



PROVINCIA DI TORINO



Relazione annuale sui dati rilevati dalla rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria

1998



Dipartimento Ambiente

Coordinamento:

Dr. Francesco Pavone (1), Dirigente del Servizio Inquinamento Atmosferico e Acustico – Risparmio Energetico

Testi ed elaborazione dati a cura del Centro Operativo Provinciale:

Dr. Alessandro Bertello (1), Ing. Valeria Mondatore (1), Sig. Giuseppina Pennisi (1), Dr. Francesco Lollobrigida (2), Dr. Paolo Natale (3), Dr. Mauro Grosa (3).

Hanno collaborato alla gestione operativa della rete di monitoraggio della qualità dell'aria:

Sig.ra Annalisa Iunco (1), Sig.ra Nara Stefani (1), Sig.ra Patrizia Sannio (1), Sig. Giuseppe Cafro (1), Dr. Roberta De Maria (2), Dr. Anna Maria Scibelli (2), Sig. Franco Ghione (2), Sig.ra Giusy Gallina (2), Sig.ra Cristina Bertello (2), Sig. N. Martin (3), Sig. G. P. Colombo (3), Sig. V. Cordova (3), Sig. G. Lisi (3), Sig. S. Raimondo (3), Sig. G. Savarino (3).

- (1) Provincia di Torino
- (2) ARPA. Dipartimento Subprovinciale di Grugliasco
- (3) ARPA. Dipartimento Subprovinciale di Torino

INDICE

IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI TORINO	6
LA RETE DI MONITORAGGIO	7
LA NORMATIVA IN MATERIA DI CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	13
ANALISI DEI DATI RACCOLTI DALLE STAZIONI FISSE DOTATE DI ANALIZZATORI IN CONTINUO E NELLE STAZIONI DI RACCOLTA DEL PARTICOLATO	19
MONOSSIDO DI CARBONIO	20
<i>DESCRIZIONE</i>	20
<i>DANNI CAUSATI</i>	20
<i>METODO DI MISURA</i>	20
<i>ESAME DEI DATI</i>	20
BIOSSIDO D'AZOTO	25
<i>DESCRIZIONE</i>	25
<i>DANNI CAUSATI</i>	25
<i>METODO DI MISURA</i>	25
<i>ESAME DEI DATI</i>	25
BIOSSIDO DI ZOLFO	30
<i>DESCRIZIONE</i>	30
<i>DANNI CAUSATI</i>	30
<i>METODO DI MISURA</i>	30
<i>ESAME DEI DATI</i>	31
OZONO	34
<i>DESCRIZIONE</i>	34
<i>DANNI CAUSATI</i>	34
<i>METODO DI MISURA</i>	34
<i>ESAME DEI DATI</i>	35
METALLI	39
<i>DESCRIZIONE</i>	39
<i>DANNI CAUSATI</i>	39
<i>METODO DI MISURA</i>	39
<i>ESAME DEI DATI</i>	39
BENZENE	41
<i>DESCRIZIONE</i>	41
<i>DANNI CAUSATI</i>	41
<i>METODO DI MISURA</i>	41
<i>ESAME DEI DATI</i>	42
PARTICOLATO SOSPESO	44
<i>DESCRIZIONE</i>	44
<i>DANNI CAUSATI</i>	44
<i>METODO DI MISURA</i>	44
<i>ESAME DEI DATI</i>	45
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	49
<i>DESCRIZIONE</i>	49
<i>DANNI CAUSATI</i>	49
<i>METODO DI MISURA</i>	49

<i>ESAME DEI DATI</i>	49
LA STAZIONE MOBILE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA	51
ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI	59
<i>PREMESSA</i>	59
<i>INFLUENZA DELL'ARCO ALPINO E DELLA COLLINA TORINESE SULLA CIRCOLAZIONE DEI VENTI</i>	62
<i>FENOMENI LOCALI GENERATI DALLA PRESENZA DI TERRENO COMPLESSO</i>	65
<i>CIRCOLAZIONE ALL'INTERNO DI ZONE MONTANE E COLLINARI</i>	65
<i>INFLUENZA DEGLI INSEDIAMENTI URBANI</i>	68
GRANDEZZE TEMPORALI STANDARD UTILIZZATE NELLE ELABORAZIONI DEI DATI	68
PARAMETRI MONITORATI ED ELABORAZIONI DEI DATI RILEVATI	69
<i>VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO</i>	69
<i>DESCRIZIONE DELLE ELABORAZIONI PRESENTATE</i>	71
<i>RADIAZIONE SOLARE NETTA E TOTALE</i>	83
<i>PRESSIONE ATMOSFERICA, TEMPERATURA E UMIDITÀ RELATIVA</i>	90
<i>DESCRIZIONE DELLE ELABORAZIONI</i>	90
CONCLUSIONI	99

PREFAZIONE

L'inquinamento atmosferico rappresenta oggi uno dei fattori più alti di criticità ambientale, sia per quanto riguarda le aree urbane che extraurbane, interessate anche da assi viari di circolazione autoveicolare.

La definizione dei livelli massimi di inquinanti consentiti in atmosfera, resa possibile da un lavoro durato decenni di individuazione delle fonti di emissioni da un lato e dallo studio puntuale degli inquinanti presenti in atmosfera dall'altro, ha permesso a questo Ente di identificare strategie di intervento mirate e di migliorare la propria attività di monitoraggio della qualità dell'aria, tenendo conto dell'impatto sulla salute dei cittadini, sugli ecosistemi, sulla vegetazione, sul patrimonio storico e artistico del territorio.

Uno degli strumenti di cui la Provincia si è dotata per attuare questi importanti obiettivi è la Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria, che si propone di tenere sotto controllo l'area torinese e il complesso dell'area provinciale, distribuendo in modo ragionato sul territorio le 35 stazioni di misura disponibili, per reperire informazioni puntuali ed elementi di collegamento tra le diverse zone interessate.

I risultati del monitoraggio e i dati quotidiani che grazie alla rete siamo in grado di ottenere consentono agli amministratori di prevedere interventi immediati a fronte di livelli critici di inquinamento, di individuare le aree maggiormente a rischio e di intervenire, anche attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale in capo alla Provincia, con una programmazione di più lungo periodo.

Nostro compito è quello di identificare strategie di riduzione delle emissioni, definire insieme ai Comuni obiettivi locali di qualità dell'aria e promuovere, anche attraverso campagne di sensibilizzazione, una cultura del rispetto e della salvaguardia dell'aria che respiriamo.

Questa pubblicazione, a cura del lavoro del Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino e dell'ARPA, offre un quadro complessivo sull'inquinamento atmosferico nella nostra provincia, attraverso una descrizione dei principali inquinanti presenti sul territorio, della rete e il suo funzionamento, i sistemi di monitoraggio utilizzati, le loro potenzialità, le interazioni esistenti tra fonti di emissione e condizioni meteorologiche.

L'attenzione continua allo studio al controllo ed alla tutela della qualità dell'aria e la partecipazione degli altri Enti e dei cittadini condurranno verso una consapevolezza più alta dell'importanza dei nostri comportamenti quotidiani e di quanto essi incidano sull'ambiente.

Solo in questo modo raggiungeremo i nostri obiettivi e ci consegneremo un'aria più leggera e respirabile.

Ottobre 1999

L'Assessore alle Risorse Idriche e Atmosferiche
Elena Ferro

L'Assessore all'Ambiente
Giuseppe Gamba

La Presidente della Provincia di Torino
Prof.ssa Mercedes Bresso

IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI TORINO

Il monitoraggio della qualità dell'aria e l'interpretazione dei risultati ottenuti sono due attività fondamentali per la valutazione dello stato dell'ambiente e per la tutela della salute umana.

Le reti di monitoraggio sono uno strumento indispensabile per il raggiungimento degli obiettivi sopra descritti, in quanto consentono di ottenere indicazioni immediate sulle concentrazioni dei principali inquinanti presenti in atmosfera e di conseguenza offrono agli amministratori la possibilità di valutare, in tempo reale, la presenza di fenomeni di inquinamento atmosferico e di predisporre gli eventuali interventi atti a proteggere la salute dei cittadini.

Nel territorio della Provincia di Torino sono operanti due reti di monitoraggio, una è attiva dai primi anni '70 nel Comune di Torino e una di nuova realizzazione è operante dai primi mesi del 1997 presso alcuni comuni della Provincia, in sostituzione della precedente rete provinciale operante dai primi anni '80. Tali reti saranno prossimamente unite in un'unica struttura omogenea, il che permetterà sicuramente un'ottimizzazione della gestione e un incremento della qualità delle informazioni.

In previsione del futuro accorpamento delle due reti e del fatto che risulta doveroso considerare il problema dell'inquinamento atmosferico come un fenomeno che interessa strettamente da vicino tutta la popolazione residente nel territorio della Provincia di Torino, in questa relazione sono stati elaborati i dati rilevati da tutte le postazioni di monitoraggio operanti sul territorio provinciale senza porre distinzioni fra i due sistemi di monitoraggio.

Le reti di monitoraggio sono dei sistemi estremamente complessi costituiti da analizzatori chimici che permettono la misura delle concentrazioni delle sostanze indicate come responsabili dei fenomeni di inquinamento atmosferico e da sensori meteorologici che permettono la misura di parametri la cui elaborazione consente di individuare le condizioni atmosferiche che favoriscono i fenomeni di dispersione degli inquinanti e di prevederne la durata.

L'affidabilità della strumentazione utilizzata per le misure, la costante manutenzione e le frequenti tarature permettono di raggiungere livelli di precisione e accuratezza di analisi difficilmente ottenibili con altre metodiche di monitoraggio; la qualità delle misure unita all'immediata visualizzazione dei risultati costituiscono dunque le caratteristiche prioritarie che rendono fondamentale l'utilizzo di un sistema di monitoraggio attivo per il controllo e lo studio della qualità dell'aria.

L'aspetto che invece rappresenta la principale criticità di un sistema di monitoraggio attivo è dovuto alla natura puntuale delle misure, risulta infatti molto complesso estendere su un'ampia porzione di territorio le informazioni ottenute dalle singole postazioni di monitoraggio. Per superare questo limite è quindi fondamentale sia un'accurata scelta dei siti in cui collocare le stazioni di rilevamento che l'elaborazione congiunta di tutti i dati disponibili.

In questa relazione si è cercato di offrire ai cittadini e agli amministratori un quadro complessivo di tutto ciò che è strettamente legato ai fenomeni di inquinamento atmosferico e al suo monitoraggio. Nella speranza di fornire un utile strumento che oltre ad offrire informazioni sulla qualità dell'aria, indichi quanta attenzione venga riposta verso lo studio, il controllo e la tutela della stessa, è stato creato un sito Internet (www.provincia.torino.it/ambiente) attivo da tutto il 1999.

In particolare in tale sito è possibile ottenere e consultare i dati giornalieri relativi ai superamenti dei livelli di attenzione e di allarme dei parametri chimici e le relazioni mensili.

Il Dirigente del Dipartimento Ambiente
Dr. Francesco Pavone

LA RETE DI MONITORAGGIO

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria operante sul territorio della Provincia di Torino è composta da 34 postazioni fisse e da un mezzo mobile per il monitoraggio in continuo di parametri chimici e meteorologici. Delle 34 postazioni fisse 29 sono collegate attraverso linee telefoniche ai centri di acquisizione dati e trasmettono con cadenza oraria i risultati delle misure effettuate permettendo un costante controllo dei principali fattori che influenzano la qualità dell'aria. L'elenco delle stazioni di misura, la loro ubicazione e i parametri misurati sono riportati in Tab. 1.

La collocazione sul territorio delle postazioni di misura è un fattore fondamentale per effettuare un efficace monitoraggio della qualità dell'aria. I siti prescelti, infatti, non devono essere rappresentativi solo della stretta realtà in cui sono collocati, ma è necessario che forniscano valide indicazioni per tutta la categoria di siti analoghi a quello individuato per effettuare le misure.

Indicazioni sulla configurazione delle reti di monitoraggio sono state fornite dal D.M.A. del 20/05/91. Tale decreto riporta indicazioni precise sulla struttura dei sistemi di monitoraggio in funzione delle dimensioni delle aree urbane in cui sono collocati e sulla progettazione delle singole postazioni di rilevamento, definendone la collocazione sul territorio e la tipologia di parametri che dovrebbero essere misurati. Più in particolare il decreto prevede che una rete di monitoraggio della qualità dell'aria debba essere dotata delle seguenti tipologie di stazioni, poste in siti rappresentativi:

- TIPO A stazioni di riferimento posizionate in luoghi lontani dalle fonti di inquinamento di natura antropogenica per la misura delle concentrazioni degli inquinanti naturalmente presenti sul territorio in esame (punti di bianco).
- TIPO B stazioni collocate in zone ad elevata densità abitativa o in prossimità di grossi insediamenti produttivi per la misura di inquinanti primari e secondari (SO₂, NO_x);
- TIPO C stazioni posizionate in vicinanza di strade con elevato traffico veicolare, direttamente interessate dall'emissione degli inquinanti provenienti dagli autoveicoli (CO);
- TIPO D stazioni collocate in luoghi di periferia o in aree suburbane per la misura degli inquinanti fotochimici (O₃, NO_x).

La rete di monitoraggio operante in provincia di Torino attende a quanto viene previsto dalla legge; inoltre alcune postazioni, in particolare quelle ubicate nelle aree a prevalente carattere urbano, sono state nel corso degli anni completate con nuovi analizzatori diventando così stazioni multiparametro che permettono di incrementare le informazioni ottenute e che attualmente possono essere classificate come categoria B-C.

Per quanto riguarda la distribuzione delle singole postazioni sul territorio alcune rilevanti considerazioni possono essere espresse analizzando la cartina riportata in Fig. 1; in essa viene rappresentata, oltre alla disposizione delle centraline di monitoraggio, la distribuzione delle aree edificate e le principali vie di comunicazione (autostrade e strade statali).

La scelta di rappresentare insieme questi tre elementi nasce dal fatto che l'inquinamento atmosferico è principalmente causato da attività di tipo antropico ed in particolare da attività di tipo industriale, residenziale e dal trasporto su strada, conseguentemente appare chiaro come una rappresentazione spaziale delle aree urbanizzate e delle principali vie di comunicazione siano un indice estremamente significativo della porzione di territorio più facilmente soggetto a fenomeni di inquinamento atmosferico.

Dall'osservazione della cartina si individuano immediatamente quali siano le aree soggette ad una forte pressione antropica e fra esse si riconosce innanzitutto il grande agglomerato urbano della città di Torino e della sua cintura; si possono individuare inoltre anche altre aree fortemente coinvolte da questo fenomeno quali il Canavese, la Val di Susa, il Pinerolese, la zona collinare che gravita intorno al comune di Chieri e l'area a sud della provincia che ha come centro principale la città di

Carmagnola. Tali aree, oltre ad essere fortemente urbanizzate, sono direttamente interessate dall'attraversamento delle principali arterie stradali esistenti sul territorio provinciale.

Valutando la disposizione delle stazioni di monitoraggio si può rilevare come la loro collocazione sul territorio sia fortemente correlata a quanto precedentemente espresso, osserviamo infatti la presenza dei punti di misura nelle zone più coinvolte dalle attività umane e di conseguenza particolarmente soggette ai fenomeni di inquinamento atmosferico.

Naturalmente ciò non significa che la rete sia in grado di fornire indicazioni complessive sulla qualità dell'aria della provincia di Torino ma si può sicuramente affermare che sia in grado di monitorare le situazioni più critiche presenti sull'intero territorio.

Un'altra considerazione di particolare interesse che avvalorata la tesi di una corretta pianificazione della distribuzione dei punti di misura è avvalorata se si considera che le postazioni di monitoraggio sono collocate sul territorio di 23 dei 315 comuni della provincia di Torino e che presso tali comuni risiede il 64% della popolazione residente nella Provincia.

Un ulteriore strumento di fondamentale importanza in dotazione alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria è costituito dal mezzo mobile. La sua grande potenzialità risiede proprio nella possibilità di poter essere collocato ovunque si renda necessario effettuare brevi campagne di monitoraggio, con particolare attenzione al traffico, permettendo di effettuare valutazioni sulla qualità dell'aria in tutte quelle zone non direttamente interessate dalla rete fissa.

Il mezzo mobile fornisce inoltre un valido supporto nella valutazione di eventuali situazioni di inquinamento atmosferico che possono essere causate dalla costruzione di nuovi insediamenti produttivi o da modifiche nella rete viaria andando a colmare le lacune che sono inevitabilmente proprie di una rete fissa e offrendo significativi elementi per un corretta pianificazione delle opere strutturali o per lo studio di interventi volti alla riduzione dell'intensità dei fenomeni di inquinamento atmosferico. Alla luce di quanto detto si può affermare con ragionevole certezza che la rete operante nella provincia di Torino è sicuramente uno strumento adeguato per effettuare un corretto monitoraggio della qualità dell'aria.

Il sistema di monitoraggio operante sul territorio provinciale, come precedentemente accennato, è costituito principalmente dall'insieme di due reti.

La prima, operante sul territorio del Comune di Torino fin dai primi anni settanta, è cresciuta e si è aggiornata con il tempo monitorando gli inquinanti che, nel corso degli anni, si proponevano come più critici e mantenendo sempre elevati sia i livelli di rendimento strumentale che di accuratezza analitica, la seconda, la rete provinciale che opera sul territorio esterno al capoluogo, è stata collaudata in via definitiva nel giugno 1997 e per essa il 1998 rappresenta il primo anno completo di monitoraggio.

Per quanto riguarda la rete provinciale i rendimenti strumentali sono leggermente più bassi, tale leggera carenza di rendimento è principalmente dovuta alle fase di avviamento, che per sistemi così complessi, rappresenta sempre un periodo estremamente critico.

Per chiarezza nelle pagine seguenti verranno riportati i grafici dei rendimenti strumentali (Figg. 2, 3, 4) ottenuti sia dalla rete nel suo complesso che dalle due sottoreti. Su tali grafici sono riportate, in forma di istogramma, le percentuali di dati considerati validi calcolati per ogni parametro chimico misurato e per ogni mese dell'anno; l'ultimo gruppo di colonne rappresenta il rendimento calcolato su base annua.

Si tiene a precisare che questa sarà l'unica distinzione che verrà fatta fra le due sottoreti di rilevamento. Successivamente, nel corso della relazione ci si riferirà ad un unico sistema di rilevamento, in quanto come precedentemente definito le due reti saranno al più presto accorpate in un'unica struttura e la trattazione complessiva dei dati è sicuramente il mezzo più indicato per effettuare una corretta valutazione della qualità dell'aria.

NOME	INDIRIZZO	TIPO	PARAMETRI
Alpignano	Via F. Baracca, 12 – Alpignano	D	O3, NOx, RDN

Beinasco	Via S. Pellico, 5 – Beinasco	B	SO ₂ , NO _x , VV-DV
Borgaro	Via Italia – Borgaro	D	O ₃ , NO _x ,
Caluso	P.zza Mazzini – Caluso	C	CO
Chieri	C.so Buoizzi, 1 – Chieri	C	NO _x , CO, VV-DV
Chivasso	Via Torino, 1 – Chivasso	C	CO
Cirie	Via Teneschie, 2 – Cirie	B	SO ₂ , NO _x ,
Druento	Cascina Peppinella	A	O ₃ , SO ₂ , CO, NO _x , CPA, VV-DV, RDN, RDT, UMID, TEMP, PV, P
Grugliasco	Via Roma, 15 – Grugliasco	B	SO ₂ , NO _x , VV-DV
Ivrea	P.zza Freguglia – Ivrea	B-C	SO ₂ , NO _x , CO
M. Mobile			O ₃ , SO ₂ , CO, NO _x , CPA, PTS, VV-DV, RDT, UMID, TEMP, PV, P
Nichelino	Via XXV Aprile, 111 – Nichelino	C	CO, NO _x
Orbassano	Via Gozzano – Orbassano	D	O ₃ , NO _x , VV-DV, RDN, RDT
Pinerolo	P.zza III Alpini, 1 – Pinerolo	C	CO, VV-DV
Rivoli	Via Togliatti, 1 – Rivoli	C	CO
Settimo	Via Milano, 31 – Settimo	C	CO, NO _x , VV-DV
Susa	P.zza della Repubblica – Susa	C	CO
Venaria	C.so Garibaldi – Venaria	C	CO
Vinovo	Via Garibaldi, 3 – Vinovo	D	O ₃ , NO _x , RDN, RDT
Buttiglieria	Buttiglieria		CPA, PM10
Carmagnola	Carmagnola		CPA, PM10
Castagneto Po	Castagneto		CPA, PM10
TO-Consolata	Via Consolata, 10 – Torino	B-C	SO ₂ , CO, NO _x , PM10, PTS, BTX, RDT, VV-DV, UMID, TEMP, PV, P
TO-Cristina	Via M. Cristina, 129 – Torino	B-C	CO, NO _x ,
TO-Gaidano	V. Gaidano – Torino	B	CO, NO _x ,
TO-Lingotto	V. A. Monti, 21 – Torino	A	O ₃ , SO ₂ , CO, NO _x , VV-DV, CPA
TO-Rebaudengo	P.zza Rebaudengo, 23 - Torino	B-C	CO, SO ₂ , NO _x , CPA
TO-Rivoli	P.zza Rivoli, 4 – Torino	B-C	CO, NO _x , VV-DV, CPA
Pino Torinese	Oss. Astronomioco – Pino T.se	D	O ₃ , P, UMID, TEMP
I.T.I.S. Grassi	V. P. Veronese		CPA
Villa Gualino	V. Settimio Severo, 75		CPA
Alenia	C.so Marche, 41 – Torino		VV-DV, TEMP, UMID
Cnr	Str. delle Cacce, 73 – Torino		RDN, VV-DV, UMID, TEMP, PV, DOAS-OPIS
Cselit	V. Reiss Romoli, 274 – Torino		VV-DV, UMID, TEMP, PV
La Stampa	V. Marengo, 32 – Torino		VV-DV

CODICE PARAMETRO	DESCRIZIONE
BTX	Benzene, toluene, xilene
CO	Monossido di carbonio
NO_x	Ossidi di azoto
O₃	Ozono
P	Pressione atmosferica
PV	Quantità di pioggia
RDN	Radiazione solare netta
RDT	Radiazione solare totale
SO₂	Biossido di zolfo
TEMP	Temperatura
CPA	Campionatore particolato atmosferico
PM10	Particolato sospeso < 10 µm
PTS	Polveri totali sospese
UMID	Umidità
VV-DV	Velocità e direzione del vento

TABELLA 1: Elenco delle stazioni di monitoraggio, loro ubicazione e parametri misurati.

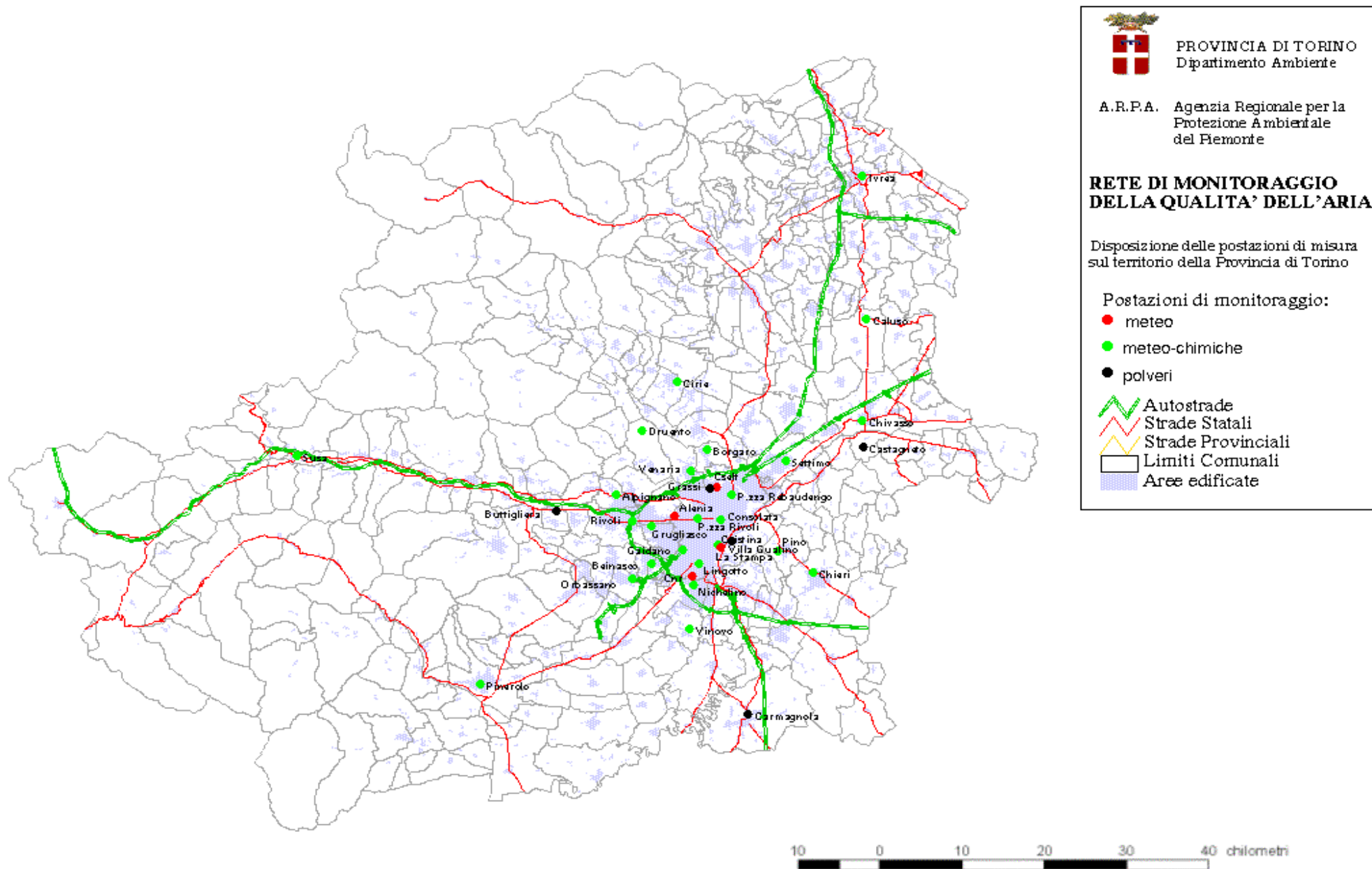


FIGURA 1: Disposizione delle centraline di monitoraggio, distribuzione delle aree edificate e principali vie di comunicazione.

**RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA
PERCENTUALI DI DATI VALIDATI (1998)**

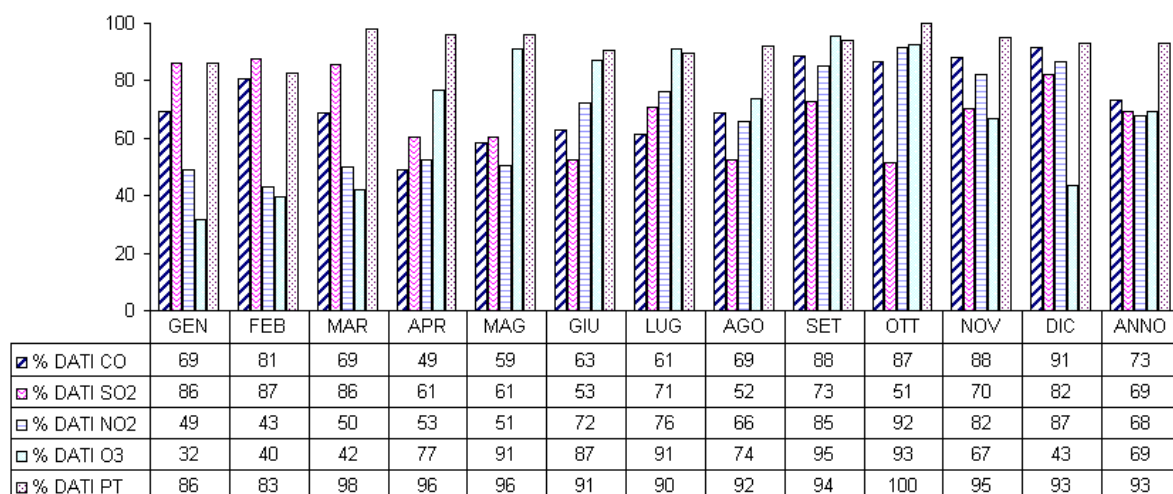


FIGURA 2: Rendimento strumentale della rete di monitoraggio nel suo complesso.

**RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA (provincia di Torino)
PERCENTUALI DI DATI VALIDI (1998)**

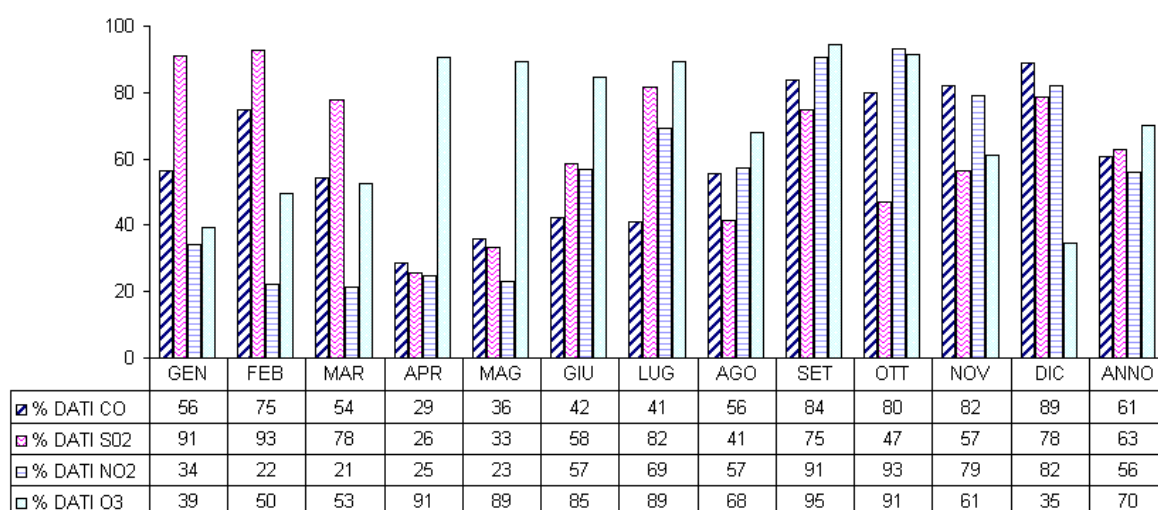


FIGURA 3: Rendimento strumentale della sottorete che opera sul territorio esterno al capoluogo.

**RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA (città di Torino)
PERCENTUALI DI DATI VALIDATI (1998)**

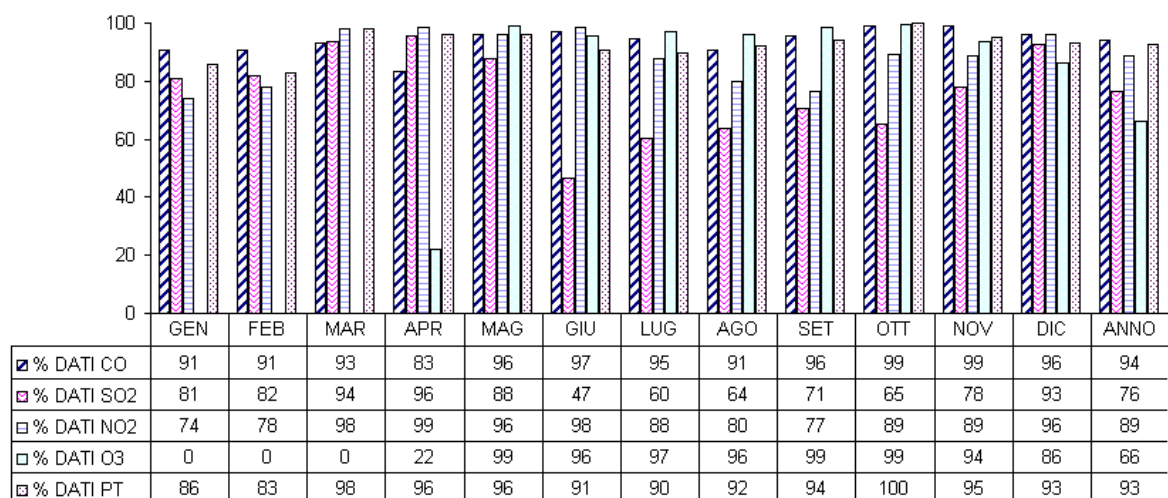


FIGURA 4: Rendimento strumentale della sottorete che opera sul territorio del capoluogo.

LA NORMATIVA IN MATERIA DI CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Per una migliore comprensione dei dati raccolti si ritiene opportuno riportare un breve riepilogo della normativa nazionale in materia di tutela della qualità dell'aria e di inquinamento atmosferico.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

DPCM 28/03/83

Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno.

D.P.R. 24/5/1988 n° 203

Attuazione delle direttive C.E.E. n° 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernente norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16/4/1987, n° 183.

D.M. 12/7/1990

Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione.

D.M. 20/5/1991

Criteri per la raccolta di dati inerenti la qualità dell'aria. Decreto che definisce le competenze della provincia in materia di rilevamento dati relativi all'inquinamento atmosferico.

D.M. 20/5/1991

Criteri per l'elaborazione dei piani regionali di risanamento della qualità dell'aria.

D.M. 28/12/91

Recepimento delle Direttiva 91/441/CEE in materia di emissioni di autoveicoli.

Legge 8/6/90 n° 142

Ordinamento delle autonomie locali.

D.M. 12/11/1992

Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria.

D.P.R. 16.12.92, n° 495

Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada.

D.P.R. 26/8/93, n° 412

Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia.

D.M. 15/4/1994

Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane.

D.M. 25/11/1994 n°159

Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al D.M. del 15/4/1994.

Legge 12/4/95 n° 146

Ratifica ed esecuzione del protocollo alla convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza concernente la lotta contro le emissioni di composti organici volatili o i loro flussi transfrontalieri.

D.M. 4/9/95

Attuazione della direttiva 93/59/CEE del Consiglio del 28 giugno 1993 che modifica la direttiva 70/220/CEE concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alle misure da adottare contro l'inquinamento atmosferico da emissioni di veicoli a motore.

D.P.C.M. 2/10/95

Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione.

D.P.C.M. 14/11/95

Recepimento della direttiva 93/12/CEE relativa al tenore di zolfo di taluni combustibili liquidi.

D.M. 5/2/96

Prescrizioni per la verifica delle emissioni dei gas di scarico degli autoveicoli in circolazione ai sensi della direttiva del Consiglio delle Comunità europee n° 92/55/CEE.

D.M. 16/5/96

Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono.

D.M. 16/5/96

Requisiti tecnici di omologazione e installazione e procedure di controllo dei sistemi di recupero dei vapori di benzina prodotti durante le operazioni di rifornimento degli autoveicoli presso gli impianti di distribuzione carburanti.

Legge 4 novembre 1997 n° 413

Misure urgenti per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico da benzene.

D.M. 19/11/97 n° 503

Regolamento recante norme per l'attuazione delle direttive 89/369/CEE e 89/429/CEE concernenti la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani e la disciplina delle emissioni e delle condizioni di combustione degli impianti di incenerimento di rifiuti urbani, rifiuti speciali non pericolosi, nonché di taluni rifiuti sanitari.

D. Lgs. 31/3/98

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15/3/1997 n° 59.

D.M. 27/3/98

Mobilità sostenibile nelle aree urbane.

Direttiva 7.7.98 del Ministero dei lavori pubblici.

Direttiva sul controllo dei gas di scarico dei veicoli (bollino blu) ai sensi dell'art. 7 del nuovo codice della strada.

D.M. 21/4/99 n° 163

Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione.

D. Lgs. 4/8/99 n° 351

Qualità dell'aria verso standard europei: nuovi valori per misurare l'inquinamento.(i dati del 1998, pubblicati in questa relazione, non erano ancora sottoposti alla normativa sopra riportata).

I limiti di riferimento per le concentrazioni di inquinanti in ambiente esterno sono essenzialmente di due tipi:

- il primo tipo di limite (**valore limite, valore guida, obiettivo di qualità**) fa riferimento alla prevenzione a lungo termine e richiede misure di lungo periodo (usualmente un anno);
- il secondo tipo di limite (**livelli di attenzione ed allarme**) fa riferimento alla prevenzione a breve termine, in presenza di fenomeni acuti di inquinamento.

In particolare, in base alle definizioni normative, il livello di attenzione è la concentrazione di inquinante che, se superata in maniera persistente nel tempo, può portare ad una situazione di rischio ambientale e sanitario, mentre il livello di allarme corrisponde alla concentrazione di inquinante il cui superamento indica già di per sé una situazione di rischio ambientale e sanitario.

Nella tabella che segue (Tab. 2) sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa vigente per gli inquinanti in ambiente esterni.

<i>INQUINANTE</i>	<i>RIFERIMENTO</i>	<i>PARAMETRO DI</i>	<i>PERIODO DI</i>	<i>VALORE DI</i>
-------------------	--------------------	---------------------	-------------------	------------------

	NORMATIVO	CONTROLLO	OSSERVAZIONE	RIFERIMENTO
Biossido di zolfo espresso come SO2	VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	1 aprile - 31 marzo	80 µg/mc
		98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore (2)	1 aprile - 31 marzo	250 µg/mc
		mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	1 ottobre - 31 marzo	130 µg/mc
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media giornaliera	1 aprile - 31 marzo	40 - 60 µg/mc
		valore medio delle 24 ore	ore 0 - 24 di ogni giorno	100 - 150 µg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media giornaliera	ogni giorno	125 µg/mc
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media giornaliera (3)	ogni giorno	250 µg/mc	
Biossido di azoto espresso come NO2	VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	200 µg/mc
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	50° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	50 µg/mc
		98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	135 µg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media oraria	ogni giorno	200 µg/mc
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media oraria	ogni giorno	400 µg/mc
Particelle sospese totali esprese come PTS	VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83)	media giornaliera	1 aprile - 31 marzo	150 µg/mc
		95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore	1 aprile - 31 marzo	300 µg/mc
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media giornaliera (4)	1 aprile - 31 marzo	40 - 60 µg/mc
		media giornaliera (4)	ogni giorno	100 - 150 µg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 25/11/94) (1)	media giornaliera (5)	ogni giorno	150 µg/mc
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 25/11/94) (1)	media giornaliera (5)	ogni giorno	300 µg/mc	
Monossido di carbonio espresso come CO	VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83)	media di 8 ore	8 ore	10 mg/mc
		media oraria	1 ora	40 mg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media oraria	1 ora	15 mg/mc
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media oraria	1 ora	30 mg/mc
Ozono espresso come O3	VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83) (6)	media oraria	1 mese	200 µg/mc
	LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (D.M. 16/5/96)	media (mobile trascinata) su 8 ore	8 ore	110 µg/mc
	LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	200 µg/mc
		media giornaliera	ogni giorno	65 µg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 16/5/96) (1)	media oraria	1 ora	180 µg/mc
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 16/5/96)(1)	media oraria	1 ora	360 µg/mc
Piombo espresso come Pb	VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83)	media delle concentrazioni medie di 64 ore rilevate in un anno	1 aprile - 31 marzo	2 µg/mc
Particolato sospeso espresso come PM10	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	60 µg/mc
	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	40 µg/mc
BENZENE	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	15 µg/mc
	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	10 µg/mc
BENZO(A)PIRENE	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	2.5 ng/mc
	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	1.0 ng/mc

TABELLA 2: Valori di riferimento previsti dalla normativa vigente per gli inquinanti.

Note alla tabella

- (1) Lo stato di attenzione e di allarme, come definiti nel D.M. 25/11/94, vengono raggiunti quando, durante il ciclo di monitoraggio, si rileva il superamento, anche non contemporaneo, dei livelli di attenzione e di allarme, in un numero di stazioni di rilevamento pari o superiori a quello indicato nella tabella sottostante (le definizioni relative alla tipologia della stazione sono riportate nel D.M. 20/5/91).

<i>INQUINANTE</i>	<i>STAZIONI</i>
<i>SO₂ Biossido di zolfo</i>	50% del totale delle stazioni di tipo A, B, C
<i>PTS Particelle sospese totali</i>	50% del totale delle stazioni di tipo A, B, C
<i>NO₂ Biossido di azoto</i>	50% del totale delle stazioni di tipo A e B
<i>CO Monossido di carbonio</i>	50% del totale delle stazioni di tipo A e C
<i>O₃ Ozono</i>	Una qualsiasi stazione di tipo A o D

I livelli di attenzione e di allarme sono riferiti alle aree urbane e alle zone individuate dalle Regioni ai sensi dell'art.9 del DM 20.5.91 (criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria)

- (2) Si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di tre giorni consecutivi; inoltre si deve cercare di prevenire e ridurre detti superamenti.
- (3) Ai sensi del D.P.R. 203/88 il limite di 250 µg/mc non può essere superato per più del 2% delle misure valide su base annua e si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di tre giorni consecutivi.
- (4) Misurate con il metodo dei fumi neri.
- (5) I valori delle concentrazioni di PTS, misurate in modo non automatico con metodo gravimetrico, concorrono alla determinazione degli stati di allarme e di attenzione e ai conseguenti provvedimenti da adottare, compatibilmente con i tempi necessari per il completamento delle operazioni di prelievo e di misurazione.
- (6) Da non raggiungere più di una volta al mese.

