



CITTA' DI TORINO



CENTRALE TERMOELETTRICA DI MONCALIERI

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

D.LGS 18/02/2005 N. 59

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE TECNICA SU DATI METEOCLIMATICI

ELABORATO n° D.5	SCALA -	DATA OTTOBRE 2008	REDATTO	E. Carantoni
			CONTROLLATO	M. Montrucchio
			APPROVATO	C. Tripodi
NOME FILE	D5.doc			
REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI		
	28/10/2008	Emissione		

PROPONENTE



CONSULENTE



ECOPLAN
 SOCIETA' DI INGEGNERIA
 & ARCHITETTURA AMBIENTALE
 10154 TORINO - Via S. Botticelli, 57
 Arch. P.A. Donna Bianco
 Ordine degli architetti di Torino n. 2801
 Ing. Mauro MONTRUCCHIO
 Ordine Ingegneri di Asti n° 371

INDICE

INDICE	1
1 PREMESSA	2
2 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE DELL'AREA.....	2
2.1 CLIMATOLOGIA PROVINCIALE.....	2
2.2 CLIMATOLOGIA LOCALE	4
2.2.1 <i>Temperatura</i>	4
2.2.2 <i>Umidità</i>	7
2.2.3 <i>Direzione e velocità del vento</i>	8
2.2.4 <i>Pressione</i>	10
2.2.5 <i>Stabilità atmosferica</i>	11
3 ULTERIORI DATI METEOCLIMATICI	13

1 PREMESSA

Nelle simulazioni di dispersione si é fatto uso del set di dati meteorologici orari ricavato dai rilevamenti della stazione meteorologica localizzata presso la Centrale AEM relativo all'anno 1997. Come verificato in precedenza, tale set di dati risulta essere il più completo e rappresentativo della situazione meteo climatica dell'area.

2 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE DELL'AREA

Di seguito sono descritte le caratteristiche meteo climatiche dell'area. Tali dati sono funzionali allo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera e per le valutazioni relative alle altre componenti ambientali. L'analisi viene distinta su due livelli di scala: uno provinciale, l'altro locale, nell'intorno della Centrale di Moncalieri.

2.1 CLIMATOLOGIA PROVINCIALE

Qui di seguito sono illustrate le caratteristiche meteo climatiche relative al territorio della Provincia di Torino. Tali elementi sono di base per una comprensione dei fenomeni meteorologici a scala locale e per una valutazione in merito alla potenziale variazione della qualità attuale dell'aria.

In termini di area vasta, si evidenziano condizioni meteo climatiche caratteristiche del sottotipo moderato del clima continentale, tipico della valle padana.

Si rilevano, tuttavia in modo particolare, gli effetti di barriera determinati dall'arco alpino, con una conseguente prevalenza dei fenomeni termici su quelli dinamici (ne derivano le frequenti nebbie durante la stagione invernale e l'abbondanza dei temporali sul finire della primavera ed in estate). Inoltre la presenza in direzione est della collina, di altezza massima attorno ai 650/700 m, altera localmente l'uniformità del clima della zona pianeggiante, soprattutto per quanto riguarda il regime dei venti ai livelli inferiori.

La distribuzione annuale delle precipitazioni presenta massimi primaverili/autunnali e minimi invernali/estivi tipici della valle padana, mentre la prevalenza dei fenomeni termici su quelli dinamici spiega i suoi aspetti caratteristici del clima della provincia di Torino la frequenza della

nebbia durante la stagione invernale e l'abbondanza dei temporali sul finire della primavera ed in estate.

L'effetto schermante dell'arco alpino, che rende il clima della Provincia di Torino "meteorologicamente tranquillo", influenza anche il tipo e la frequenza delle depressioni (circa cinquanta all'anno) che interessano la zona. Circa l'85% di tali depressioni ha origine in seguito al passaggio di un fronte caldo proveniente da nord/ovest o da nord. Queste stesse situazioni, alle quali sono associate nuvolosità e precipitazioni estese, possono talora convertirsi in situazioni di fohn, con umidità relativa molto bassa, venti intensi, temperatura mite ed ottima visibilità.

