0	0	
18									9		0	0	
19									0		0	0	
20									0		0	0	
21									0		0	0	
22									0		0	0	
23									0		0	0	
24									0		0	0	
25									0		1	0	
26									0		21	0	
27									0		3	0	
28									0		1	3	
29									1		11	0	
30											0	1	
31												0	
Totale									29		39	41	109
N. giorni piovosi/mese									5		8	11	24

Nota: Unità di misura mm