

Uno sguardo all'aria



2009



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

Anno 2009

Testi ed elaborazioni a cura di:

Provincia di Torino – Area Risorse Idriche e Qualità dell’Aria - Servizio Qualità dell’Aria e Risorse Energetiche:

F. Pavone, A. Bertello, E. Bracco, L. Pallavidino, D. Maria.

ARPA Dipartimento di Torino:

C. Bussi, F. Lollobrigida, A. Bruno, M. Maringo, F. Pittarello, F. Romeo, M. Sacco.

ARPA Area Sistemi Previsionali:

M. Nicolella, G. Paesano, S. Bande, M. Muraro.

Hanno collaborato alla gestione della rete di monitoraggio, all’acquisizione dei dati ed alle attività analitiche:

ARPA Dipartimento di Torino:

D. Budano, M. Cadeddu, G. Castrogiovanni, A. D’Agostino, S. Dignani, D. Di Martino, G. Gallina, P. Giansanti, V. Guelpa, P. Rosina, V. Sciortino, V. Zulian, F. Pitasi.

Il personale tecnico della Sala Ambiente della Regione Piemonte presso il CSI Piemonte.

Si ringrazia la Regione Piemonte per i dati di composizione del parco veicolare.

G. Tarizzo, O. Munafò, G. Truffo.

A RETE DI MONITORAGGIO OPERANTE SUL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI TORINO	8
MONOSSIDO DI CARBONIO	13
DESCRIZIONE	13
ESAME DEI DATI	13
BIOSSIDO D'AZOTO	16
DESCRIZIONE	16
ESAME DEI DATI	17
BIOSSIDO DI ZOLFO	22
DESCRIZIONE	22
ESAME DEI DATI	23
OZONO	25
DESCRIZIONE	25
ESAME DEI DATI	27
BENZENE	31
DESCRIZIONE	31
ESAME DEI DATI	31
PARTICOLATO SOSPESO	33
DESCRIZIONE	33
ESAME DEI DATI	34
METALLI	40
DESCRIZIONE	40
ESAME DEI DATI	41
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	45
DESCRIZIONE	45
ESAME DEI DATI	46
LA STAZIONE MOBILE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	50
CONSIDERAZIONI SULLE CARATTERISTICHE METEOROLOGICHE DELL'ANNO 2009	51
IL CLIMA DEL 2009	51
I DATI METEO MISURATI NEL 2009	58
EMISSIONI INQUINANTI DEI VEICOLI A MOTORE	64
I LIMITI DI EMISSIONE DEI VEICOLI A MOTORE	64
IL PARCO VEICOLARE IN PROVINCIA DI TORINO	66
LA SITUAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN EUROPA	70
IL PARTICOLATO PM10	71
IL BIOSSIDO DI AZOTO	75
RISULTATI PRELIMINARI DEL PROGETTO DI STUDIO DELLA CONCENTRAZIONE NUMERICA DI NANOPARTICELLE IN ARIA AMBIENTE NELL'AREA METROPOLITANA TORINESE	79
INTRODUZIONE	79
RISULTATI PRELIMINARI DEL PRIMO PERIODO DI MONITORAGGIO (OTTOBRE 2009 - MARZO 2010)	80
AZIONI INTRAPRESE DALLA PROVINCIA DI TORINO IN TEMA DI MOBILITY MANAGEMENT NELL'ANNO 2009	83
MOBILITY MANAGEMENT	83
I PIANI DI SPOSTAMENTO CASA LAVORO - UN ANALISI DELLA MOBILITÀ	85

Anche quest'anno il rapporto annuale sulla qualità dell'aria, redatto in collaborazione fra Provincia di Torino e Arpa, presenta una situazione in chiaro scuro. La qualità dell'aria nel suo complesso è in costante miglioramento, il che conforta le amministrazioni che a vario titolo sono impegnate su questo tema sulla bontà delle politiche di riduzione delle emissioni messe in campo nel corso di questi ultimi anni. Ciononostante preoccupa il fatto che gli attuali trend di riduzione non sono stati e non saranno sufficienti a garantire il rispetto dei valori limite entro i termini definiti dalle normative di settore, anche considerando le eventuali proroghe temporali previste dalla recente Direttiva Europea 2008/50/EC.