L'andamento termico si presenta uniforme nella parte pianeggiante della Provincia. Diversa è la situazione nella parte montuosa, a causa delle differenti altitudini e degli effetti orografici.

L'umidità atmosferica assume valori piuttosto alti, con leggere differenze da luogo a luogo in dipendenza dell'altitudine e del regime anemologico. Le nebbie che risultano favorite dalle situazioni anticicloniche di lunga durata, mostrano, per questa ragione, caratteristiche di elevata persistenza.

Per quanto attiene il regime anemologico, in condizioni perturbate prevalgono i venti in quota meridionali, associati alle depressioni sottovento, alle depressioni atlantiche e a quelle mediterranee che portano sulla valle Padana aria calda e umida da sud/est o da est.

In condizioni imperturbate, associate alla presenza di anticicloni estesi e stazionari, i venti risentono dell'origine termica suddetta. La loro circolazione nei mesi caldi ha le caratteristiche tipiche dei regimi di brezza, unite ad ampi moti convettivi, mentre nei mesi freddi sono spesso favorite le condizioni di ristagno nel fondovalle di spessi strati di aria fredda, cui conseguono nebbie persistenti.

Le colline torinesi, come detto, determinano una distorsione del regime dei venti alle basse quote. Tale distorsione si evidenzia nella rotazione della rosa dei venti rispetto a quella tipica della valle Padana nella quale prevalgono le direzioni est ed ovest. La rosa dei venti rilevata nella stazione dell'Aeronautica Militare di Torino Caselle, mostra infatti direzioni prevalenti dai settori nord/orientale e sud/occidentale, con percentuali di calme assai elevata (circa il 70% delle osservazioni). Con riferimento alla situazione registrata presso la stazione di Bric della Croce, a 709 m di quota vediamo che la frequenza delle calme decresce sensibilmente (circa il 46%), mentre la rosa dei venti conserva caratteristiche analoghe a quelle di Torino Caselle.

2.2 CLIMATOLOGIA LOCALE

Per una definizione delle condizioni meteorologiche locali si può fare riferimento ai dati raccolti dalla stazione meteorologica localizzata presso la centrale di Moncalieri e quelli disponibili dalla rete di stazioni gestite dall'ARPA.

In particolare per quanto attiene la stazione meteorologica presso la centrale sono disponibili, su un intervallo temporale pari a tre anni (gennaio 1996- dicembre 1998), i dati relativi ai seguenti parametri:

- Temperature a 10 m e 45 m dal suolo;
- Umidità relativa;
- Direzione e Velocità del vento.
- Pressione

Per una più completa analisi delle caratteristiche meteorologica a livello locale, si sono acquisiti i dati orari raccolti nel corso del 1999 dalla stazione "La Stampa" (sita in via Marengo, 32 – Torino) e gestita dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale

Di seguito viene fornita una descrizione delle caratteristiche meteorologiche dell'area.

2.2.1 Temperatura

Il comprensorio torinese è caratterizzato da condizioni climatiche di tipo continentale, con una forte escursione termica nell'arco dell'anno. L'elaborazione dei dati di temperatura rivela infatti che il valore di escursione termica annuale è di circa 21°C. Il mese con la temperatura più elevata è luglio (temperatura media mensile circa 24°C), mentre gennaio è il mese più freddo (temperatura media mensile circa 3°C).

Sempre con riferimento alla temperatura occorre ricordare che l'ambiente urbano presenta, rispetto a quello rurale, una diversa capacità termica: asfalto e cemento infatti assorbono una quantità di calore circa tre volte maggiore di quella assorbita dalla vegetazione. Inoltre le pareti delle costruzioni "intrappolano" la radiazione solare che viene riflessa da edificio ad edificio, e ad ogni riflessione assorbita in parte. Il calore accumulato durante il giorno, e rilasciato lentamente dopo il tramonto, viene assorbito e reirradiato molte volte dagli edifici prima di essere ceduto all'atmosfera. In estate le differenze termiche tra città e campagna sono più accentuate a causa della maggiore insolazione rispetto alle altre stagioni. In inverno all'azione solare si aggiunge il riscaldamento urbano. Non va altresì trascurato l'apporto del traffico automobilistico e di altre attività umane. Il

risultato di quanto detto è che la città, due o tre ore dopo il tramonto, può essere da due a cinque gradi più calda dell'area circostante non urbanizzata. Tale fenomeno, denominato isola di calore, è osservabile dall'analisi dei dati di temperatura condotta su più stazioni dell'area Torinese e risulta più accentuato nelle stagioni estiva ed invernale.