In estrema sintesi, si può affermare che il quadro normativo, sino ai primi anni '90 si muoveva lungo tre direttive principali:

- **Controllo dell'esposizione della popolazione a medio-lungo termine attraverso gli standard di qualità dell'aria (D.P.C.M. 28.3.83 e D.P.R. 203/88) come guida alle azioni di risanamento (esempio: diminuzione del tenore di zolfo nei combustibili);**
- **Controllo dell'esposizione della popolazione a breve termine attraverso i livelli di attenzione e di allarme (D.M. 25/11/94), come guida a provvedimenti limitati nel tempo nei soli grandi centri urbani (limitazione del traffico autoveicolare), identificati in base alla soglia dei 150.000 abitanti;**
- **Controllo delle fonti industriali attraverso la definizione di limiti alle emissioni (D.P.R. 203/88 e successive modifiche e integrazioni) e delle fonti autoveicolari attraverso la qualità dei combustili (es. norme sul contenuto di benzene nelle benzine).**

Le acquisizioni normative più recenti si evolvono verso una situazione in cui alle linee di azione precedenti si affiancano le seguenti:

- **Allargamento dell'ambito spaziale di interesse ai comuni con popolazione inferiore ai 150.000 abitanti (es. D.M. 16 maggio 1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono; D.M. 27 marzo 1998 - Mobilità sostenibile nelle aree urbane; D.M. 21/4/99 n° 163 Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione);**
- **Controllo sistematico alla fonte anche delle emissioni autoveicolari (es. D.M. 5 febbraio 1996 - valori limite delle emissioni inquinanti allo scarico degli autoveicoli in circolazione e Direttiva Min. LL. PP. 7 luglio 1998 - Controllo dei gas di scarico dei veicoli) e delle emissioni dagli impianti di distribuzione del carburante (es. Legge 4 novembre 1997 n° 413);**
- **Azioni di razionalizzazione del sistema dei trasporti (es. D. Lgs. 30.4.1992 n°. 285 Nuovo codice della strada, nella parte relativa ai Piani Urbani del Traffico; D.M. 27 marzo 1998 - Mobilità sostenibile nelle aree urbane);**
- **Introduzione di valori di riferimento anche per la protezione della vegetazione (D.M. 16 maggio 1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono).**

Nel prossimo futuro è prevedibile una ulteriore evoluzione normativa a seguito del recepimento delle più recenti Direttive UE, in particolare la 199/30/CE del 22 aprile 1999 che introduce, tra l'altro, nuovi valori di riferimento per biossido di zolfo, ossidi di azoto, particolato sospeso e piombo.

ANALISI DEI DATI RACCOLTI DALLE STAZIONI FISSE DOTATE DI ANALIZZATORI IN CONTINUO E NELLE STAZIONI DI RACCOLTA DEL PARTICOLATO

Nelle pagine seguenti sono riportati per ogni inquinante:

- una breve descrizione delle caratteristiche chimico-fisiche e dei danni causati alla salute umana e all'ecosistema nel suo complesso;
- la descrizione del metodo di misura utilizzato;
- un sintetico esame dei dati raccolti;
- la tabella riassuntiva dei superamenti dei valori di riferimento previsti dalla normativa, suddivisi per stazione;
- una cartografia tematica riportante il valore delle medie annuali per ogni stazione per quanto riguarda i parametri analizzati in continuo;
- i grafici che riportano la distribuzione spaziale e temporale del numero di superamenti e dell'indice di criticità, definito come il valore percentuale dei superamenti del livello di attenzione calcolato sul totale dei dati validi; tale indice permette una normalizzazione dei risultati in funzione del numero di dati validi, consentendo una corretta comparazione fra punti di misura che per inconvenienti tecnici presentano diversi rendimenti strumentali.

Si desidera inoltre precisare che i rilevamenti delle concentrazioni degli inquinanti seguono sempre l'ora solare, anche nel periodo estivo, di conseguenza nella lettura delle elaborazioni è necessario tenere in considerazione questa precisazione.

MONOSSIDO DI CARBONIO

DESCRIZIONE

Il carbonio, che costituisce lo 0.08% della crosta terrestre, si trova in natura sia allo stato elementare che combinato negli idrocarburi, nel calcare, nella dolomite, nei carboni fossili, ecc.

Il carbonio è in grado di legarsi chimicamente con l'ossigeno formando due composti (ossidi): il monossido di carbonio (CO) ed il biossido di carbonio (CO₂).

Il monossido di carbonio (CO) è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico la cui concentrazione venga espressa in milligrammi al metro cubo (mg/m³).

E' un gas inodore ed incolore e viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente.

La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare (circa il 90% delle emissioni totali), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina.

La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore; si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato, ed in fase di decelerazione.

Il tempo di vita media del monossido di carbonio è dell'ordine di qualche mese ed essendo l'emissione relativamente costante nel corso dell'anno è stato osservato che l'andamento globale di questo inquinante non subisce grosse variazioni in funzione del periodo dell'anno.

DANNI CAUSATI

Il CO ha la proprietà di fissarsi all'emoglobina del sangue, impedendo il normale trasporto dell'ossigeno nelle varie parti del corpo. Il CO ha nei confronti dell'emoglobina un'affinità 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno ed il composto che si genera (carbossi-emoglobina) è estremamente stabile. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare, soprattutto nelle persone affette da cardiopatie.

Concentrazioni elevatissime di CO possono anche condurre alla morte per asfissia.

Alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana gli effetti sulla salute sono reversibili e sicuramente meno acuti.

METODO DI MISURA

L'ossido di carbonio è analizzato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR con conseguente variazione della loro intensità, proporzionale alla concentrazione dell'ossido di carbonio. Un fotomoltiplicatore misura la variazione della radiazione luminosa e converte questo valore fornendo la concentrazione di CO presente nell'aria.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di monossido di carbonio è milligrammi al metro cubo (mg/m³).

ESAME DEI DATI

Non si sono verificati superamenti del livello di allarme, se non nella stazione di P.zza Rivoli nella città di Torino, che risulta in assoluto la più critica per questo inquinante.

In nove siti, su un totale di diciassette, si è verificato nel corso dell'anno almeno un superamento del livello di attenzione.

A livello di distribuzione spaziale complessiva dei dati sul territorio provinciale, appare evidente che *il capoluogo e l'area metropolitana in senso stretto* (in cui con maggiore frequenza si verificano condizioni di rallentamento del traffico automobilistico) comprendono la quasi totalità delle situazioni in cui si verificano superamenti dei valori di riferimento previsti dalla legge. Infatti il 95% dei superamenti del livello di attenzione si è verificato, nel capoluogo e nei siti di prima cintura, e la media annuale del punto più critico dell'intera rete (P.zza Rivoli a Torino) è circa otto volte maggiore all'analogo valore nel sito di minima (Parco La Mandria).

Va osservato che i siti di prima cintura quali quelli di Via Milano a Settimo T.se e Via XXV Aprile a Nichelino sono nella sostanza confrontabili con quelli della città di Torino (fatta eccezione per P.zza Rivoli di cui si è già detto).

Situazioni di una certa criticità si riscontrano comunque anche al di fuori dell'area metropolitana, laddove per ragioni legate ai flussi locali, si possono verificare condizioni di rallentamento del traffico (l'emissione di monossido di carbonio da un veicolo, come già ricordato, aumenta considerevolmente quando il motore lavora a basso numero di giri).

Esempi di situazioni di questo tipo sono i siti di P.zza Freguglia a Ivrea e C.so Buozzi a Chieri.

Va infine osservato che, in tutti i siti in cui si sono verificati superamenti del livello di attenzione su base oraria, sono stati riscontrati anche uno o più superamenti del valore limite calcolato su 8 ore consecutive, con la sola eccezione del sito di Chivasso. Ciò indica che le situazioni di maggiore esposizione della popolazione possono anche interessare un arco orario relativamente esteso.

Per quanto riguarda la distribuzione temporale dei dati, tutti i superamenti del livello di attenzione verificatisi nell'insieme delle stazioni sono sostanzialmente concentrati *nei tre mesi invernali*. Ciò evidenzia che le situazioni più critiche sono strettamente legate a situazioni meteorologiche di stabilità atmosferica, quali appunto quelle che tipicamente si verificano nell'Italia del Nord nei mesi da Dicembre a Febbraio.

E' auspicabile la messa in atto di ulteriori politiche di risanamento al fine di ricondurre anche le situazioni più critiche all'interno dei limiti normativi. Data la natura dell'inquinante (per il quale il contributo del traffico auto veicolare legato ai veicoli a benzina è vicino all'80% sul complesso della provincia¹ e al 98% nell'area urbana torinese²) le azioni di risanamento vanno indirizzate soprattutto alla verifica delle emissioni degli autoveicoli e alla razionalizzazione dei flussi di traffico nelle aree a maggiore congestione.

¹ Disaggregazione delle Emissioni del CORINAIR 1990 sulla provincia di Torino – ENEL Ricerca 1998

² P. Natale CH4 Energia e Metano Maggio-Giugno1994: "Origine di ossido di azoto e monossido di carbonio in area urbana. Valutazione mediante misure di emissione."

Stazione	Indirizzo	Tipo	Valore Medio Annuale (mg/m³)	Val Max datato (mg/m³)	Numero superamenti livello di attenzione (D.P.C.M. 25/11/94) indice: conc. media di 1 h periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 15 (mg/m³)	Numero superamenti livello di allarme (D.M. 25/11/94) indice: conc. media di 1 h periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 30 (mg/m³)	Valore limite (D.P.C.M. 28/03/83) indice: conc. media oraria periodo di osservazione: orario valore di riferimento: 40 (mg/m³)	Valore limite (D.P.C.M. 28/03/83) indice: conc. media di 8 h periodo di osservazione: 8 h valore di riferimento: 10 (mg/m³)
Caluso	P.zza Mazzini	D	0.7	12 13/02/98 h 19:00	0	0	0	0
Chieri	C.so Buozzi, 1	C	1.7	15 30/03/98 h 8:00	0	0	0	0
Chivasso	Via Torino, 1	C	1.2	22.6 12/02/98 h 19:00	3	0	0	0
Druento	Cascina Peppinella	A	0.5	1.9 16/12/98 h 20:00	0	0	0	0
Ivrea	P.zza Freguglia	C	1.8	18 18/12/98 h 18:00	6	0	0	3
Nichelino	Via XXV Aprile, 111	C	1.6	26.4 14/12/98 h 21:00	19	0	0	4
Pinerolo	P.zza III Alpini, 1	C	0.9	8.1 14/12/98 h 9:00	0	0	0	0
Rivoli	Via Togliatti, 1	C	1.1	12.6 13/02/98 h 9:00	0	0	0	0
Settimo	Via Milano, 31	C	2.4	21.6 14/01/98 h 21:00	27	0	0	16
Susa	P.zza della Repubblica	C	0.6	4.3 16/12/98 h 9:00	0	0	0	0
TO Consolata	Via Consolata, 10	B-C	2.9	28.3 13/2/98 h 20:00	23	0	0	10
TO Cristina	Via M. Cristina	B-C	2.5	14 13/02/98 h 20:00	0	0	0	1
TO Lingotto	Parco di Vittorio	A	1.3	15.5 12/02/98 h 20:00	1	0	0	0
TO Gaidano	Via Gaidano	B	2.2	20.6 18/12/98 h 9:00	19	0	0	7
TO Rebaudengo	P.zza Rebaudengo	B-C	3.5	27 13/02/98 h 19:00	23	0	0	9
TO Rivoli	P.zza Rivoli	B-C	3.7	43.8 13/02/98 h 19:00	78	4	1	23
Venaria	C.so Garibaldi	C	1	8.9 10/03/98 h 2:00	0	0	0	0

TABELLA 3: Dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il monossido di carbonio.

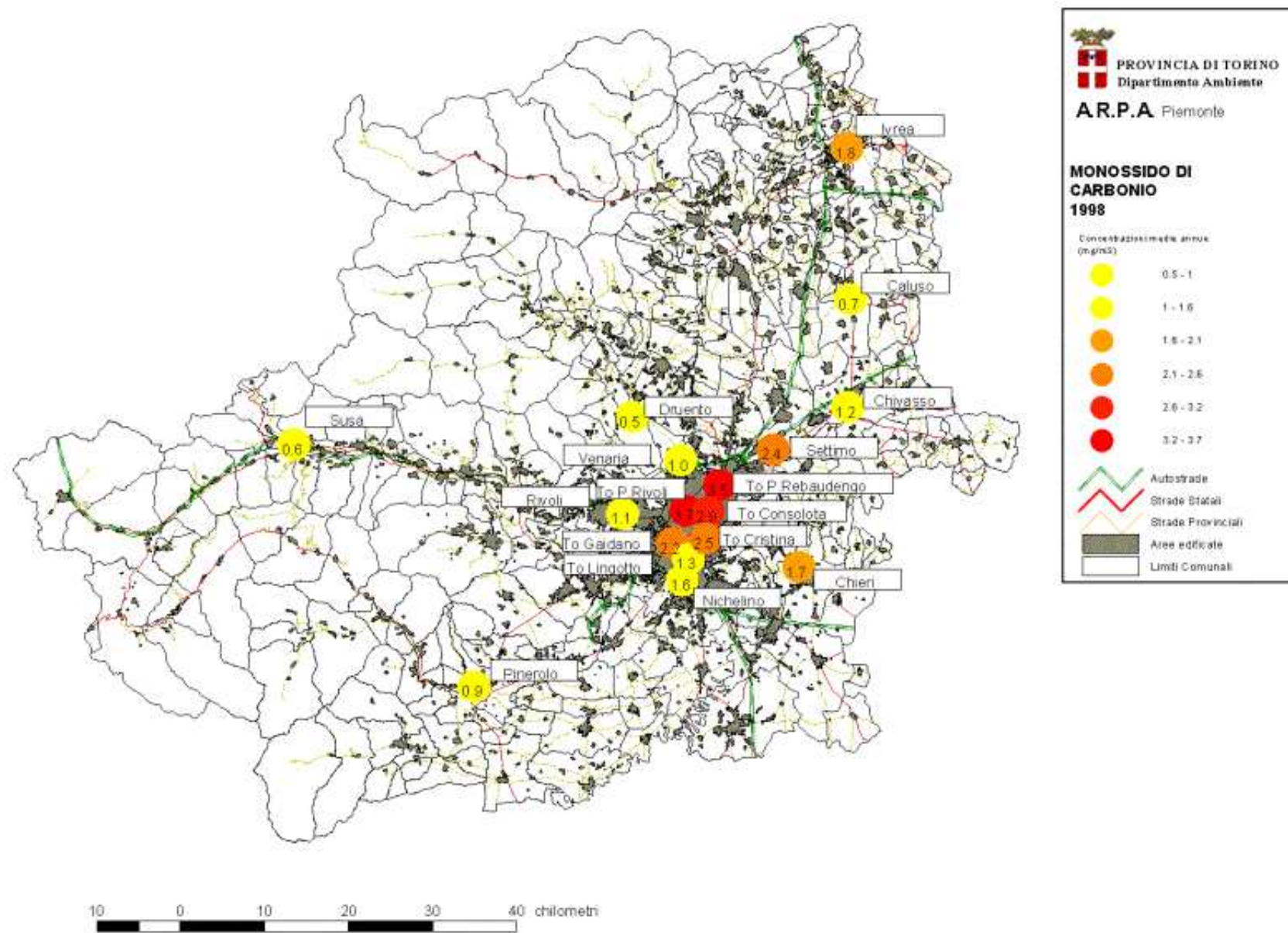


FIGURA 5: Carta riportante il valore delle medie annuali di monossido di carbonio per ogni stazione.

PROVINCIA DI TORINO
Rete di monitoraggio della qualità dell'aria
DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO
SUPERAMENTI DEI LIVELLI DI ATTENZIONE DEL MONOSSIDO DI CARBONIO

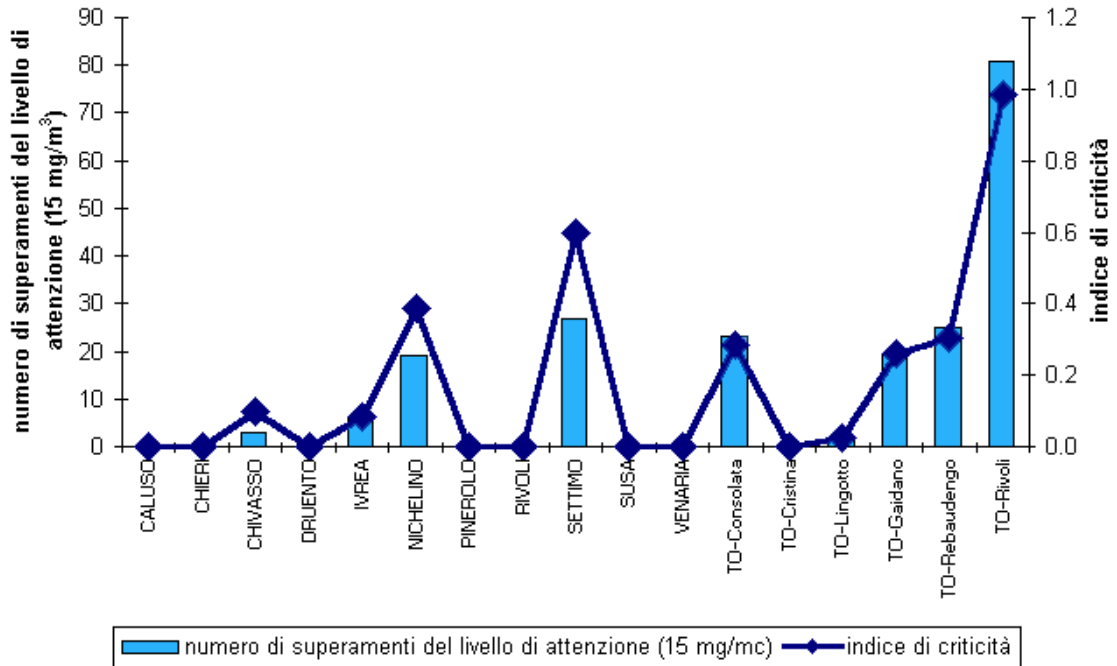


FIGURA 6

PROVINCIA DI TORINO
Rete di monitoraggio della qualità dell'aria
DISTRIBUZIONE TEMPORALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO
SUPERAMENTI DEI LIVELLI DI ATTENZIONE DEL MONOSSIDO DI CARBONIO

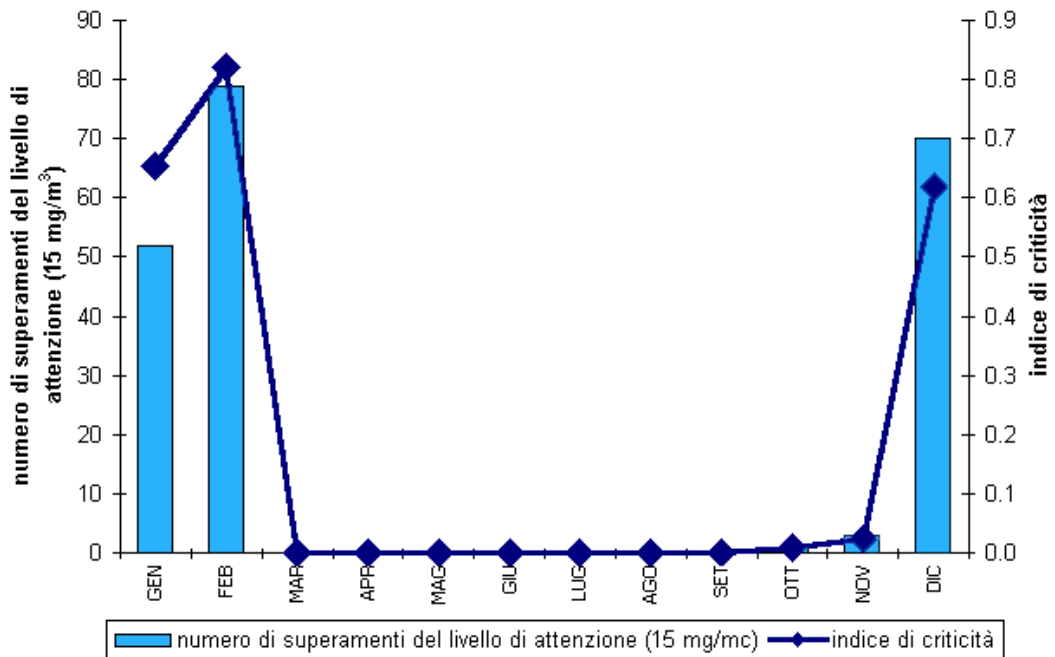


FIGURA 7

BIOSSIDO D'AZOTO

DESCRIZIONE

Gli ossidi di azoto (NO, N₂O, NO₂ ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile utilizzato.

Il biossido di azoto si presenta sotto forma di un gas di colore rossastro di odore forte e pungente. Il biossido di azoto in particolare è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla costituzione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di "*smog fotochimico*".

Un contributo fondamentale all'inquinamento da biossido di azoto e derivati fotochimici è apportato, nelle città, dai fumi di scarico degli autoveicoli; l'entità delle emissioni può, in questo caso, variare anche in funzione delle caratteristiche e dello stato del motore e delle modalità di utilizzo dello stesso (valore della velocità, accelerazione ecc.).

In generale l'emissione di ossidi di azoto è maggiore quando il motore funziona ad elevato numero di giri (arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade ecc.).

DANNI CAUSATI

Il biossido di azoto è un gas tossico irritante per le mucose ed è responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio con diminuzioni delle difese polmonari (bronchiti, allergie, irritazioni).

Gli ossidi di azoto contribuiscono alla formazione delle piogge acide e favoriscono l'accumulo di nitrati al suolo che possono provocare alterazione di equilibri ecologici ambientali.

METODO DI MISURA

Gli ossidi di azoto vengono analizzati con metodo a chemiluminescenza. Il metodo si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono, capace di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO.

Un apposito fotomoltiplicatore misura la radiazione luminosa prodotta. La reazione è specifica per il monossido di azoto; per misurare il biossido, invece, bisogna ridurlo a monossido, attraverso un convertitore al molibdeno. Gli analizzatori sono automaticamente predisposti per dosare sia il monossido di azoto che il biossido di azoto.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di biossido di azoto è microgrammi al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

ESAME DEI DATI

Non si sono verificati dei superamenti del livello di allarme in nessuno dei siti monitorati.

In quindici siti, su un totale di diciotto, si è verificato nel corso dell'anno almeno un superamento del livello di attenzione, che è un indice dell'esposizione della popolazione sul breve periodo.

La distribuzione spaziale complessiva dei dati mostra che i siti più critici sono concentrati soprattutto nell'area metropolitana, ***ma le differenze tra questa e il resto del territorio provinciale sono meno accentuate*** che nel caso del monossido di carbonio. Infatti nel capoluogo

e nei siti di prima cintura si è verificato l'87% dei superamenti del livello di attenzione (contro il 95% per il monossido di carbonio), e la media annuale del sito più critico (P.zza Rebaudengo a Torino) è circa tre volte maggiore del valore riscontrato nel sito di minima del Parco La Mandria mentre tale rapporto è otto nel caso del monossido di carbonio.

In altre parole le situazioni di una certa criticità interessano *una porzione di territorio mediamente più ampia* che nel caso del monossido di carbonio.

A livello di esposizione della popolazione sul lungo periodo, in sette siti su diciotto, viene superato il valore guida su base annuale di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (espresso come 50° percentile); cinque di questi siti sono ubicati nella città di Torino e due nella prima cintura (Settimo e Grugliasco).

Come per il monossido di carbonio, siti quali quelli di Settimo e Nichelino sono nel complesso confrontabili con la quasi totalità dei siti del capoluogo.

Per quanto riguarda la distribuzione temporale dei dati, si osserva che, rispetto al caso del monossido di carbonio, i superamenti del livello di attenzione sono distribuiti *su un arco di mesi più ampio* che va da Ottobre a Maggio (anche se i mesi invernali, per le ragioni già esposte in riferimento al monossido di carbonio, rimangono i più critici).

Ciò è legato al fatto che la quota di biossido di azoto primario (cioè immesso direttamente dalle fonti inquinanti in atmosfera) è minoritaria rispetto alla quota secondaria (quella che si forma nell'aria a partire dal monossido di azoto), la cui sintesi è favorita dall'irraggiamento solare. Accade quindi che sporadici superamenti del livello di attenzione si verificano anche in periodi dell'anno caratterizzati da condizioni generali di instabilità atmosferica, ma anche da un irraggiamento solare relativamente elevato (come nel tardo autunno e in primavera).

Nel complesso per gli ossidi di azoto si ravvisa una forte necessità di ulteriori politiche di risanamento, anche alla luce delle più recenti Direttive dell'Unione Europea. Tali azioni di risanamento sono da attuarsi soprattutto a livello di emissioni autoveicolari; un recente studio¹² indica, infatti, nel traffico autoveicolare la principale fonte di ossidi di azoto sul territorio provinciale, con un contributo percentuale attorno al 75%.

¹ Disaggregazione delle Emissioni CORINAIR 1990 sulla provincia di Torino – ENEL Ricerca 1998

² P. Natale M. Grosa CH4 Energia e Metano Luglio – Agosto 94

Stazione	Indirizzo	Tipo	Valore Medio Annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Val Max datato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite (D.P.R. 203/88) indice: 98°percentile delle conc. medie orarie periodo di osservazione: dal 1 gennaio al 31 dicembre valore di riferimento: 200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori guida (D.P.R. 203/88) indice: 50°percentile delle conc. medie orarie periodo di osservazione: dal 1 gennaio al 31 dicembre valore di riferimento:50($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti livello di attenzione (D.M. 25/11/94) indice: media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti livello di allarme (D.M. 25/11/94) indice: media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 400 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Alpignano	Via F. Baracca, 12	D	36	252 17/12/98 h 17:00	114	25	8	0
Beinasco	Via S. Pellico, 5	B	31	219 18/03/98 h 22:00	116	24	3	0
Borgaro	Via Italia	D	25	141 23/07/98 h 10:00	78	16	0	0
Chieri	C.so Buoizzi, 1	C	39	262 17/12/98 h 13:00	127	34	4	0
Ciriè	Via Teneschie, 2	B	36	214 16/12/98 h 20:00	119	30	2	0
Druento	Cascina Peppinella	A	30	114 22/10/98 h 13:00	73	24	0	0
Grugliasco	Via Roma, 15	B	53	283 17/12/98 h 18:00	156	52	17	0
Ivrea	P.zza Freguglia	C	51	219 18/12/98 h 18:00	109	49	1	0
Nichelino	Via XXV Aprile, 111	C	52	272 22/04/98 h 7:00	146	46	21	0
Orbassano	Via Gozzano	D	41	197 16/12/98 h 22:00	120	36	0	0
Settimo	Via Milano, 31	C	66	364 17/01/98 h 13:00	176	61	71	0
Vinovo	Via Garibaldi, 3	D	37	259 15/12/98 h 17:00	109	35	5	0
TO Consolata	Via Consolata, 10	B-C	77	247 14/02/98 h 13:00	159	74	25	0
TO Cristina	Via M. Cristina	B-C	67	211 14/02/98 h 13:00	136	65	5	0
TO Lingotto	Parco di Vittorio	A	47	292 15/12/98 h 21:00	124	44	23	0
TO Gaidano	Via Gaidano	B	67	324 18/12/98 h 12:00	146	60	30	0
TO Rebaudengo	P.zza Rebaudengo	B-C	90	360 14/12/98 h 15:00	188	82	121	0
TO Rivoli	P.zza Rivoli	B-C	82	322 17/12/98 h 15:00	169	75	50	0

TABELLA 4: Dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di azoto.

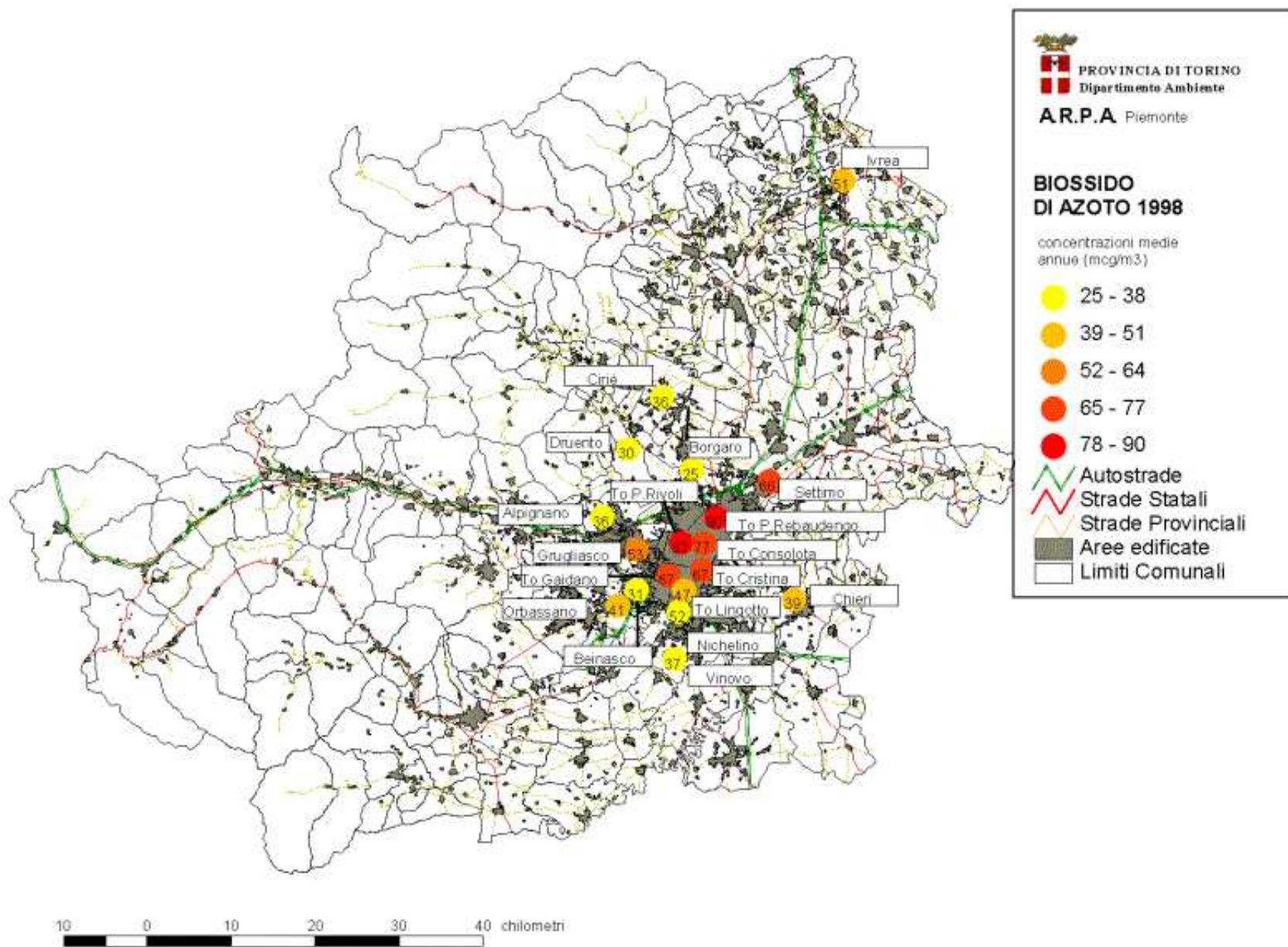


FIGURA 8: Carta riportante il valore delle medie annuali del biossido di azoto per ogni stazione.

PROVINCIA DI TORINO
Rete di monitoraggio della qualità dell'aria
DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO
SUPERAMENTI DEI LIVELLI DI ATTENZIONE DEL BISSIDO DI AZOTO

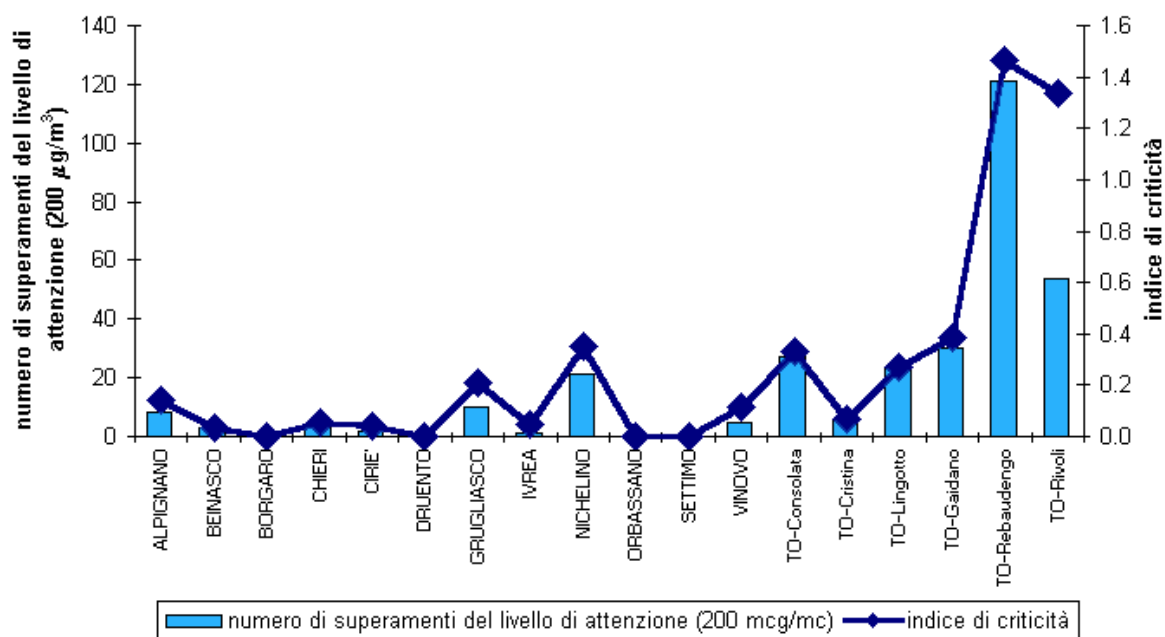


FIGURA 9

PROVINCIA DI TORINO
Rete di monitoraggio della qualità dell'aria
DISTRIBUZIONE TEMPORALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO
SUPERAMENTI DEI LIVELLI DI ATTENZIONE DEL BISSIDO DI AZOTO

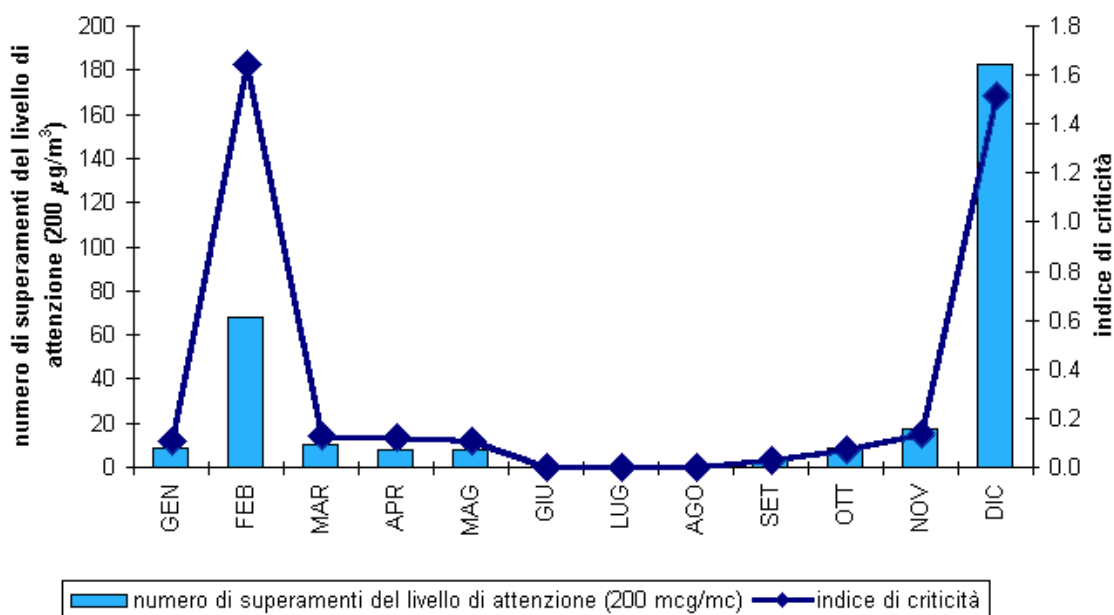
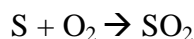


FIGURA 10

BIOSSIDO DI ZOLFO

DESCRIZIONE

E' il naturale prodotto di ossidazione dello zolfo e dei composti che lo contengono allo stato ridotto secondo la reazione:

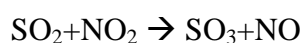
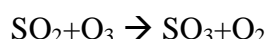
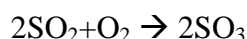


E' un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità e dai processi metallurgici.

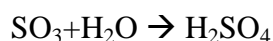
Una percentuale molto bassa di biossido di zolfo nell'aria (6-7 %) proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento domestici.

Nell'atmosfera l'anidride solforosa (SO_2) è ossidata ad anidride solforica (SO_3). L'ossidazione può avvenire direttamente dall'ossigeno atmosferico o da parte di altri inquinanti per via chimica, secondo le reazioni:



L'anidride solforica successivamente, in presenza di umidità, è convertita in acido solforico secondo la reazione:



Il biossido di zolfo era ritenuto fino a pochi anni fa il principale inquinante dell'aria ed è certamente tra i più studiati, anche perché è stato uno dei primi composti a manifestare effetti sull'uomo e sull'ambiente. Tuttavia, oggi, il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffinazione, imposto per legge) insieme al sempre più diffuso uso del gas metano, hanno diminuito sensibilmente la presenza di SO_2 nell'aria.

DANNI CAUSATI

Il biossido di zolfo è molto irritante per gli occhi, la gola e le vie respiratorie. In atmosfera, attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole d'acqua, contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni, con effetti fitotossici sui vegetali e di acidificazione dei corpi idrici, in particolare a debole ricambio, con conseguente compromissione della vita acquatica.

Le precipitazioni acide possono avere effetti corrosivi anche sui materiali da costruzione, manufatti lapidei, vernici e metalli.

METODO DI MISURA

Il biossido di zolfo è analizzato con metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale vengono emesse radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di anidride solforosa presenti, che stabilizzandosi emettono delle radiazioni nello spettro del visibile, misurate con apposito fotomoltiplicatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di anidride solforosa presente nell'aria. L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di biossido di zolfo è microgrammi al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

ESAME DEI DATI

Tutti i valori di riferimento previsti dalla normativa sono ampiamente rispettati in tutti i siti. La distribuzione spaziale complessiva dei dati mostra che i valori più elevati si riscontrano nel capoluogo, ma si tratta comunque di concentrazioni, anche nel sito più critico (P.zza Rebaudengo a Torino), ***ampiamente inferiori anche al valore guida su base annuale*** previsto dal D.P.R. 203/88, a tutt'oggi il limite più restrittivo previsto dalla normativa in relazione all'esposizione della popolazione sul lungo periodo.

Un ulteriore dato positivo emerge dal confronto con quanto stabilito dalla recente Direttiva 199/30/CE, che prevede un valore limite annuale per il biossido di zolfo di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da rispettare a partire dal 19 Luglio 2001. Degli otto siti considerati, solo in quello di P.zza Rebaudengo a Torino la media annuale raggiunge, ma non supera, tale valore. Poiché la Direttiva in questione prevede l'applicazione dei valori limiti su agglomerati territoriali e non su siti puntuali, nel complesso la situazione è da ritenersi molto soddisfacente e non si ravvisa la necessità di particolari politiche di risanamento.

Il valore medio annuale più basso è in questo caso stato rilevato nella stazione di Beinasco e non nella stazione di fondo di Druento, la spiegazione di questa eccezione risiede nel fatto che la stazione di Beinasco ha presentato sufficienti rendimenti strumentali solo nel periodo estivo, periodo nel quale le concentrazioni di SO_2 sono molto basse e di conseguenza nel calcolo della media annuale si ottiene un valore sottostimato.