A tale proposito ricordiamo che, relativamente al parametro PM10, nel corso del 2009 la Commissione Europea ha negato la deroga all'applicazione dei valori limite ai sensi dell'art. 22 della Direttiva 2008/50/EC in quanto ha ritenuto che le informazioni contenute nella nota presentata dallo Stato Italiano non fossero sufficienti a dimostrare il conseguimento dei limiti entro l'11 giugno 2011. In particolare viene specificato che l'assenza di dettagli sui contenuti e sull'efficacia stimata del "piano nazionale", presentato nell'istanza come elemento fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi, ha di fatto impedito la valutazione tecnica della documentazione presentata.

La causa del mancato conseguimento dei valori limite nel nostro territorio è attribuibile in parte alle particolari condizioni meteo-climatiche e all'orografia del nostro territorio, che non favoriscono la dispersione degli inquinanti generando livelli di fondo sia regionale che urbano particolarmente elevati, ma sicuramente anche all'insufficiente efficacia delle politiche di riduzione sviluppate a livello europeo e nazionale e all'assenza di coordinamento fra le politiche regionali.

E' nostra ferma convinzione che la presenza delle eccezionali condizioni meteo-climatiche non possa essere adottata come esclusiva giustificazione degli elevati livelli di inquinamento nel nostro territorio e non debba essere utilizzata come motivazione per richiedere un indebolimento degli standard a tutela della salute umana e della vegetazione. Riteniamo invece che la presenza di tali condizioni debba essere motivo per innalzare il nostro livello di ambizione e per richiedere nuovi e maggiori strumenti economici e legislativi che consentano di consegnare ai nostri cittadini una qualità dell'aria accettabile nei tempi previsti.

Strumenti eccezionali per condizioni eccezionali dunque che sicuramente porteranno ad un periodo di duro lavoro ma che riteniamo possano essere, soprattutto in questa fase di uscita dalla crisi economica ed industriale, un'occasione di rilancio dello sviluppo sostenibile e di sperimentazione di nuovi sistemi di gestione del territorio.

Desideriamo in conclusione ringraziare quanti in Arpa Piemonte e negli uffici della Provincia hanno lavorato alla redazione di questo rapporto che riteniamo rappresenti un importante strumento per informare e sensibilizzare le pubbliche amministrazioni, il mondo dell'impresa e i cittadini sul tema della qualità dell'aria e, naturalmente, invitare tutti alla sua consultazione.

L'Assessore all'Ambiente
Roberto Ronco

**Il Presidente
della Provincia di Torino**
Antonio Scitta

PREFAZIONE

A CURA DELLA PROVINCIA DI TORINO

Nel corso del 2009 viene confermato il progressivo miglioramento generale della qualità dell'aria anche se le concentrazioni di biossido di azoto (NO₂), ozono (O₃) e particolato PM10 permangono ampiamente al di sopra dei valori limite e dei valori obiettivo.

ARPA Piemonte e Provincia di Torino da anni lavorano in stretta collaborazione sui temi della qualità dell'aria, la prima ricoprendo un ruolo tecnico finalizzato alla produzione di dati ed analisi circa i livelli degli inquinanti e la loro origine, la seconda attraverso lo sviluppo di politiche ed azioni finalizzate alla riduzione delle emissioni in atmosfera.

Riteniamo che la relazione "Uno sguardo all'aria" esprima in modo compiuto la complementarietà dei due ruoli in quanto racchiude sia l'analisi dei dati rilevati dalla rete di monitoraggio sviluppata prevalentemente da Arpa che valutazioni sulle possibili politiche di riduzione predisposte dalle amministrazioni preposte e dalla Provincia di Torino.