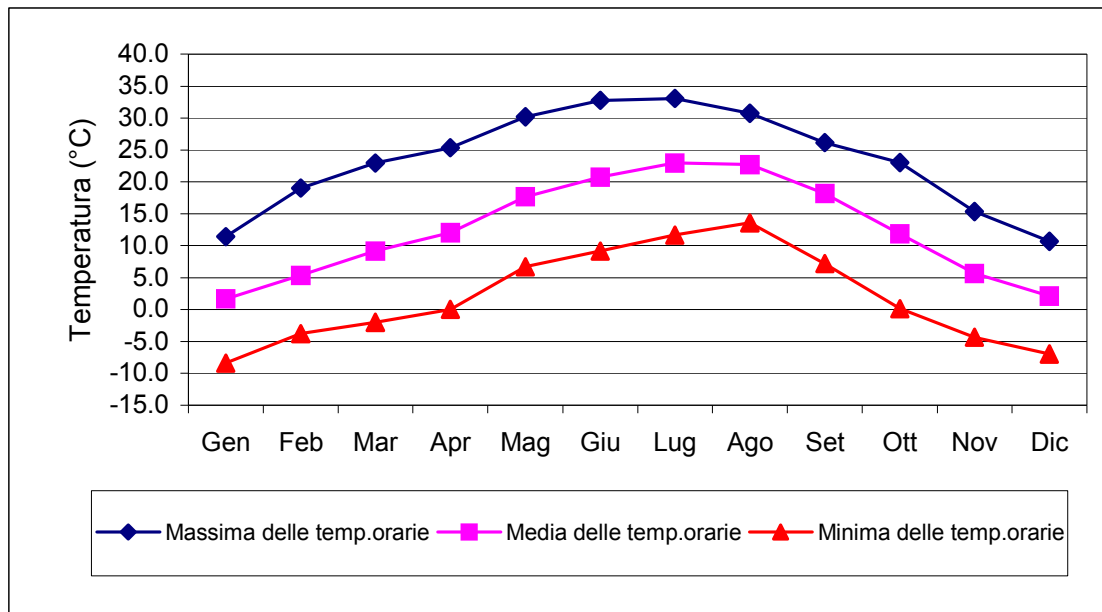
Con riferimento alle specifiche condizioni locali rilevate dalla stazione meteorologica presso la centrale AEM si osserva che:

- la stagione invernale è caratterizzata dalle temperature più rigide, comprese mediamente tra 0 e 5°C, con valori minimi tra -10 e -5 °C e massimi pari a 15 ÷ 18°C;
- in primavera la temperatura aumenta gradualmente passando dai valori medi pari a 9°C di marzo ai 18°C di maggio; analogamente la temperatura massima passa da 23 a 30°C e la temperatura minima da -2 a 7°C;
- durante l'estate si raggiungono le temperature mensili più elevate: luglio e agosto sono i mesi più caldi con temperature medie di 22 ÷ 23°C, temperature massime comprese tra 32 e 33°C e minime che restano comunque superiori a 12° C.
- in autunno l'andamento delle temperature si inverte rapidamente passando dai valori medi pari a 18°C di settembre ai 6°C di novembre; in termini di temperature massime si passa da 26 a 15°C mentre le temperature minime si riducono da 7 a -5°C.

I valori medi mensili di temperatura misurati dalla stazione AEM nel triennio 1996-1998 sono sostanzialmente coincidenti con quelli riscontrati nel corso dell'anno 1999 presso la stazione "La Stampa": la temperatura media nel periodo invernale risulta compresa tra i circa 3°C di dicembre ed i 5°C di febbraio; in primavera si passa dai 9°C di marzo ai 18°C di maggio mentre in estate la temperatura è compresa mediamente tra 20 e 23°; in autunno la temperatura diminuisce rapidamente dai 19°C registrati in settembre ai 7°C di novembre.