Stazione	Indirizzo	Tipo	Valore Medio Annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Val Max datato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti livello di attenzione (D.M. 25/11/94) indice: media delle conc. medie di 24 h periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 125 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti livello di allarme (D.M. 25/11/94) indice: media delle conc. medie di 24 h periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 250 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite (D.P.R. 203/88) indice: mediana delle con. medie di 24 h periodo di osservazione: * valore di riferimento: 80 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti valori guida D.P.R. 203/88) indice: valore medio delle 24 h periodo di osservazione: giorno valore di riferimento: 100-150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori guida (D.P.R. 203/88) indice: media aritmetica delle con. medie di 24 h periodo di osservazione: * valore di riferimento: 40-60 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite (D.P.R. 203/88) indice: 98° percentile periodo di osservazione: * valore di riferimento: 250 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Beinasco	Via S. Pellico, 5	B	3.1	92 31/03/98 h 12:00	0	0	0.3	0	2.5	15.2
Ciriè	Via Teneschie, 2	B	6.8	146 18/12/98 h 16:00	0	0	5.5	0	7.3	25.6
Druento	Cascina Peppinella	A	6.8	63 18/12/98 h 14:00	0	0	8.3	0	6.9	16.2
Grugliasco	Via Roma, 15	B	7.4	175 15/12/98 h 16:00	0	0	6.3	0	8.1	28.5
Ivrea	P.zza Freguglia	C	7.9	49 07/12/98 h 8:00	0	0	9.4	0	9.4	19.0
TO Consolata	Via Consolata, 10	B-C	15	210 17/12/98 h 16:00	0	0	12.1	0	16.1	45.1
TO Lingotto	Parco di Vittorio	A	13	163 31/03/98 h 10:00	0	0	11.3	0	12.8	30.5
TO Rebaudengo	P.zza Rebaudengo	B-C	20	231 31/03/98 h 11:00	0	0	15.3	0	19.2	53.5

* Il D.P.R. 203 prevede che il periodo di osservazione considerato sia compreso fra il 1 Aprile e il 31 Marzo dell'anno successivo, i valori presentati si riferiscono al periodo compreso fra il 1 Gennaio e il 31 Dicembre.

TABELLA 5: Dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di zolfo.

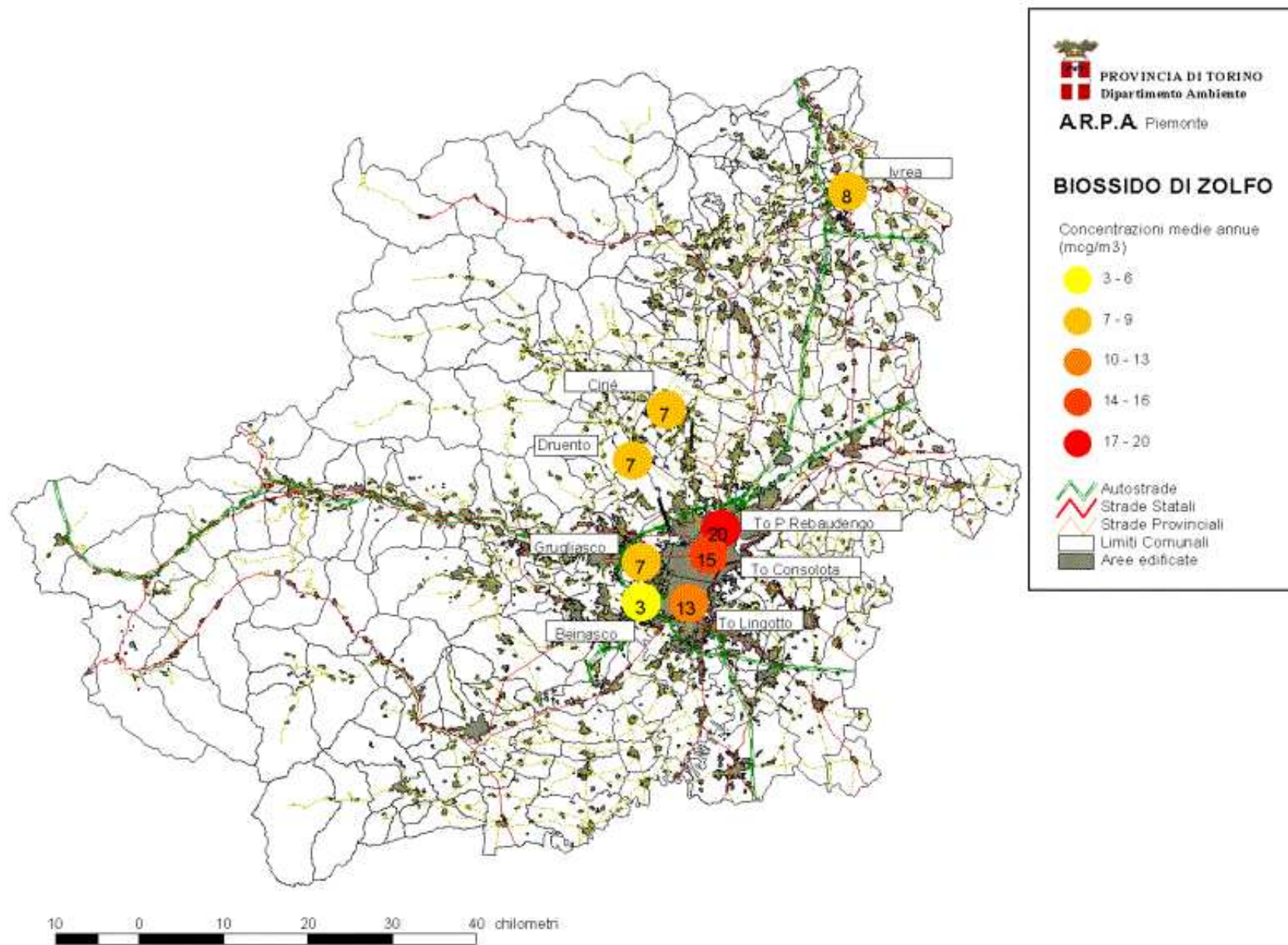


FIGURA 11: Carta riportante il valore delle medie annuali del biossido di zolfo per ogni stazione.

OZONO

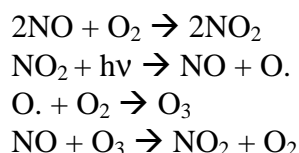
DESCRIZIONE

L'ozono è un gas altamente reattivo, di odore pungente e, ad elevate concentrazioni, di colore blu dotato di un elevato potere ossidante.

L'ozono si concentra nella stratosfera ad un'altezza compresa fra i 30 e i 50 chilometri dal suolo e la sua presenza protegge la troposfera dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole e dannose per la vita degli esseri viventi. L'assenza di questo composto nella stratosfera è chiamata generalmente "buco dell'ozono".

L'ozono presente nella troposfera (lo strato atmosferico compreso fra il livello del mare e i 10 km di quota), ed in particolare nelle immediate vicinanze della superficie terrestre, è invece un componente dello "smog fotochimico" che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di una elevata temperatura.

L'ozono non ha sorgenti dirette, ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto e che sono così riassumibili in forma semplificata:



Inoltre la presenza di composti organici volatili sposta gli equilibri delle reazioni precedenti producendo elevate quantità di ozono. Nel corso di queste reazioni i composti organici si trasformano in aldeidi, perossidi, chetoni, acidi organici, perossiacilnitrati, nitrati alchilici ecc.

Tutte le sostanze coinvolte in questa complessa serie di reazioni costituiscono nel loro insieme il succitato smog fotochimico.

DANNI CAUSATI

Concentrazioni relativamente basse di ozono provocano effetti quali irritazioni alla gola, alle vie respiratorie e bruciore agli occhi; concentrazioni superiori possono portare a menomazioni delle funzioni respiratorie.

L'ozono è responsabile anche di danni alla vegetazione, con relativa scomparsa di alcune specie arboree dalle aree urbane (alcune di esse vengono oggi utilizzate come bioindicatori della formazione di smog fotochimico).

METODO DI MISURA

L'ozono è analizzato per assorbimento di radiazioni ultraviolette (UV). Il metodo si basa sull'assorbimento caratteristico di radiazioni UV ad una lunghezza d'onda di 254 nm, da parte delle molecole di ozono. La variazione dell'intensità luminosa è direttamente correlata alla concentrazione di ozono ed è misurata da un fotomoltiplicatore.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di ozono è microgrammi al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

ESAME DEI DATI

Non si sono verificati superamenti del livello di allarme in nessuno dei siti monitorati.

In tutti i sette siti in viene misurato l'ozono si sono invece verificati nel corso dell'anno numerosi superamenti sia del livello di attenzione che degli altri valori di riferimento per la protezione della salute e della vegetazione previsti dal D.M. 16/5/96.

La distribuzione spaziale complessiva dei dati mostra che l'ozono è di fatto ***un inquinante ubiquitario*** e, a differenza di quanto avviene per monossido di carbonio, biossido di zolfo e biossido di azoto ***la situazione esterna alla città di Torino presenta una criticità pari o addirittura maggiore di quella del capoluogo stesso.***

Ciò è confermato dai dati delle campagne effettuate mediante la stazione mobile in zone anche molto lontane dall'area metropolitana, quali ad esempio i comuni di Exilles e Susa nella Valle di Susa, per le quali si rimanda al capitolo relativo.

Tale situazione è legata alla natura stessa dell'inquinante. L'ozono presente al livello del suolo, infatti, è un inquinante *secondario*, cioè non è emesso direttamente da alcuna fonte, ma si forma nell'atmosfera all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche che coinvolge principalmente gli ossidi di azoto e tutte le sostanze appartenenti alla famiglia dei C.O.V. (composti organici volatili). La presenza di ozono in un determinato sito è funzione quindi di una serie complessa di fattori che regolano la formazione e la distruzione dell'inquinante, come pure il trasporto dell'ozono stesso e/o dei suoi precursori da una zona del territorio ad un'altra, sia in senso orizzontale che verticale.

La particolare criticità del sito di Pino T.se, ad esempio, è presumibilmente dovuta a fenomeni di trasporto verticale dell'ozono formatosi a livello dell'agglomerato urbano, con accumulo dell'inquinante sul versante occidentale della collina torinese, inoltre il valore medio annuale risulta leggermente sovrastimato in quanto la media annuale si riferisce al periodo marzo-dicembre.

Particolare rilievo assume l'elevato numero di superamenti sull'insieme della rete del livello di protezione della salute ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su otto ore consecutive), indice di esposizione a concentrazioni inferiori anche di molto al livello di attenzione, ma che si mantengono approssimativamente costanti nel tempo. Tale indice appare, alla luce dei più recenti documenti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, come uno dei più efficaci ai fini della misura dei rischi per la salute umana.

Un discorso analogo vale per i livelli di protezione della vegetazione, che evidenziano situazioni di rischio elevato per l'ecosistema nel suo complesso.

Per quanto riguarda la distribuzione temporale dei dati, si osserva un'altra specificità dell'inquinamento da ozono, vale a dire ***l'essere caratteristico dei mesi caldi dell'anno*** e in particolare nel trimestre estivo. Ciò è legato alla natura fotochimica dell'inquinante, per cui la formazione di ozono aumenta fortemente all'aumentare dell'irraggiamento solare.

Dato il rilievo che il problema riveste, l'A.R.P.A. e il Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino hanno effettuato una elaborazione approfondita dei dati di ozono nel periodo Giugno-Agosto 1998. Tale elaborazione è oggetto di una relazione specifica disponibile a richiesta sia presso il Dipartimento A.R.P.A. di Grugliasco che presso la provincia di Torino.

Il problema dell'inquinamento da ozono è uno dei temi centrali delle politiche di risanamento della qualità dell'aria del prossimo decennio. Data la complessità del problema, che interessa aree assai vaste e può anche avere valenze transfrontaliere, occorreranno senza dubbio piani di azione coordinati su ampia scala sia temporale che spaziale. A livello di Unione Europea è allo studio una Direttiva specifica sull'argomento.

Stazione	Indirizzo	Tipo	Valore Medio Annual e ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Val Max datato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti livello di attenzione (D.M. 25/11/94) indice: conc. media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 180 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti livello di allarme (D.M. 25/11/94) indice: conc. media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 360 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti livello protezione della salute (D.M. 16/5/96) indice: media (mobile trascinata) di 8 h periodo di osservazione: un mese valore di riferimento: 110 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti livello protezione vegetazione (D.M. 16/5/96) indice: media oraria periodo di osservazione: un'ora valore di riferimento: 200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti livello protezione vegetazione (D.M. 16/5/96) indice: media giornaliera periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 65 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Alpignano	Via F. Baracca, 12	D	49	258 20/06/98 h 15:00	85	0	636	40	103
Borgaro	Via Italia	D	43	227 08/08/98 h 13:00	11	0	225	2	48
Druento	Cascina Peppinella	A	48	267 08/08/98 h 17:00	62	0	390	27	62
Orbassano	Via Gozzano	D	55	305 24/07/98 h 15:00	184	0	756	72	0
TO Lingotto	Parco di Vittorio	A	48	243 12/08/98 h 14:00	44	0	466	8	80
Pino Torinese	Oss. Astronomioco	D	94	240 12/08/98 h 17:00	167	0	1420	31	207
Vinovo	Via Garibaldi, 3	D	44	239 25/07/98 h 17:00	95	0	630	31	87

TABELLA 6: Dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano l'ozono.

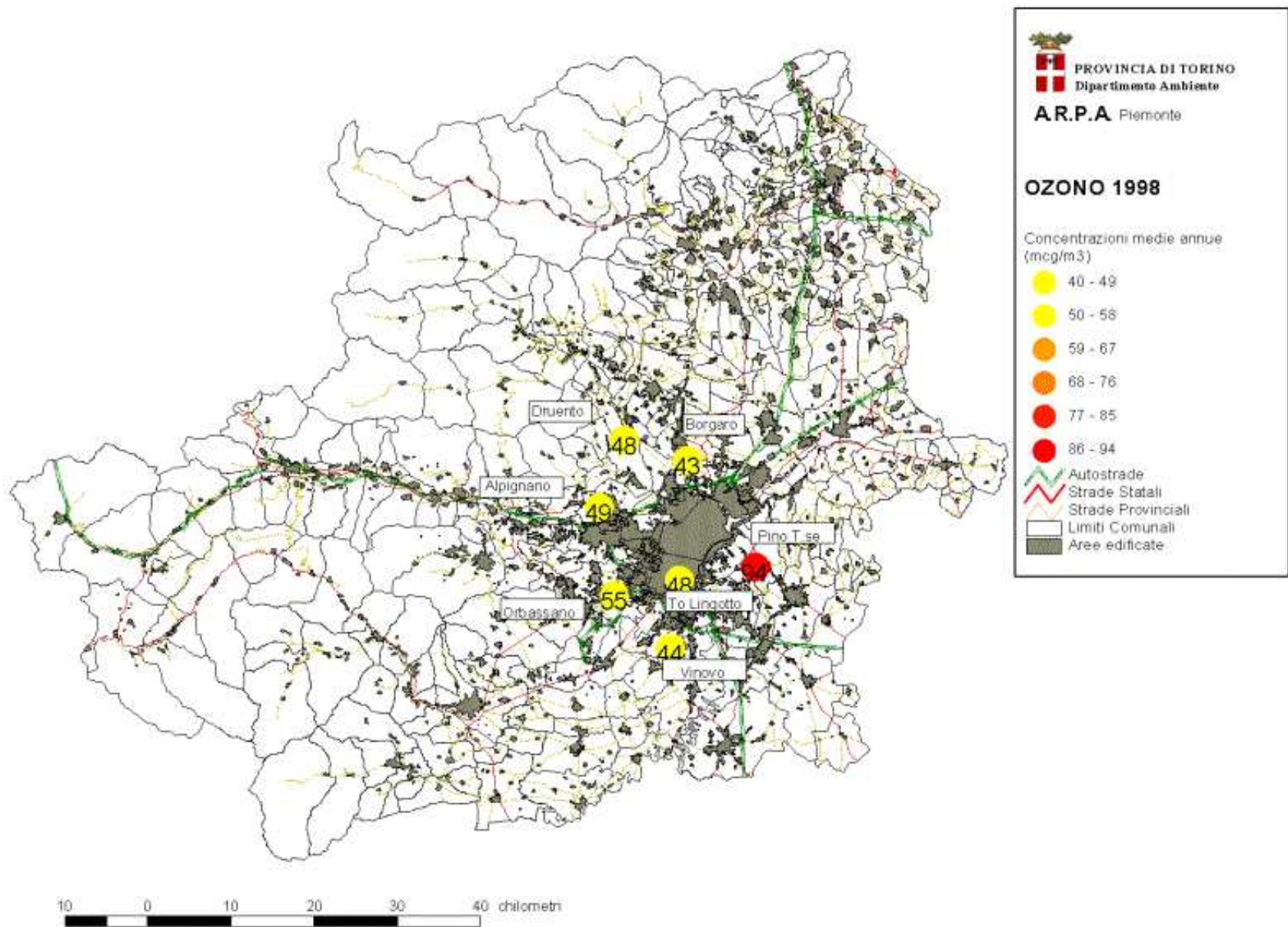


FIGURA 12: Carta riportante il valore delle medie annuali dell'ozono per ogni stazione.

PROVINCIA DI TORINO
Rete di monitoraggio della qualità dell'aria
DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO
SUPERAMENTI DEI LIVELLI DI ATTENZIONE DELL'OZONO

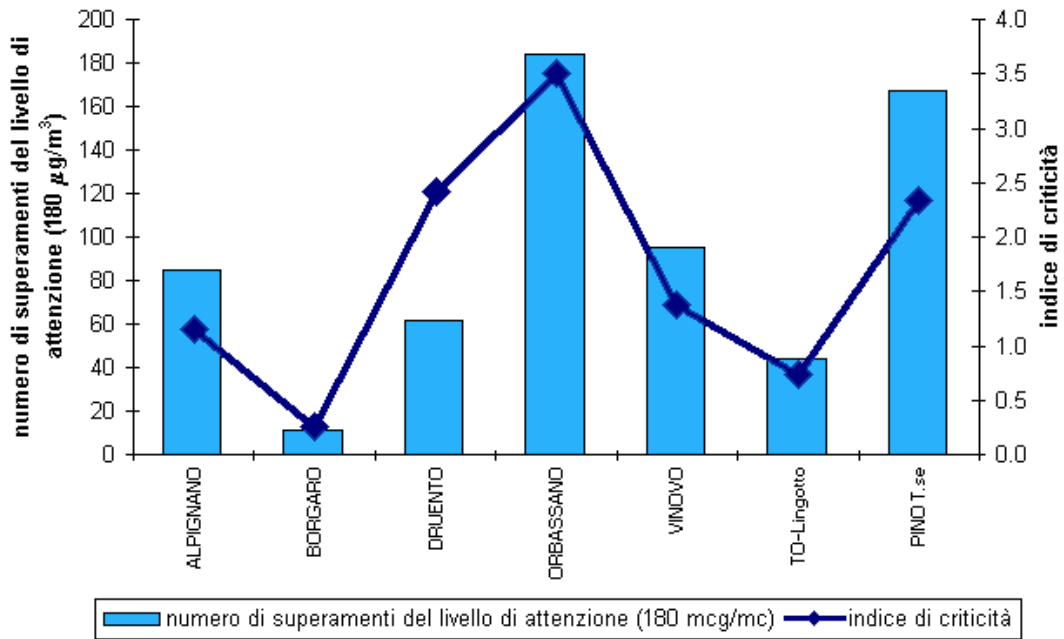


FIGURA 13

PROVINCIA DI TORINO
Rete di monitoraggio della qualità dell'aria
DISTRIBUZIONE TEMPORALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO
SUPERAMENTI DEI LIVELLI DI ATTENZIONE DELL'OZONO

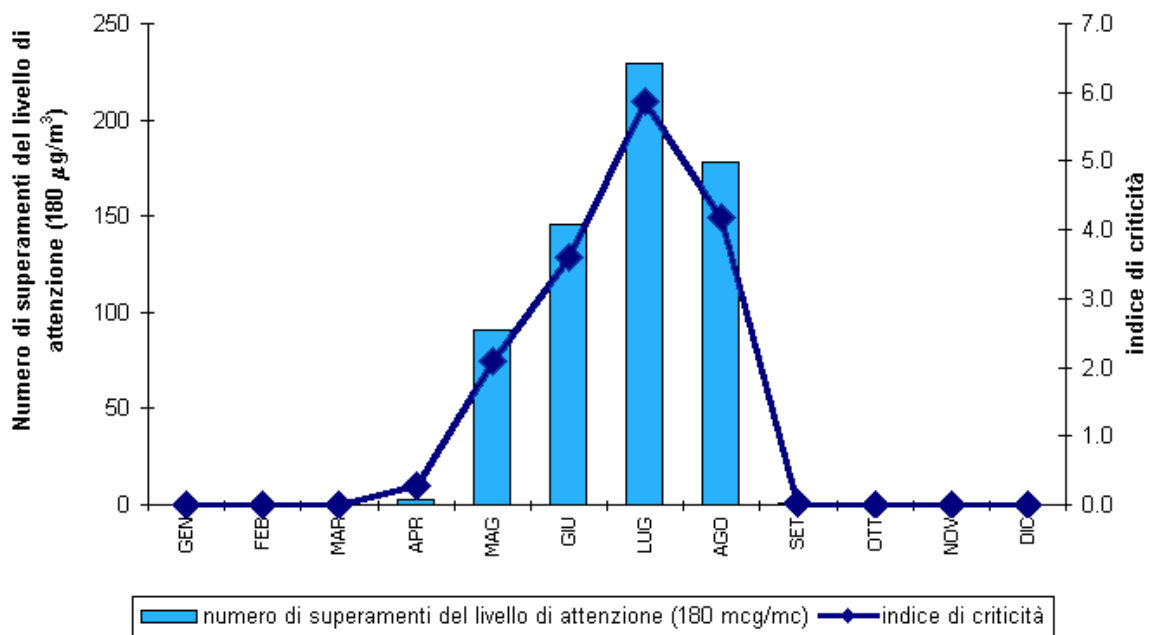


FIGURA 14

METALLI

DESCRIZIONE

I metalli presenti nel particolato aerodisperso provengono da una varietà di fonti: il cadmio e lo zinco sono in generale originati prevalentemente da fonti industriali, il rame e il nichel dai processi di combustione, il piombo dalle emissioni autoveicolari. Il ferro proviene dall'erosione dei suoli, dall'utilizzo di combustibili fossili e dalla produzione di leghe ferrose.

DANNI CAUSATI

Tra i metalli che sono stati oggetto di monitoraggio, quelli di maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono il nichel, il cadmio e il piombo. I composti del nichel e del cadmio sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul cancro come cancerogeni per l'uomo; l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che, a fronte di una esposizione ad una concentrazione di nichel nell'aria di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'intera vita, quattro persone su diecimila siano a rischio di contrarre il cancro.

Per il piombo è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici, in quanto tale sostanza interferisce con numerosi sistemi enzimatici.

METODO DI MISURA

Il particolato presente in un volume noto di aria viene raccolto su membrana di cellulosa, la quale viene sottoposta a mineralizzazione mediante acido nitrico. Sulla soluzione ottenuta si effettua il dosaggio dei metalli mediante spettrofotometria di assorbimento atomico.

ESAME DEI DATI

L'unico metallo per il quale esiste un riferimento nella normativa italiana è il piombo, per il quale è previsto un valore limite come media annuale di $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In entrambi i siti i valori rilevati sono inferiori di più di dieci volte al valore limite, lo stesso ordine di grandezza rilevato nel corso dei prelievi effettuati in occasione delle campagne della stazione mobile. La situazione decisamente positiva in relazione all'esposizione della popolazione al piombo aerodisperso è confermata dal fatto che ***anche i valori più elevati rilevati durante l'anno*** sono significativamente inferiori al valore limite di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dalla Direttiva 199/30/CE, a conferma dell'efficacia delle politiche di riduzione del piombo nelle benzine da autotrazione.

Per quanto riguarda il cadmio i valori rilevati si situano, in base ai dati forniti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, ai limiti più bassi dell'intervallo di concentrazioni rilevati nelle aree urbane europee, mentre le concentrazioni di nichel sono quelle tipiche di un'area urbana.

I valori di ferro, rame e zinco sono superiori a quelli rilevabili in un sito remoto, e ciò indica un contributo legato alle attività umane, ma le concentrazioni non rivestono un particolare rilievo in quanto a impatto sulla salute umana.

<i>STAZIONE DI CARMAGNOLA</i>	<i>Cadmio</i>	<i>Ferro</i>	<i>Nichel</i>	<i>Piombo</i>	<i>Rame</i>	<i>Zinco</i>
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
n° prelievi	141	141	141	141	141	141
valore minimo	<0.00125	<0.05	<0.025	0.03	<0.025	<0.125
valore medio	<0.00125	2.0	0.04	0.1	0.06	0.2
valore massimo	0.006	6.3	0.2	0.4	0.2	1.9
deviazione standard	-	1.1	0.03	0.09	0.04	0.2

I dati sono calcolati sulla base di prelievi di 8 ore (gli intervalli sono distribuiti omogeneamente nell'arco delle 24 ore giornaliere)

TABELLA 7a: Carmagnola - metalli nel particolato: anno 1998

<i>STAZIONE DI BUTTIGLIERA</i>	<i>Cadmio</i>	<i>Ferro</i>	<i>Nichel</i>	<i>Piombo</i>	<i>Rame</i>	<i>Zinco</i>
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
n° prelievi	81	81	81	81	81	81
valore minimo	< 0.00125	0.3	<0.025	0.02	<0.025	0.014
valore medio	< 0.00125	2.2	0.05	0.1	0.06	0.2
valore massimo	0.007	5.9	0.5	0.4	1.0	1.0
Deviazione standard	0.001	1.3	0.05	0.08	0.1	0.2

I dati sono calcolati sulla base di prelievi di 12 ore (gli intervalli sono distribuiti omogeneamente nell'arco delle 24 ore giornaliere)

TABELLA 7b: Buttigliera - metalli nel particolato - anno 1998

BENZENE

DESCRIZIONE

Il benzene misurato in atmosfera risulta prodotto da attività umana, in particolare dall'uso di petrolio, oli e loro derivati.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene nelle benzine all'uno per cento.

DANNI CAUSATI

Il benzene è una sostanza classificata

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) ;
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule.

Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo.

Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a 1 g/m³ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

METODO DI MISURA

Le misure nella stazione posta nella città di Torino sono state effettuate mediante un sistema gascromatografico in continuo dotato di rivelatore a ionizzazione di fiamma.

Le misure effettuate nel territorio esterno alla città di Torino sono state effettuate mediante campionamento discontinuo in contenitori di TEDLAR e ad analisi di laboratorio mediante gascromatografia con criofocalizzazione.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di benzene è microgrammi al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

ESAME DEI DATI

Il benzene viene misurato in continuo nella città di Torino, presso la stazione di Via della Consolata. Sulla restante porzione del territorio provinciale vengono effettuate misure puntuali mediante prelievi discontinui, in contemporanea alle campagne di misura effettuate mediante la stazione mobile.

In base a uno studio effettuato dall'A.R.P.A., il sito di Via della Consolata ha un buon grado di rappresentatività della situazione media del capoluogo e quindi dell'esposizione della popolazione.

La media annuale nel 1998 è pari a $11.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 8a) e quindi inferiore all'obiettivo di qualità di $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in vigore sino al 31.12.98, ma superiore di circa il 20% a quello in vigore a partire dal 1/1/99.

Va però considerato che nella seconda metà del 1998 si è assistito a una significativa diminuzione delle concentrazioni rilevate, presumibilmente a seguito dell'entrata in vigore il 1° luglio 1998 del limite dell'un per cento di benzene nelle benzine da autotrazione. Se tale trend discendente verrà confermato è quindi possibile che nel 1999 l'obiettivo di qualità più restrittivo venga comunque rispettato.

Per quanto riguarda il rimanente territorio provinciale (Tab. 8b), occorre considerare che le misure effettuate non sono direttamente confrontabili con l'obiettivo di qualità in quanto, come si è detto, tale valore si riferisce all'insieme di misure effettuate in un sito nel corso di un intero anno.

E' comunque possibile effettuare alcune considerazioni generali sulla base della distribuzione di frequenza dei dati puntuali riportata nelle pagine seguenti. Sono stati considerati 17 siti extraurbani monitorati nel triennio 1996-98, in gran parte relativi a situazioni soggette a traffico autoveicolare particolarmente intenso, e riferiti a un insieme di 11 comuni con una popolazione complessiva di circa 80.000 abitanti.

Si evidenzia che la maggioranza dei dati, circa il 30%, ricade nell'intervallo di concentrazione 10-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; in due siti nel comune di Carignano inoltre, sono stati rilevati valori particolarmente elevati. Un numero significativo di siti extraurbani, quindi, presenta una certa criticità potenziale in relazione all'esposizione della popolazione. Va sottolineato che il benzene ha modalità di emissione simili a quelle del monossido di carbonio, e quindi legate, a parità di numero di autoveicoli e di situazione meteorologica, alle condizioni locali di rallentamento del traffico.

In prima approssimazione, quindi, si può ritenere che la distribuzione spaziale del benzene ricalchi quella del monossido di carbonio, con una maggiore problematicità, in generale, dell'area metropolitana ma anche con situazioni critiche puntuali in siti relativamente distanti dal capoluogo, come quelli del Comune di Carignano, del quale si riferisce più estesamente nel capitolo dedicato alla stazione mobile.

L'inquinante in questione si può ritrovare a concentrazioni non trascurabili anche in situazioni relativamente remote, come quelle del sito di Exilles-Salbertrand, presumibilmente a seguito di fenomeni di trasporto a partire dagli assi viari di fondovalle.

Per un approfondimento del problema dell'inquinamento da benzene nelle aree extraurbane si prevede di dotare la stazione mobile di un analizzatore in continuo. Ciò permetterà nei prossimi anni un raffronto più rigoroso tra la situazione del capoluogo e quella extraurbana.

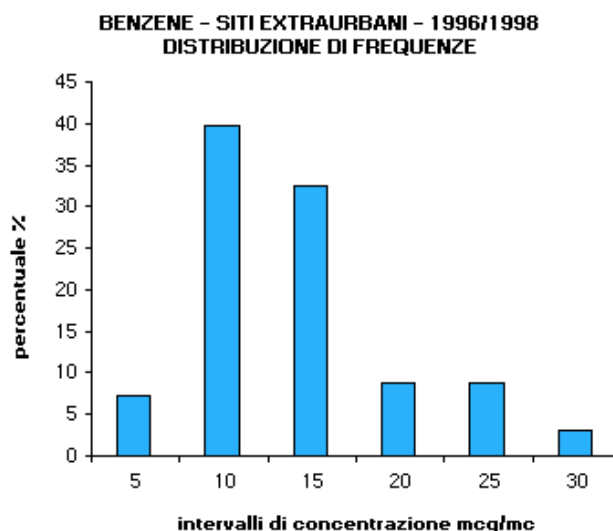
<i>Media annuale (µg/mc)</i>	<i>N° di giorni validi</i>	<i>Percentuale Di giorni validi sull'anno</i>
11.8	262	72

TABELLA 8a: Benzene - Città di Torino – Stazione di Via della Consolata – anno 1998

<i>PERIODO</i>	<i>COMUNE- SITO</i>	<i>CONC.(µg/mc)</i>
<i>gen-96</i>	Cesana	19.6
<i>mar-96</i>	Mappano	10.9
<i>mag-96</i>	Villastellone	23.1
<i>mag-96</i>	quincinetto-andrate	10.4
<i>lug-96</i>	Cesana	9.0
<i>nov-96</i>	Villastellone	14.5
<i>dic-96</i>	Poirino	20.1
<i>gen-97</i>	Carignano	33.4
<i>gen-97</i>	Carignano	37.3
<i>dic-97</i>	Caselle-mob	11.2
<i>dic-97</i>	Caselle-comun	15.4
<i>gen-98</i>	Exilles-Salbertrand	10.3
<i>gen-98</i>	Exilles-Salbertrand	16
<i>mar/apr-98</i>	Carignano	15.4
<i>apr-98</i>	Rondissone	8.0
<i>mag-98</i>	Venaria	9.6
<i>lug-98</i>	Exilles-Salbertrand	12.9
<i>ago-98</i>	Susa	6.0
<i>ago-98</i>	Susa	7.7
<i>set-98</i>	Rondissone	4.6
<i>ott-98</i>	Carignano	18.0

TABELLA 8b: Benzene - misure di 24 ore effettuate in siti extraurbani nel triennio 1996-98

Obiettivo di qualità sino al 31/12/98: 15 µg/mc
Obiettivo di qualità dal 1/1/99: 10 µg/mc



I valori indicati corrispondono ai limiti superiori degli intervalli di concentrazione

PARTICOLATO SOSPESO

DESCRIZIONE

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia), dall'erosione del suolo o dei manufatti (frazione più grossolana) ecc.. Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e delle frizioni, e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel.

Il traffico autoveicolare urbano contribuisce in misura considerevole all'inquinamento da particolato sospeso; con l'emissione in atmosfera di fuliggine, cenere e particelle incombuste di varia natura. Tale particolato, inoltre, costituisce il principale veicolo di diffusione di altre sostanze nocive.

Il rischio sanitario legato alle sostanze presenti in forma di particelle sospese nell'aria dipende, oltre che dalla loro concentrazione, anche *dalla dimensione delle particelle stesse*. Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio.

In prima approssimazione:

- le particelle con diametro superiore ai 10 µm si fermano nelle prime vie respiratorie;
- le particelle con diametro tra i 5 e i 10 µm raggiungono la trachea e i bronchi;
- le particelle con diametro inferiore ai 5 µm possono raggiungere gli alveoli polmonari.

Per queste ragioni il Decreto Ministeriale 25/11/94 ha affiancato alla tradizionale misura del particolato sospeso quella del particolato PM10, cioè della frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm

DANNI CAUSATI

Gli studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi. A livello di effetti indiretti, inoltre, il particolato fine agisce da veicolo di sostanze ad elevata tossicità, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici

METODO DI MISURA

Sia il particolato totale che la frazione PM10 vengono misurati mediante raccolta su filtro in condizioni standardizzate e determinazione gravimetrica (vale a dire per pesata) delle polveri depositate. Nel caso della frazione PM10 la testa della apparecchiatura di prelievo ha una particolare geometria in modo tale che sul filtro si depositino solo le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm .

ESAME DEI DATI

1) PARTICELLE SOSPENSE TOTALI

A livello di distribuzione spaziale (vedi Tab. 9 a-f), il limite di attenzione ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato in tutte le stazioni in cui sono posizionate stazioni fisse, sia urbane che suburbane (villa Gualino), mentre solo in quest'ultima non è stato superato il limite di allarme ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). I superamenti del limite di allarme sono comunque in un intervallo che va da 2 a 7 casi all'anno.

Più numerosi sono i superamenti del livello di attenzione; nelle stazioni urbane si va da un minimo di 43 casi l'anno (TO Lingotto - Parco di Vittorio), pari al circa il 12% delle giornate totali di rilevamento, a un massimo di 112 casi l'anno (I.T.I.S. Grassi) pari a circa il 30% delle giornate totali di rilevamento.

Per quanto riguarda la situazione esterna al capoluogo, i dati rilevati mediante la stazione mobile hanno evidenziato superamenti del livello di allarme nel sito di p.ta Garibaldi a Chieri, e superamenti del livello di attenzione nei siti di Chieri (p.ta Garibaldi), Carignano (SS20), Rondissone (Autostrada A4) e Venaria (tangenziale Nord). Il numero di superamenti è riportato nel capitolo relativo alla stazione mobile di rilevamento.

In nessuna delle stazioni fisse sono stati superati i valori di riferimento su base annuale.

A livello di distribuzione temporale dei dati, i superamenti del livello di allarme sono concentrati nei tre mesi invernali, mentre quelli del livello di attenzione coprono un arco temporale più ampio che va da Ottobre a Marzo, con sporadici superamenti, in alcune stazioni, anche nei mesi primaverili e estivi.

2) FRAZIONE PM10

In due stazioni su tre (Carmagnola e Torino) dedicate alla misura di questo parametro è stato superato l'obiettivo di qualità in vigore sino al 31/12/98 ($60 \mu\text{g}/\text{mc}$ su base annuale). Va sottolineato la misura nella stazione ubicata nella città di Torino è effettuata in condizioni tali da rappresentare ragionevolmente un valore di fondo urbano. Nel sito di Buttigliera la media annuale è pari all'obiettivo di qualità (vedi Tab. 10 a,b,c).

La particolare criticità del sito di Carmagnola, che conferma quanto rilevato nel corso del 1996-97³, è presumibilmente dovuta in misura significativa all'elevato traffico di mezzi pesanti che interessa tradizionalmente tale asse viario, e i cui effetti sono stati riscontrati a livello di polveri totali anche nel sito di Carignano, oggetto di monitoraggio nel 1998 mediante la stazione mobile.

Il dato più preoccupante è il fatto che, anche nella stazione meno critica, la media annuale supera del 50% l'obiettivo di qualità su base annuale in vigore dall'1.1.99 ($40 \mu\text{g}/\text{mc}$), e di tre volte il valore limite annuale per la protezione della salute umana previsto dalla Direttiva 1999/30/CE ($20 \mu\text{g}/\text{mc}$). La Direttiva prevede che tale valore limite venga rispettato a partire dal 1° gennaio 2010, data non così remota in relazione alla complessità delle indispensabili politiche di risanamento e ai loro tempi di attuazione.

³ Rete Provinciale di Rilevamento della qualità dell'aria – Campionatori per polveri ubicati nei comuni di Buttigliera Alta, Carmagnola e Castagneto Po – Resoconto anno 1996-97, disponibile presso il Dipartimento ARPA di Grugliasco e presso il Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino

PT													
<i>µg/m³</i>													
STAZIONE DI TO CONSOLATA	1998	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<i>n° prelievi</i>	329	29	16	31	30	31	23	17	31	29	31	30	31
<i>valore minimo</i>	22	60	31	56	29	39	48	53	32	22	40	65	60
<i>valore medio</i>	116	129	187	154	106	106	93	86	62	93	98	128	161
<i>valore massimo</i>	334	229	334	222	211	197	142	120	97	166	170	197	300
<i>n° sup. liv. attenzione</i>	68	6	10	16	7	6	0	0	0	1	2	6	15
<i>n° sup. liv. allarme</i>	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>95° percentile¹</i>	218												

TABELLA 9a: To Consolata – Polveri Totali - valutazione statistica anno 1998

PT													
<i>µg/m³</i>													
STAZIONE DI TO LINGOTTO	1998	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<i>n° prelievi</i>	350	31	27	31	30	30	30	26	30	30	31	23	31
<i>valore minimo</i>	19	32	24	34	19	19	33	40	22	28	20	66	41
<i>valore medio</i>	94	107	155	113	76	89	73	71	49	74	71	117	144
<i>valore massimo</i>	332	228	290	276	249	282	103	114	73	155	174	178	332
<i>n° sup. liv. attenzione</i>	43	4	16	5	3	4	0	0	0	0	1	4	8
<i>n° sup. liv. allarme</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>95° percentile¹</i>	185												

TABELLA 9b: To Lingotto – Polveri Totali - valutazione statistica anno 1998

PT													
<i>µg/m³</i>													
STAZIONE DI VILLA GUALINO	1998	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<i>n° prelievi</i>	297	7	13	27	24	29	30	31	25	30	31	30	20
<i>valore minimo</i>	11	19	38	18	14	11	14	13	16	12	13	22	22
<i>valore medio</i>	58	99	118	75	43	52	50	44	32	54	47	72	82
<i>valore massimo</i>	214	180	214	143	100	183	102	78	60	131	109	138	149
<i>n° sup. liv. attenzione</i>	6	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>n° sup. liv. allarme</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>95° percentile¹</i>	128												

TABELLA 9c: Villa Gualino – Polveri Totali - valutazione statistica anno 1998

¹ Il periodo di riferimento previsto dal D.P.C.M. 28/3/83 è 1 Aprile – 31 Marzo.