La presente relazione, che si presenta in forma più essenziale rispetto al passato, costituisce un lavoro di transizione fra il formato "storico" e un nuovo formato che stiamo pensando ancora più asciutto e divulgativo e che utilizzi maggiormente gli strumenti messi a disposizione dal web.

Relativamente ai parametri monitorati nel 2009 si conferma il conseguimento dei valori limite e obiettivo per monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO₂), Benzene, Benzo(a)pirene e Metalli mentre particolarmente critica rimane la situazione per quanto riguarda le concentrazioni del NO₂ O₃ e PM10.

Per il NO₂ risulta evidente l'interruzione del trend positivo, in atto dal 2007. Oltre il 70% delle stazioni presenta un aumento del valore medio annuale rispetto all'anno precedente e in ben 11 stazioni viene superato il valore limite annuale di 40 µg/m³. Si assiste inoltre ad un aumento, rilevante in alcune stazioni, del numero di superamenti del valore di riferimento per il limite orario (200 µg/m³) rispetto al biennio 2007-2008.

Per quanto riguarda l'ozono nel 2009, come già nel 2008, la soglia di informazione (180 µg/m³ come media oraria) è stata superata in misura molto inferiore rispetto agli anni precedenti nella maggioranza dei siti oggetto di rilevamento e in alcuni casi tale soglia non è mai stata superata. La soglia di allarme (240 µg/m³ come media oraria per tre ore consecutive) non è stata superata in nessuna stazione di rilevamento, confermando così il dato positivo del 2008. Continuano invece a non essere rispettati i valori bersaglio per la protezione della salute umana e della vegetazione.

I dati dell'anno 2009 confermano per il PM10 il trend in lieve diminuzione riscontrato negli ultimi anni per quanto riguarda i valori medi annuali. È importante sottolineare che tale tendenza non è ascrivibile a condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli, visto che le precipitazioni sono state meno intense rispetto al 2008 e che il mese di gennaio 2009 è stato caratterizzato da condizioni di intensa inversione termica.

In conclusione, al fine di individuare specificità e caratteristiche dei fenomeni di inquinamento che interessano il nostro territorio, viene presentata una breve analisi dello stato della qualità dell'aria in aree urbane europee di dimensioni paragonabili all'agglomerato di Torino relativamente ai parametri PM10 ed NO₂. Il confronto evidenzia le specificità dovute alle caratteristiche meteo-climatiche e morfologiche del nostro territorio e sottolinea la necessità di sviluppare misure mediamente più ambiziose per raggiungere il conseguimento dei valori limite ed obiettivo.

**Il Direttore dell'Area Risorse Idriche e
Qualità dell'Aria della Provincia di Torino**
Dott. Francesco Pavone

PREFAZIONE A CURA DI ARPA PIEMONTE

Arpa Piemonte, per legge istitutiva e ai sensi della L.R. 43/2000 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico" gestisce il sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria garantendo l'informazione necessaria allo svolgimento delle funzioni istituzionali che competono ai diversi Enti. Una funzione che assume una particolare rilevanza sul territorio della provincia di Torino che, sotto il profilo della qualità dell'aria, nonostante i miglioramenti registrati negli ultimi anni rimane una delle aree più problematiche a livello nazionale ed europeo, in particolare per quanto riguarda la zona di pianura e l'area metropolitana.

La rete di monitoraggio della provincia di Torino costituisce in termini di dotazione strumentale circa un terzo dell'intera rete regionale e richiede un impegno non indifferente di risorse e di personale altamente qualificato. Basti pensare che nel corso di un anno la rete produce circa 850.000 dati da strumentazione in continuo e circa 5.000 campioni di particolato da sottoporre ad analisi di laboratorio. La rete di stazioni fisse è inoltre integrata da una stazione mobile di rilevamento, che viene utilizzata sia a servizio delle zone in cui non sono presenti punti di monitoraggio fissi, sia a supporto di attività progettuali.