Se in modo analogo a quanto descritto in precedenza si analizza l'andamento mensile delle temperature a 45 m dal suolo rilevate presso la stazione AEM nel corso dei tre anni in esame (1996-1998) si riscontrano le seguenti situazioni:

Figura 2.2/1 Andamento mensile della temperatura a 10 m dal suolo
Stazione di rilevamento AEM di Moncalieri (anni 1996 - 1998)



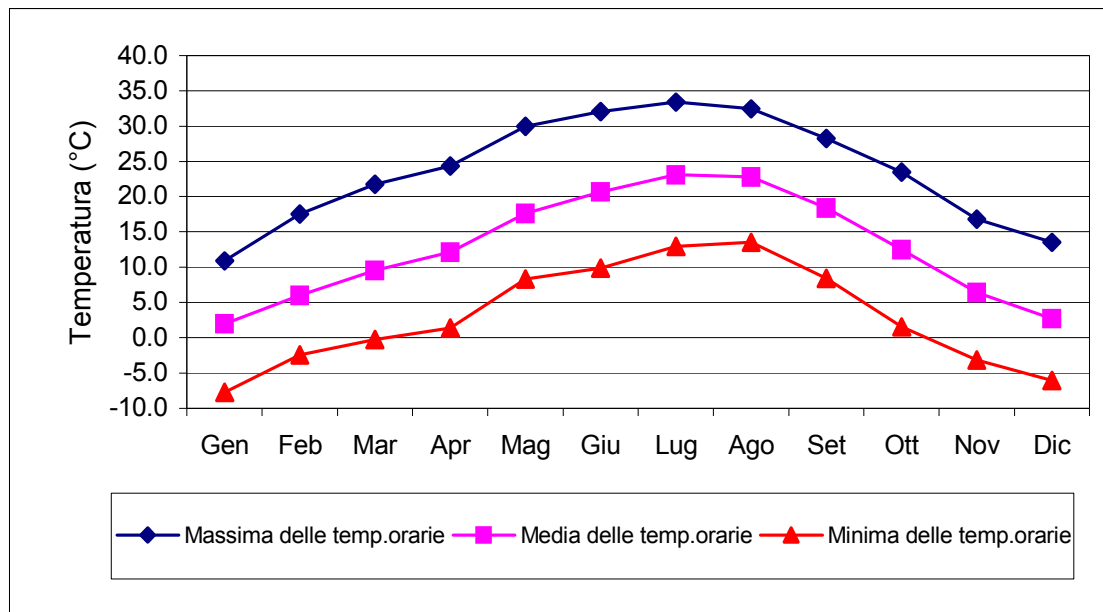
- la stagione invernale è caratterizzata da temperature comprese mediamente tra 2 e 6°C, con valori minimi tra - 8 e - 2 °C e massimi pari a 15 ÷ 18°C;
- in primavera la temperatura passa dai valori medi pari a 9°C di marzo ai 18°C di maggio; analogamente la temperatura massima passa da 22 a 30°C e la temperatura minima da 0 a 8°C;
- durante l'estate si raggiungono le temperature mensili maggiori: luglio e agosto sono i mesi più caldi con temperature medie di 22 ÷ 23°C, temperature massime comprese tra 32 e 34°C e minime superiori a 13°C.
- in autunno l'andamento delle temperature si inverte passando dai valori medi pari a 18°C di settembre ai 6°C di novembre; in termini di temperature massime si passa da 28 a 17°C mentre le temperature minime si riducono da 8 a - 6°C.

La successiva Figura 2.2/2 illustra gli andamenti sopra descritti, ottenuti mediando i dati rilevati negli anni 1996, 1997 e 1998¹.

La disponibilità dei dati di temperatura congiuntamente a due differenti altezze dal suolo è di particolare interesse per una valutazione dei gradienti di temperatura nell'ambito delle analisi modellistiche della dispersione degli inquinanti.

¹ Non sono disponibili i dati relativi al gennaio 1998.