PT													
<i>µg/m³</i>													
STAZIONE DI TO REBAUDENGO	1998	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<i>n° prelievi</i>	348	31	27	31	30	31	28	31	27	20	31	30	31
<i>valore minimo</i>	28	68	44	53	28	35	41	41	39	39	32	91	77
<i>valore medio</i>	109	131	190	128	79	81	78	76	57	91	93	134	161
<i>valore massimo</i>	305	239	263	179	176	168	118	107	96	145	153	200	305
<i>n° sup. liv. attenzione</i>	61	7	20	10	2	1	0	0	0	0	2	8	11
<i>n° sup. liv. allarme</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>95° percentile¹</i>	213												

TABELLA 9d: To Rebaudengo – Polveri Totali - valutazione statistica anno 1998

PT													
<i>µg/m³</i>													
STAZIONE DI I.T.I.S. GRASSI	1998	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<i>n° prelievi</i>	355	31	28	31	30	27	30	31	29	30	31	28	29
<i>valore minimo</i>	23	84	38	42	32	30	45	53	38	23	48	83	69
<i>valore medio</i>	130	162	216	149	98	95	99	108	73	113	113	150	187
<i>valore massimo</i>	413	268	336	237	186	218	146	212	136	239	198	221	413
<i>n° sup. liv. attenzione</i>	112	17	20	17	5	2	0	3	0	11	7	15	15
<i>n° sup. liv. allarme</i>	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>95° percentile¹</i>	243												

TABELLA 9e: I.T.I.S. Grassi – Polveri Totali - valutazione statistica anno 1998

PT													
<i>µg/m³</i>													
STAZIONE DI TO RIVOLI	1998	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<i>n° prelievi</i>	354	31	28	31	29	31	22	31	29	30	31	30	31
<i>valore minimo</i>	18	68	44	69	18	43	46	48	37	25	40	77	88
<i>valore medio</i>	124	162	230	147	89	91	88	88	56	90	103	140	191
<i>valore massimo</i>	373	290	337	206	192	159	135	155	89	158	166	212	373
<i>n° sup. liv. attenzione</i>	100	17	24	15	2	1	0	1	0	2	6	13	19
<i>n° sup. liv. allarme</i>	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>95° percentile¹</i>	250												

TABELLA 9f: To Rivoli – Polveri Totali - valutazione statistica anno 1998

¹ Il periodo di riferimento previsto dal D.P.C.M. 28/3/83 è 1 Aprile - 31 Marzo

<i>PM10</i>	
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
STAZIONE DI BUTTIGLIERA	
n° prelievi	26
valore minimo	13
valore medio	60
valore massimo	154

TABELLA 10a: Buttigliera Alta -PM10 - valutazione statistica anno 1998

<i>PM10</i>	
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
STAZIONE DI CARMAGNOLA	
n° prelievi	31
valore minimo	20
valore medio	91
valore massimo	223

TABELLA 10b: Carmagnola - PM10 - valutazione statistica anno 1998

<i>PM10</i>	
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
STAZIONE DI TO Consolata	
n° prelievi	116
valore minimo	8.9
valore medio	63
valore massimo	283

TABELLA 10c: TO Consolata - PM10 - valutazione statistica anno 1998

Nota 1: il sito di Castagneto Po (Parco della Rimembranza) è stato oggetto di un monitoraggio approfondito nel 1996-97, che ne ha evidenziato le caratteristiche di sostanziale postazione di fondo extraurbano. Si rimanda quindi alla specifica relazione disponibile sia presso il Dipartimento A.R.P.A di Grugliasco che presso il dipartimento Ambiente della provincia di Torino (Rete Provinciale di Rilevamento della qualità dell'aria – Campionatori per polveri ubicati nei comuni di Buttigliera Alta, Carmagnola e Castagneto Po – Resoconto anno 1996-97)

Nota 2: Per ragioni tecniche non è stato possibile effettuare prelievi nei siti di Buttigliera e Carmagnola nelle giornate domenicali, per cui le medie annuali risultano presumibilmente affette da una sovrastima. In riferimento al confronto con l'obiettivo di qualità (60 $\mu\text{g}/\text{mc}$) tale fattore ha rilievo solo per il sito di Buttigliera.

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

DESCRIZIONE

Si ritrovano nell'atmosfera come prodotto di combustioni incomplete in impianti industriali, di riscaldamento e delle emissioni degli autoveicoli.

Dato il loro elevato punto di ebollizione (oltre 150°C) tali composti condensano rapidamente in aria e si ritrovano per la massima parte adsorbiti e veicolati da particelle carboniose (fuliggine) emesse dalle stesse fonti.

L'emissione di I.P.A. nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per pirosintesi ha origine durante il processo di combustione.

DANNI CAUSATI

Un numero considerevole di idrocarburi policiclici aromatici presentano attività cancerogena. In particolare le stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che 9 persone su 100.000 esposte a una concentrazione di 1 ng/mc di benzo(a)pirene sono a rischio di contrarre il cancro.

METODO DI MISURA

Il particolato contenuto in un volume noto di aria viene raccolto su membrana in fibra di vetro; tale membrana viene sottoposta a estrazione con cicloesano e sull'estratto gli I.P.A. vengono quantificati mediante gascromatografia-spettrometria di massa con standard interno deuterato.

ESAME DEI DATI

Le medie annuali di benzo(a)pirene, sia nel sito di Buttigliera (Tab. 11 a, b) che in quello di Carmagnola (Tab. 12 a, b), risultano inferiori all'obiettivo di qualità in vigore sino al 31.12.98 (2.5 ng/mc), e si situano nell'intorno dell'obiettivo di qualità in vigore dall'1.1.99 (1 ng/mc). Ciò rispecchia sostanzialmente quanto rilevato nel 1996-97. Nel sito di Buttigliera si è misurata una sostanziale differenza fra le medie delle concentrazioni misurate nell'arco del I e del IV trimestre 1998. Per poter spiegare questa differenza sarà necessario confermare la misura nel corso dei prossimi anni.

In termini generali la situazione appare quindi positiva, ma va sottolineato che le concentrazioni rilevate nei trimestri freddi sono da due a tre volte maggiori di quelle rilevate nei trimestri caldi. Ciò significa *che l'esposizione della popolazione varia nel corso dell'anno in maniera non trascurabile* e dipendente dalle condizioni meteorologiche.

L'esame complessivo della composizione degli I.P.A. mostra che in entrambi i siti la principale fonte di inquinamento è costituita dal traffico autoveicolare, in particolare dai mezzi alimentati a gasolio.

Per un esame più approfondito dei dati si rimanda alla relazione che tratta specificatamente delle stazioni di raccolta del particolato, disponibile sia presso il Dipartimento A.R.P.A. di Grugliasco che presso la Provincia di Torino.

	NA	ACL	AC	FL	PHE	AN	FA	PY	BaA	CHR	BbFA	BkFA	BaP	IP	DBahA	BghiP	IPA totali
	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3
n° prelievi	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
valore minimo	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.2	0.4	0.05	0.05	0.1	0.10	<0.05
valore medio	0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.07	< 0.05	0.3	0.3	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.7	0.4	1.2	5.8
valore massimo	0.2	< 0.05	0.2	0.09	0.6	0.07	2.1	2.1	2.7	3.1	3.2	2.6	3.6	6.7	0.7	4.1	28

TABELLA 11a: Buttigliera - IPA - anno 1998

	NA	ACL	AC	FL	PHE	AN	FA	PY	BaA	CHR	BbFA	BkFA	BaP	IP	DBahA	BghiP	IPA totali
	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3
n° prelievi	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
valore minimo	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.10
valore medio	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.1	< 0.05	0.3	0.3	0.7	0.8	0.7	1.0	0.9	1.1	0.5	1.0	5.0
valore massimo	< 0.05	0.1	0.1	< 0.05	0.4	0.1	2.2	2.9	2.8	3.3	2.2	2.6	3.5	2.4	0.6	2.4	24.6

TABELLA 12a: Carmagnola - IPA - anno 1998

NA: naftalene PHE: fenantrene BaA: benzo(a)antracene BaP: benzo(a)pirene ACL: acenaftilene AN: antracene
CHR: crisene IP: indeno(1,2,3-cd)pirene AC: acenaftene FA: fluorantene BbFA: benzo(b)fluorantene
DBahA: dibenzo(a,h)antracene FL: fluorene PY: pirene BkFA: benzo(k)fluorantene BghiP: benzo(g,h,i)perilene

	<i>media benzo(a)pirene nel periodo (ng/mc)</i>
I trimestre	0.9
II trimestre	0.5
III trimestre	0.6
IV trimestre	1.7
1998	1.1

TABELLA 11b: Buttigliera - BaP - anno 1998

	<i>media benzo(a)pirene nel periodo (ng/mc)</i>
I trimestre	1.1
II trimestre	0.4
III trimestre	0.4
IV trimestre	1.2
1998	0.9

TABELLA 12b: Carmagnola - BaP - anno 1998

LA STAZIONE MOBILE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La stazione mobile di rilevamento della qualità dell'aria opera ad integrazione della rete di stazioni fisse sull'intero territorio della provincia di Torino. La scelta dei siti di monitoraggio avviene sulla base delle richieste provenienti dalle amministrazioni comunali e di specifici obiettivi individuati all'interno degli organismi di coordinamento A.R.P.A. - Provincia.

La stazione mobile è dotata di analizzatori per il rilevamento in continuo di biossido di zolfo, monossido di carbonio, ossidi di azoto, ozono, polveri sospese totali e dei principali sensori meteorologici. Per garantire la rappresentatività temporale delle misure, in ogni sito vengono di norma effettuate due campagne in periodi dell'anno caratterizzati da condizioni meteorologiche diverse.

Alle misure meteochimiche in continuo vengono affiancati prelievi finalizzati alla determinazione dei V.O.C., ed in particolare del benzene, degli idrocarburi policiclici aromatici e dei metalli tossici adsorbiti sul particolato atmosferico, allo scopo di ottenere una rappresentazione la più approfondita possibile della qualità dell'aria nel sito in esame.

Nell'anno 1998 sono state eseguite campagne di rilevamento della qualità dell'aria in 8 diversi Comuni della provincia di Torino. L'elenco dettagliato delle campagne è riportato in Tab. 13.

I siti a maggiore criticità sono risultati quello di Porta Garibaldi a Chieri e quello nel tratto della SS20 che attraversa il comune di Carignano. Si tratta di situazioni caratterizzate da elevati flussi di autoveicoli pesanti, per cui le criticità sono legate soprattutto alle concentrazioni atmosferiche di particolato. Nel sito di Chieri nel periodo di monitoraggio invernale si sono verificati superamenti del livello di attenzione per le polveri totali sospese in circa l'88% dei giorni totali di monitoraggio, e in circa l'8% dei casi è stata superata anche la soglia di allarme. Nel sito di Carignano sia nel periodo marzo-aprile che nel mese di ottobre si sono verificati superamenti del livello di attenzione, rispettivamente nel 52% e nel 29% circa dei giorni totali di monitoraggio e, dati i valori riscontrati, è prevedibile che anche in questo caso nei mesi invernali si possano verificare superamenti della soglia di allarme. Il riferimento ai limiti di attenzione e di allarme deve essere inteso esclusivamente come indice di paragone, l'attivazione degli stati di attenzione e di allarme si attua infatti quando si misurano superamenti su almeno il 50% delle stazioni preposte alla misura delle concentrazioni di particelle sospese totali. Nel caso di una campagna del mezzo mobile si ha a disposizione un solo punto di misura, solitamente collocato in zone ad elevata criticità, le misurazioni rilevate offrono di conseguenza indicazioni puntuali che non possono fornire indicazioni complessive sullo stato della qualità dell'aria. In ogni caso i valori riscontrati nelle campagne di monitoraggio risultano spesso estremamente significativi e nei casi sopra citati confermano l'urgenza di sviluppare politiche di risanamento che vadano a incidere efficacemente sulle emissioni degli autoveicoli con motore diesel.

Per quanto riguarda il problema specifico dell'inquinamento da ozono, si rimanda allo studio specifico in cui è stato preso in considerazione il complesso dei dati provenienti dalla stazione mobile e dalle stazioni fisse.

Tutti i siti monitorati sono stati oggetto di specifiche relazioni tecniche curate dal Dipartimento A.R.P.A. di Grugliasco, che vengono inviate agli enti competenti. Copia delle relazioni è disponibile sia presso il Dipartimento A.R.P.A. di Grugliasco che presso il Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino.

Nelle Tab. 14, 15, 16, 17, 18 e 19 è riportato il numero di superamenti dei livelli di attenzione e di allarme e degli standard di qualità dell'aria in ogni sito. I risultati relativi al sito di Collegno fraz. Savorera, per il quale è prevista una seconda campagna nel corso del 1999, verranno riportati nella prossima relazione annuale.

N°CAMPAGNA	COMUNE	PERIODO DI MONITORAGGIO
1	Exilles-Salbertrand frazione Deveys	dal 20.12.97 al 20.1.98 e dal 7.7.98 al 30.7.98
2	Chieri P.ta Garibaldi	dal 20.1.98 al 17.2.98 e dal 9.6.98 al 7.7.98
3	Carmagnola ⁴ SS 20	dal 17.2.98 al 10.03.98
4	Carignano SS20	dal 10.3.98 al 7.4.98 e dal 7.10.98 al 11.11.98
5	Rondissone Autostrada A4	dal 7.4.98 al 5.5.98 e dal 1.9.98 al 7.10.98
6	Venaria Tangenziale Nord	dal 8.5.98 al 2.6.98 e dal 11.11.98 al 9.12.98
7	Susa ⁵	dal 30.7.98 al 1.9.98
8	Collegno frazione Savonera	dal 9.12.98 al 12.1.99

TABELLA 13: Elenco delle campagne effettuate con il laboratorio mobile nel corso dell'anno 1998.

⁴ Campagna effettuata a supporto dell'Indagine sulla distribuzione spazio-temporale di composti altamente tossici in aree ad elevato traffico autoveicolare effettuata dal Dipartimento di Chimica Analitica dell'Università di Torino.

⁵ Campagna finalizzata al controllo dell'inquinamento fotochimico in aree di quota.

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
<i>SO2</i>	688	98.9	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
<i>NO2</i>	651	93.5	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
<i>O3</i>	685	98.4	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
<i>CO</i>	696	100.0	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
<i>PTS</i>	537	77.2	150 (*)	0	0.0	300 (*)	0	0.0	150 (2)	0	0.0

TABELLA 14a: Comune di Exilles (fraz. Deveys) Dicembre 1997-Gennaio 1998 – Tabella superamenti

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
<i>SO2</i>	500	94.7	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
<i>NO2</i>	245	46.4	200	1	0.4	400	0	0.0	200	1	0.4
<i>O3</i>	499	94.5	180	5	1.0	360	0	0.0	200	2	0.4
<i>CO</i>	186	35.2	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
<i>PTS</i>	497	94.1	150 (*)	0	0.0	300 (*)	0	0.0	150 (2)	0	0.0

TABELLA 14b: Comune di Exilles(fraz. Deveys) Luglio 1998 – Tabella superamenti

SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc (3)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc (4)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc (*)	
N°	%	N°	%	N°	%
19	5.6	2	11.1	16	80.0

TABELLA 14c: Comune di Exilles(fraz. Deveys) Luglio 1998 – Tabella superamenti soglie specifiche per l'ozono

(*) media giornaliera

(1) mediana delle concentrazioni medie di 24 ore

(2) media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore

(3) media sulle otto ore

(4) media oraria

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
<i>SO2</i>	624	100.0	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
<i>NO2</i>	624	100.0	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
<i>O3</i>	624	100.0	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
<i>CO</i>	624	100.0	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
<i>PTS</i>	624	100.0	150 (*)	23	88.5	300 (*)	2	7.7	150 (2)	23	88.5

TABELLA 15a: Comune di Chieri (P.ta Garibaldi) Gennaio-Febbraio 1998 – Tabella superamenti

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
<i>SO2</i>	623	99.8	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
<i>NO2</i>	623	99.8	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
<i>O3</i>	622	99.7	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
<i>CO</i>	623	99.8	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
<i>PTS</i>	623	99.8	150 (*)	0	0.0	300 (*)	0	0.0	150 (2)	0	0.0

TABELLA 15b: Comune di Chieri (P.ta Garibaldi) Giugno-Luglio 1998 – Tabella superamenti

SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc (1)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc (4)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc (3)	
N°	%	N°	%	N°	%
24	5.4	0	0.0	12	46.2

TABELLA 15c: Comune di Chieri (P.ta Garibaldi) Giugno-Luglio 1998 – Tabella superamenti soglie specifiche per l'ozono

(*) media giornaliera

(1) mediana delle concentrazioni medie di 24 ore

(2) media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore

(3) media sulle otto ore

(4) media oraria

INQUINANTE	NUMERO DI	LIVELLO DI	NUMERO DI	LIVELLO DI	NUMERO DI	STANDARD	NUMERO DI
------------	-----------	------------	-----------	------------	-----------	----------	-----------

	LETTURE VALIDE		ATTENZIONE	SUPERAMENTI		ALLARME	SUPERAMENTI		QUALITA' ARIA	SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
<i>SO2</i>	454	99.8	125 (*)	0	0.0	250	0	0.0	80 (1)	0	0.0
<i>NO2</i>	454	99.8	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
<i>O3</i>	454	99.8	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
<i>CO</i>	454	99.8	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
<i>PM10</i>	437	96.0							60 (*)	17	89

TABELLA 16a: Comune di Carmagnola (SS 20) Febbraio-Marzo 1998 – Tabella superamenti

Campagna nell'ambito dell'Indagine sulla distribuzione spazio-temporale di composti altamente tossici in aree ad elevato traffico autoveicolare

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
<i>SO2</i>	725	97.4	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
<i>NO2</i>	727	97.7	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
<i>O3</i>	727	97.7	180	4	0.6	360	0	0.0	200	1	0.1
<i>CO</i>	727	97.7	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
<i>PTS</i>	717	96.4	150 (*)	0	0.0	300 (*)	0	0.0	150 (2)	0	0.0

TABELLA 16b: Comune di Susa Agosto 1998 – Tabella superamenti

Campagna finalizzata al controllo dell'inquinamento fotochimico in aree di quota

SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc (1)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc (4)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc (3)	
N°	%	N°	%	N°	%
88	17.3	1	0.1	23	76.7

TABELLA 16c: Comune di Susa Agosto 1998 – Tabella superamenti soglie specifiche per l'ozono

(*) media giornaliera

(2) media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore

(1) mediana delle concentrazioni medie di 24 ore

(3) media sulle otto ore

(4) media oraria

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE	LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI	LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI	STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI
------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------	-----------------------	------------------------	-----------------------

	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	648	100.0	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	648	100.0	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O3	628	96.9	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	636	98.1	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	513	79.2	150 (*)	6	28.6	300 (*)	0	0.0	150 (2)	6	28.6

TABELLA 17a: Comune di Carignano (SS 20) Ottobre-Novembre 1998 - Tabella superamenti

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	648	100.0	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	529	81.6	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O3	648	100.0	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	648	100.0	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	631	97.4	150 (*)	14	51.9	300 (*)	0	0.0	150 (2)	14	51.9

TABELLA 17b: Comune di Carignano (SS 20) Marzo-Aprile 1998 – Tabella superamenti

SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc (1)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc (4)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc (3)	
N°	%	N°	%	N°	%
2	0.4	0	0.0	0	0.0

TABELLA 17c: Comune di Carignano (SS 20) Marzo-Aprile 1998 – Tabella superamenti soglie specifiche per l'ozono

(*) media giornaliera

(1) mediana delle concentrazioni medie di 24 ore

(2) media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore

(3) media sulle otto ore

(4) media oraria

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE	LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI	LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI	STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI
-------------------	---------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------------------	------------------------------

	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
<i>SO2</i>	814	99.8	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
<i>NO2</i>	815	99.9	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
<i>O3</i>	815	99.9	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
<i>CO</i>	725	88.8	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
<i>PTS</i>	790	96.8	150 (*)	2	5.9	300 (*)	0	0.0	150 (2)	2	5.9

TABELLA 18a: Comune di Rondissone (Autostrada A4) Settembre-Ottobre 1998 – Tabella superamenti

<i>INQUINANTE</i>	<i>NUMERO DI LETTURE VALIDE</i>		<i>LIVELLO DI ATTENZIONE</i>	<i>NUMERO DI SUPERAMENTI</i>		<i>LIVELLO DI ALLARME</i>	<i>NUMERO DI SUPERAMENTI</i>		<i>STANDARD QUALITA' ARIA</i>	<i>NUMERO DI SUPERAMENTI</i>	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
<i>SO2</i>	690	99.1	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
<i>NO2</i>	696	100.0	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
<i>O3</i>	456	65.5	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
<i>CO</i>	618	88.8	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
<i>PTS</i>	644	92.5	150 (*)	1	3.6	300 (*)	0	0.0	150 (2)	1	3.6

TABELLA 178: Comune di Rondissone (Autostrada A4) Aprile-Maggio 1998 – Tabella superamenti

<i>SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc (1)</i>		<i>SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc (4)</i>		<i>SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc (3)</i>	
N°	%	N°	%	N°	%
0	0.0	0	0.0	2	10.5

TABELLA 18c: Comune di Rondissone (Autostrada A4) Aprile-Maggio 1998 – Tabella superamenti soglie specifiche per l'ozono

(*) media giornaliera

(1) mediana delle concentrazioni medie di 24 ore

(2) media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore

(3) media sulle otto ore

(4) media oraria

<i>INQUINANTE</i>	<i>NUMERO DI LETTURE VALIDE</i>	<i>LIVELLO DI ATTENZIONE</i>	<i>NUMERO DI SUPERAMENTI</i>	<i>LIVELLO DI ALLARME</i>	<i>NUMERO DI SUPERAMENTI</i>	<i>STANDARD QUALITA'</i>	<i>NUMERO DI SUPERAMENTI</i>
-------------------	---------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------

									ARIA		
	N°	%		N°	%		N°	%	N°	%	
SO2	399	72.3	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	399	72.3	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O3	395	71.6	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	404	73.2	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	403	73.0	150 (*)	2	11.1	300 (*)	0	0.0	150 (2)	2	11.1

TABELLA 19a: Comune di Venaria (Tangenziale Nord) Novembre-Dicembre 1998 – Tabella superamenti

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	570	99.0	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	547	95.0	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O3	568	98.6	180	1	0.2	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	571	99.1	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	425	73.8	150 (*)	0	0.0	300 (*)	0	0.0	150 (2)	0	0.0

TABELLA 19b: Comune di Venaria (Tangenziale Nord) Maggio 1998 – Tabella superamenti

SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc (1)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc (4)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc (3)	
N°	%	N°	%	N°	%
50	12.3	0	0.0	8	33.3

TABELLA 19c: Comune di Venaria (Tangenziale Nord) Maggio 1998 – Tabella superamenti soglie specifiche per l'ozono

(*) media giornaliera

(1) mediana delle concentrazioni medie di 24 ore

(2) media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore

(3) media sulle otto ore

(4) media oraria

ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI

PREMESSA

La misura dei parametri meteorologici rappresenta una componente fondamentale nel monitoraggio della qualità dell'aria; l'analisi dei dati misurati permette di caratterizzare le condizioni meteoroclimatiche del territorio in esame e, conseguentemente, fornisce le conoscenze necessarie per valutare i fenomeni di diffusione degli inquinanti.

L'elenco e la localizzazione delle stazioni nelle quali sono installati i sensori meteorologici sono riportati nella Tab. 20, che riprende la Tab. 1, dove sono elencati in modo completo tutti i sensori e gli analizzatori presenti nelle diverse stazioni di monitoraggio.

<i>Stazione</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Tipo</i>	<i>Parametri</i>
<i>Alpignano</i>	Via F.Baracca, 12	D	RDN
<i>Beinasco</i>	Via S.Pellico, 5	B	VV-DV
<i>Chieri</i>	C.so Buozzi, 1	C	VV-DV
<i>Grugliasco</i>	Via Roma, 15	B	VV-DV
<i>Druento</i>	Cascina Peppinella	A	VV-DV, RDN, RDT, UMID, TEMP, PV, P
<i>Orbassano</i>	Via Gozzano	D	VV-DV, RDN, RDT
<i>Pinerolo</i>	P.zza III Alpini, 1	C	VV-DV
<i>Settimo T.se</i>	Via Milano, 31	C	VV-DV
<i>Vinovo</i>	Via Garibaldi, 3	D	RDN, RDT
<i>TO - Consolata</i>	Via Consolata, 10	B-C	RDT, VV-DV, UMID, TEMP, PV, P
<i>TO - Lingotto</i>	Parco di Vittorio	A	VV-DV
<i>TO - Rivoli</i>	Piazza Rivoli	B-C	VV-DV
<i>Pino Torinese</i>	Oss. Astronomico		P, UMID, TEMP
<i>Alenia</i>	C.so Marche, 90		VV-DV, TEMP, PV
<i>Cnr</i>	Strada delle Cacce		RDN, VV-DV, UMID, TEMP, PV
<i>Cselt</i>	Via Reiss Romoli		VV-DV, UMID, TEMP, PV
<i>La Stampa</i>	Via Marengo		VV-DV

TABELLA 20: Stazioni di monitoraggio appartenenti alla rete provinciale, dotate di sensori meteorologici.

I parametri meteorologici misurati dalle stazioni della rete provinciale sono la velocità e la direzione del vento (vv, dv), la radiazione solare globale e netta (rdt, rdn), la pressione atmosferica (pres), l'umidità relativa (umid), la quantità di pioggia (pv), la temperatura (temp). La scelta del tipo di sensore installato è legata sia alla necessità di ricostruire nel modo più corretto l'andamento dei diversi parametri su tutto il territorio provinciale, che alla tipologia della stazione. Ad esempio, nelle stazioni nelle quali vengono misurate le concentrazioni di inquinanti di natura fotochimica è solitamente installato anche un sensore per la misura della radiazione solare (netta e/o totale), parametro meteorologico i cui valori sono fortemente correlati alle concentrazioni delle precedenti sostanze chimiche.

Nelle Figg. 15 e 16 è rappresentata la disposizione geografica sul territorio delle centraline, sovrapposta alla mappa orografica della provincia di Torino; la seconda figura rappresenta un ingrandimento della prima sulla porzione di territorio interessato dal collocamento delle stazioni di monitoraggio.

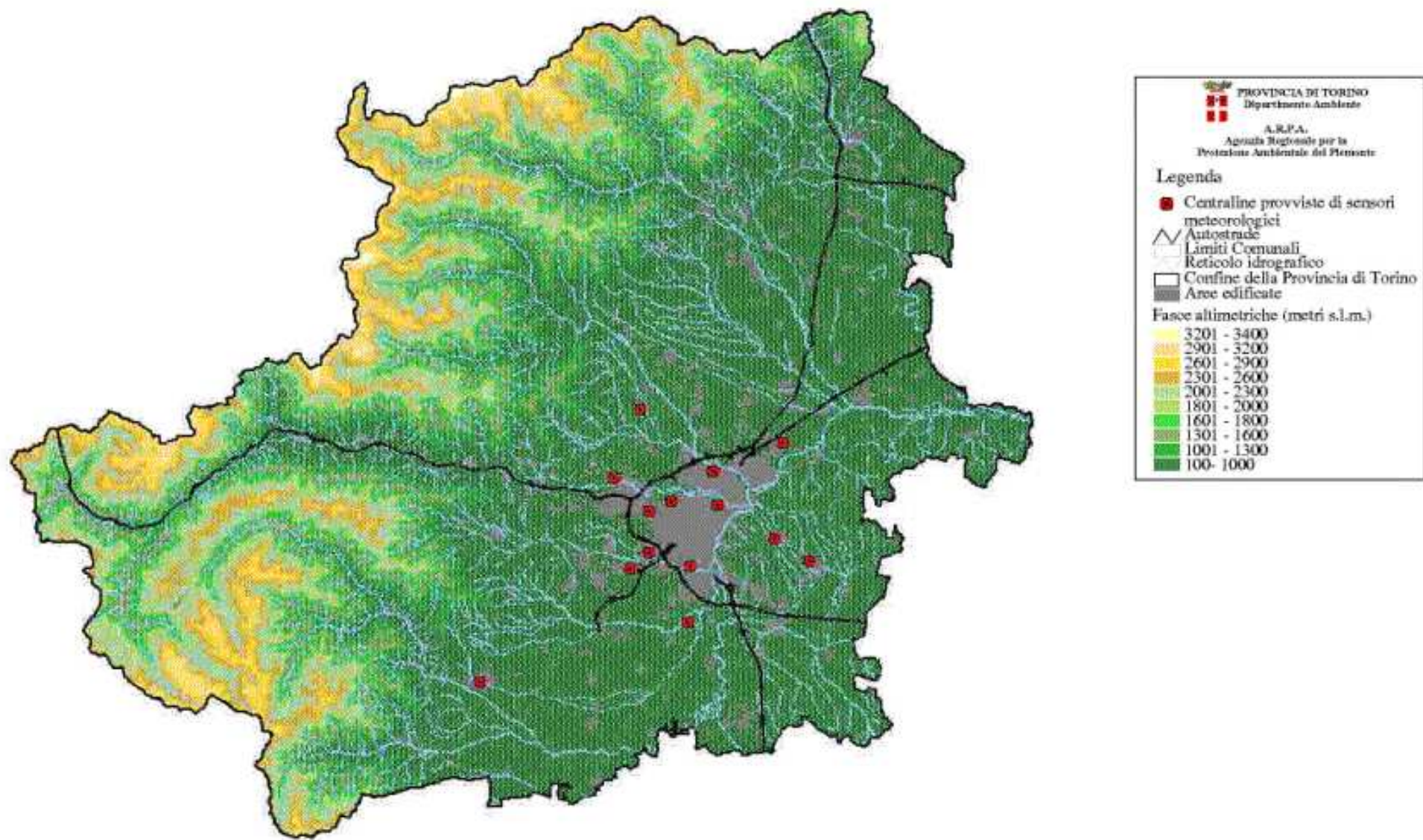


FIGURA 15: Mappa orografica della provincia di Torino e disposizione geografica delle stazioni meteorologiche di monitoraggio.

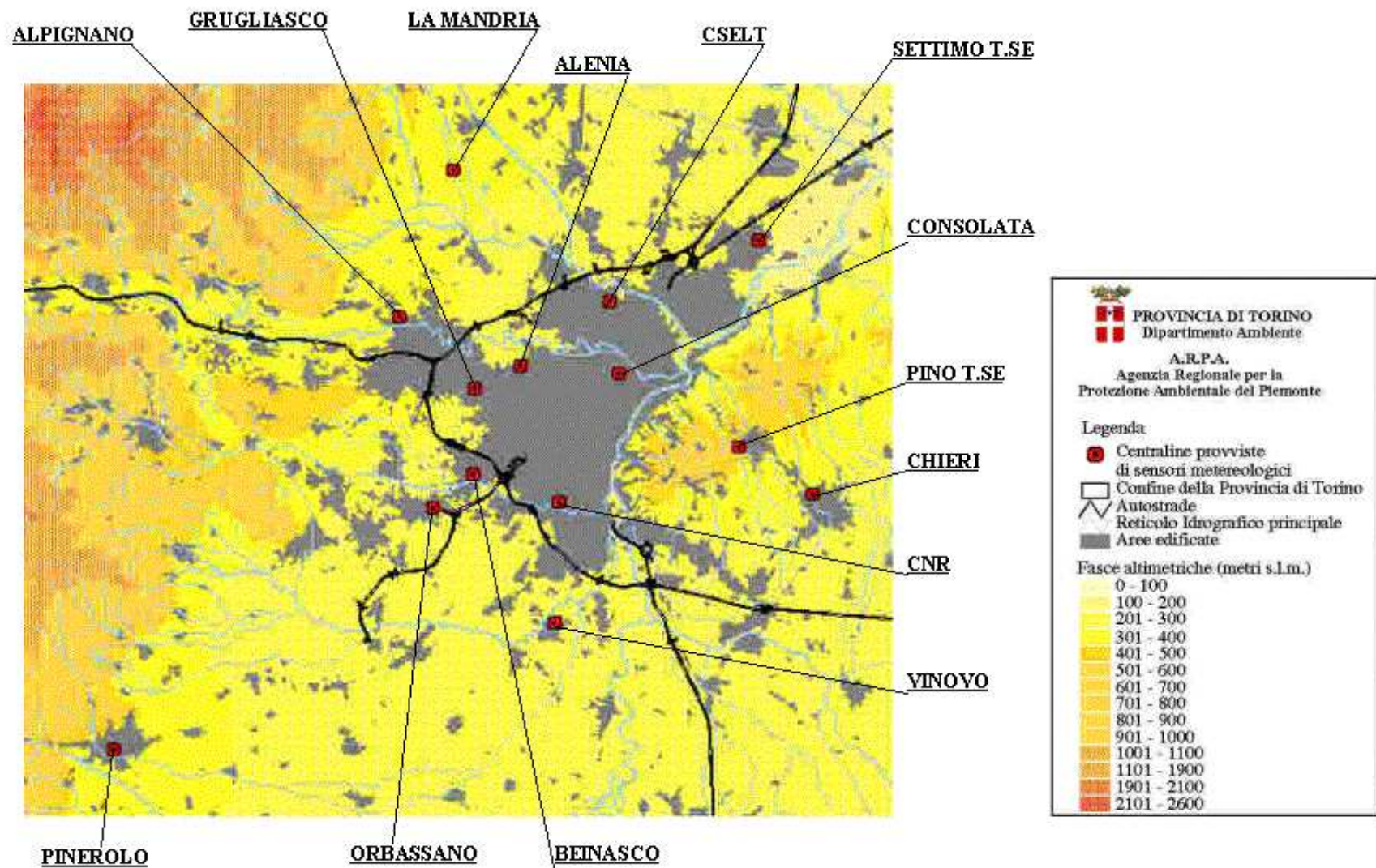


FIGURA 16: Ingrandimento della figura precedente ed elenco delle stazioni meteorologiche di monitoraggio.

E' sembrato opportuno utilizzare una mappa completa riportante l'orografia del territorio della provincia di Torino (Fig. 15), in quanto, come verrà specificato in seguito, essa influenza in modo significativo i valori assunti dalle grandezze meteorologiche. A tal proposito si ricorda che, negli studi sui fenomeni di circolazione atmosferica, si definisce "terreno complesso" l'insieme di tutte quelle situazioni geografiche che modificano in modo rilevante i normali flussi d'aria, come la presenza di rilievi (colline, dorsali, valli, ecc.), cambi di superficie (foreste, coste, ecc.) o combinazioni delle stesse. Sulla base di tale definizione il territorio della provincia di Torino può dirsi "complesso".

Prima di descrivere le elaborazioni effettuate a partire dai dati rilevati nel corso del 1998 dalle stazioni meteorologiche della rete provinciale, verrà riportata una breve descrizione dei fenomeni meteorologici che intervengono a livello locale su un terreno complesso, facendo riferimento, per ovvi motivi, solo a quelli generati da morfologie territoriali simili a quelle che caratterizzano il territorio della provincia di Torino (terreni montuosi o collinari) e rimandando a testi specifici per eventuali approfondimenti.⁶ Lo scopo della trattazione, sebbene complessa e certamente incompleta, è quello di fornire una chiave di lettura per i grafici presentati in questa relazione.

INFLUENZA DELL'ARCO ALPINO E DELLA COLLINA TORINESE SULLA CIRCOLAZIONE DEI VENTI

La valle padana, alla quale appartiene il territorio della provincia di Torino, è caratterizzata da un clima di tipo continentale⁷. Nel territorio in esame, inoltre, si evidenziano gli effetti di barriera dell'arco alpino che danno luogo prevalentemente a fenomeni di origine termica rispetto a quelli dinamici, causati principalmente da processi di compensazione tra aria fredda ed aria calda. A ciò si aggiunge la presenza della collina torinese, che altera, a scala locale⁸, l'uniformità del clima tipico della zona pianeggiante, specie per quanto riguarda i venti a bassa quota.

La conoscenza dei movimenti orizzontali delle masse d'aria calda e fredda, del loro incontro e mescolanza, sono fondamentali per la comprensione dell'evoluzione meteorologica di un determinato territorio, in quanto avvengono tutti nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera. A parità di condizioni della pressione atmosferica, l'aria fredda, più pesante dell'aria calda, tende a

⁶ Anfossi D., Natale P., Bonello G., Lionetti M., Di Nunno R. (1995): *Studio di valutazione del risanamento ambientale conseguente a un intervento di ripotenziamento della centrale termoelettrica AEM di Moncalieri*. Azienda Energetica Metropolitana. Torino.

Finzi G., Brusasca G. (1991): *La qualità dell'aria. Modelli previsionali e gestionali*. Masson.

Hanna S.R. (1982): *Applications in air pollution modelling, in Atmospheric Turbulence and Air Pollution Modelling*.

Rediel, Dordrecht.

Panofky H.A. and Dutton J.A. (1984): *Atmospheric turbulence: models and methods for engineering applications*. John Wiley & Sons, New York.

Seinfeld J.H. (1986): *Air pollution*. Academic Press Inc.

Zannetti P. (1990): *Air pollution modelling. Theories, Computational Methods and available software*. Computational mechanics publication, Southampton UK.

⁷ La latitudine, l'altezza sul livello del mare, la distanza dal mare, l'influsso delle montagne, la configurazione del suolo, la vegetazione e lo stadio medio dell'atmosfera costituiscono gli elementi essenziali del clima di una determinata regione. Il clima fa risaltare i fenomeni fondamentali dell'evoluzione meteorologica. Tra i "climi europei" si ricordano: il "clima atlantico" (marittimo), fresco e umido, con rara presenza di inverni freddi e nevicate ed estati calde; il "clima continentale", secco e con temperature estreme, caratterizzato da inverni molto freddi ed estati molto calde e asciutte; il "clima mediterraneo", temperato, con estati calde e relativamente asciutte ed inverni miti e piovosi, con rare nevicate [Roth, 1993].

⁸ Nello studio dei fenomeni meteo-diffusivi degli inquinanti è possibile distinguere le seguenti scale spaziale:

- microscala (fino a qualche decina di metri)
- scala locale (fino a qualche decina di chilometri)
- mesoscala (fino a qualche centinaia di chilometri)
- scala regionale (fino a qualche migliaio di chilometri)
- scala globale (l'atmosfera nel suo insieme).

raggiungere il suolo, mentre l'aria calda cerca di salire in quota. Se l'aria fredda si muove verso l'aria calda stazionaria, incuneandosi al di sotto e sollevandola, si parla di fronte freddo; se, invece, dell'aria calda avanza sopra l'aria fredda immobile, si parla di fronte caldo. La presenza di entrambi i fronti (caldo e freddo) è strettamente collegata alla presenza di situazioni di bassa pressione, tipicamente instabili; per questo motivo con il sopraggiungere di fronti caldi o freddi nel luogo di osservazione ci si devono attendere di norma condizioni meteorologiche instabili e precipitazioni talora abbondanti. La superficie limite tra masse d'aria fredda e masse d'aria calda è il luogo dove generalmente si generano i fenomeni atmosferici più rilevanti.

L'influenza dell'arco alpino fa in modo che la gran parte delle perturbazioni che interessano la provincia di Torino sia originata dal passaggio di un fronte freddo proveniente da nord o nord-ovest. Queste situazioni, accompagnate da nuvolosità e precipitazioni estese, possono talvolta dar luogo a fenomeni di föhn, caratterizzati da venti intensi, temperature miti e umidità relative piuttosto basse; presupposto per la genesi del föhn e di altri venti analoghi cosiddetti discendenti è la presenza di alte montagne, che costringono l'aria che li investe a salire fino alla cresta, da dove poi essa torna a scendere a valle. L'evoluzione meteorologica può essere così riassunta:

- il fronte freddo, che può arrivare ad una estensione, in Europa, anche di un migliaio di chilometri, si sposta preferibilmente da ovest verso est;
- le masse d'aria che accompagnano il passaggio del fronte, sospinte dai venti nord-occidentali o settentrionali, si avvicinano al versante alpino settentrionale, e, costrette a salire, si raffreddano ulteriormente dando luogo a quelle precipitazioni abbondanti e spesso protratte per giorni interi⁹, spesso indicate con il nome di "piogge da stau"¹⁰.
- attraverso la condensazione si libera il cosiddetto calore latente che riscalda l'aria e riduce il raffreddamento adiabatico delle masse d'aria in ascesa a mezzo grado ogni 100 metri;
- dopo aver superato la fase ascendente, le masse d'aria sono accompagnate, nella loro fase discendente, da un vento di caduta secco e spesso impetuoso (föhn) e le nubi si dissolvono rapidamente, perché l'aria che fluisce a valle si riscalda di un grado ogni cento metri (riscaldamento adiabatico). La temperatura al suolo registra un aumento, il cielo diventa azzurro profondo e l'aria diventa limpida.

Il föhn, dunque, non è un vento caldo, ma deriva il proprio calore dal processo descritto e si genera in condizioni di tempo perturbato. Le osservazioni compiute sulle Alpi indicano che in caso di föhn si hanno venti e precipitazioni lungo il versante sopravvento, ove avviene l'ascesa forzata dell'aria, mentre in Valpadana il tempo è bellissimo. Il föhn può durare qualche giorno e sulla pianura è seguito da un forte abbassamento della temperatura notturna. Essendo indice di una situazione meteorologica molto dinamica e foriera di perturbazioni, appena cessa l'azione del vento, generalmente nella parte di pianura a ridosso dell'Appennino settentrionale, il cielo si copre di nubi e si evidenzia la natura turbolenta ed instabile della massa d'aria giunta d'oltralpe.