L'evoluzione normativa è destinata a implementare l'impegno dell'Agenzia, con incremento dei punti di monitoraggio del PM 2.5 (da due a cinque, di cui uno in una stazione in quota).

Le procedure dell'Agenzia garantiscono la fornitura di dati validati alle istituzioni ed ai cittadini secondo tre successivi livelli di validazione: su base giornaliera, mensile e annuale. Come richiesto dalla normativa i dati prodotti sono quotidianamente messi a disposizione del pubblico e degli Enti tramite la rete internet. Per agevolarne la comprensione e la divulgazione i dati ottenuti vengono trasformati in indici sintetici come l'I.Q.A. (Indice di Qualità dell'Aria) relativo all'area urbana torinese. A livello istituzionale il Dipartimento provinciale di Torino di Arpa Piemonte realizza, inoltre, un servizio di reportistica riassuntiva.

È doveroso sottolineare che il costante impegno di Arpa Piemonte nel garantire un supporto tecnico-scientifico sempre più qualificato ed efficace ai soggetti istituzionali, soprattutto in un contesto di particolare complessità quale la provincia di Torino, si traduce anche nell'avvio di una serie di iniziative di approfondimento, che affiancano e arricchiscono l'attività obbligatoria. Su tutte merita una menzione lo studio relativo alle *nanoparticelle aerodisperse*, a cui è dedicato uno specifico capitolo di questa pubblicazione e che costituisce una delle prime iniziative tipo sul tema a livello nazionale.

Il Direttore del Dipartimento di Torino
Antonella Pannocchia

Il Direttore Generale
Ing. Silvano Ravera

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

L. Pallavidino (Provincia di Torino) e F. Romeo (Arpa Piemonte, Dipartimento di Torino).

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria, operante sul territorio della Provincia di Torino, è composta da 22 postazioni fisse di proprietà pubblica, da alcune postazioni fisse di proprietà di aziende private e da un mezzo mobile per la realizzazione di campagne di rilevamento dei parametri chimici di qualità dell'aria. Tutte le postazioni fisse sono collegate attraverso linee telefoniche al centro 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. Solo le due stazioni in cui viene campionato esclusivamente il particolato atmosferico non sono collegate attraverso linee telefoniche, in quanto il tipo di misurazione con sistema gravimetrico dei parametri PM10 e polveri totali non necessita di tale collegamento. L'elenco delle stazioni di misura, la loro ubicazione, e i parametri misurati sono riportati in TABELLA 1.

La collocazione sul territorio delle postazioni di misura è un fattore fondamentale per effettuare un efficace monitoraggio della qualità dell'aria. I luoghi prescelti devono essere rappresentativi della tipologia di sito individuato. Una corretta collocazione dei punti di misura permette così di ottenere indicazioni estremamente rappresentative sulla qualità dell'aria. Un aumento dei punti di monitoraggio porterebbe quasi sicuramente all'effettuazione di misure ridondanti e, inoltre, visti gli elevatissimi costi di acquisto e di gestione delle reti di monitoraggio, comporterebbe una spesa difficilmente sostenibile dalle amministrazioni pubbliche e sicuramente non giustificata in relazione ai risultati ottenuti.

Nella TABELLA 3 si riporta una breve descrizione dei siti di misura, realizzata secondo le indicazioni contenute nel DM 2 aprile 2002 n. 60 e nella normativa che regola lo scambio di informazioni a livello europeo (Guidance on the annexes to decision 97/101/EC on exchange of information as revised by decision 2001/752/EC).

Il laboratorio mobile rappresenta inoltre un versatile strumento in dotazione alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria. La sua peculiarità risiede nella possibilità di poter essere collocato ovunque si ritenga necessario realizzare brevi campagne di monitoraggio, permettendo di effettuare valutazioni sulla qualità dell'aria in tutte quelle zone non direttamente interessate dalla rete fissa.