Figura 2.2/2 Andamento mensile della temperatura a 45 m dal suolo
Stazione di rilevamento AEM di Moncalieri (anni 1996 - 1998)



2.2.2 Umidità

Per quanto attiene i valori di umidità registrati presso la stazione delle centrale AEM, è possibile notare, come nel caso della temperatura analizzato in precedenza, un andamento simile per i tre anni presi in considerazione: i tassi di umidità relativa più elevati sono tipici dei mesi invernali, con percentuali comprese tra il 70 ed il 90% mentre in primavera ed estate tali valori risultano inferiori, compresi tra il 60 e il 65%.

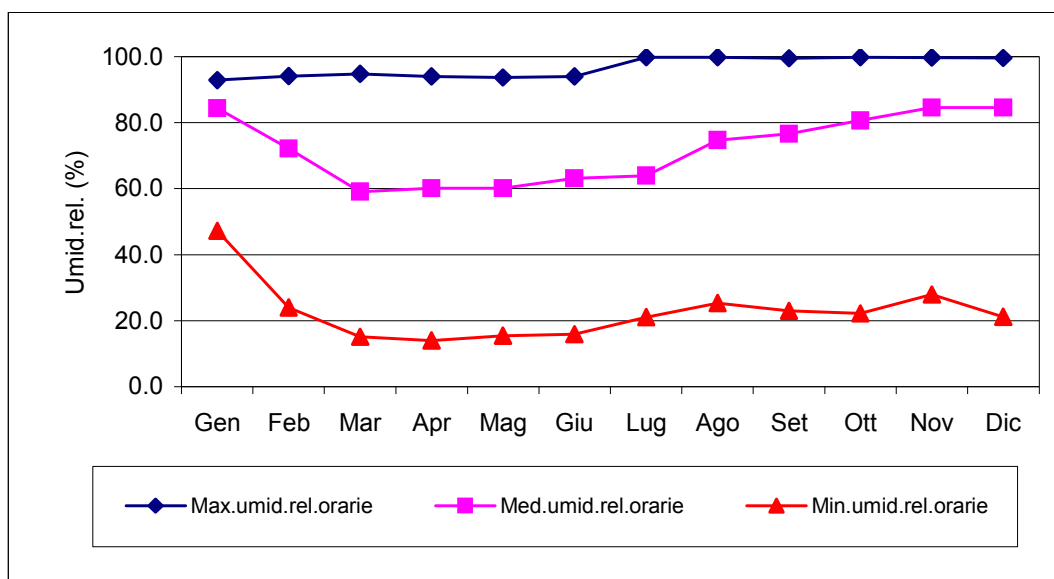
In Figura 2.2/3 si illustra l'andamento dei massimi tassi di umidità relativa mensile, l'andamento dei tassi medi e di quelli minimi che derivano dall'elaborazione dei dati relativi ai tre anni in esame (anche in questo caso non sono disponibili i valori relativi al mese di gennaio 1998). L'analisi di tale Figura conduce alle seguenti considerazioni:

- in inverno sono riscontrabili i maggiori tassi di umidità relativa media con valori che varino tra l'85% di dicembre e gennaio ed il 72% di febbraio;
- nel periodo primaverile ed estivo l'umidità relativa si riduce passando a valori medi compresi tra il 60 ed il 65% mentre già ad agosto il tasso cresce al 75%; analogamente l'umidità relativa minima massima passa dal 15% di marzo al 25% di agosto;

- in autunno i valori della umidità mensile media restano piuttosto stabili, tra il 76% di settembre e l'85% di novembre; anche i dati relativi alla minima umidità relativa riscontrata seguono questo andamento e sono compresi tra il 23 ed il 28%.
- i massimi tassi di umidità relativa restano elevati durante tutto l'anno e prossimi al 100% a partire dal mese di luglio mentre per i mesi precedenti tali valori si attestano intorno al 94%.

Figura 2.2/3 Andamento mensile dell'umidità relativa

Stazione di rilevamento AEM di Moncalieri (anni 1996 - 1998)



2.2.3 Direzione e velocità del vento

Per quanto riguarda il regime anemologico, in condizioni perturbate prevalgono i venti in quota meridionali. In condizioni non perturbate (associate alla presenza di anticicloni estesi e stazionari) i venti risentono dei fenomeni termici: la loro circolazione nei mesi caldi ha le caratteristiche tipiche dei regimi di brezza, uniti ad ampi moti convettivi, mentre nei mesi freddi sono spesso favorite le condizioni per il ristagno nel fondovalle di spessi strati di aria fredda, cui conseguono nebbie ed accumulo di inquinanti.