In presenza di condizioni perturbate, il regime anemologico mostra prevalenza di venti in quota meridionali, spesso accompagnati da aria calda e umida proveniente da est o sud-est.

L'assenza di perturbazioni, associata alla presenza di zone anticicloniche estese e stazionarie, determina venti che risentono dell'origine termica causata dalla presenza dell'arco alpino.

Nei mesi caldi si evidenziano in particolare circolazioni di brezza, delle quali si parlerà nel prossimo paragrafo, associate a moti convettivi, mentre nei mesi freddi sono favorite le condizioni che determinano il ristagno di spessi strati di aria fredda adiacenti al terreno, e il conseguente instaurarsi di nebbie.

La collina torinese genera una prevalenza di venti provenienti da settori nord-ovest e sud-ovest, con elevata percentuale di calme, che differenzia sostanzialmente il regime anemologico della provincia torinese da quello caratteristico della pianura padana, nella quale i venti provengono prevalentemente da est ed ovest.

⁹ Durante la salita l'aria si raffredda in media di un grado ogni 100 metri (raffreddamento adiabatico) ed è il vapore acqueo presente nell'aria, che, con l'ulteriore raffreddamento, si condensa e dà luogo a nuvole e precipitazioni.

¹⁰ Il termine "stau", utilizzato dai meteorologi tedeschi, significa "sbarramento".

Il sistema anemologico, modificato dalle caratteristiche orografiche locali, viene ad essere in parte modificato anche dalla presenza, ai piedi della collina, dell'agglomerato urbano che, con una diversa capacità termica rispetto all'area circostante, provoca il fenomeno dell'isola di calore descritta successivamente, consistente in una circolazione di prevalente origine termica.

FENOMENI LOCALI GENERATI DALLA PRESENZA DI TERRENO COMPLESSO

Lo studio delle peculiarità orografiche di un sito riveste particolare importanza non solo ai fini della caratterizzazione meteorologica dello stesso, ma anche nello studio di episodi di inquinamento, fortemente influenzati dalla capacità dispersiva dell'atmosfera e quindi dalla tipologia dei fenomeni meteorologici a scala locale. Conformazioni orografiche particolarmente complesse sono in grado di provocare l'insorgere di fenomeni locali in grado di sovrapporsi o addirittura modificare i flussi d'aria preesistenti a scale maggiori.

Nei paragrafi seguenti verranno analizzati i fenomeni circolatori tipici delle zone montane e collinari e l'influenza che la presenza di grossi insediamenti urbani può provocare. La conoscenza dell'esistenza di tali fenomeni e la comprensione della dinamica con la quale si evolvono risulta utile nel momento in cui nasce la necessità di ricostruire o prevedere situazioni critiche da un punto meteorologico e diffusivo.

CIRCOLAZIONE ALL'INTERNO DI ZONE MONTANE E COLLINARI

Quando i venti di mesoscala e di scala sinottica hanno intensità tale da non influenzare quelli locali, la circolazione all'interno di una valle è originata dalla sovrapposizione di due fenomeni: *flussi trasversali* alla valle (i cosiddetti *venti di pendio*, *anabatici* e *catabatici*) e *flussi paralleli* alla valle (*brezze di valle* e *di monte*), entrambi aventi ciclo giornaliero legato al riscaldamento del terreno.

Iniziando la descrizione del ciclo giornaliero dal tramonto, supponendo di essere al termine di una giornata soleggiata, che ha provocato la formazione di uno strato d'aria rimescolato la cui estensione supera la cima dei monti circostanti, le pendici delle montagne iniziano a cedere calore per irraggiamento (Fig. 17a). La conseguenza è una diminuzione progressiva della temperatura dell'aria vicina alla superficie, che si evidenzia con la nascita di un *vento discendente freddo* che scorre verso il fondo della valle (*vento catabatico*). Generalmente questo vento ha estensione verticale modesta (2 ÷ 20 m) con velocità che varia da 1 a 5 m/s.

Al fine di bilanciare la circolazione che si viene a creare, al fenomeno precedentemente descritto è associato un leggero flusso d'aria ascendente al di sopra della valle, che diverge verso le creste circostanti (Fig. 17b).

L'aria fredda, portata dai venti catabatici, in parte scende lungo la valle ed in parte si deposita sul fondo della stessa; al di sopra permane uno strato d'aria più calda, che provoca un'inversione termica¹¹.

Durante le ore notturne i venti catabatici continuano a portare verso il fondo valle l'aria fredda, la quale, scendendo fino ad incontrare lo strato avente la stessa temperatura, erode lo strato d'aria calda ed aumenta lo spessore dello strato d'aria più fredda. Si origina la situazione di Fig. 17c, dove si evidenzia la cosiddetta inversione di valle. Inquinanti emessi in atmosfera in situazioni simili possono raggiungere valori di concentrazione al suolo molto elevati.

¹¹ Tipicamente, negli strati d'aria a contatto con la superficie terrestre (ed in uno spessore che varia nel corso della giornata fino a raggiungere un massimo di 1÷2 km), la temperatura decresce con la quota; il fenomeno dell'inversione termica indica una tendenza opposta, cioè un aumento di temperatura con l'altezza.

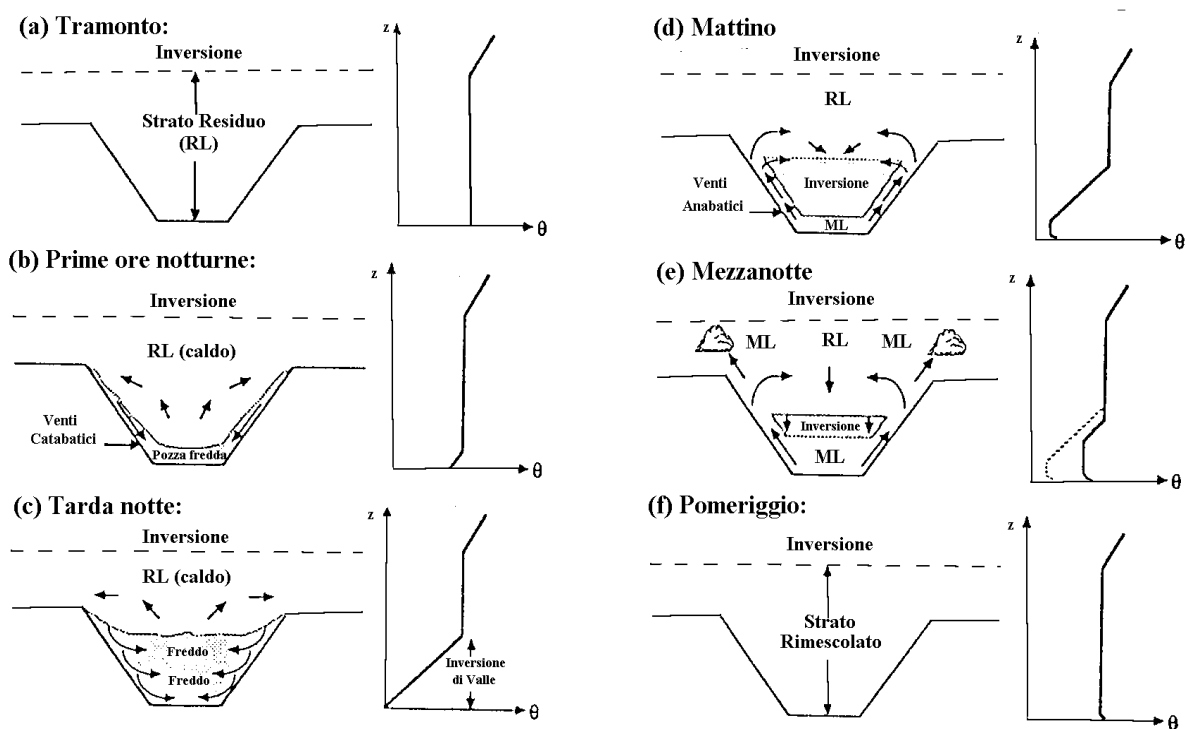


FIGURA 17: Evoluzione temporale dei flussi trasversali alla valle e relativi profili di temperatura potenziale (Stull, 1988).¹²

Dopo l'alba le pendici della valle si riscaldano, provocando la nascita di venti caldi che risalgono i pendii (*venti anabatici*, Fig. 17d); questi venti hanno velocità inferiori ad 1 m/s e tendono a rimanere vicini alle pareti della valle. In una tale situazione la circolazione è chiusa dalla presenza sopra la valle di un flusso convergente-subsidente. Questo fenomeno, unito al progressivo riscaldamento del fondo valle, porta ad una progressiva crescita dello strato limite rimescolato.

In Fig. 17f è rappresentata, infine, la situazione nel pomeriggio, quando lo strato d'aria fredda è stato completamente eroso, lasciando il posto ad una situazione convettiva.

In questa esposizione si è supposto ovviamente di essere in una situazione ideale, nella quale le pareti della valle vengono riscaldate in modo uniforme. In realtà le cose evolvono in maniera diversa a seconda dell'esposizione della valle rispetto al sole.

Per quanto riguarda i flussi che scorrono lungo la valle, i venti freddi che durante la notte discendono la valle vengono chiamati *brezze di monte*. Questi interessano strati che vanno dai 10 ai 400 metri ed hanno velocità dell'ordine dei 1-8m/s. La circolazione viene completata dalla cosiddetta antibrezza che scorre in quota, avente intensità inferiore alla precedente, ma che interessa strati d'aria più ampi (Fig. 18a).

Durante le ore diurne, al contrario, si hanno dei venti caldi che risalgono la valle (*brezze di valle*), ai quali, in questo caso, si aggiungono dei venti più freddi di ritorno in quota (Fig. 18b).

¹² Stull R.B. (1988): An introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer, Dordrecht.

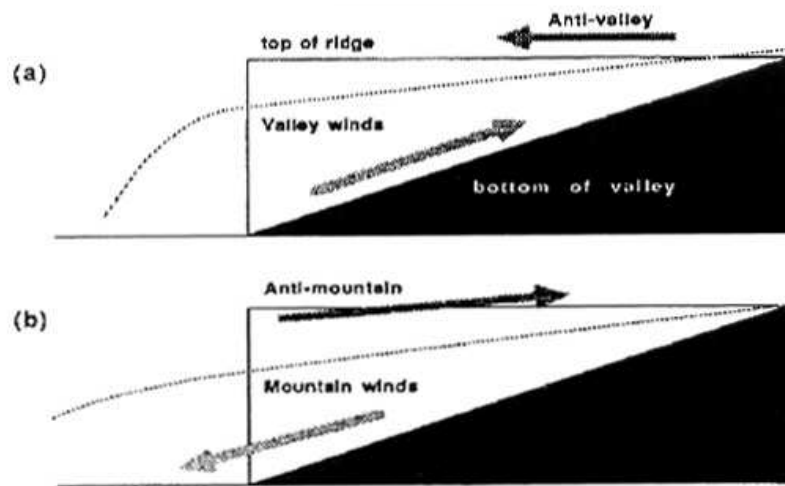


FIGURA 18: Flussi lungo la valle: di giorno, brezze di valle (a); di notte, brezze di monte (b).

L'insieme di questi fenomeni (venti anabatici/catabatici e brezze di valle/monte) porta ad una circolazione globale che può essere schematizzata come in Fig. 19.

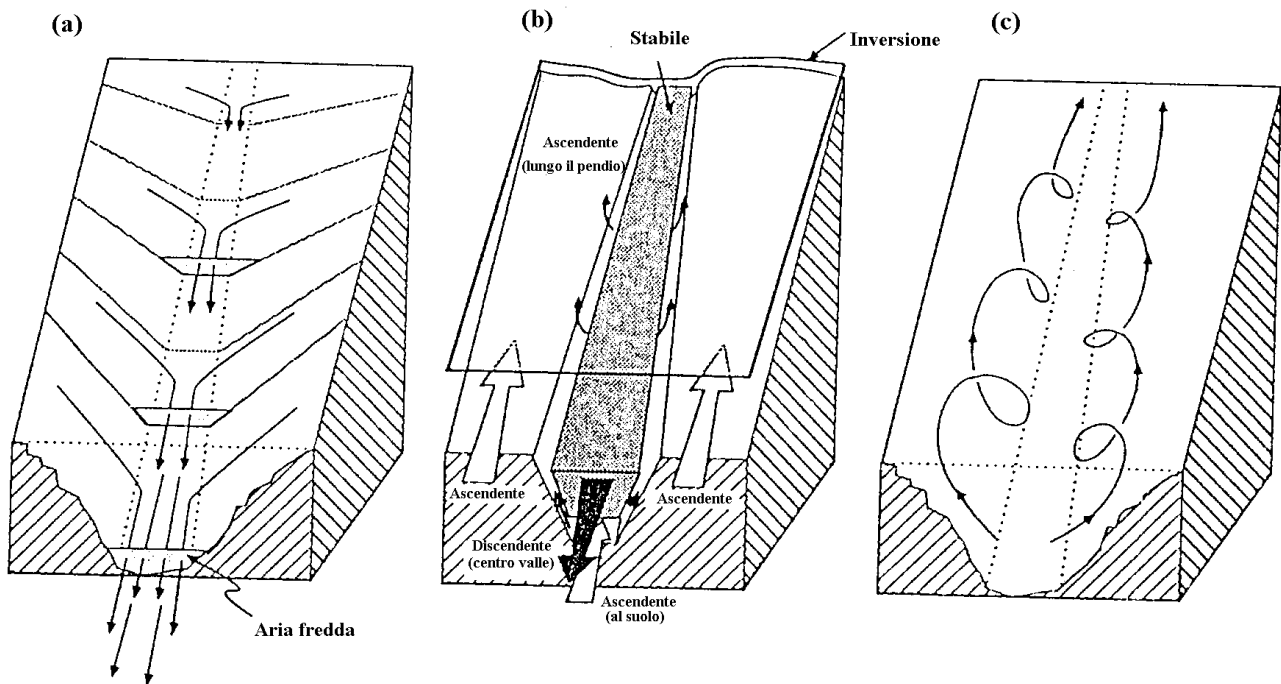


FIGURA 19: Rappresentazione tridimensionale della circolazione dei flussi lungo la valle: (a) di notte, (b) al mattino, (c) al pomeriggio (Stull, 1988).

Di notte i venti catabatici si uniscono alle brezze di monte nel fondovalle, mentre a quote superiori si hanno venti di ritorno in quota (Fig. 19a). Durante la mattinata vi è la contemporanea presenza di un flusso discendente la valle che scorre sopra ad un altro che la risale (Fig. 19b). Nel pomeriggio, invece, l'insieme dei fenomeni presenti porta spesso ad avere dei flussi con andamento ellittico come mostrato in Fig. 19c.

INFLUENZA DEGLI INSEDIAMENTI URBANI

L'influenza della città nei confronti del flusso atmosferico si attua in due modi: come sorgente di calore, in grado di generare turbolenza, e come superficie complessa, in grado di modificare il comportamento di flussi preesistenti.

Gli agglomerati urbani sono caratterizzati dalla presenza di superfici ricoperte di asfalto e cemento, in grado di assorbire la radiazione solare incidente meglio di quanto non siano in grado di fare altre superfici. Ne consegue che la temperatura degli strati d'aria sovrastanti la città è più elevata di quella che sovrasta le circostanti zone rurali.

Gli sbalzi termici più consistenti fra aree urbane e rurali si possono osservare durante le ore notturne e la loro entità è in generale correlabile alle dimensioni dell'abitato. Il gradiente termico orizzontale che si genera in tali circostanze, nonché il rimescolamento verticale mantenuto nel periodo notturno a causa del calore rilasciato dalla città, possono andare ad interagire con i flussi d'aria presenti a quote maggiori.

Durante le ore diurne, invece, si assiste alla nascita di fenomeni circolatori simili a quelli tipici delle zone montane; nelle grandi città gli edifici più elevati si comportano come i pendii di una valle, lungo i canyon urbani costituiti dalle strade. L'intersezione delle arterie stradali rende il flusso piuttosto complesso e l'assorbimento della radiazione da parte delle pareti degli edifici lungo una stessa strada dipende dalla posizione degli stessi rispetto al sole. Questo fenomeno è molto evidente nelle città nelle quali vi è la contemporanea presenza di grattacieli e strade molto ampie, tipicamente negli Stati Uniti; nei Paesi Europei, ed in particolare in Italia, non sempre gli studi meteo-diffusivi in area urbana possono essere assimilati a modelli di circolazione tipo canyon urbani, ma sono pur sempre valide le considerazioni sulle modificazioni termiche provocate dalla presenza di una città.

GRANDEZZE TEMPORALI STANDARD UTILIZZATE NELLE ELABORAZIONI DEI DATI

Per completezza nella trattazione dei parametri meteorologici si riportano in questo paragrafo le definizioni di alcune delle più diffuse grandezze temporali utilizzate per l'archiviazione e l'elaborazione dei dati:

1. Ora: si intende sempre l'ora solare; il valore numerico associato ad una determinata ora può indicare o il valore istantaneo della grandezza o la media di un certo numero di valori campionati nell'ora precedente. Ad esempio, se ci si riferisce a valori medi orari, il valore attribuito all'ora 1:00 è la media dei valori campionati fra le 00:01 e l'1:00.
2. Giorno: si intende l'intervallo temporale 00:01 ÷ 24:00; i dati utilizzati nelle elaborazioni seguenti sono valori medi orari riferiti all'intervallo 1:00 ÷ 24:00, calcolati a partire da rilevamenti aventi frequenza maggiore.
3. Giorno medio mensile: si intende il giorno ottenuto attraverso il calcolo della media matematica dei valori registrati alla stessa ora nei diversi giorni dello stesso mese.
4. Mese: corrisponde al mese di calendario.
5. Semestre invernale: intervallo compreso tra il 1 ottobre ed il 31 marzo successivo.
6. Semestre estivo: intervallo compreso tra il 1 aprile e il 30 settembre.
7. Anno meteorologico: intervallo compreso tra il 1 aprile e il 31 marzo successivo.
8. Anno di calendario: dal 1 gennaio al 31 dicembre.
9. Trimestre primaverile: dal 1 marzo al 31 maggio.
10. Trimestre estivo: dal 1 giugno al 30 settembre.
11. Trimestre autunnale: dal 1 ottobre al 30 novembre.
12. Trimestre invernale: dal 1 dicembre al 28 febbraio dell'anno successivo (29 per gli anni bisestili).

Dal momento che le elaborazioni presentate in questa relazione si riferiscono ai dati registrati nel corso del 1998, anche per i parametri meteorologici si è scelto come riferimento temporale l'anno solare. E' sembrato opportuno, tuttavia, riportare almeno una suddivisione tra giorno e notte per quanto riguarda i parametri velocità e direzione del vento. Per quanto riguarda la radiazione solare netta e totale le analisi sono state condotte con dettaglio mensile, al fine di evidenziare il diverso andamento della radiazione con il variare delle stagioni.

Non è sembrato opportuno riportare elaborazioni più dettagliate e/o su archi temporali di minore durata, rimandando ciò a trattazioni specifiche.

PARAMETRI MONITORATI ED ELABORAZIONI DEI DATI RILEVATI

VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO

Nell'accezione più comune, ed in particolare per le reti locali di monitoraggio della qualità dell'aria, quando si parla di "misura del vento" in un dato luogo ed in un certo intervallo di tempo ci si riferisce, non del tutto correttamente, a due grandezze, la velocità e la direzione, intendendo per velocità l'intensità della velocità orizzontale del vento e per direzione la direzione orizzontale.

Al fine di non creare ulteriore confusione è opportuno chiarire il concetto di "misura del vento" e descrivere quali sono le strumentazioni esistenti per rilevarne il valore.

Innanzitutto occorre sottolineare che la misura del vento dà luogo ad una grandezza tridimensionale. Questo implica che, graficamente, esso viene rappresentato come un vettore in uno spazio a tre dimensioni, le cui componenti si ottengono proiettando lo stesso vettore sui tre assi cartesiani (Fig. 20a). Esistono, quindi, due componenti della velocità del vento lungo le direzioni orizzontali (v_x e v_y) ed un valore lungo la direzione verticale (v_z , spesso indicato con il termine w).

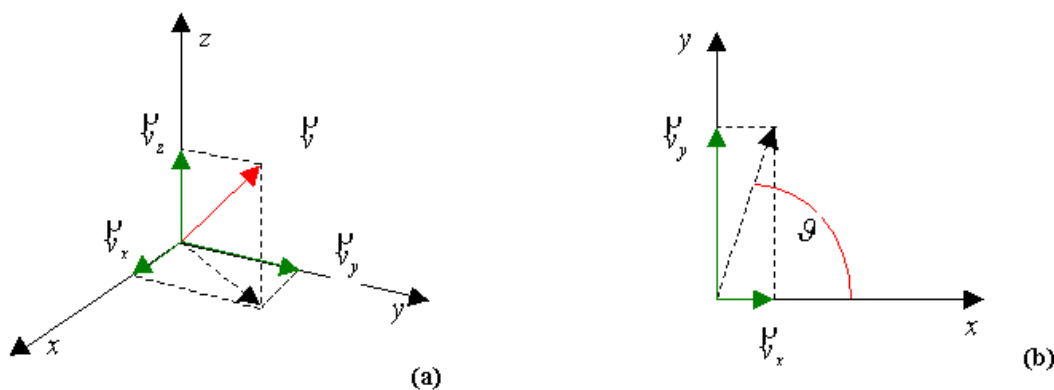


FIGURA 20: Rappresentazione del vettore velocità e delle sue proiezioni.

Nella maggior parte dei casi, tuttavia, si rappresenta la sola velocità orizzontale attraverso la proiezione del vettore tridimensionale sul piano orizzontale (Fig. 20b), e la si esprime mediante un valore di intensità del vento (lunghezza del vettore proiezione), ed una direzione (ϑ), espressa in gradi sessagesimali.

La possibilità di misurare la velocità del vento come vettore tridimensionale, dipende dalla strumentazione che si utilizza e, quindi, dagli scopi per i quali vengono effettuate le misurazioni.

Per quanto riguarda la Provincia di Torino, gli strumenti installati sono anemometri tradizionali, chiamati anche “pali anemometrici”, in grado di misurare la velocità orizzontale del vento, all'altezza alla quale è posto lo strumento. L'anemometro (Fig. 21) è uno strumento composto da due parti: un tac oanemometro, in grado di misurare l'intensità del vento, e un gonioanemometro, per misurare la direzione. E' importante ricordare che quando si parla di direzione del vento ci si riferisce alla direzione di provenienza del vento e che il nord geografico viene fatto coincidere con lo zero di direzione; di conseguenza, in presenza di vento proveniente da est, la direzione sarà pari a 90 gradi, se da sud a 180 gradi, se da ovest a 270 gradi (il senso di rotazione per la misura in gradi della direzione è orario).

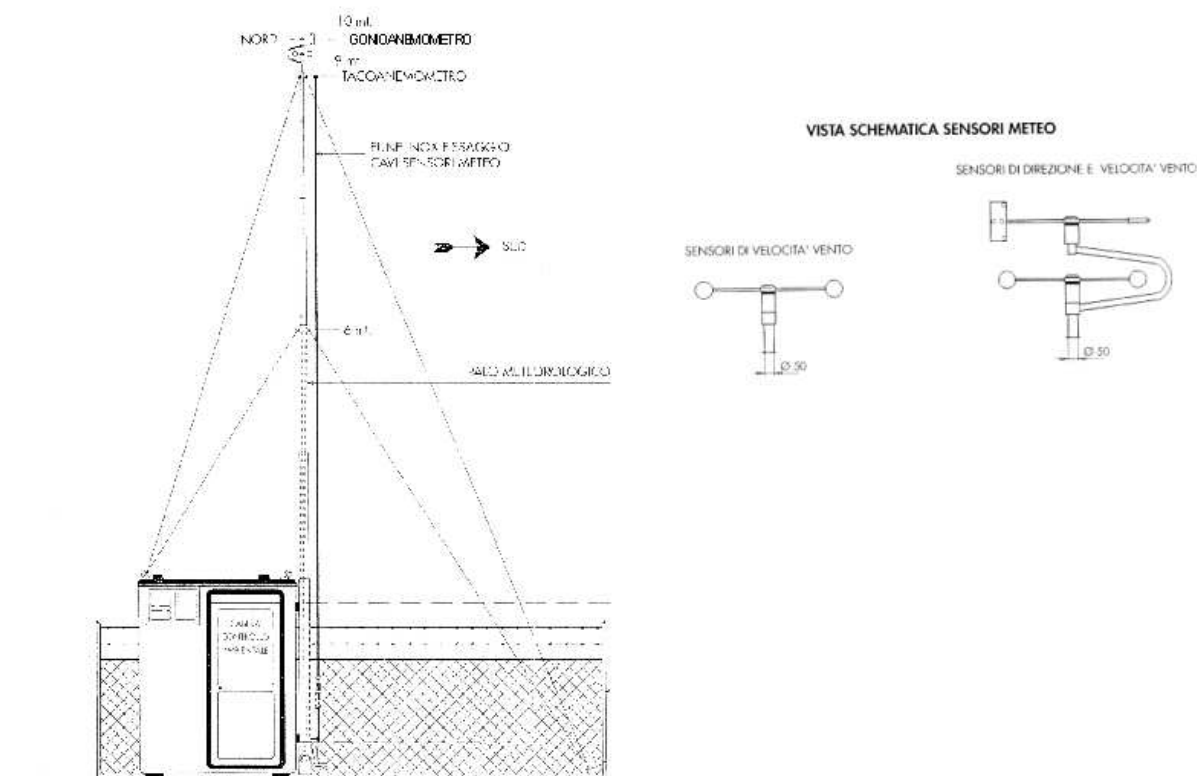


FIGURA 21: Palo anemometrico utilizzato generalmente per la misura della velocità orizzontale del vento nelle reti di monitoraggio per la qualità dell'aria.

Il tac oanemometro ed il gonioanemometro sono generalmente posti alla sommità di un palo telescopico di altezza pari a 10 metri; tale accorgimento evita che i valori misurati risentano in modo eccessivo dell'attrito del terreno. Al fine di ottenere una misurazione rappresentativa dei flussi atmosferici a scala locale i sensori devono essere collocati ad una distanza da ostacoli di altezza elevata (palazzi, alberi, ecc.) tale che le misure risultanti non vengano falsate dalla presenza di direzioni di provenienza del flusso atmosferico privilegiate rispetto ad altre.

Esistono strumenti più complessi con i quali è possibile effettuare misure tridimensionali di velocità del vento. Fra questi è opportuno citare l'anemometro sonico (Fig. 22), ormai spesso integrato nelle reti di monitoraggio della qualità dell'aria, ed il SODAR Doppler (Fig. 23), meno diffuso in piccole reti, ma importante per la conoscenza della circolazione anemologica su territori più vasti.

Brevemente, l'anemometro sonico consente di misurare, oltre alle componenti orizzontali, anche il valore della componente verticale della velocità del vento alla quota dello strumento e di formulare in tal modo ipotesi attendibili sui fenomeni turbolenti che si instaurano nei bassi strati dell'atmosfera.



FIGURA 22: Esempio di anemometro sonico.

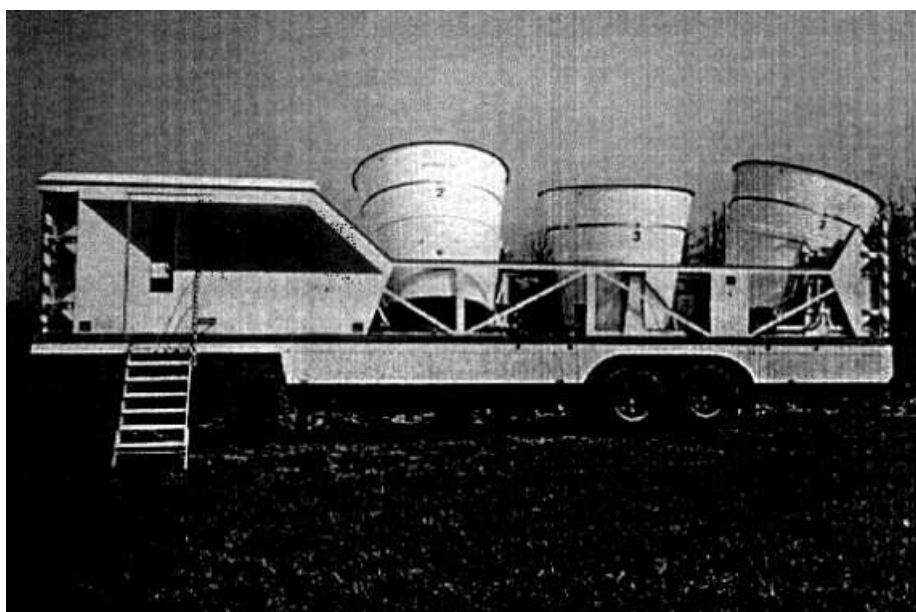


FIGURA 23: SODAR Doppler triassiale.

Il SODAR Doppler, invece, è in grado di rilevare un profilo verticale di vento. Le antenne acustiche di cui è dotato lo strumento emettono impulsi sonori in atmosfera; sfruttando lo spostamento Doppler fra le frequenze dei segnali emessi e quelli di ritorno, vengono determinate le tre componenti del vettore velocità del vento a quote diverse lungo un asse verticale. In questo modo è possibile indagare uno strato verticale di atmosfera il cui spessore varia con la tipologia dello strumento utilizzato e con le condizioni meteorologiche al momento della misura.

Non è sembrato opportuno soffermarsi in questa sede alla trattazione di altra strumentazione esistente per la misura del vento negli strati più alti dell'atmosfera; nei riferimenti bibliografici, tuttavia, sono stati inclusi anche testi sui quali è possibile approfondire l'argomento.

DESCRIZIONE DELLE ELABORAZIONI PRESENTATE

Nei grafici che seguono sono riportate le elaborazioni effettuate a partire dai dati rilevati nelle stazioni di Beinasco, Orbassano, Grugliasco, Settimo Torinese e Chieri, ritenute le più interessanti ai fini di una caratterizzazione meteorologica del territorio provinciale.

Per quanto riguarda la città di Torino sono state riportate le elaborazioni relative alle stazioni di Consolata, CNR, CSELT e ALENIA.

Per ogni stazione è presente una tabella iniziale, tre rose dei venti e tre istogrammi.

Nella tabella iniziale, di facile comprensione, sono riportati i valori delle seguenti grandezze:

- la percentuale di dati validi;
- la percentuale dei dati validi caratterizzati da valore di velocità orizzontale del vento inferiore a 0.5 m/s;
- il valore massimo orario, tra i dati validi, con l'indicazione del giorno e dell'ora nel quale si è verificato;
- il valore medio annuo, ottenuto calcolando una media matematica di tutti i valori medi orari registrati, fatta esclusione delle calme di vento;
- la deviazione standard del valore medio annuale, utile per dare un'idea della variazione che si registra in media in un anno sui valori di velocità orizzontale del vento.

I dati rilevati sono validati giornalmente; tale operazione consente di verificare il corretto funzionamento degli strumenti ed evita che eventi eccezionali in termini di durata e di misura falsino la misura stessa. I dati vengono analizzati osservando l'andamento dei valori medi orari di direzione, velocità e deviazione standard, al fine di rilevare situazioni anomale.

Nella fase di validazione i valori di intensità e direzione del vento devono essere valutati contemporaneamente. Perché un dato di velocità si possa ritenere valido, tali valori devono essere validi contemporaneamente esprimendo, come detto precedentemente, un'unica grandezza (vettore velocità).

Le rose dei venti e gli istogrammi presentati sono stati ricavati attraverso diverse elaborazioni dei valori medi orari di intensità e direzione del vento. Queste due rappresentazioni grafiche sono state riportate in coppia perché, al di là della suddivisione in classi di velocità del vento di cui si dirà successivamente, forniscono, sostanzialmente, lo stesso tipo di informazione. In linea generale, sui dati rilevati, sono stati effettuati le seguenti operazioni:

1. per l'intensità del vento:
 - suddivisione in classi di ampiezza diversa, la prima delle quali viene definita classe della calma di vento (valori di velocità inferiori a 0.5 m/s).
2. per la direzione del vento:
 - suddivisione in settori di provenienza, più precisamente in sedici settori aventi ampiezza pari a 22.5 gradi, centrati nelle direzioni N; NNE; NE; ENE; E; ESE; SE; SSE; S; SSW; SW; WSW; W; WNW; NW; NNW.

Nel caso in cui l'intensità del vento sia inferiore a 0.5 m/s (situazione di calma di vento) il valore di direzione non entrerà nel calcolo delle percentuali di accadimento per settore, ma apparterrà alla percentuale indicante le situazioni di calma di vento.

Le classi di vento individuate sono di ampiezza differente e, in particolare, l'ampiezza della classe è minore laddove vi è un maggior numero di dati; nel caso specifico le classi caratterizzate da minore ampiezza sono quelle che corrispondono a bassi valori di intensità del vento dato che, per quanto precedentemente detto nella caratterizzazione anemologica della provincia di Torino, nella zona studiata sono tipicamente presenti valori di velocità del vento abbastanza modesti. La stessa suddivisione è stata utilizzata per tutte le elaborazioni presentate, al fine di consentire un facile raffronto tra le situazioni diurne, notturne e totali riscontrate nella stessa stazione, e permettere un confronto visivo immediato tra le misurazioni effettuate nei diversi siti.

Per quanto riguarda la percentuale di accadimento delle calme di vento ci si è limitati a riportare il valore in tabella, evitando confusioni nella lettura dell'istogramma.

Le tre rose dei venti e gli istogrammi presenti danno un'idea della distribuzione dei dati di vento in termini di direzioni di provenienza e classi di velocità. Nel grafico ad istogramma, oltre alle

percentuali di accadimento delle direzioni di provenienza del vento, è presente anche la distinzione in classi di velocità del vento; in tal modo è possibile individuare se vi sono delle direzioni di provenienza del vento preferenziali, ad esempio nel caso in cui si verificano casi di velocità elevate (ricordiamo che per tutti i dati presenti nelle elaborazioni ci si riferisce sempre a velocità orizzontali del vento).

Per ogni stazione sono riportate tre rose dei venti e tre istogrammi, avendo scelto di rappresentare non solo l'elaborazione di tutti i dati validi rilevati nel corso dell'anno (TOTALE), ma anche di differenziare le elaborazioni degli stessi in quelli rilevati nelle ore diurne (GIORNO), da quelli delle ore notturne (NOTTE).

Per operare la suddivisione temporale dei valori medi orari rilevati e validati, è stata utilizzata una funzione che, per ogni giorno dell'anno, fornisce l'ora dell'alba e del tramonto. La ripartizione in dati "giorno" e dati "notte" è stata poi effettuata tenendo conto del fatto che per notte si intende il periodo che va da un'ora prima del tramonto a un'ora dopo l'alba.

Se si osservano i grafici delle diverse stazioni, tenendo presente l'orografia della provincia di Torino (Fig. 15) ed ovviamente la dislocazione delle stazioni stesse, si può facilmente comprendere perché per alcune postazioni esistono delle differenze marcate nella distribuzione dei dati giorno/notte, essendo collocate in siti che risentono dei fenomeni di circolazione aventi ciclo giornaliero. Un esempio significativo in tal senso è costituito dalla stazione di Chieri, ai piedi della collina torinese (Fig. 28).

COMUNE DI BEINASCO – PARAMETRO: VELOCITA' VENTO – 1998

Numero dati validi	Dati di calma % Velocità < 0.5 m/s	Valore max orario datato	Media annuale	Deviazione standard
49,2%	55,4%	7,9 m/s 29 ott.98 - ore 16:00	1,3 m/s	1 m/s

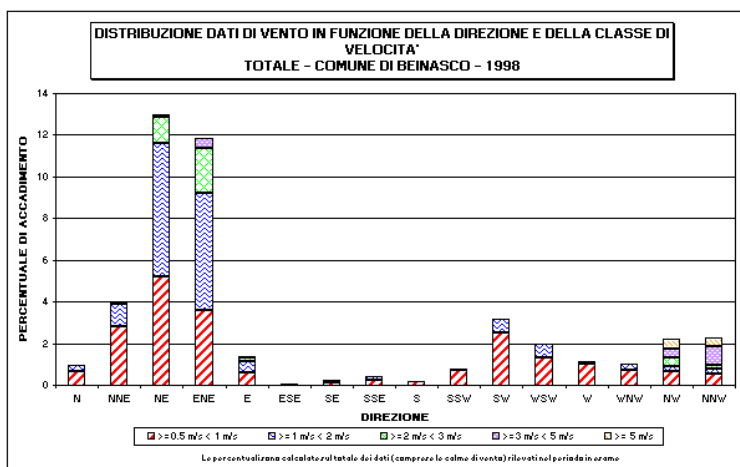
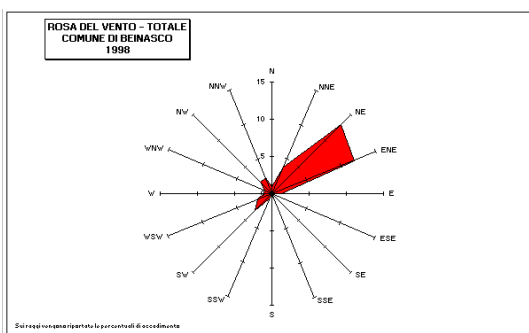
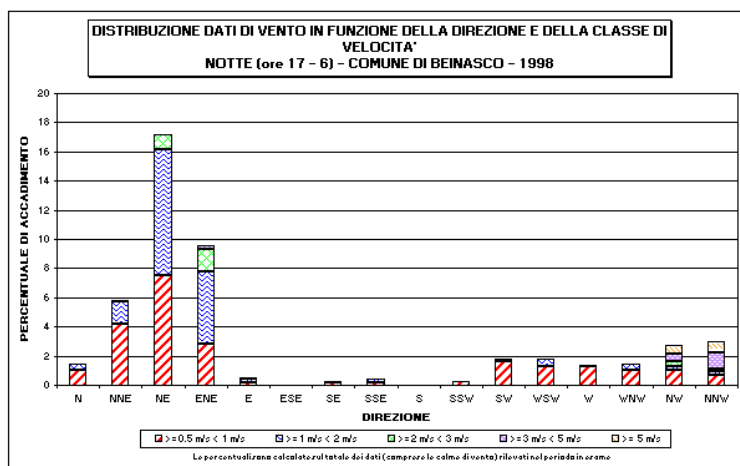
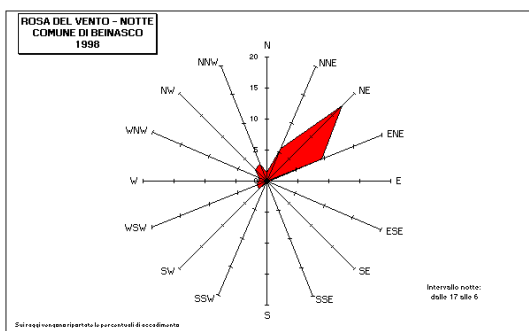
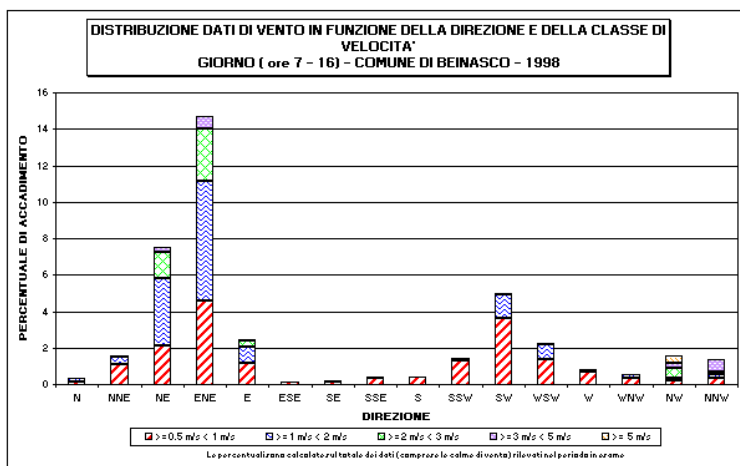
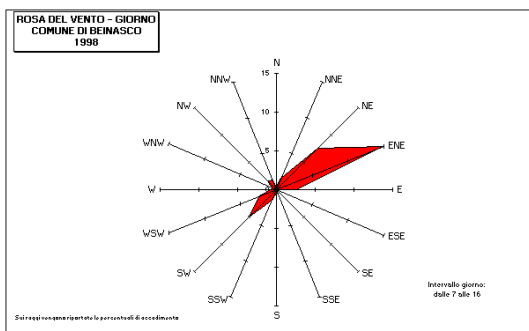


FIGURA 24: Elaborazioni annuali dei dati anemologici rilevati nella stazione di Beinasco nel 1998.