Il laboratorio mobile fornisce, in questo senso, un valido supporto nella valutazione dello stato ambientale, in previsione della costruzione di nuovi insediamenti produttivi o di modifiche della rete viaria, offrendo significativi elementi per una corretta pianificazione delle opere strutturali o per la definizione di interventi volti alla riduzione dell'intensità dei fenomeni di inquinamento.

NOME	INDIRIZZO	PARAMETRI
Alpignano	Via F. Baracca, 12 – Alpignano	O ₃ , NO _x
Beinasco	Via S. Pellico, 5 – Beinasco	SO ₂ , NO _x
Borgaro	Via Italia – Borgaro	O ₃ , NO _x , PM10 gravimetrico
Carmagnola	P.zzetta Di Vittorio, 1 – Carmagnola	PM10 gravimetrico
Chieri	C.so Buoizzi, 1 – Chieri	NO _x , CO, O ₃
Ciriè	Via Teneschie, 2 – Ciriè	SO ₂ , NO _x
Druento	Cascina Peppinella – Druento	O ₃ , SO ₂ , NO _x , PM10 gravimetrico
Grugliasco	Via Roma, 15 – Grugliasco	SO ₂ , NO _x
Ivrea	Viale della Liberazione, 1 – Ivrea	SO ₂ , NO _x , CO, PM10 gravimetrico
Orbassano	Via Gozzano – Orbassano	O ₃ , NO _x
Oulx	Via Roma angolo via Des Moines – Oulx	CO, O ₃ , NO _x , PM10 beta
Pinerolo	P.zza III Alpini, 1 – Pinerolo	CO, NO _x , O ₃ , PM10 gravimetrico
Rivoli	P.zza Togliatti, 1 – Rivoli	CO, NO _x , BTX
Settimo	Via Milano, 31 – Settimo	CO, NO _x
Susa	P.zza della Repubblica – Susa	CO, NO _x , O ₃ , PM10 gravimetrico
TO – I.T.I.S. Grassi	Via P. Veronese – Torino	PM10 gravimetrico
TO – Lingotto	Via A. Monti, 21 – Torino	O ₃ , CO, CO ₂ , NO _x , PM10 beta, PM2,5 gravimetrico
TO – Mezzo Mobile		O ₃ , SO ₂ , CO, NO _x , PM10 gravimetrico, BTX
TO – Piazza Rebaudengo	P.zza Rebaudengo, 23 - Torino	CO, SO ₂ , NO _x
TO – Piazza Rivoli	P.zza Rivoli, 4 – Torino	CO, NO _x , PM10 gravimetrico
TO – Via Consolata	Via Consolata, 10 – Torino	SO ₂ , CO, NO _x , PM10 gravimetrico, PM10 alto volume, PM10 teom, PTS, BTX
TO – Via Rubino	Via Rubino, giardini Rubino – Torino	CO, NO _x , PM10 gravimetrico
Vinovo	Via Garibaldi, 3 – Vinovo	O ₃ , NO _x
Chivasso – Edipower ⁽¹⁾	Via Montanaro – Chivasso	SO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , PM10 beta, PM2,5 beta, Idrocarburi non metanici
Castagneto Po – Edipower ⁽¹⁾	Via Monpilotto – Castagneto Po	SO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , PM10 beta, PM2,5 beta, Idrocarburi non metanici
Baldissero – Aceaelectrabel ⁽²⁾	Str. Pino Torinese, 1 – Baldissero	CO, O ₃ , NO _x , PM10 beta
Leini – Aceaelectrabel ⁽²⁾	Via vittime di Bologna, 12 – Leini	CO, O ₃ , NO _x , PM10 beta, PM2,5 beta

(1) Stazione gestita da ente privato.

(2) Stazione di ente privato gestita da ARPA Piemonte.

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

CODICE PARAMETRO	DESCRIZIONE
BTX	Benzene, toluene, xilene
CO	Monossido di carbonio
NO _x	Ossidi di azoto
O ₃	Ozono
SO ₂	Biossido di zolfo
PM10	Particolato sospeso < 10 µm
PM2,5	Particolato sospeso < 2,5 µm
PTS	Polveri totali sospese

TABELLA 2: descrizione dei codici dei parametri.