Nello specifico, la presenza delle colline torinesi (altezza massima intorno ai 650-700 m), altera localmente l'uniformità del clima della zona pianeggiante, soprattutto per quanto riguarda il regime dei venti ai livelli inferiori. Tuttavia si segnala che a livello dell'area torinese risulta molto

complessa e di non agevole interpretazione la distribuzione della direzione dei venti rilevate nelle diverse stazioni presenti sul territorio. Ciò anche per la sovrapposizione di differenti fenomeni (cicli giorno/notte ed estate/inverno; isole di calore, ecc.).

Per quanto attiene la stazione localizzata presso la centrale di Moncalieri si osserva una prevalenza dei venti da SE.

Dall'analisi delle rose dei venti ottenute per i trimestri dell'anno 1998 si osserva ancora la predominanza dei venti caratterizzati da direzioni privilegiate nord e sud-est, pur con qualche differenza tra i valori di frequenza riscontrati: in autunno ed in inverno i venti provenienti da nord hanno frequenza pari al 10-15% del totale mentre quelli da sud-est hanno frequenza tra il 60 ed il 65%; in primavera ed estate la frequenza dei venti da nord passa al 20-25% mentre la frequenza di quelli da sud-est si riduce al 45-55%.

A livello di area metropolitana, per quanto attiene la velocità dei venti si rileva che la calma di vento rappresenta la situazione più frequente nel periodo invernale e comunque non infrequente nel periodo estivo. Tale condizione rappresenta circa il 70% delle osservazioni a Caselle per decrescere con la quota (46% presso la stazione di Bric della Croce a 709 m). In generale l'ampiezza del vettore risultante della velocità del vento è comunque molto modesta.

È evidente un ciclo annuale delle velocità, con minimi nei mesi invernali e massimi nel mese di giugno, in relazione con l'elevata radiazione solare del periodo.

Dall'analisi anemometrica dei dati della stazione di rilevamento di Moncalieri si riscontra una certa differenza della distribuzione delle frequenze delle classi di velocità osservate nel periodo 1996-98: l'anno 1996 vede la prevalenza (oltre il 67% delle osservazioni) di venti con velocità compresa tra 0.3 e 2 m/s e di condizioni di calma (20% dei dati rilevati); il 1997 presenta la predominanza di situazioni di calma di vento (35% dei dati) e di venti deboli (27% delle osservazioni) ma restano non trascurabili il periodi in cui si verificano condizioni di vento superiore ai 2 m/s. Nel corso del 1998 risulta invece irrilevante la frequenza della classe di calma di vento (appena lo 0.6% delle osservazioni) mentre sono predominanti le classi caratterizzate da vento compreso tra $0.3 \div 2$ m/s e $2 \div 4$ m/s (rispettivamente il 42% ed il 44% dei dati anemometrici osservati).

Dall'analisi dei dati emerge comunque, per la zona di Moncalieri:

- una rilevante presenza di venti deboli ($0.3 \div 2$ m/s) e medio-deboli ($2 \div 4$ m/s) mentre risultano meno frequenti i venti con velocità superiore ai 4 m/s;
- una direzione privilegiata di provenienza del vento da nord e dall'intero quadrante di sud-est: da nord, relativamente agli anni 1997 e 1998, giungono rispettivamente il 18 ed il 20% delle osservazioni anemometriche raccolte mentre dall'intero settore di sud-est rispettivamente il 50 ed il 57% dei dati rilevati.

Per i grafici, le tabelle e le rose dei venti che conducono all'analisi delle condizioni anemometriche illustrate, si rimanda al citato Allegato 4.2/1 (Analisi dati meteorologici).

Anche nella determinazione della velocità e direzione del vento tipica dell'area in esame, i dati che provengono dalla centrale di Moncalieri possono essere integrati con le misure ottenute in corrispondenza della stazione "La Stampa" durante il 1999: prevalgono anche in questo caso i venti deboli (velocità compresa tra 0.3 e 2 m/s) ed i venti medio deboli (velocità tra 2 e 4 m/s) che si sono registrati con una frequenza rispettivamente pari al 56% ed al 36% mentre i venti caratterizzati da velocità superiori ai 4 m/s si sono rilevati in poco meno del 6% delle ore di osservazione. Durante il 1999 infine, le condizioni di calma di vento si sono verificate in circa il 2% dei casi misurati.