COMUNE DI ORBASSANO – PARAMETRO: VELOCITA' VENTO – 1998

Numero dati validi	Dati di calma % Velocità < 0.5 m/s	Valore max orario datato	Media annuale	Deviazione standard
84,0 %	32,0 %	7,4 m/s 20 gen 98 ore 19:00	1,2 m/s	0,8 m/s

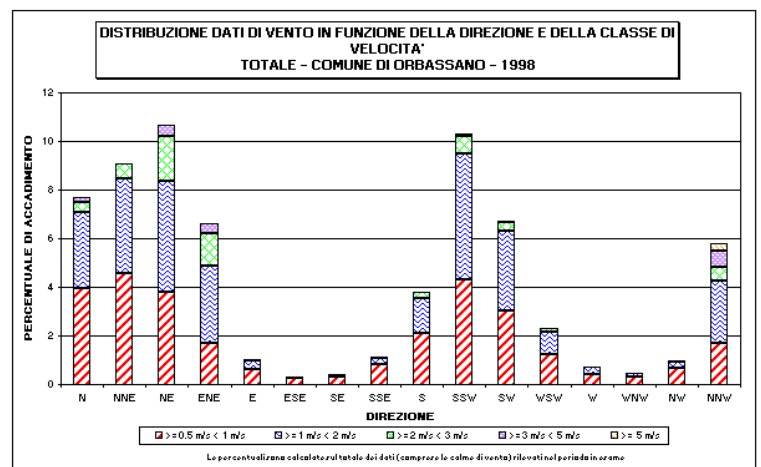
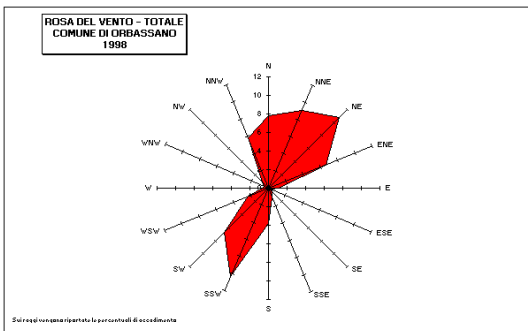
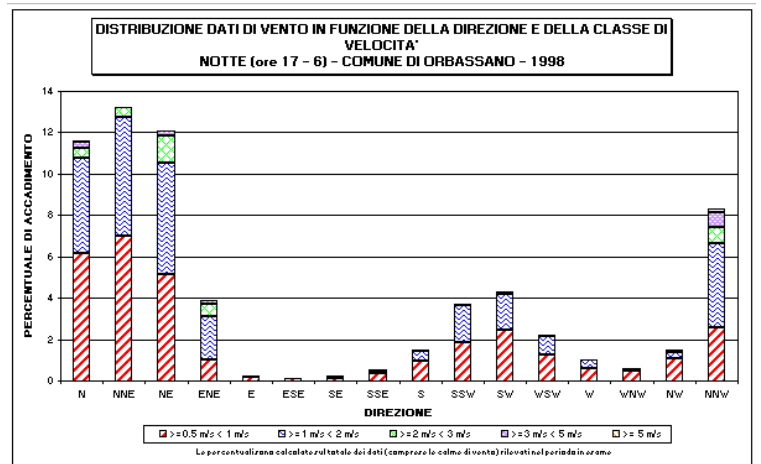
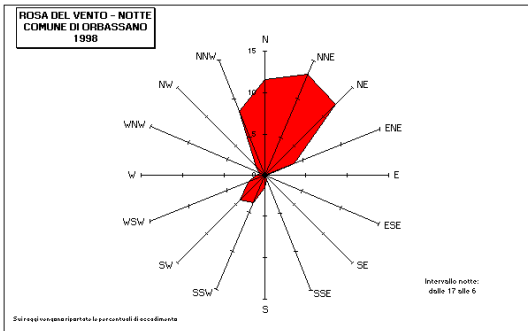
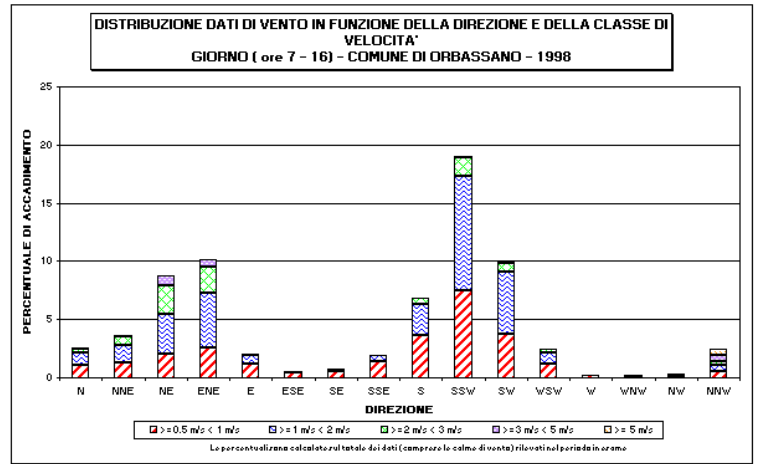
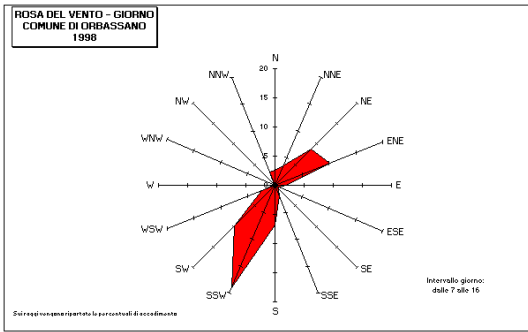


FIGURA 25: Elaborazioni annuali dei dati anemologici rilevati nella stazione di Orbassano nel 1998.

COMUNE DI GRUGLIASCO – PARAMETRO: VELOCITA' VENTO – 1998

Numero dati validi	Dati di calma % Velocità < 0.5 m/s	Valore max orario datato	Media annuale	Deviazione standard
40,6 %	58,5 %	5,1 m/s 8 mar 98 ore 8:00	1,1 m/s	0,8 m/s

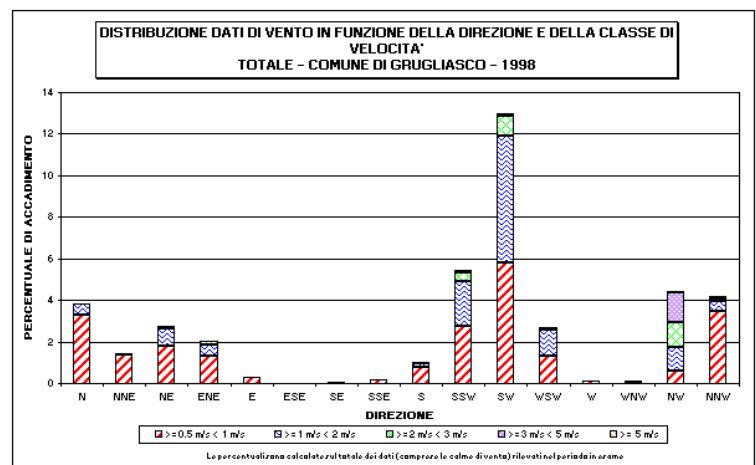
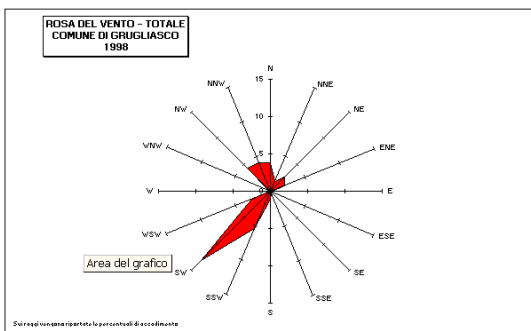
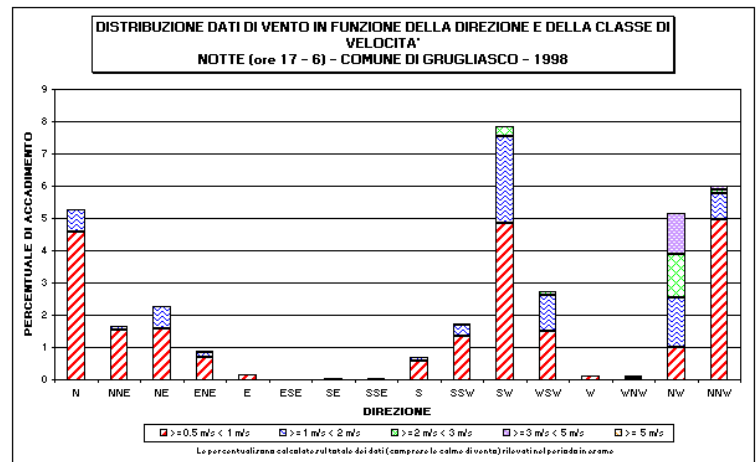
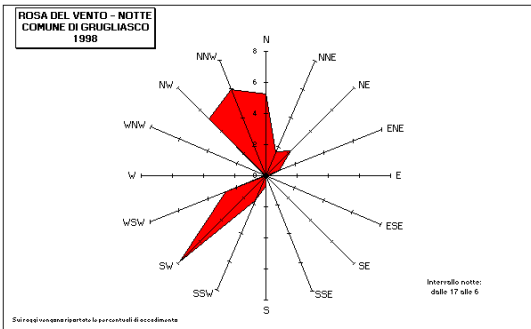
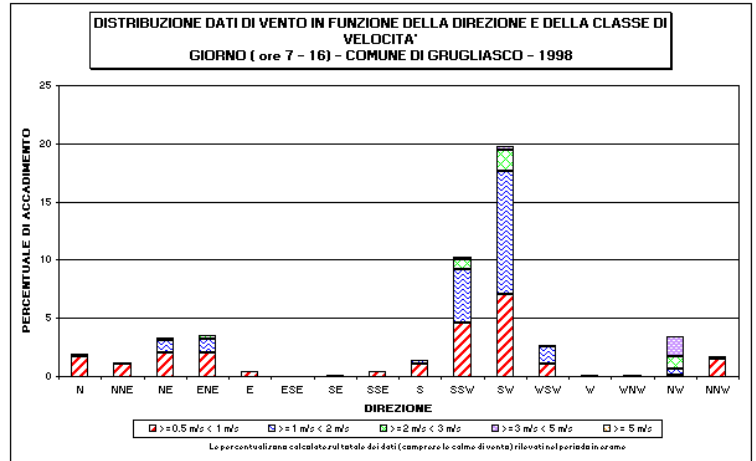
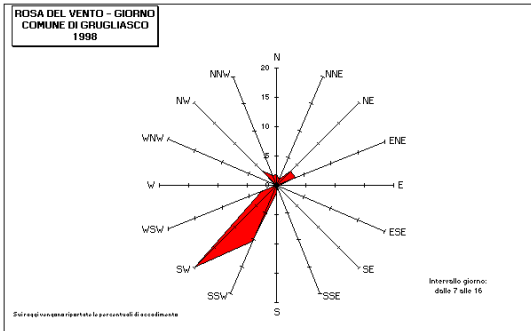


FIGURA 26: Elaborazioni annuali dei dati anemologici rilevati nella stazione di Grugliasco nel 1998.

COMUNE DI SETTIMO TORINESE – PARAMETRO: VELOCITA' VENTO – 1998

Numero dati validi	Dati di calma % Velocità < 0.5 m/s	Valore max orario datato	Media annuale	Deviazione standard
48,0 %	55,3 %	6,7 m/s 13 set 98 ore 13:00, 14:00	1,1 m/s	0,8 m/s

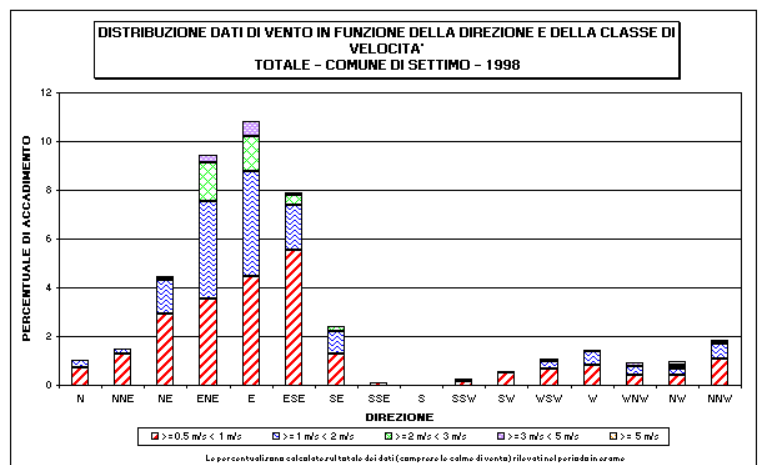
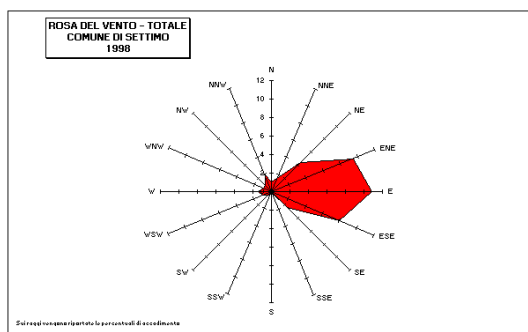
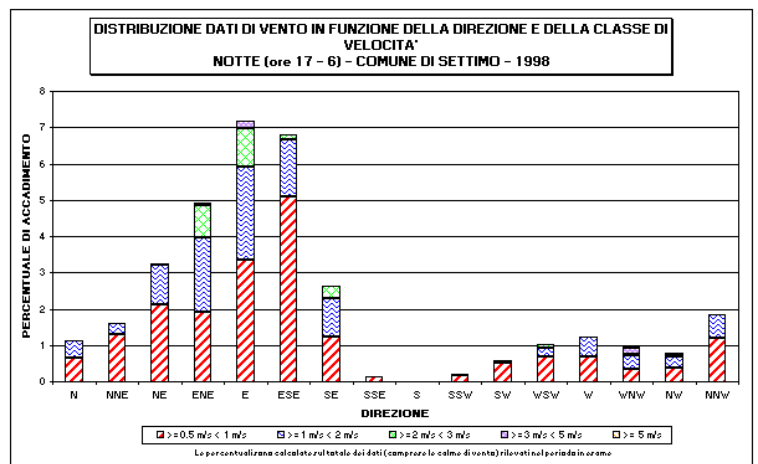
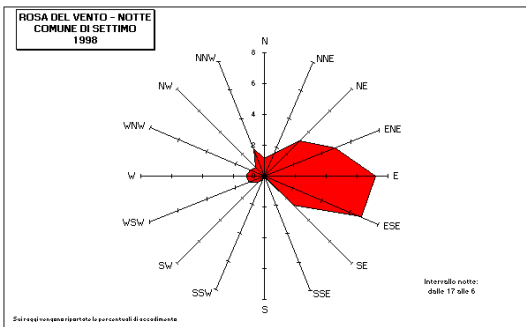
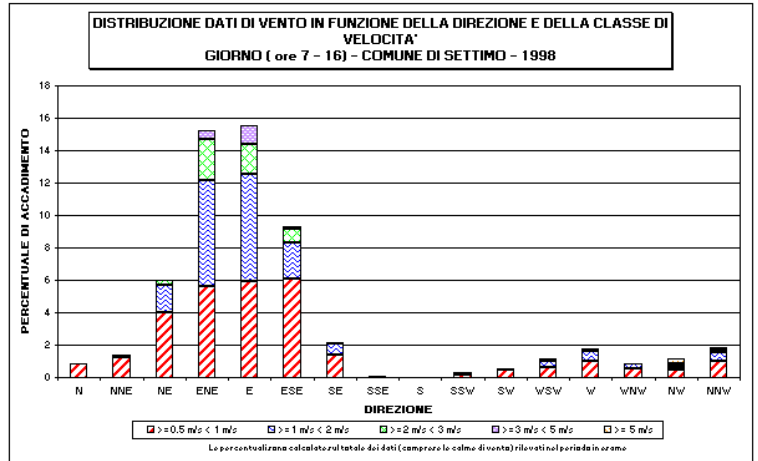
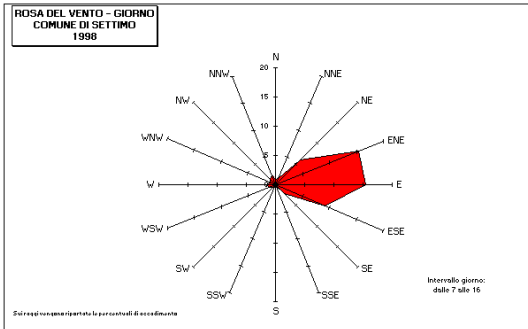


FIGURA 27: Elaborazioni annuali dei dati anemologici rilevati nella stazione di Settimo T.se nel 1998.

COMUNE DI CHIERI – PARAMETRO: VELOCITA' VENTO – 1998

Numero dati validi	Dati di calma % Velocità < 0.5 m/s	Valore max orario datato	Media annuale	Deviazione standard
86,1 %	47,4 %	6,4 m/s 8 mar 98 ore 7:00	1,1 m/s	0,6 m/s

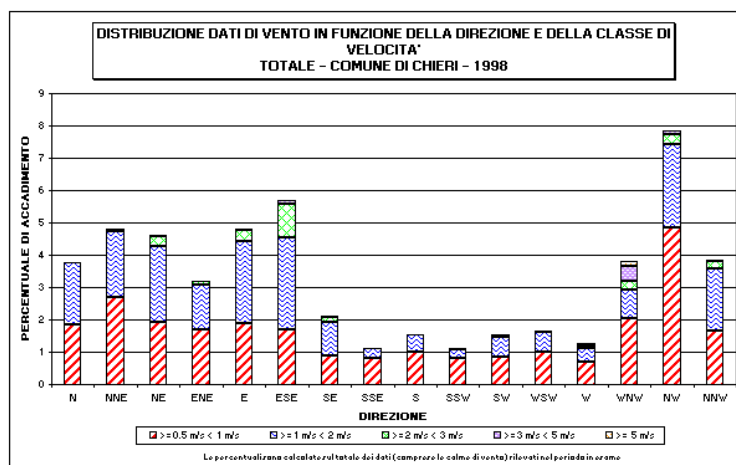
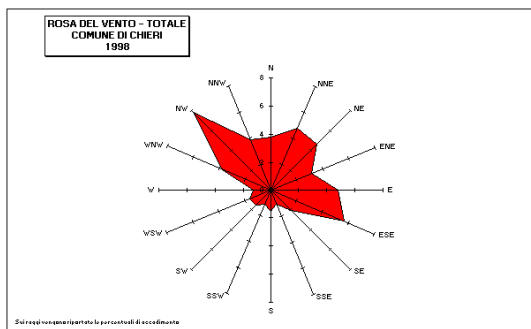
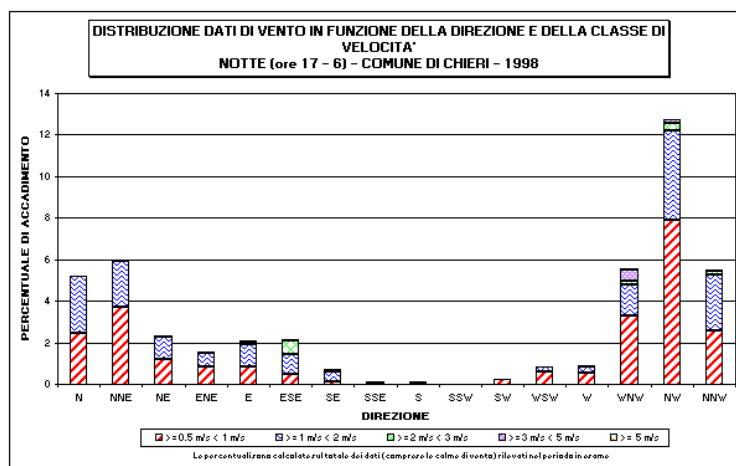
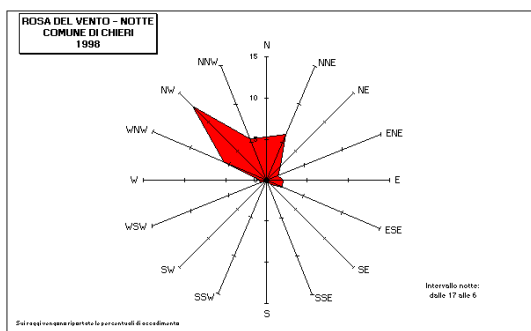
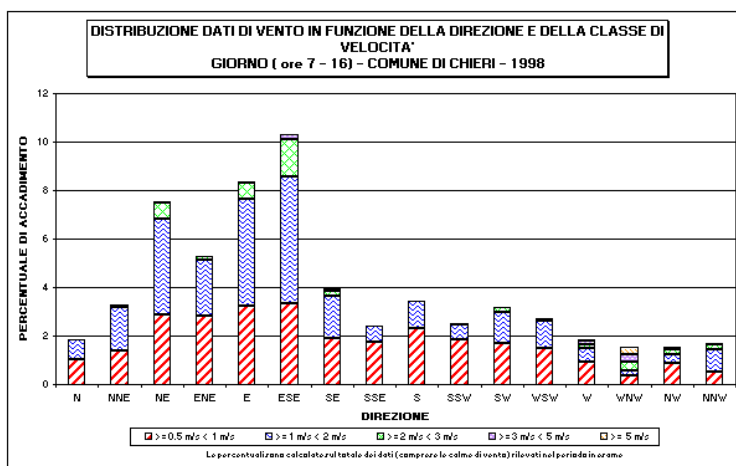
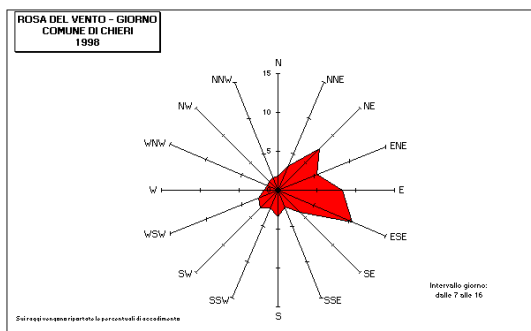


FIGURA 28: Elaborazioni annuali dei dati anemologici rilevati nella stazione di Chieri nel 1998.

COMUNE DI TORINO - STAZIONE ALENIA – PARAMETRO: VELOCITA' VENTO – 1998

Numero dati validi	Dati di calma % Velocità < 0.5 m/s	Valore max orario datato	Media annuale	Deviazione standard
68,8 %	2,9 %	13,99 m/s	2 m/s	1,4 m/s

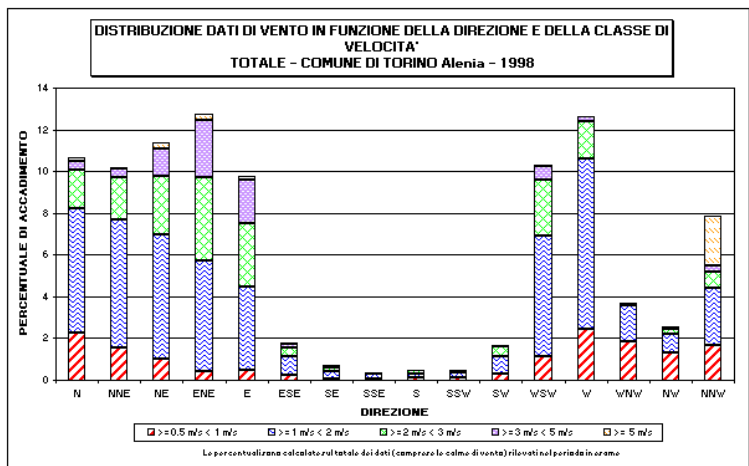
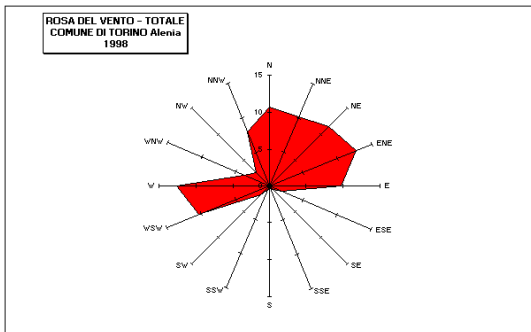
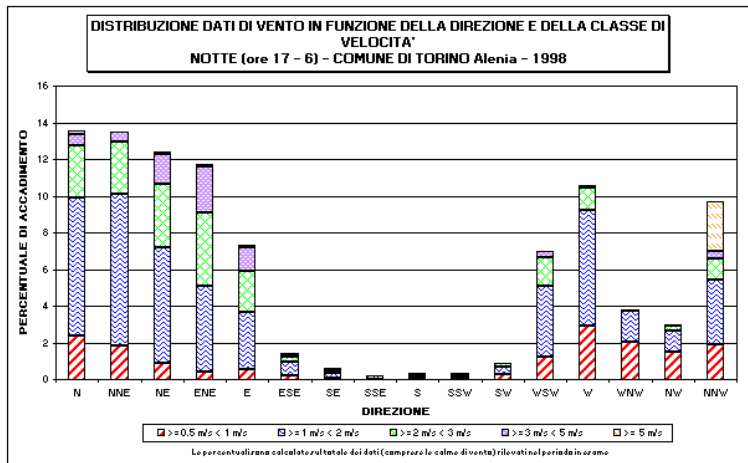
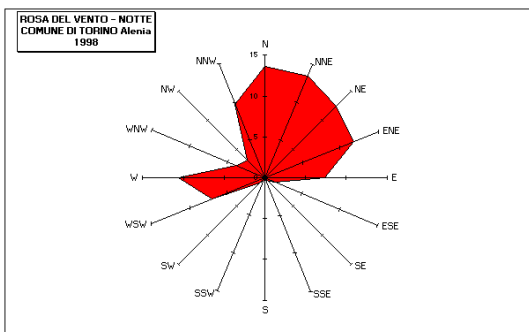
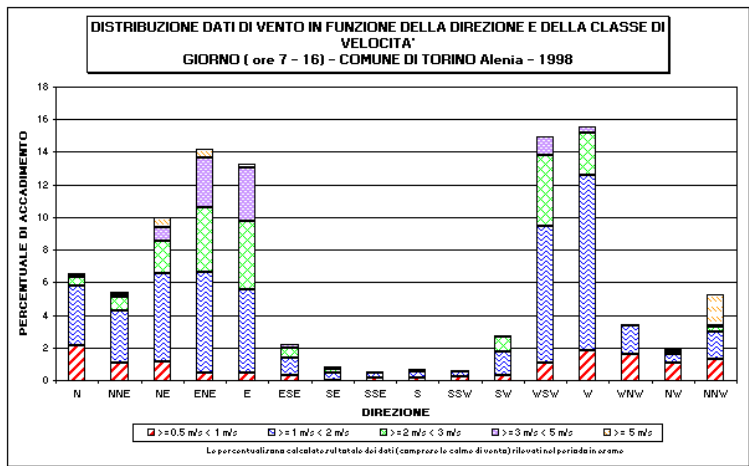
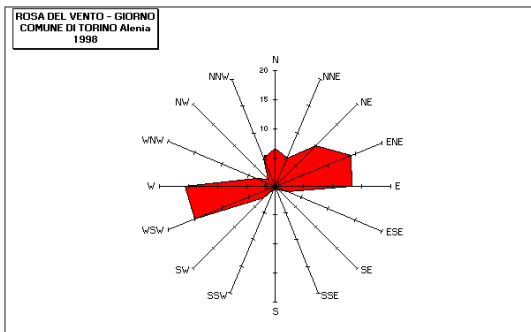


FIGURA 29 Elaborazioni annuali dei dati anemologici rilevati nella stazione "Alenia" (TO) nel 1998.

COMUNE DI TORINO STAZIONE CNR – PARAMETRO: VELOCITA' VENTO – 1998

Numero dati validi	Dati di calma % Velocità < 0.5 m/s	Valore max orario datato	Media annuale	Deviazione standard
91,5 %	24,3 %	7 m/s	1,4 m/s	0,8 m/s

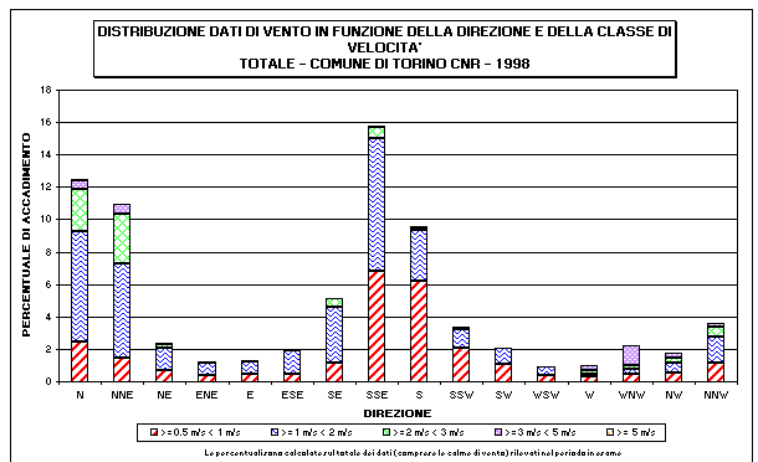
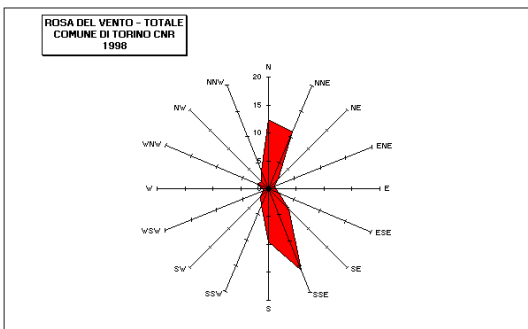
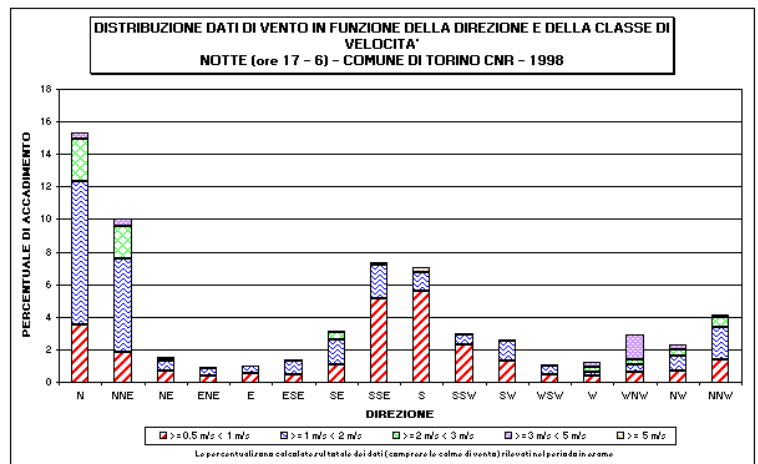
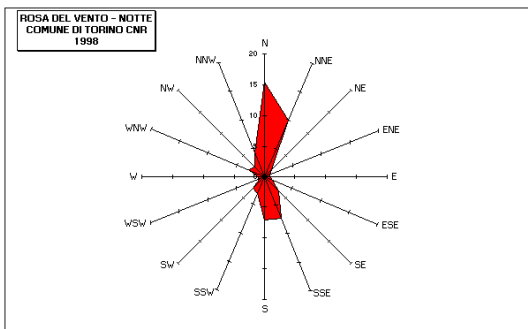
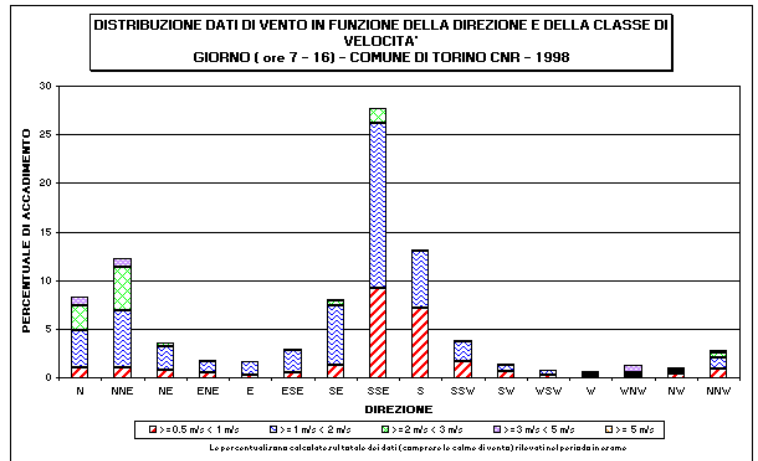
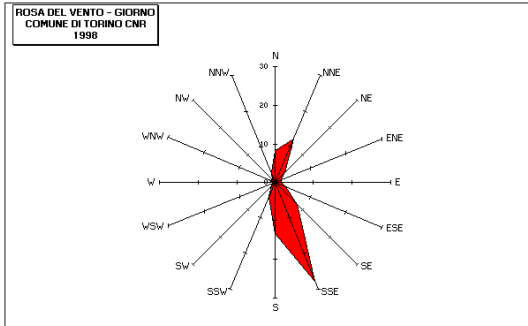


FIGURA 30: Elaborazioni annuali dei dati anemologici rilevati nella stazione "CNR" (TO) nel 1998.

COMUNE DI TORINO - STAZIONE CONSOLATA- PARAMETRO: VELOCITA' VENTO - 1998

Numero dati validi	Dati di calma % Misure < 0.5 m/s	Valore max orario datato	Media annuale	Deviazione standard
92,8 %	5,3 %	7,43 m/s	1,5 m/s	0,8 m/s

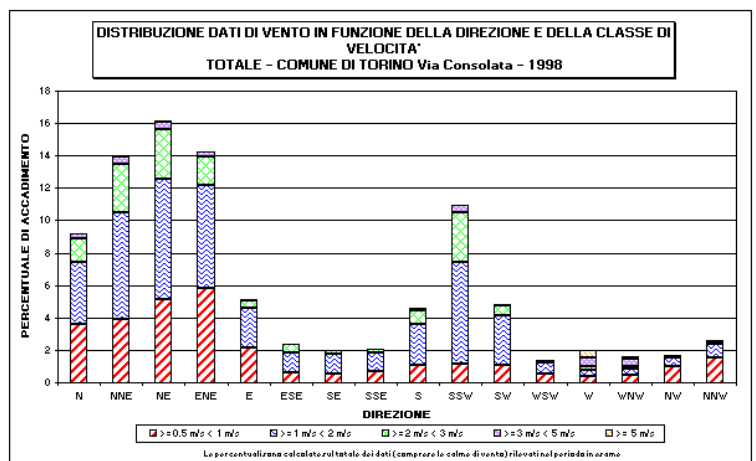
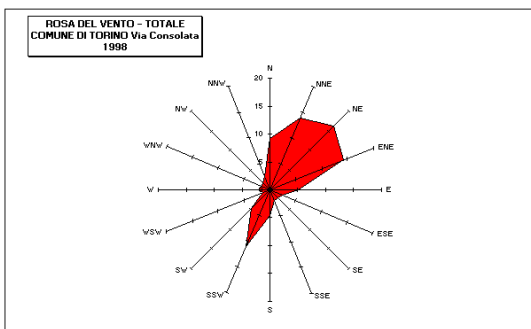
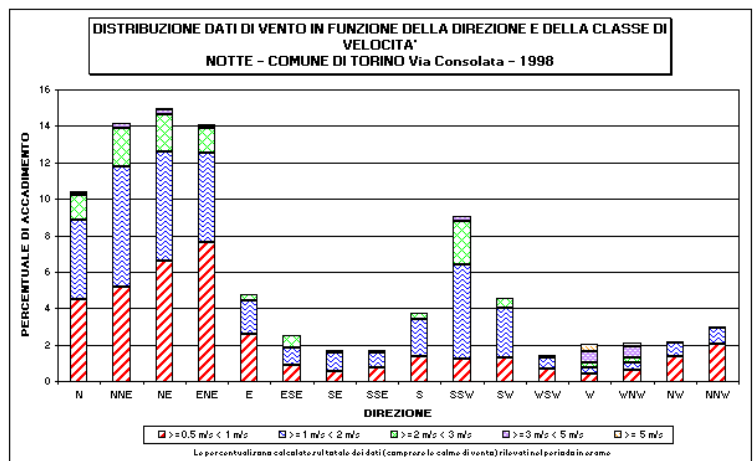
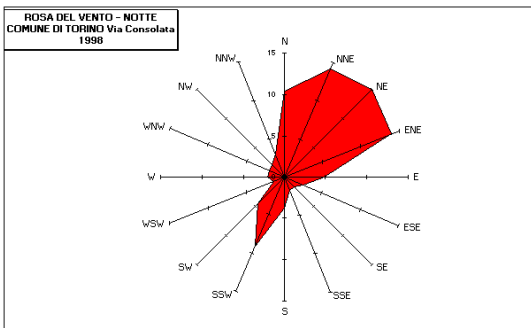
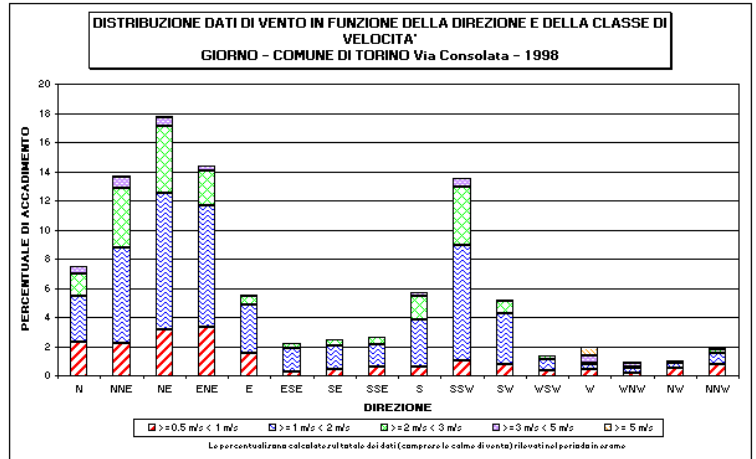
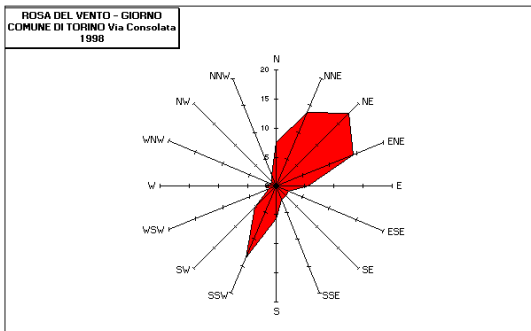


FIGURA 31: Elaborazioni dei dati anemologici rilevati nella stazione "Consolata" (TO) nel 1998.