STAZIONE	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	DESCRIZIONE
Alpignano	urbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Beinasco	urbana	industriale residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale-industriale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Borgaro	suburbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Carmagnola	suburbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Chieri	suburbana	residenziale commerciale	traffico	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale, industriale e commerciale soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Ciriè	urbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area urbana esterna di carattere residenziale in una zona non soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Druento	rurale	naturale	fondo	Stazione collocata in area remota in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa della qualità dell'aria per la protezione degli ecosistemi.
Grugliasco	urbana	residenziale	traffico	Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
Ivrea	suburbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Orbassano	suburbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Oulx	suburbana	residenziale	traffico	Stazione di recente installazione collocata in prossimità della strada e quindi soggetta a fonti primarie di emissione di origine veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta nell'area in esame.

STAZIONE	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	DESCRIZIONE
Pinerolo	urbana	residenziale commerciale	fondo	Stazione collocata in area urbana di carattere residenziale e commerciale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Rivoli	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Settimo	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine veicolare e industriale. Rappresentativa dei livelli di inquinanti più elevati a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
Susa	suburbana	commerciale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere commerciale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
TO - I.T.I.S. Grassi	urbana	residenziale industriale	traffico	Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare ed industriale. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
TO - Lingotto	urbana	industriale residenziale	fondo	Stazione collocata in una zona di fondo urbano non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
TO - Piazza Rebaudengo	urbana	industriale residenziale	traffico	Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare ed industriale. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
TO - Piazza Rivoli	urbana	residenziale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
TO - Via Consolata	urbana	residenziale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
TO - Via Rubino	urbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in una zona di fondo urbano non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Vinovo	suburbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.

STAZIONE	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	DESCRIZIONE
Chivasso – Edipower ⁽¹⁾	suburbana	residenziale	traffico	Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
Castagneto Po – Edipower ⁽¹⁾	rurale	residenziale	fondo	Stazione collocata in area remota in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione.
Baldissero – Aceaelectrabel ⁽²⁾	rurale	agricola	fondo	Stazione collocata in area remota in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione.
Leini – Aceaelectrabel ⁽²⁾	suburbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.

(1) Stazione gestita da ente privato

(2) Stazione di ente privato gestita da ARPA Piemonte

TABELLA 3: descrizione del posizionamento delle stazioni di misura della rete di monitoraggio gestita da ARPA Piemonte.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

D. Maria, Provincia di Torino, F. Lollobrigida, ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino.

DESCRIZIONE

Il carbonio, che costituisce lo 0,08% della crosta terrestre, si trova in natura sia allo stato elementare sia allo stato 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 per il quale l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m³). È 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 l'80% delle emissioni a livello mondiale), 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 ed in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato.

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.

I valori limite definiti dalla normativa vigente sono riportati nella TABELLA 4.

VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo medio	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1 gennaio 2005

TABELLA 4: D.M. 2/4/2002 n.60, valori limite per il monossido di carbonio.

ESAME DEI DATI

Le rilevazioni effettuate nel corso dell'anno 2009 riportate in TABELLA 5 hanno evidenziato concentrazioni medie annuali comprese fra 0,3 e 1,5 mg/m³. Se si confrontano i valori medi annuali con quelli registrati negli anni precedenti si nota quasi ovunque una sostanziale stabilità dei dati. Anche quest'anno si nota una mancanza assoluta di superamenti del limite di protezione della salute umana di 10 mg/m³, calcolato come media mobile trascinata su otto ore (D.M. 60 del 2 aprile 2002).

L'evoluzione delle concentrazioni del monossido di carbonio avvenuta nel corso degli ultimi anni è evidenziata nel grafico in FIGURA 1, il quale mostra le concentrazioni medie annue misurate dal 1980 al 2009 nella stazione urbana da traffico di Torino – Rebaudengo. È evidente un nettissimo calo delle concentrazioni di CO dovuto al costante sviluppo della tecnologia

dei motori per autotrazione e, a partire dai primi anni 90, dall'introduzione del trattamento dei gas esausti tramite i convertitori catalitici a tre vie.