Per quanto riguarda invece la direzione di provenienza del vento, in corrispondenza della stazione "La Stampa" risultano predominanti i venti che giungono da nord-est e dai settori S e SSW: per la prima direzione la frequenza dei venti registrati nel 1999 è stata pari al 31% delle misure, mentre per la seconda direzione è risultata pari al 33%.

Le Tabelle e le Figure relative alle osservazioni anemometriche della stazione in esame sono consultabili in Allegato.

2.2.4 Pressione

Le misure di pressione raccolte presso la stazione AEM evidenziano, nel corso del 1996, un lungo periodo di alta pressione, intorno ai 1010 mbar, tra gennaio e luglio, ed un periodo di pressione inferiore, tra 985 e 995 mbar, nella restante parte dell'anno.

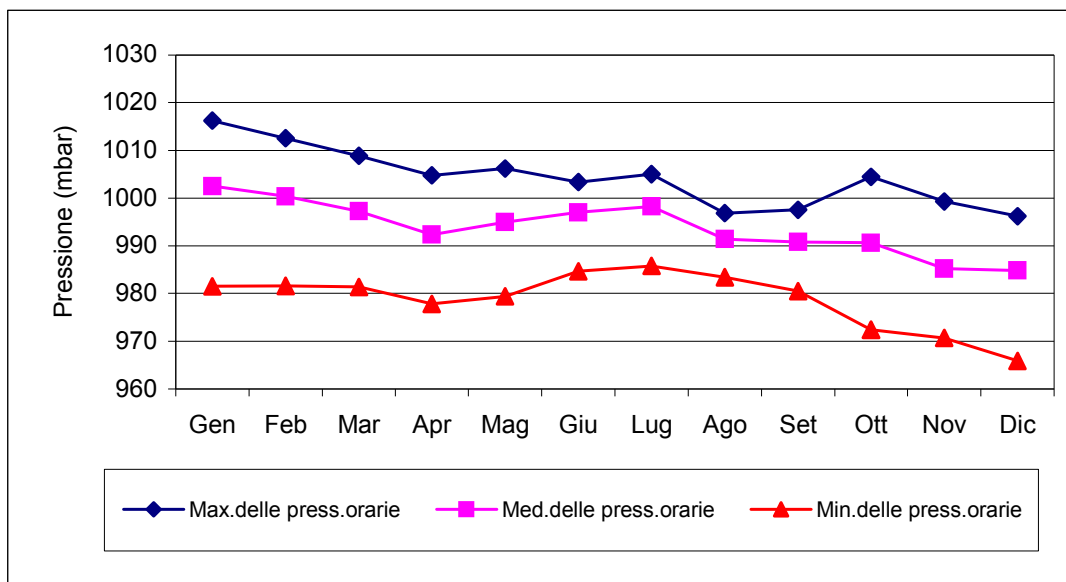
Nel corso degli anni 1997 e 1998 le misure rilevate mostrano invece un'alternanza di periodi di bassa pressione, inferiore ai 990 mbar, nella stagione primaverile e nei mesi di novembre e dicembre e periodi di pressione più elevata in corrispondenza di autunno ed inverno, in particolare

durante il mese di febbraio (si raggiungono pressioni medie di 995-1000 mbar) ed il mese di settembre (pressioni medie pari a 994 mbar).