COMUNE DI TORINO - STAZIONE CSELT – PARAMETRO: VELOCITA' VENTO – 1998

Numero dati validi	Dati di calma % Velocità < 0.5 m/s	Valore max orario	Media annuale	Deviazione standard
92,8 %	2,2 %	7,43 m/s	1,5 m/s	0,8 m/s

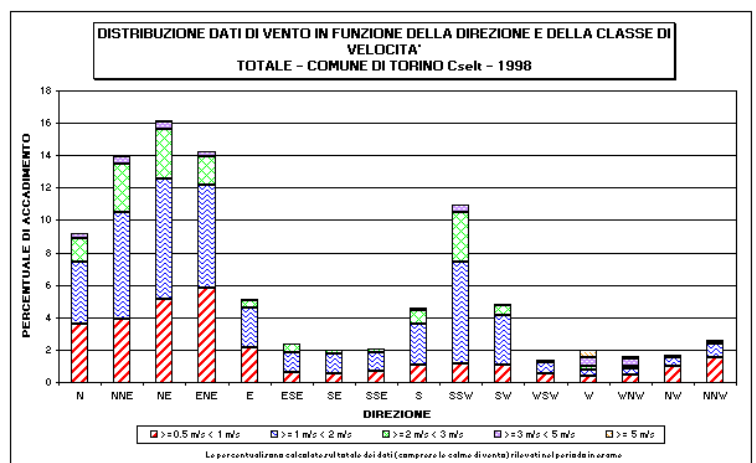
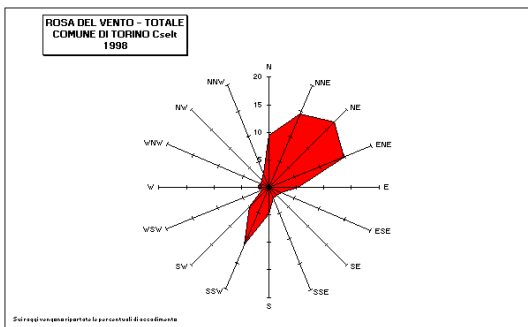
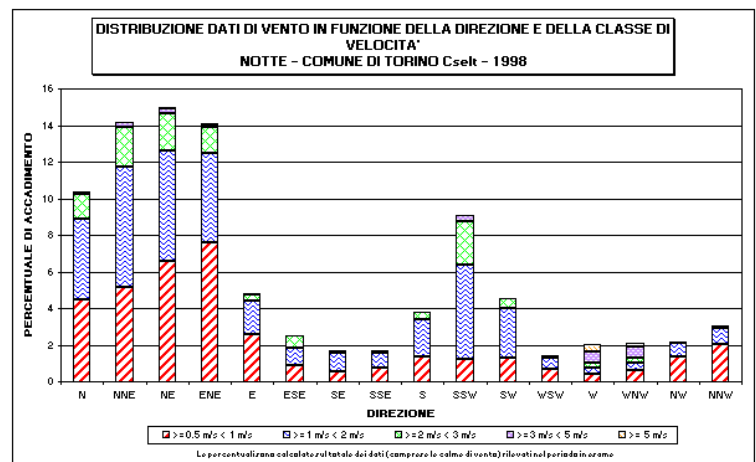
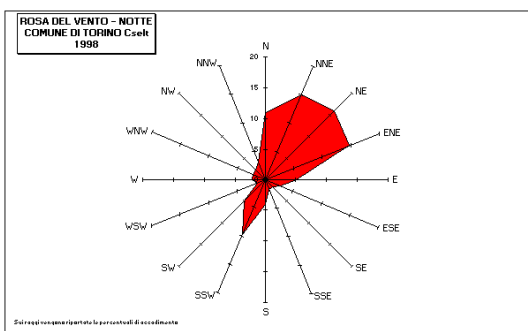
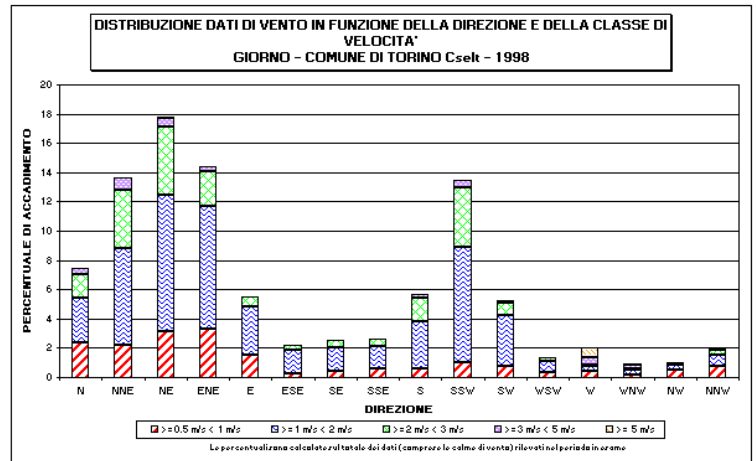
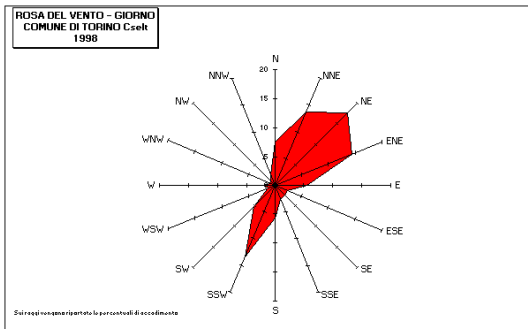


FIGURA 32: Elaborazioni annuali dei dati anemologici rilevati nella stazione di CSELT (TO) nel 1998.

RADIAZIONE SOLARE NETTA E TOTALE

La radiazione solare totale è la radiazione termica e luminosa proveniente dal sole. La sua intensità dipende dalla nuvolosità, dalla posizione del sole sull'orizzonte al punto d'osservazione e dalla stagione. La radiazione solare netta, invece, è data dalla differenza tra la radiazione solare totale e la radiazione riflessa dal terreno. Lo strumento utilizzato per la misura della radiazione solare totale prende il nome di solarimetro. Esso deve essere installato su un supporto rigido, in grado di resistere anche a venti di elevata intensità, ad un'altezza dal suolo compresa tra 1,5 e 2 metri; può anche essere fissato alla sommità della centralina. Nella collocazione del solarimetro è necessario evitare la presenza di ostacoli che possano agire da schermo nei confronti della radiazione solare, in modo che nessuna ombra venga proiettata sullo strumento durante la misura (ovvero durante tutto l'arco della giornata). Non devono essere inoltre presenti oggetti riflettenti ed illuminazione artificiale.

Lo strumento per la misura della radiazione solare netta prende invece il nome di radiometro netto. Esso, effettuando la misura differenziale tra la radiazione solare e la radiazione infrarossa emessa dal terreno, deve essere installato considerando tutti gli accorgimenti già citati per il solarimetro ed inoltre facendo attenzione che non vi siano ostacoli sul terreno sottostante lo strumento. Lo sbraccio laterale dovrà pertanto avere una lunghezza pari a circa un metro rispetto al supporto principale verticale e permettere con precisione il suo livellamento orizzontale. Inoltre deve essere evitata qualsiasi influenza del supporto e/o del basamento (che dovrebbe essere preferibilmente ricoperto di manto erboso).

I dati rilevati dalla rete di monitoraggio provinciale sono archiviati come valori medi orari e su di essi viene operata giornalmente l'operazione di validazione, valutando la regolarità dell'andamento giornaliero dei valori medi registrati.

Per quanto riguarda le misure di radiazione solare totale, il valore del massimo si deve collocare, in giornate serene, intorno alle ore 13:00, mentre di notte i valori devono scendere a zero; la presenza di riduzioni sistematiche del valore misurato alla stessa ora del giorno può essere sintomo di ostacoli che proiettano la loro ombra sul sensore, quindi di un non corretto posizionamento dello stesso. Vengono inoltre confrontati i valori rilevati con stazioni vicine e/o con i valori medi ed estremi stagionali. Di giorno, inoltre, i valori rilevati devono essere sempre superiori a quelli corrispondenti del radiometro netto (che presenta mediamente valori pari a 2/3 del solarimetro) e presentare lo stesso andamento.

Anche per quanto riguarda le misure di radiazione solare netta il valore del massimo dovrebbe collocarsi, in giornate serene, intorno alle ore 13:00. I valori registrati dal radiometro netto passano per lo zero e cambiano di segno mediamente un'ora prima del tramonto ed un'ora dopo l'alba; di notte i valori sono negativi e si mantengono mediamente costanti con copertura del cielo costante. Anche in questo caso bisogna verificare che non vi siano riduzioni sistematiche dei valori rilevati alla stessa ora del giorno (sintomo di ombra sul sensore).

Nelle elaborazioni presentate, sia per la radiazione solare totale che per la netta, sono stati riportati, per ogni stazione, una tabella, due grafici e quattro istogrammi.

La tabella riassume, per ogni mese dell'anno:

- il numero dei dati validi, in termini percentuali;
- i valori minimo e massimo registrati tra i valori medi orari, espressi in W/m^2 (o in kJ/m^2 per le stazioni nella città di Torino);
- i valori minimo e massimo della media giornaliera (media matematica dei valori medi orari rilevati ogni giorno, per ogni mese), espressi in W/m^2 o in kJ/m^2 ;
- il valore massimo del giorno medio mensile, espresso in W/m^2 o in kJ/m^2 .

Nei grafici e negli istogrammi viene visualizzato, invece, l'andamento del giorno medio ed il valore medio mensile per i diversi mesi dell'anno. La suddivisione temporale delle rappresentazioni è stata operata semplicemente al fine di agevolare la lettura dei grafici stessi.

COMUNE DI VINOVO – PARAMETRO: RADIAZIONE SOLARE TOTALE – 1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (W/m ²)	Valore massimo orario (W/m ²)	Valore minimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo del giorno medio (W/m ²)
Gennaio 98	88	4	489	17	118	274
Febbraio 98	96	0	602	24	168	438
Marzo 98	81	0	779	66	243	616
Aprile 98	73	0	964	32	302	567
Maggio 98	96	0	994	49	365	740
Giugno 98	95	0	987	171	361	827
Luglio 98	94	0	1007	134	359	836
Agosto 98	89	0	927	42	315	757
Settembre 98	84	0	847	18	273	562
Ottobre 98	100	1	746	42	185	460
Novembre 98	100	3	530	24	137	348
Dicembre 98	96	6	449	15	92	213

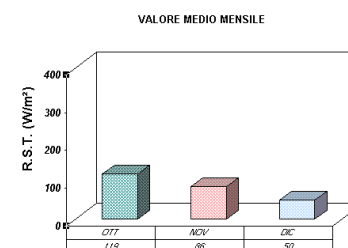
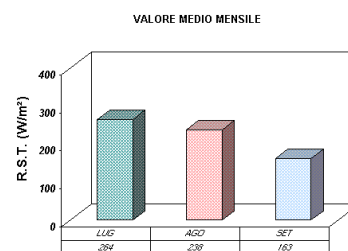
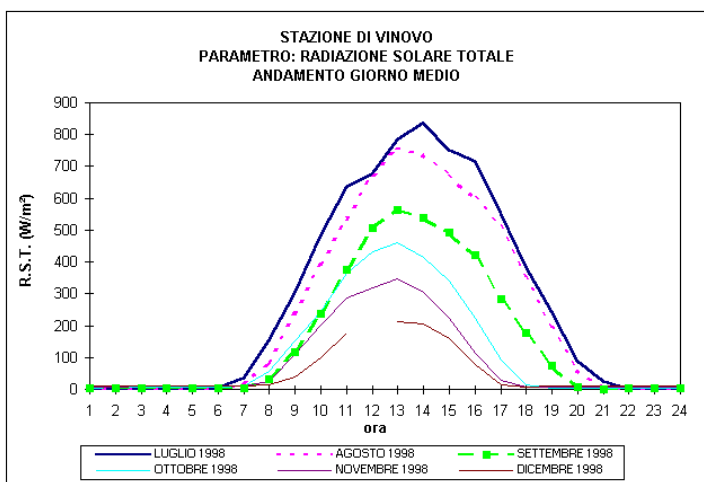
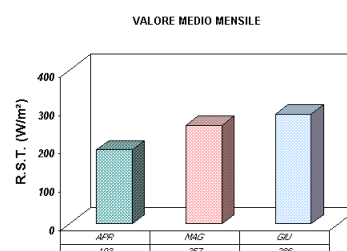
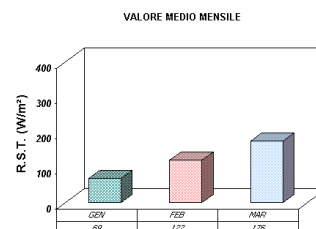
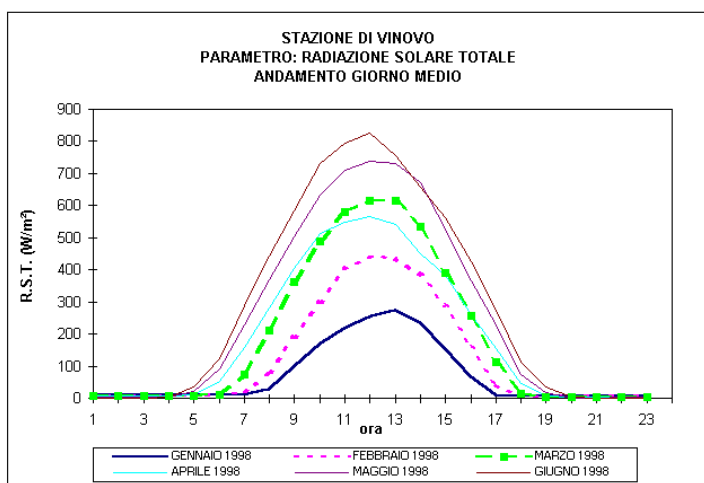


FIGURA 33: Elaborazioni annuali dei dati di radiazione solare totale rilevati nella stazione di Vinovo

COMUNE DI VINOVO – PARAMETRO: RADIAZIONE SOLARE NETTA – 1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (W/m ²)	Valore massimo orario (W/m ²)	Valore minimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo del giorno medio (W/m ²)
Gennaio 98	96	-62	158	-29	-4	79
Febbraio 98	100	-55	206	-14	26	141
Marzo 98	98	-68	261	-5	45	212
Aprile 98	79	-57	408	-10	96	231
Maggio 98	100	-51	504	3	132	332
Giugno 98	100	-71	515	52	132	378
Luglio 98	95	-66	454	46	119	352
Agosto 98	89	-55	414	-1	115	316
Settembre 98	100	-69	345	-11	75	216
Ottobre 98	100	-67	287	-16	41	152
Novembre 98	100	-80	140	-36	5	79
Dicembre 98	98	-79	82	-20	-9	32

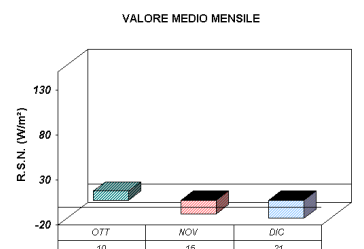
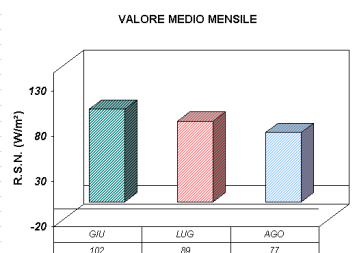
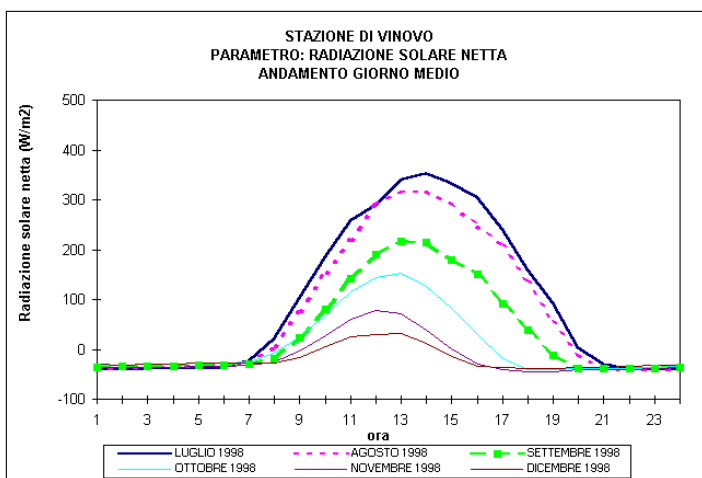
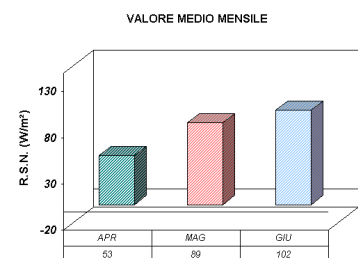
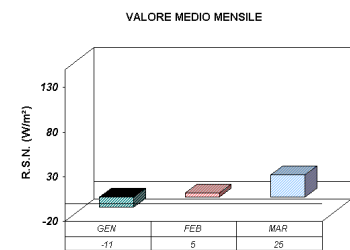
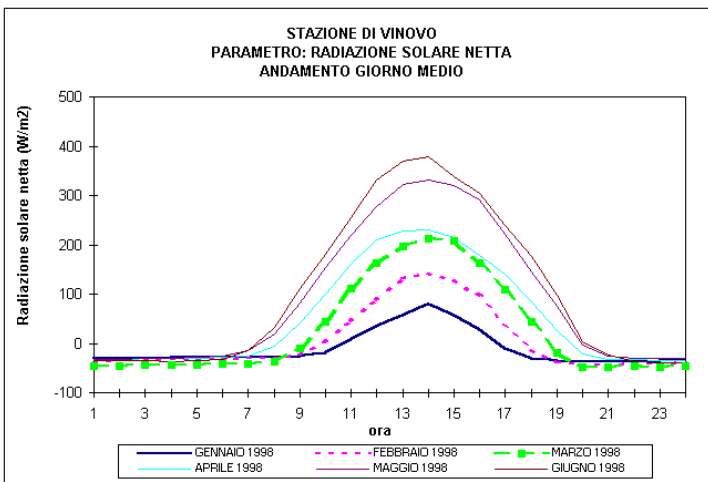


FIGURA 34: Elaborazioni annuali dei dati di radiazione solare netta rilevati nella stazione di Vinovo.

COMUNE DI TORINO - STAZIONE CNR – PARAMETRO: RADIAZIONE SOLARE NETTA –
1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (KJ/m ²)	Valore massimo orario (KJ/m ²)	Valore minimo della media giornaliera (KJ/m ²)	Valore massimo della media giornaliera (KJ/m ²)	Valore massimo del giorno medio (KJ/m ²)
Gennaio 98	99	-199	1129	-16	127	589
Febbraio 98	96	-159	1408	-7	225	987
Marzo 98	98	-230	1637	49	395	1312
Aprile 98	86	-203	2400	14	534	1180
Maggio 98	43	-139	2068	226	565	1587
Giugno 98	0					
Luglio 98	50	-181	1967	0	573	1469
Agosto 98	96	-190	1996	39	608	1506
Settembre 98	98	-244	1930	-4	473	1226
Ottobre 98	98	-227	1586	2	337	1018
Novembre 98	99	-230	1121	-18	133	676
Dicembre 98	90	-222	1120	-9	55	477

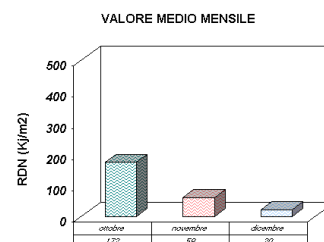
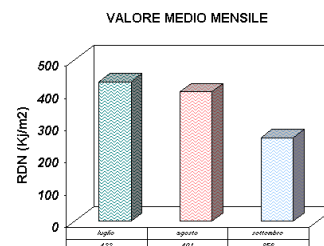
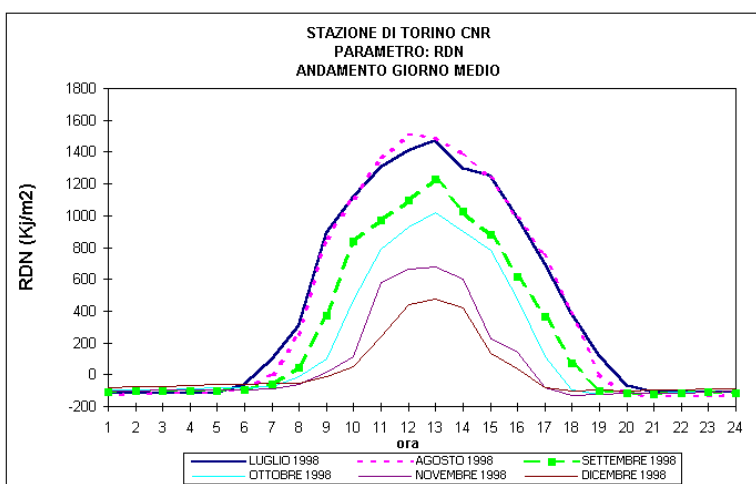
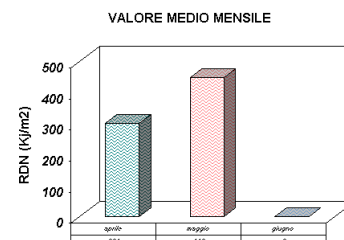
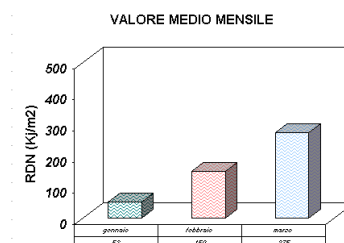
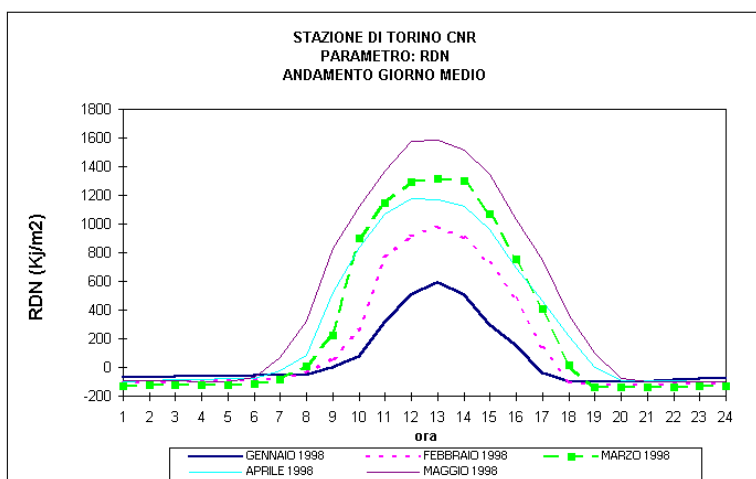


FIGURA 35: Elaborazioni annuali dei dati di radiazione solare netta rilevati nella stazione di CNR (TO)

COMUNE DI ALPIGNANO – PARAMETRO: RADIAZIONE SOLARE NETTA – 1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (W/m ²)	Valore massimo orario (W/m ²)	Valore minimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo del giorno medio (W/m ²)
Gennaio 98	74	-85	280	-40	28	155
Febbraio 98	100	-95	365	-38	35	217
Marzo 98	98	-102	529	-16	100	366
Aprile 98	99	-101	688	-18	155	340
Maggio 98	92	-73	687	63	159	431
Giugno 98	85	-75	636	88	131	436
Luglio 98	100	-49	504	43	120	370
Agosto 98	100	-46	465	8	102	350
Settembre 98	95	-41	614	8	157	287
Ottobre 98	100	-72	399	4	98	261
Novembre 98	100	-74	282	-19	25	183
Dicembre 98	97	-76	205	-45	10	112

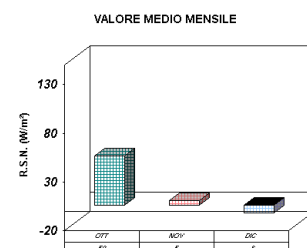
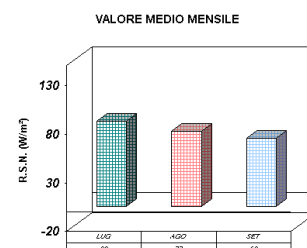
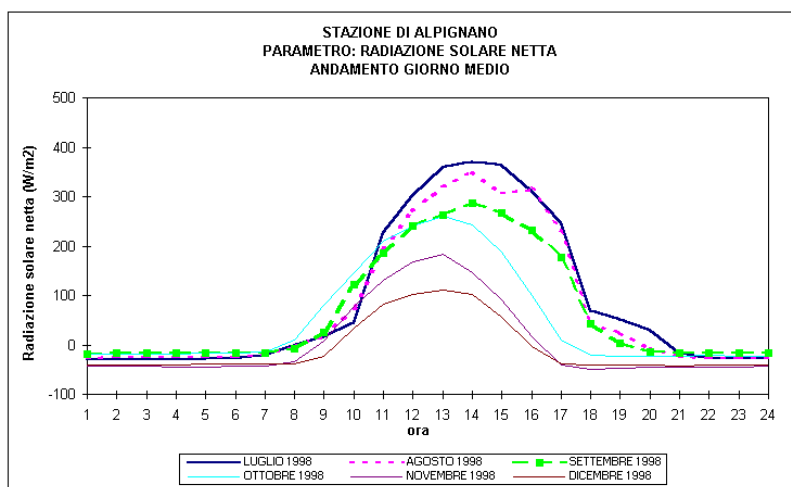
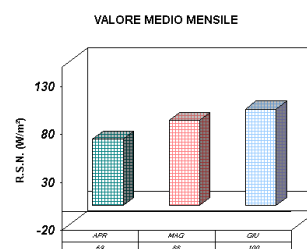
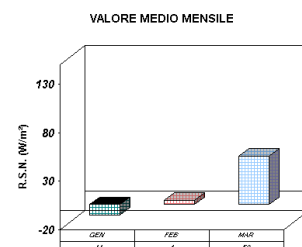
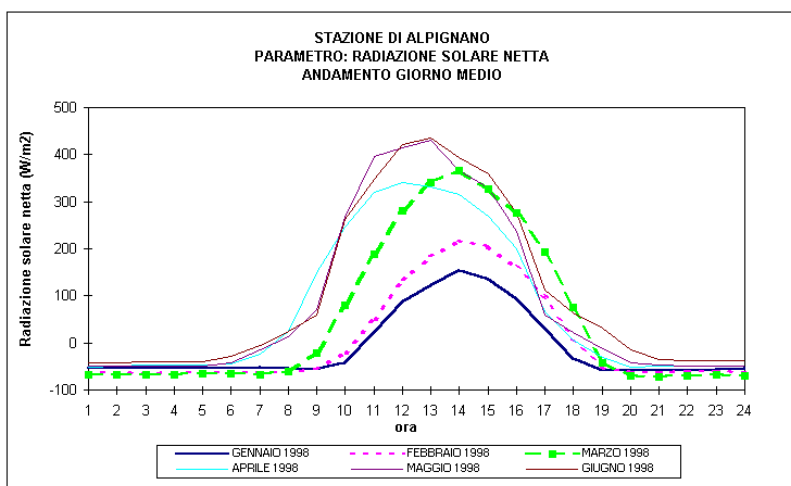


FIGURA 36: Elaborazioni annuali dei dati di radiazione solare netta rilevati nella stazione di Alpignano

COMUNE DI ORBASSANO – PARAMETRO: RADIAZIONE SOLARE NETTA – 1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (W/m ²)	Valore massimo orario (W/m ²)	Valore minimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo del giorno medio (W/m ²)
Gennaio 98	30	-71	304	-5	5	182
Febbraio 98	100	-57	355	-16	50	252
Marzo 98	98	-72	418	1	78	333
Aprile 98	100	-66	439	-12	90	216
Maggio 98	100	-53	526	-1	118	318
Giugno 98	85	-64	490	42	140	377
Luglio 98	99	-57	525	51	145	385
Agosto 98	92	-51	563	34	119	391
Settembre 98	100	-60	433	0	96	264
Ottobre 98	100	-69	458	1	95	243
Novembre 98	100	-68	229	-10	22	140
Dicembre 98	96	-67	177	-15	12	88

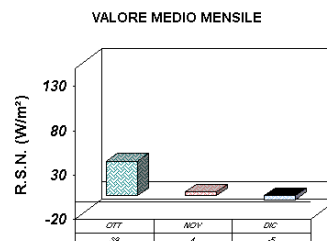
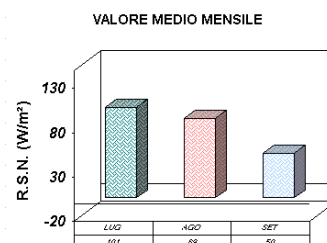
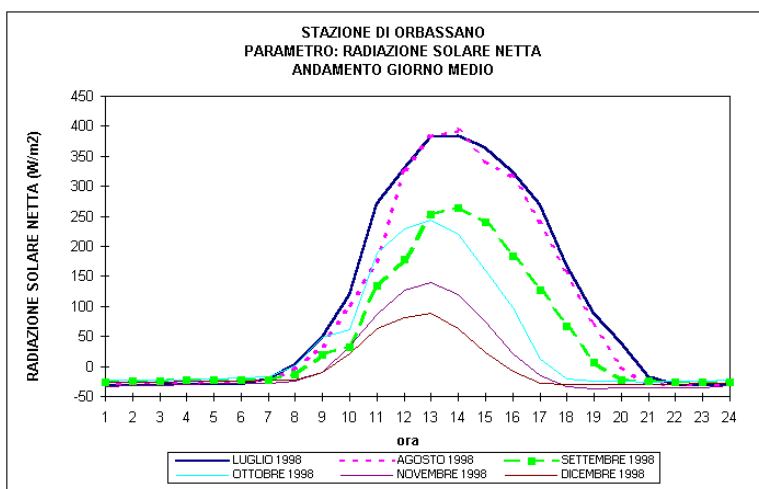
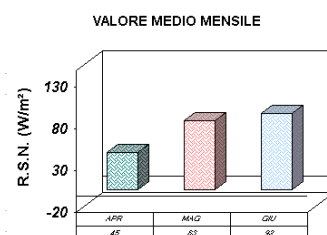
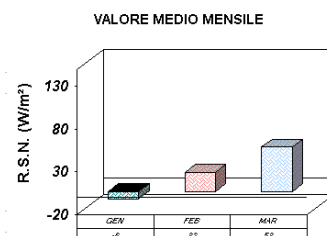
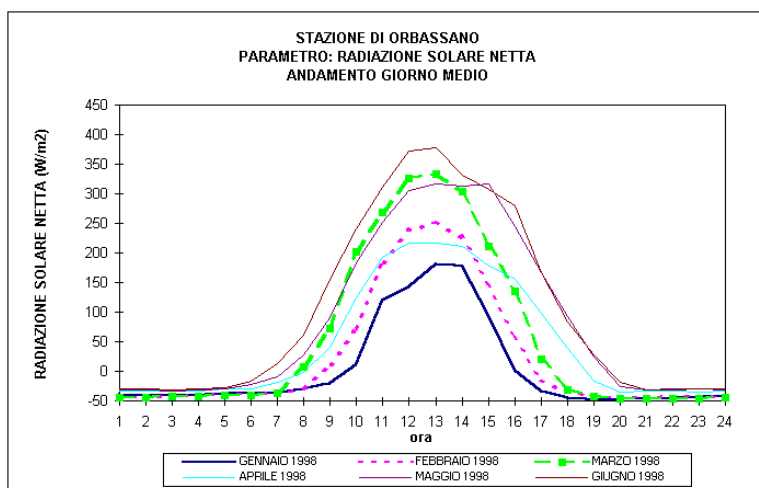


FIGURA 37: Elaborazioni annuali dei dati di radiazione netta rilevati nella stazione di Orbassano

COMUNE DELLA MANDRIA – PARAMETRO: RADIAZIONE SOLARE TOTALE – 1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (W/m ²)	Valore massimo orario (W/m ²)	Valore minimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo della media giornaliera (W/m ²)	Valore massimo del giorno medio (W/m ²)
Gennaio 98	65	0	474	27	110	330
Febbraio 98	100	0	695	10	170	502
Marzo 98	90	0	816	49	230	678
Aprile 98	50	6	1002	32	309	514
Maggio 98	24	7	1010	7	318	701
Giugno 98	93	2	1089	116	392	795
Luglio 98	58	1	1029	292	296	780
Agosto 98	0					
Settembre 98	0					
Ottobre 98	29	0	603	37	152	461
Novembre 98	82	0	522	18	120	390
Dicembre 98	94	0	433	7	85	255

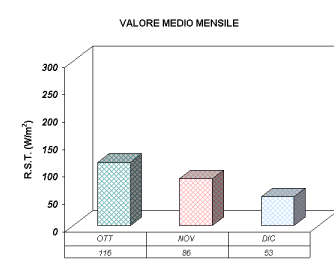
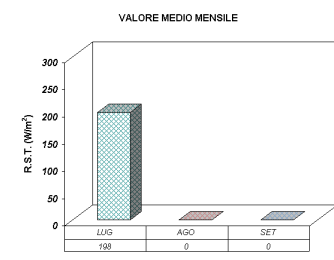
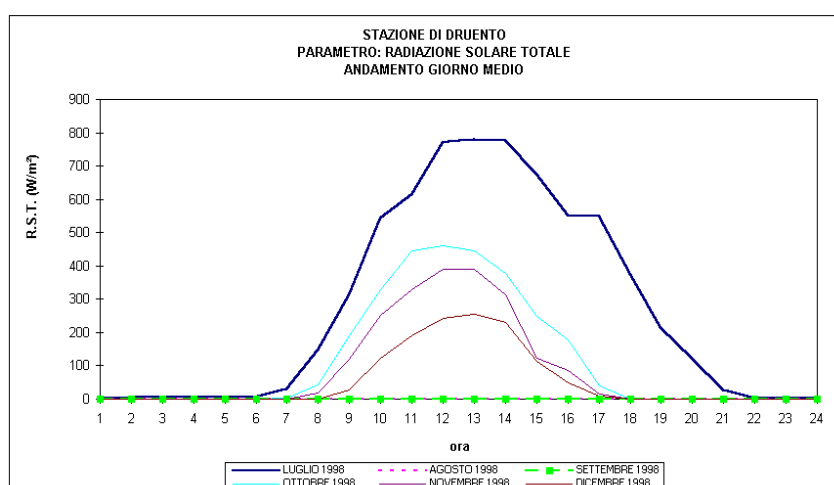
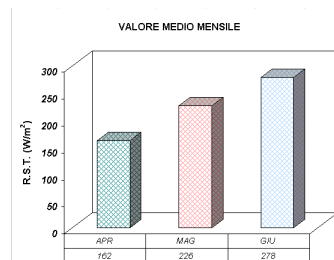
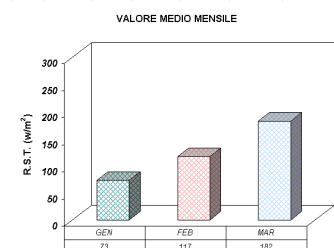
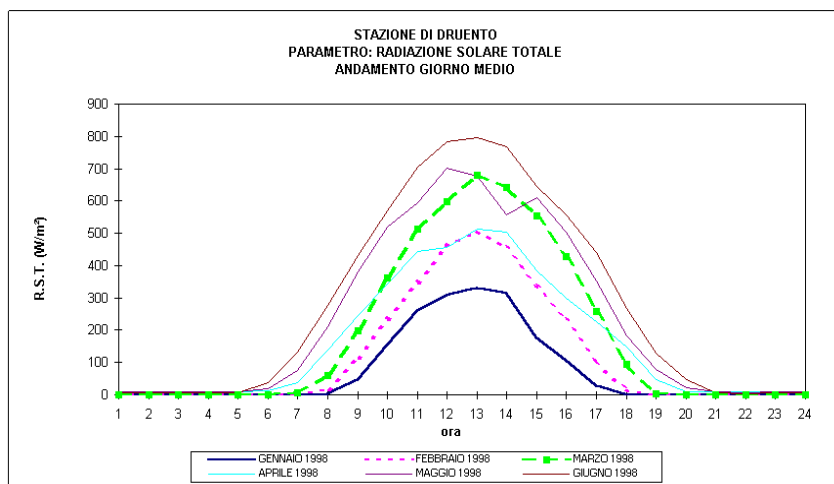


FIGURA 38: Elaborazioni annuali dei dati di radiazione solare totale rilevati nella stazione della Mandria

PRESSIONE ATMOSFERICA, TEMPERATURA E UMIDITÀ RELATIVA

Lo strumento per la misura della *pressione* è il barometro. Il sensore può essere posizionato all'interno della centralina, purchè collegato, tramite apposito condotto, ad una presa d'aria esterna, o comunque in luoghi nei quali non sia soggetto a sbalzi di temperatura, a vibrazioni, a radiazione solare diretta o correnti d'aria.

Nel caso in cui sia posto all'interno deve essere collegato, tramite un apposito condotto, ad una presa d'aria esterna.

L'unità di misura utilizzata per la pressione atmosferica è l'ettopascal (hPa).

La validazione dei dati rilevati avviene giornalmente. Tale verifica viene operata controllando che non si siano verificate brusche variazioni nella registrazione della misura, se non in occasione di perturbazioni di una certa intensità.

Lo strumento con il quale viene misurata la *temperatura* è il termometro. Esso viene generalmente installato ad un'altezza dal suolo compresa tra 1,5 e 2 metri. Il sensore deve essere corredato di un dispositivo per la ventilazione forzata, che non alteri la misura e che sia in grado di mantenere il valore della velocità dell'aria attorno all'elemento sensibile costante e compresa tra i 2,5 ed i 10 m/s. La temperatura viene misurata in gradi centigradi (°C).

I dati rilevati vengono validati giornalmente. Il controllo sui dati di temperatura viene fatto osservando gli orari dei massimi (generalmente verso le 13:00 - 14:00) e dei minimi (generalmente dalle 5:00 alle 7:00), in relazione all'insolazione, al confronto con stazioni vicine e/o con i valori medi ed estremi stagionali.

Lo strumento con il quale viene misurata l'*umidità relativa* è l'igrometro. Esso deve essere posto all'interno della centralina e la sua unità di misura è percentuale.

I dati rilevati vengono validati giornalmente, valutando la regolarità dell'andamento giornaliero, gli orari dei massimi (normalmente dalle 23:00 alle 6:00) e dei minimi (normalmente dalle 13:00 alle 14:00) in relazione alla temperatura ed alla precipitazione, confrontando ove possibile con rilevamenti di stazioni vicine e/o con i valori medi ed estremi stagionali. Il valore massimo notturno supera generalmente il 90% e, non di rado raggiunge valori prossimi al 100%.

DESCRIZIONE DELLE ELABORAZIONI

Nelle pagine seguenti sono state riassunte le elaborazioni effettuate sui dati rilevati nel corso del 1998, rispettivamente nelle stazioni della Mandria e della Consolata, per quanto riguarda pressione atmosferica e temperatura e della sola stazione della "Consolata" per l'umidità relativa.

Per ogni grandezza meteorologica e per ogni stazione sono presenti una tabella e più elaborazioni grafiche.

Nella tabella sono riportati, per ogni mese dell'anno, i seguenti dati:

- il numero dei dati validi, espresso in percentuale;
- il valore minimo e massimo tra i dati medi orari rilevati e validati, espresso per la pressione in hPa, per la temperatura in °C e per l'umidità relativa in percentuale;
- il valore minimo e massimo della media giornaliera, espresso nelle precedenti unità di misura per le diverse grandezze. Tale valore è stato calcolato a partire dalle medie giornaliere dei valori medi orari rilevati nel corso di ogni singolo mese.
- Il valore massimo del giorno medio, nelle diverse unità di misura.

I grafici presenti, più che una rappresentazione di una analisi statistica dei dati rilevati, sono stati elaborati per rendere visibili le differenze che si registrano nei diversi mesi dell'anno per le grandezze esaminate. Per ogni parametro la diversa tipologia di grafici fornisce lo stesso tipo di informazione, attraverso la rappresentazione dell'andamento del giorno medio mensile e dei valori medi mensili, mediante istogrammi.

Per quanto riguarda la temperatura può essere interessante confrontare i valori presentati con quelli elaborati a partire dai dati di radiazione solare.