In relazione ai dati misurati, si può ragionevolmente sostenere che il CO in atmosfera non rappresenti più una criticità ambientale per il nostro territorio.

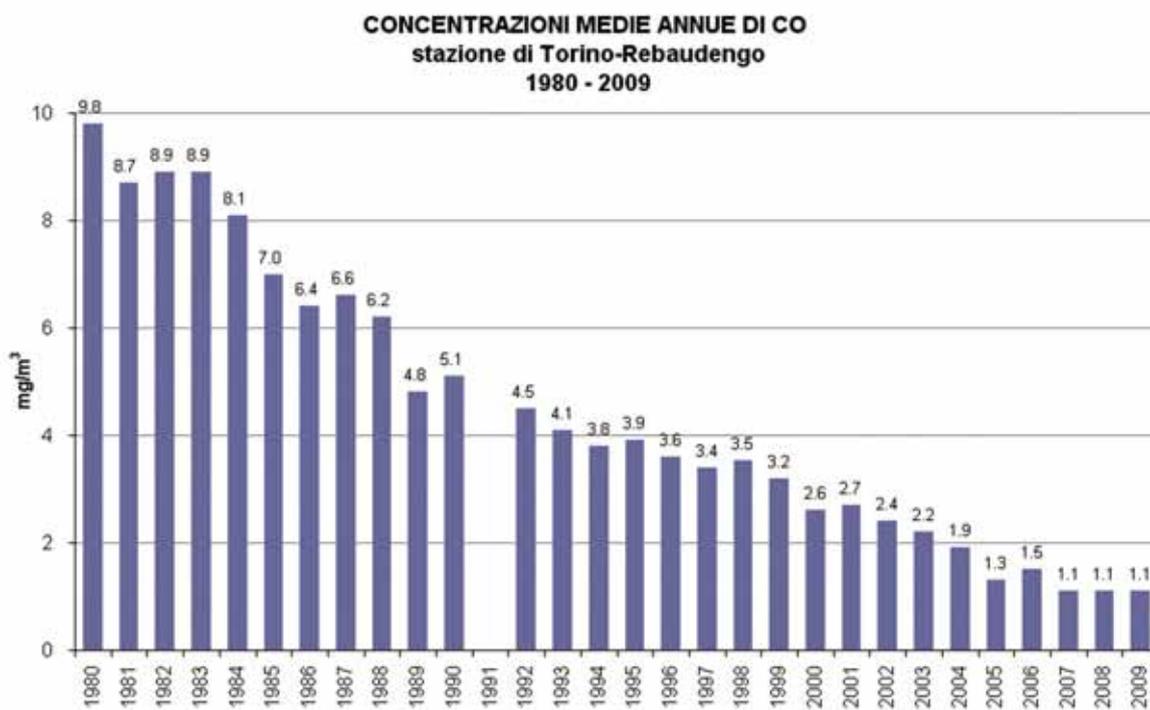


FIGURA 1: parametro CO, concentrazioni medie annuali rilevate presso la stazione di Torino-Rebaudengo dal 1980 al 2009.