In Figura 2.2/4 vengono illustrati gli andamenti della pressione mensile media, massima e minima calcolati elaborando i dati relativi al triennio in esame: oltre all'alternanza dei periodi di alta e di bassa pressione durante il corso dell'anno, è riscontrabile nei mesi invernali una forte differenza tra il massimo ed il minimo delle pressioni orarie registrate mentre nei mesi estivi tale differenza si riduce in modo rilevante

Figura 2.2/4 Andamento mensile dei valori di pressione

Stazione di rilevamento AEM di Moncalieri (anni 1996 - 1998)



2.2.5 Stabilità atmosferica

Uno dei parametri che intervengono nel calcolo della dispersione è rappresentato dal grado di equilibrio o stabilità termodinamica degli strati della bassa atmosfera terrestre interessati dalle traiettorie degli effluenti gassosi. Per la misura sarebbe quindi necessario rilevare il gradiente termico verticale fino ad una ragionevole altezza e suddividere quindi i dati ottenuti secondo classi di gradiente rispetto all'adiabatica secca. Non essendo sostanzialmente mai disponibile una tale rilevazione per le oggettive difficoltà, sono stati individuati diversi metodi per stabilire la frequenza con cui si riscontrano le diverse classi di stabilità. I più noti sono quelli di Pasquill (basato

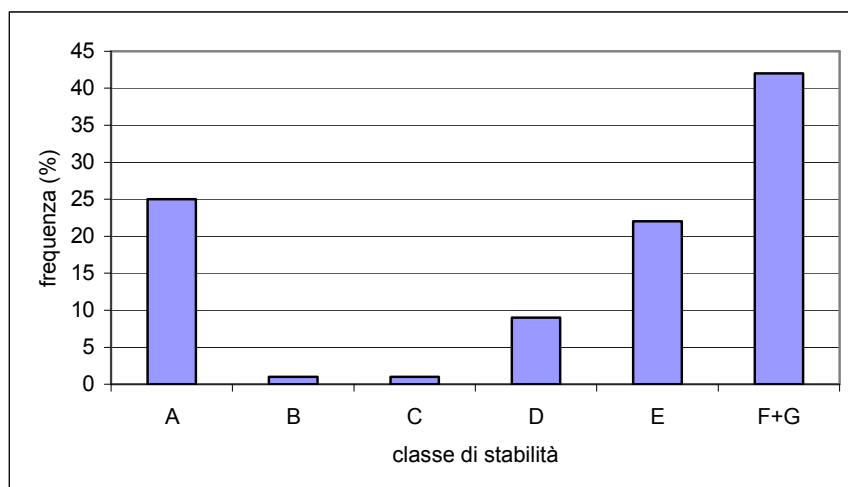
sull'osservazione congiunta della velocità del vento e delle condizioni di insolazione/copertura del cielo) e di Brook-haven (correlato alla deviazione standard della direzione orizzontale del vento). Nel caso specifico si potevano disporre, come visto i valori orari di temperatura congiuntamente a 10 m ed a 45 m dal suolo. È stato quindi possibile determinare il gradiente di temperatura che si instaura tra i diversi strati dell'atmosfera più bassa e conseguentemente risalire al valore della classe di stabilità corrispondente alle condizioni in esame. L'analisi è stata condotta con riferimento all'anno 1997 per il quale è disponibile la serie di dati più completa.

In Tabella 2.2/1 e nella successiva Figura 2.2/5 sono illustrate le frequenze annuali con cui sono rinvenibili le diverse condizioni di stabilità atmosferica relativamente alla stazione in esame per l'anno meteorologico 1997.

Tabella 2.2/1 **Frequenze classi di stabilità atmosferica**
Stazione di rilevamento AEM di Moncalieri (anno 1997)

Frequenze delle classi di stabilità atmosferica – anno 1997							
Classe stab.	A	B	C	D	E	F+G	Totale
Frequenza (%)	25	1	1	9	22	42	100

Figura 2.2/5 **Distribuzione delle classi di stabilità atmosferica**
Stazione di rilevamento AEM di Moncalieri (anno 1997)



3 ULTERIORI DATI METEOCLIMATICI

Per le valutazioni sulla dispersione degli inquinanti mediante modello lagrangiano, si sono utilizzati ulteriori dati, ovvero i campi tridimensionali della velocità del vento e della temperatura ed umidità dell'aria, ottenuti dalla analisi del centro di previsione europeo ECMWF di Reading incluse nella "finestra" compresa fra 7 e 9 gradi di longitudine est e fra 44 e 46 gradi di latitudine nord, aventi una risoluzione spaziale di 0.5 x 0.5 gradi in latitudine e longitudine e risoluzione temporale di 6 ore. Si sono anche utilizzati due files accessori: il file della topografia e quello dell'uso del suolo.