STAZIONE DELLA MANDRIA – PARAMETRO: PRESSIONE ATMOSFERICA – 1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (hPa)	Valore massimo orario (hPa)	Valore minimo della media giornaliera (hPa)	Valore massimo della media giornaliera (hPa)	Valore massimo del giorno medio (hPa)
Gennaio 98	65	962	995	967	994	983
Febbraio 98	100	970	997	972	995	987
Marzo 98	100	964	990	969	988	983
Aprile 98	50	957	981	958	978	970
Maggio 98	24	960	990	962	983	974
Giugno 98	93	962	987	965	986	979
Luglio 98	49	966	983	971	977	977
Agosto 98	85	968	986	970	984	979
Settembre 98	57	955	982	957	978	972
Ottobre 98	92	966	993	968	992	979
Novembre 98	80	964	993	965	991	980
Dicembre 98	95	961	994	965	992	985

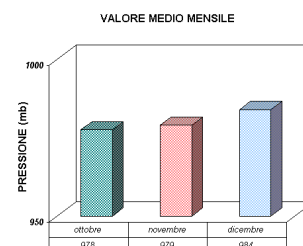
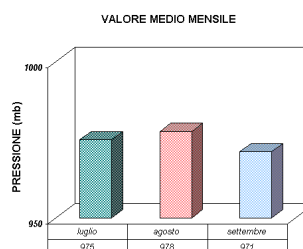
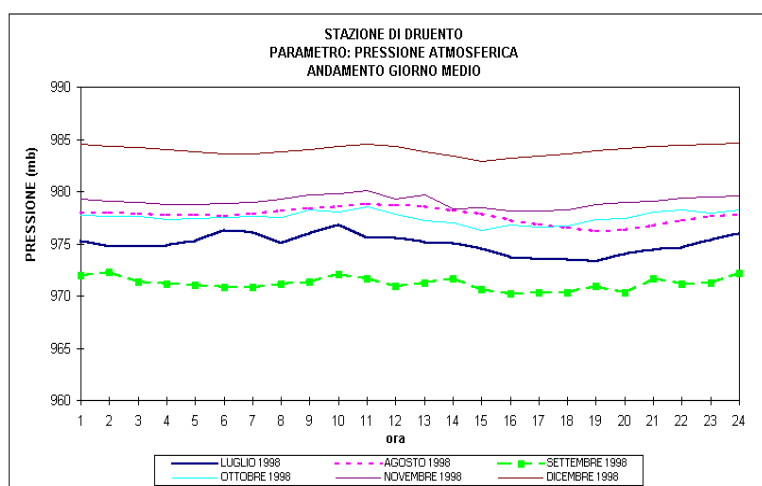
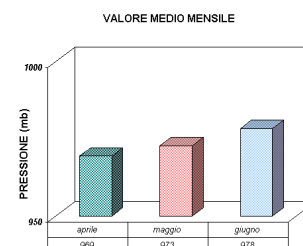
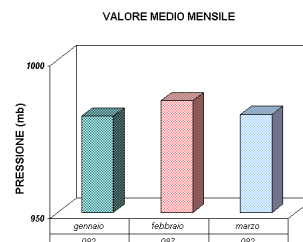
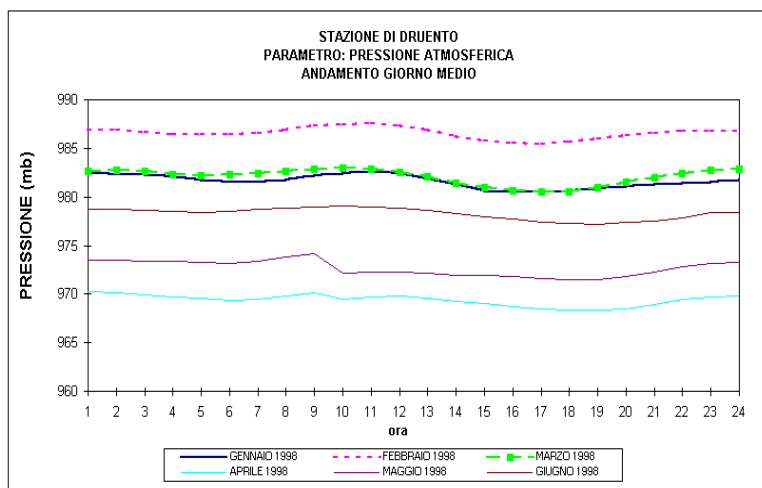


FIGURA 39: Elaborazioni annuali dei dati di pressione atmosferica rilevati nella stazione della Mandria

COMUNE DI TORINO - STAZIONE CONSOLATA – PARAMETRO: PRESSIONE ATM. –
1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (hPa)	Valore massimo orario (hPa)	Valore minimo della media giornaliera (hPa)	Valore massimo della media giornaliera (hPa)	Valore massimo del giorno medio (hPa)
Gennaio 98	99	970	1004	975	1004	992
Febbraio 98	100	979	1006	981	1004	996
Marzo 98	99	972	999	976	996	991
Aprile 98	100	964	990	965	988	979
Maggio 98	100	967	998	969	997	985
Giugno 98	100	970	995	973	994	987
Luglio 98	97	972	990	975	989	984
Agosto 98	98	975	994	977	990	987
Settembre 98	98	962	998	964	997	984
Ottobre 98	100	973	1001	976	1000	986
Novembre 98	99	971	1002	973	1000	989
Dicembre 98	96	969	1004	974	1002	994

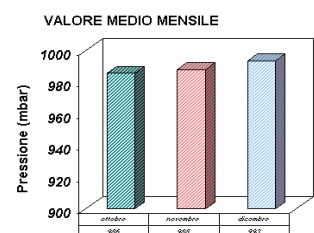
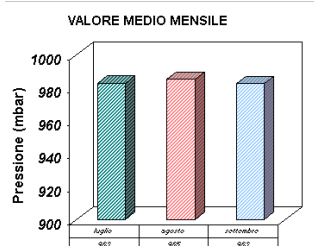
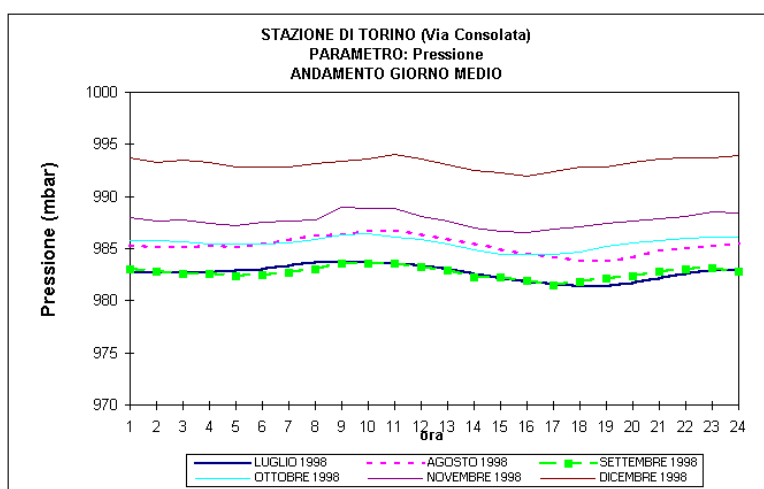
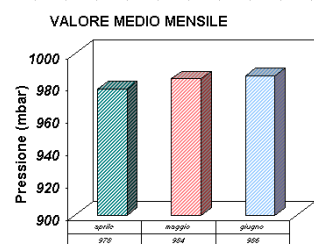
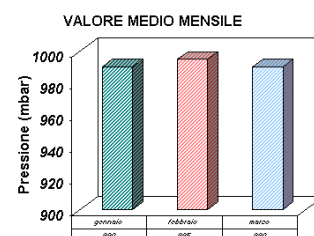
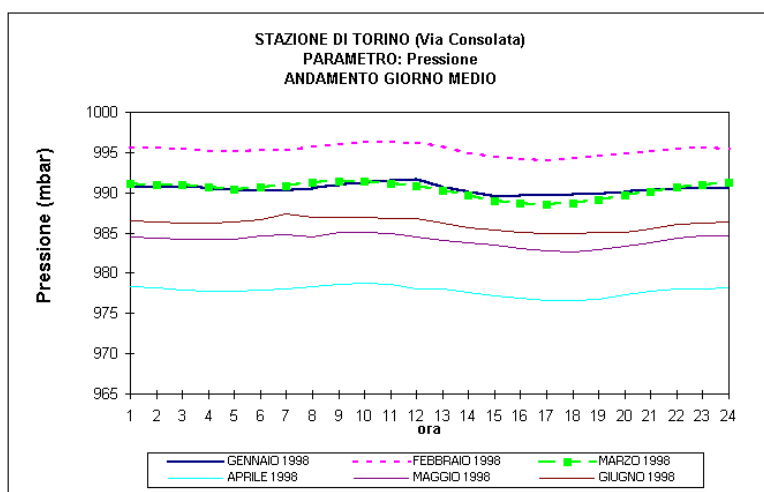


FIGURA 40: Elaborazioni annuali dei dati di pressione atmosferica rilevati nella stazione Consolata (TO)

COMUNE DI TORINO - STAZIONE CONSOLATA – PARAMETRO: TEMPERATURA - 1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario °C	Valore massimo orario °C	Valore minimo della media giornaliera °C	Valore massimo della media giornaliera °C	Valore massimo del giorno medio °C
Gennaio 98	99	-1	14	1	9	8
Febbraio 98	99	0	22	2	14	14
Marzo 98	99	2	22	4	16	16
Aprile 98	100	3	24	6	19	16
Maggio 98	100	8	30	12	25	22
Giugno 98	100	13	32	18	26	26
Luglio 98	97	17	34	21	28	29
Agosto 98	94	16	35	19	29	29
Settembre 98	98	11	29	15	23	23
Ottobre 98	100	8	21	12	16	18
Novembre 98	99	-1	19	3	14	11
Dicembre 98	96	-1	13	1	8	7

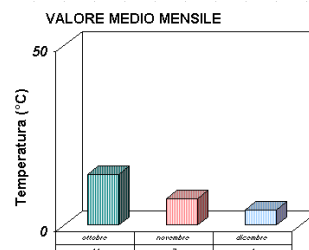
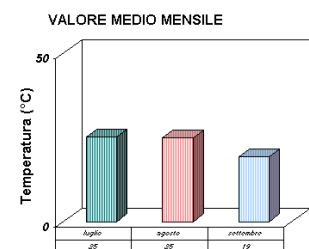
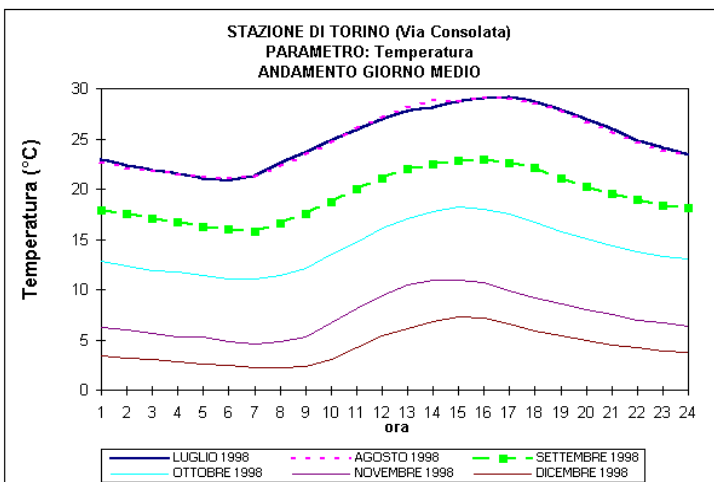
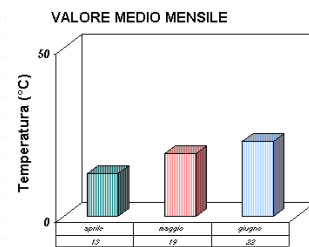
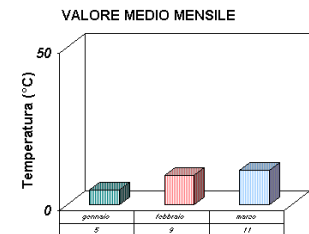
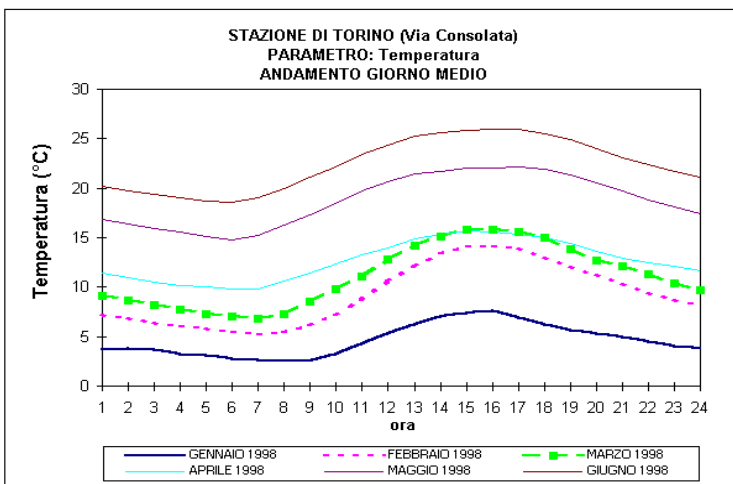


FIGURA 41: Elaborazioni annuali dei dati di temperatura ambiente rilevati nella stazione Consolata (TO)

COMUNE DELLA MANDRIA – PARAMETRO: TEMPERATURA AMBIENTE – 1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (°C)	Valore massimo orario (°C)	Valore minimo della media giornaliera (°C)	Valore massimo della media giornaliera (°C)	Valore massimo del giorno medio (°C)
Gennaio 98	65	-7	14	-2	7	8
Febbraio 98	100	-5	22	-1	10	14
Marzo 98	90	-4	22	3	12	16
Aprile 98	50	0	21	5	14	15
Maggio 98	24	5	24	11	16	20
Giugno 98	93	3	28	13	21	23
Luglio 98	49	7	30	19	22	25
Agosto 98	85	6	32	14	22	26
Settembre 98	57	1	25	12	18	20
Ottobre 98	92	-3	17	5	12	15
Novembre 98	80	-11	15	-5	6	9
Dicembre 98	95	-12	11	-6	1	4

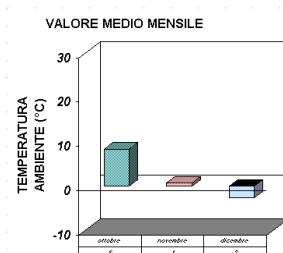
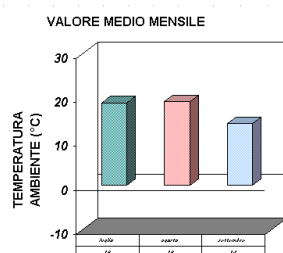
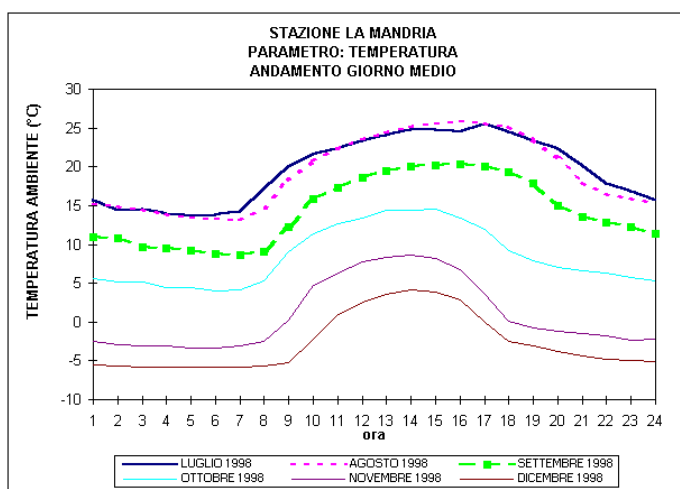
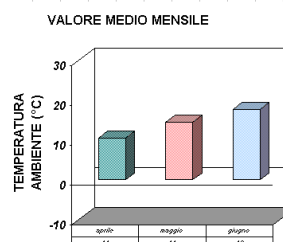
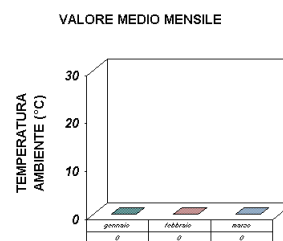
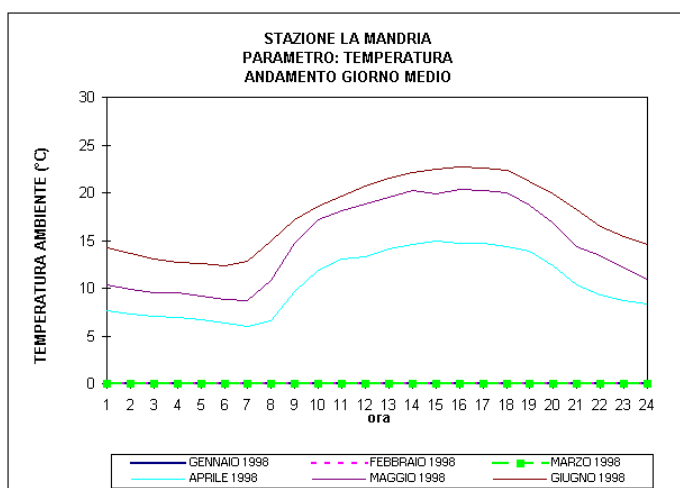


FIGURA 42: Elaborazioni annuali dei dati di temperatura ambiente rilevati nella stazione della Mandria

COMUNE DI TORINO - STAZIONE CSELT – PARAMETRO: TEMPERATURA AMBIENTE
1998

	Numero di dati validi (%)	Valore minimo orario (°C)	Valore massimo orario (°C)	Valore minimo della media giornaliera (°C)	Valore massimo della media giornaliera (°C)	Valore massimo del giorno medio (°C)
Gennaio 98	99	-4	13	0	8	6
Febbraio 98	97	-3	20	0	12	13
Marzo 98	99	0	21	3	14	14
Aprile 98	98	0	22	4	17	14
Maggio 98	100	7	29	10	23	21
Giugno 98	99	11	30	16	25	25
Luglio 98	97	14	32	19	27	28
Agosto 98	99	13	34	18	27	27
Settembre 98	99	9	28	14	22	21
Ottobre 98	98	6	20	10	15	17
Novembre 98	96	-4	17	0	9	10
Dicembre 98	96	-4	11	-1	5	6

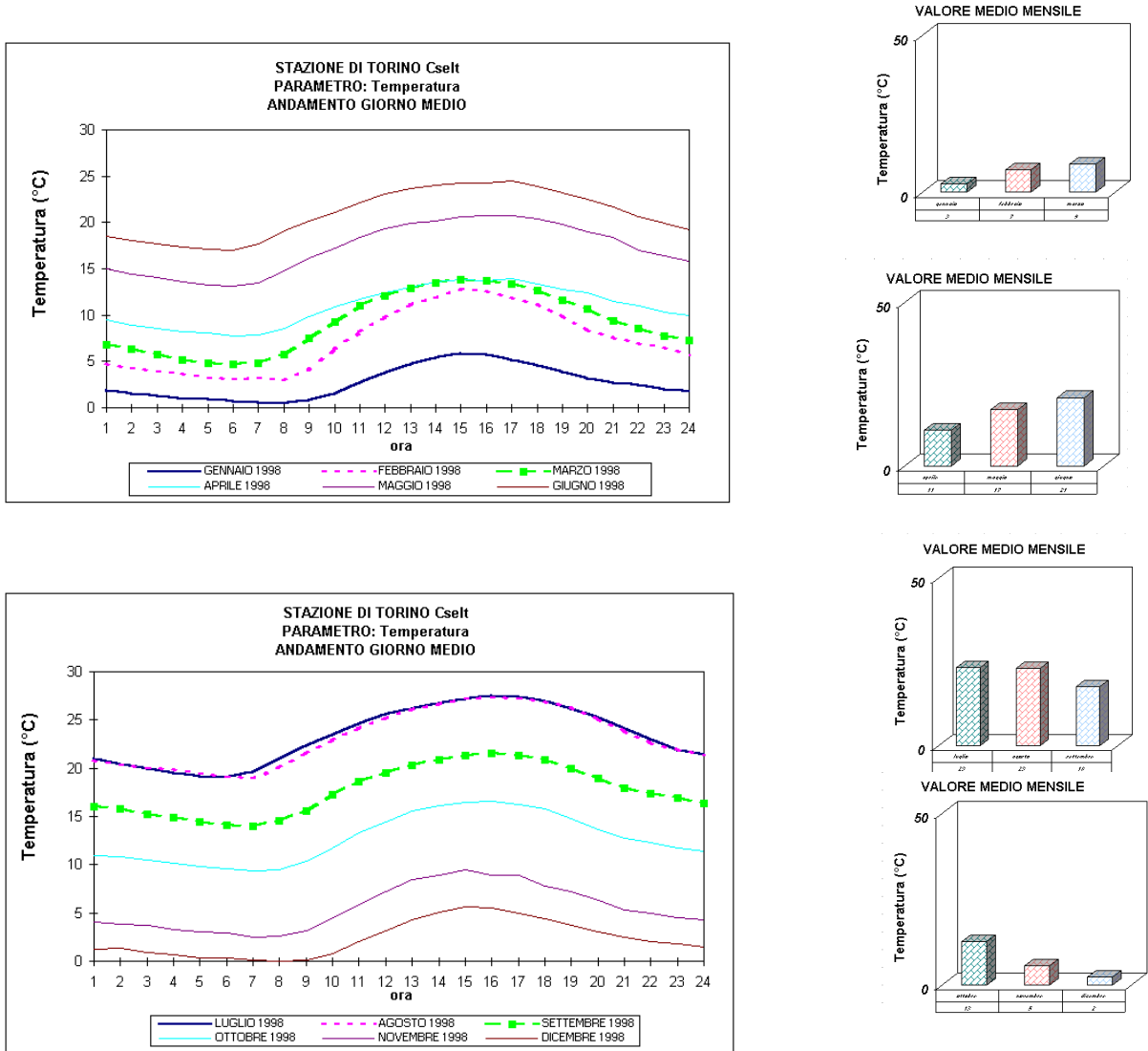


FIGURA 43: Elaborazioni annuali dei dati di temperatura ambiente rilevati nella stazione CseIt (TO).

COMUNE DI TORINO - STAZIONE CONSOLATA – PARAMETRO: UMIDITA' RELATIVA
1998

	Numero di dati validi %	Valore minimo orario %	Valore massimo orario %	Valore minimo della media giornaliera %	Valore massimo della media giornaliera %	Valore massimo del giorno medio %
Gennaio 98	99	9	100	22	98	83
Febbraio 98	99	12	95	43	88	73
Marzo 98	99	10	93	15	79	59
Aprile 98	100	9	96	17	91	76
Maggio 98	100	13	98	35	93	76
Giugno 98	100	11	94	17	80	77
Luglio 98	97	10	89	28	79	74
Agosto 98	97	18	94	43	85	72
Settembre 98	98	10	98	16	92	74
Ottobre 98	100	10	99	27	93	82
Novembre 98	99	10	98	16	82	68
Dicembre 98	96	10	94	31	89	75

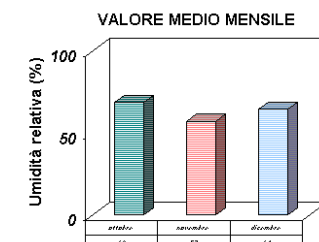
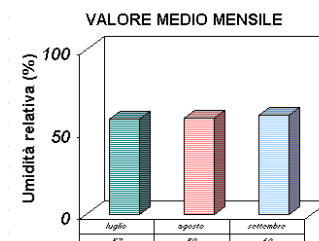
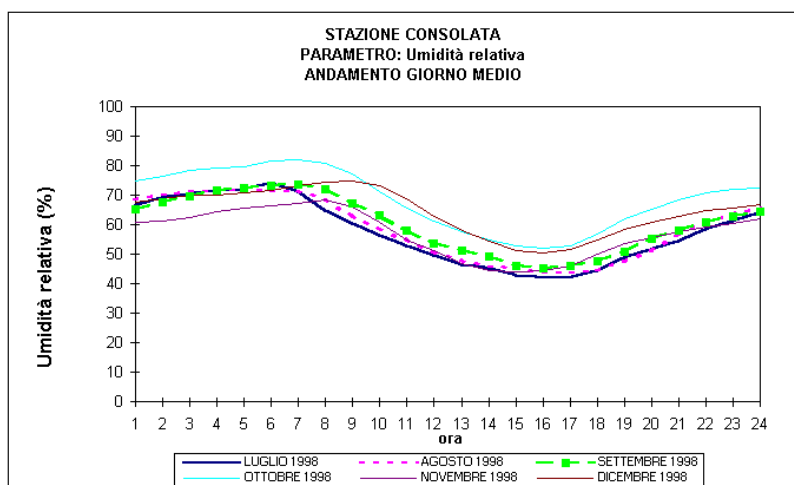
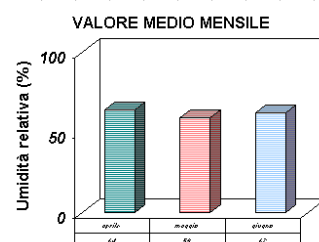
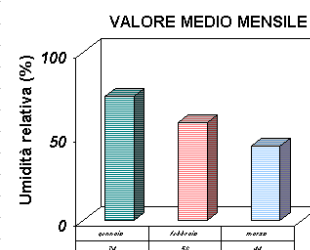
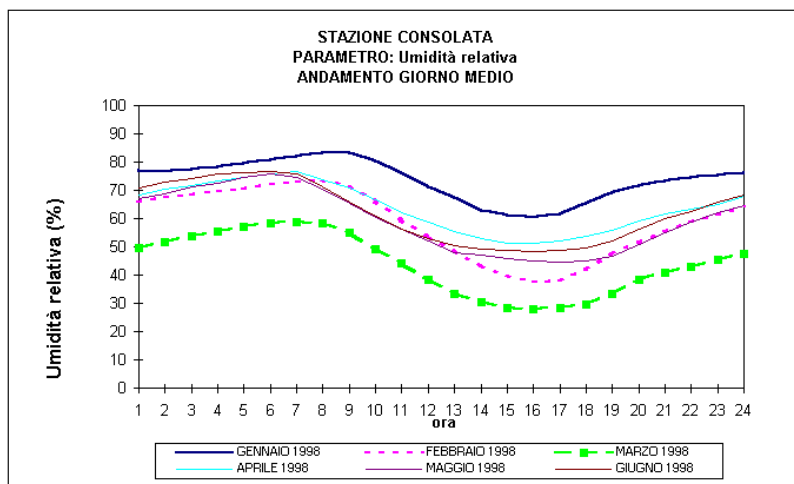


FIGURA 44: Elaborazioni annuali dei dati di umidità relativa rilevati nella stazione Consolata (TO)

COMUNE DI TORINO - STAZIONE CSELT – PARAMETRO: UMIDITA' RELATIVA 1998

	Numero di dati validi %	Valore minimo orario %	Valore massimo orario %	Valore minimo della media giornaliera %	Valore massimo della media giornaliera %	Valore massimo del giorno medio %
Gennaio 98	99	8	99	24	99	87
Febbraio 98	97	10	99	45	96	79
Marzo 98	99	8	99	11	89	68
Aprile 98	98	8	99	23	91	85
Maggio 98	100	10	99	39	98	83
Giugno 98	99	9	99	18	88	85
Luglio 98	97	8	99	31	79	83
Agosto 98	99	11	99	49	93	79
Settembre 98	64	6	99	21	93	82
Ottobre 98	98	9	95	31	89	78
Novembre 98	96	8	92	16	76	64
Dicembre 98	96	8	90	28	83	69

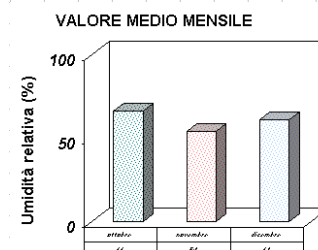
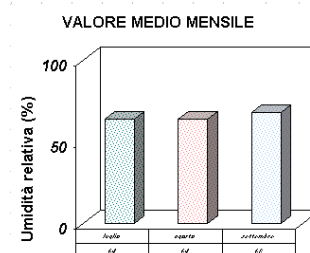
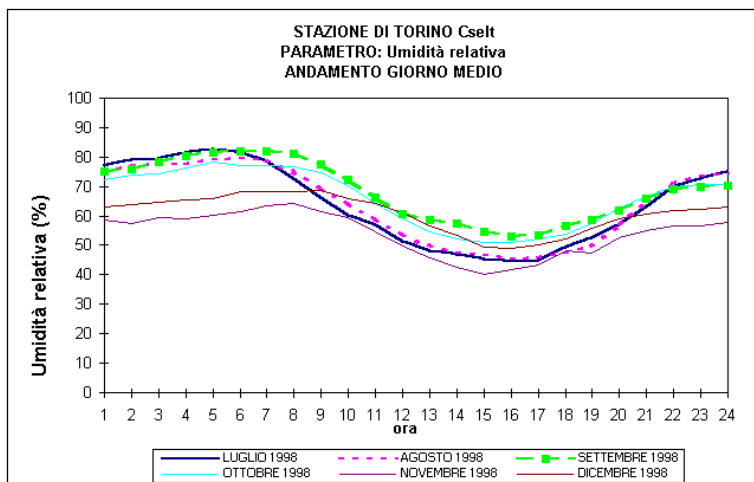
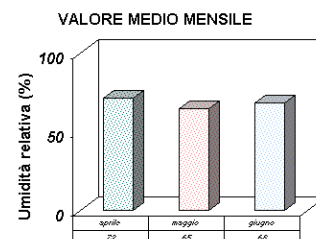
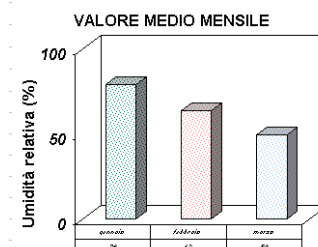
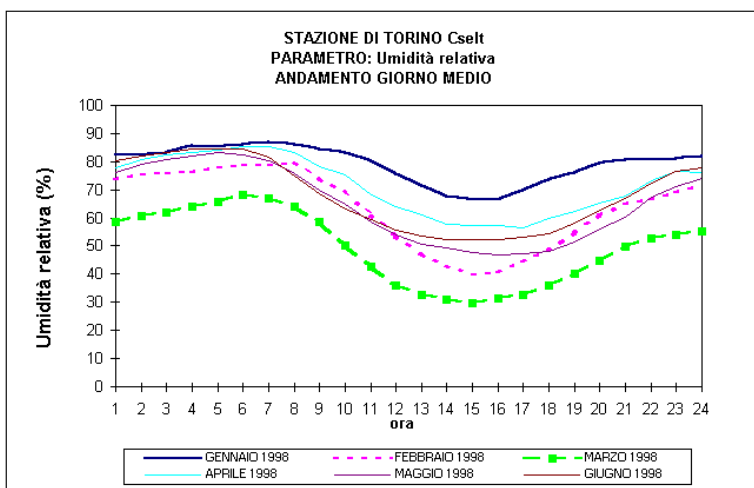


FIGURA 45: Elaborazioni annuali dei dati di umidità relativa rilevati nella stazione Cselc (TO)

COMUNE DI TORINO - STAZIONE CNR – PARAMETRO: UMIDITA' RELATIVA - 1998

	Numero di dati validi %	Valore minimo orario %	Valore massimo orario %	Valore minimo della media giornaliera %	Valore massimo della media giornaliera %	Valore massimo del giorno medio %
Gennaio 98	99	11	99	37	99	96
Febbraio 98	96	19	99	67	97	97
Marzo 98	98	10	99	16	88	75
Aprile 98	86	10	99	39	99	88
Maggio 98	95	18	99	46	94	88
Giugno 98	98	12	99	24	80	81
Luglio 98	98	11	98	49	74	79
Agosto 98	96	18	99	48	88	82
Settembre 98	98	10	99	27	94	82
Ottobre 98	98	10	100	31	98	89
Novembre 98	99	10	99	20	93	84
Dicembre 98	90	11	100	46	98	94

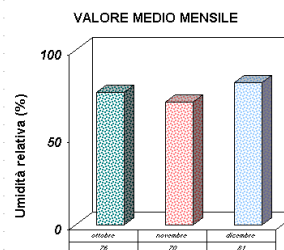
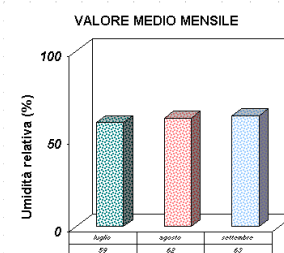
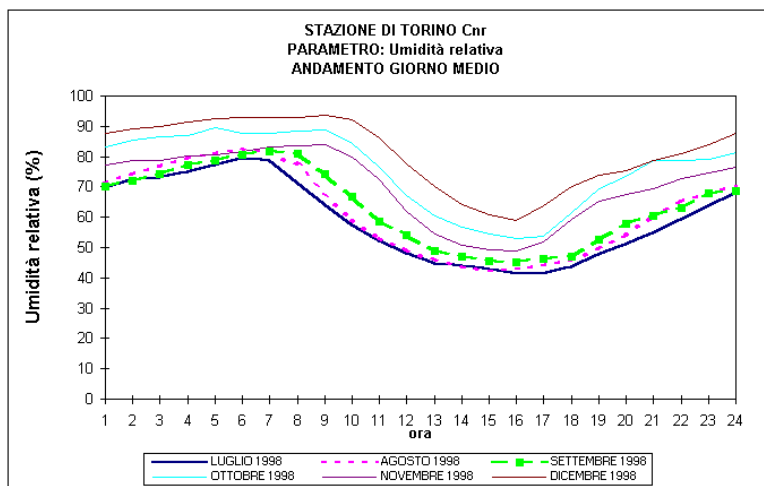
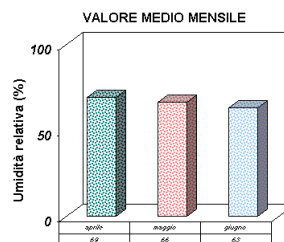
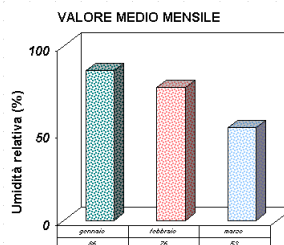
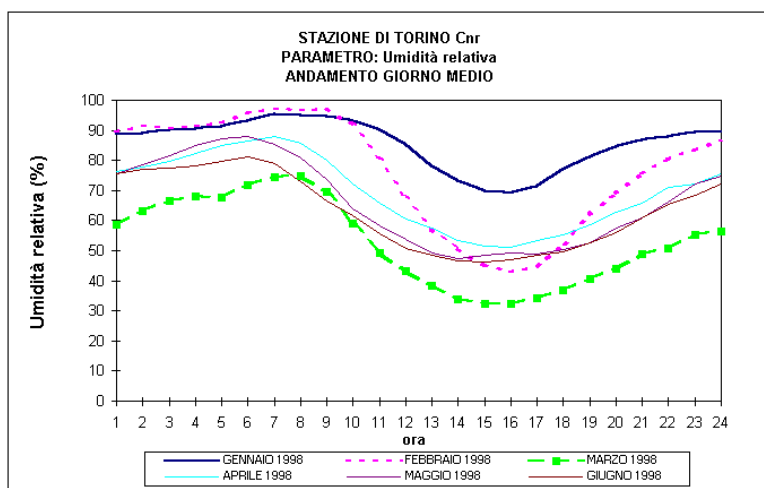


FIGURA 46: Elaborazioni annuali dei dati di umidità relativa rilevati nella stazione Cnr (TO)

CONCLUSIONI

Effettuare valutazioni complessive sullo stato della qualità dell'aria della provincia di Torino non è sicuramente un'operazione agevole, sia per la diversità degli inquinanti monitorati, la cui origine e distribuzione spaziale e temporale è già stata esaminata sia per la morfologia e l'antropizzazione del territorio.

Dalle elaborazioni presentate in questa relazione si possono dedurre alcune importanti considerazioni relative sia agli inquinanti che rappresentano un evidente elemento di criticità in relazione agli obiettivi di qualità dell'aria, definiti dalla normativa di settore, sia alle porzioni di territorio maggiormente coinvolte dalla loro presenza.

Elevate difficoltà risiedono nel rispetto dei limiti di qualità dell'aria per quanto concerne i PM10 (polveri con granulometria inferiore a 10 μm) e l'ozono, la cui molecola è determinata dalla presenza, nella bassa troposfera, di idrocarburi reattivi e ossidi di azoto. Concentrazioni significative di biossido di azoto vengono ancora misurate nelle principali aree urbane e suburbane, il monossido di carbonio si configura invece come elemento di criticità esclusivamente in aree urbane ad elevata concentrazione di traffico.

E' importante sottolineare che l'inquinamento atmosferico non è un fenomeno strettamente legato alle grandi aree urbane ma in alcune sue manifestazioni, come la presenza di ozono, interessa la gran parte del territorio della provincia di Torino. Un altro fattore da tenere in considerazione è la trasformazione avvenuta negli ultimi anni nell'area urbana di Torino che ha portato al decentramento delle attività produttive e dell'area residenziale, con il conseguente aumento di mobilità e di espansione dell'area urbana omogenea. Tale trasformazione ha fatto sì che gli inquinanti tipici di un'area urbana, a causa dell'espansione della stessa, interessino una porzione di territorio molto vasta e un elevato numero di abitanti.

Alla luce di queste affermazioni, è doveroso pensare ad un sistema di rilevamento della qualità dell'aria con una distribuzione sul territorio dei punti di misura maggiormente omogenea e allo sviluppo di azioni volte alla riduzione dell'inquinamento atmosferico che prendano in considerazione le tendenze evolutive degli insediamenti urbani.

È intenzione della Provincia di Torino e dell'ARPA aumentare gli sforzi per incrementare le informazioni disponibili ottimizzando il numero e la significatività dei punti di misura ed incrementando l'uso di modelli matematici per lo studio e la previsione dei fenomeni di inquinamento.

Una corretta conoscenza del fenomeno, intesa come individuazione delle principali fonti di inquinamento, comprensione dei meccanismi di diffusione dello stesso e definizione delle principali aree interessate, è fondamentale per lo sviluppo di azioni che portino alla sua riduzione.

Studi effettuati individuano principalmente nel traffico autoveicolare e in misura leggermente minore nelle attività industriali le fonti primarie di inquinamento.

L'istogramma riportato in Fig. 47¹³ indica quali sono le attività che determinano la presenza degli inquinanti più comuni in atmosfera e la loro incidenza relativa. L'analisi di questa elaborazione permette quindi di individuare quali siano gli indirizzi verso cui devono tendere le politiche e le azioni volte alla riduzione dell'inquinamento atmosferico. Un esempio delle indicazioni che si possono trarre da uno studio di questo tipo si estrae dall'osservazione della colonna relativa al monossido di carbonio. Dal grafico si deduce che il settore del trasporto su strada è responsabile per l'80% della produzione complessiva del CO; sarà di conseguenza questo il settore che dovrà essere maggiormente interessato per perseguire l'obiettivo della riduzione del CO in atmosfera. Una riduzione del 10% del CO emesso da questo settore porterebbe ad una riduzione complessiva dell'8%.

L'attività di studio e monitoraggio rappresenta quindi un elemento fondamentale per effettuare una corretta gestione degli interventi di riduzione dell'inquinamento atmosferico.

¹³ Disaggregazione delle Emissioni del CORINAIR 1990 sulla provincia di Torino - ENEL Ricerca 1998

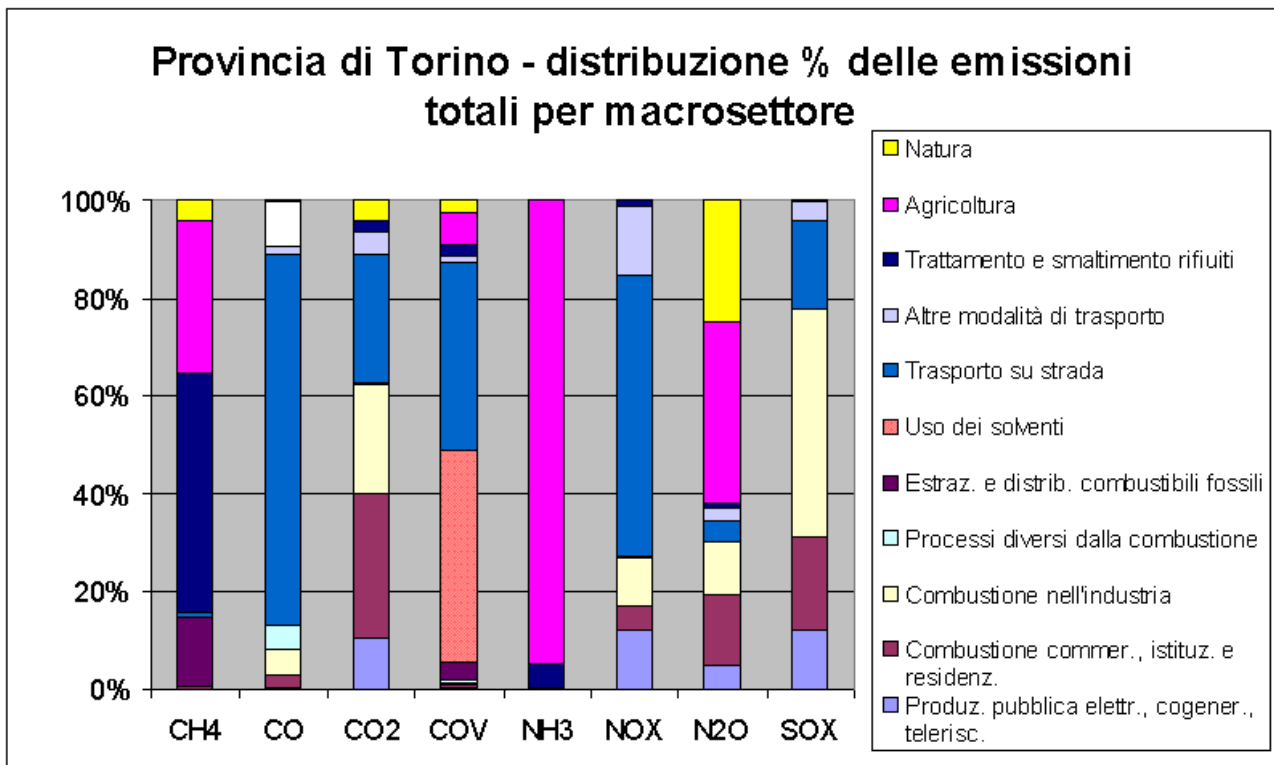


FIGURA 47: Distribuzione delle emissioni totali.

Alla luce di quanto precedentemente detto è ragionevole sostenere che le azioni da intraprendere dovranno procedere contestualmente verso due direttrici principali: la prima, realizzabile a breve medio termine, dovrà provvedere ad un miglioramento qualitativo delle emissioni, attraverso una miglior gestione dei singoli processi emissivi; la seconda, a medio lungo termine, dovrà provvedere ad una riduzione quantitativa delle emissioni di sostanze inquinanti attraverso interventi strutturali che prevedano, per il settore dei trasporti un maggiore utilizzo dei servizi pubblici e per i settori produttivo e civile un uso razionale dell'energia.