STAZIONE	Rendimento strumentale 2009 (% dati validi)	Media Annuale mg/m ³										Valore limite per la protezione della salute umana Numero di giorni con la media massima calcolata su 8 ore superiore a 10 mg/m ³									
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
BALDISSERO	99%							0,3	0,4	0,3											
CHIERI	94%	1,1	0,8*	0,9	0,7*	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0	0*	0	0*	0	0	0	0	0	0	0
IVREA-Liberazione	94%							0,6	0,5	0,5	0	0*	0	0							
LEINI	98%							0,5*	0,6	0,7								0*	0	0	0
NICHELINO	10%	1,9	1,8*	2,0	1,8	1,3	1,3*	1,1	0,9	0,8	0	0*	7	0	0	0*	0	0	0	0	0*
OULX	98%					-	0,3*	0,4	0,4*	0,4	0	0*	0	0	-	0*	0	0	0	0*	0
PINEROLO	94%	0,6	1,1*	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RIVOLI	99%	0,8	0,9	0,9	0,7	0,9*	0,7	0,7	0,7	0,6	0	0	0	0	0*	0	0	0	0	0	0
SETTIMO	99%	1,4	1,2*	1,5	1,2	1,1*	1,0	1,1	1,0	0,8	0	0*	1	0	0*	0	0	0	0	0	0
SUSA	99%	0,6	0,9*	0,6*	0,5*	0,4*	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0*	0*	0*	0*	0	0	0	0	0	0
TO-CONSOLATA	100%	2,1	1,9	2,1	1,6	1,5	1,4	1,2	1,2	1,1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO-GAIDANO		1,8	1,8*	1,8	1,5	1,3	1,2	1,2	1,3*		0	0*	0	0	0	0	0	0	0*		
TO-LINGOTTO	94%	1,0*	0,9	1,2	1,0*	0,8	0,7	0,8	0,7	1,1*	0	0	0	0*	0	0	0	0	0	0*	0
TO-CRISTINA		1,8	1,6*	1,6*	1,5*	1,4*	1,2	1,2	0,9	0,6	0	0*	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0
TO-REBAUDENGO	97%	2,6	2,7*	2,4	2,2*	1,9	1,3	1,5	1,1	1,1	1	0*	0	0*	0	0	0	0	0	0	0
TO-RIVOLI	96%	2,9	2,6	2,2	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	9	0	4	2				0	0	0	0
TO-RUBINO	98%								0,6*	0,7	0	0*	0	0						0	0
VENARIA	93%	1,5	0,9*	0,7*	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0	0

* La percentuale di dati validi è inferiore all'indice fissato dal DM 60/2002 (90%).

TABELLA 5: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il monossido di carbonio.

**Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:
F. Pittarello, A. Bruno, ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino.**

DESCRIZIONE

Gli ossidi di azoto (N_2O , NO , NO_2 ed altri) sono generati in tutti i processi di combustione (veicoli, centrali termiche, riscaldamento domestico) quando viene usata aria come comburente (reazioni tra ossigeno e azoto) o quando vengono utilizzati combustibili contenenti azoto, come nel caso dell'ossidazione delle biomasse.

Il biossido di azoto (NO_2) 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 che portano alla formazione di sostanze inquinanti (ad esempio l'ozono), complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico".

Un contributo fondamentale all'inquinamento da biossido di azoto e derivati fotochimici è dovuto, nelle città, ai fumi di scarico degli autoveicoli.

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 nel suolo che possono provocare alterazione di equilibri ecologici ambientali.

I valori limite e la soglia di allarme definiti dalla normativa vigente per NO_2 e NO_x sono riportati nella TABELLA 6.

VALORE LIMITE ORARIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA			
Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 da non superare più di 18 volte per anno civile	50% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010 ⁽¹⁾
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA			
Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2	50% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010 ⁽¹⁾
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE			
Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x	nessuno	19 luglio 2001
SOGLIA DI ALLARME PER IL BIOSSIDO DI AZOTO			
400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (293°K e 101,3 kPa) misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km ² oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerati sono meno estesi.			

⁽¹⁾ La direttiva 2008/50/CE ha introdotto la possibilità di proroga dei limiti di cinque anni (1 gennaio 2015) a condizione di aver predisposto un piano per la qualità dell'aria che dimostri come i valori limite verranno conseguiti entro il nuovo termine.

TABELLA 6: D.M. 2/4/2002 n.60, valori limite per gli ossidi di azoto.

ESAME DEI DATI

Da una prima osservazione dei dati del 2009, riportati in TABELLA 7, risulta evidente l'interruzione del trend positivo, in atto dal 2007, nella diminuzione dei valori medi annuali di biossido di azoto. Infatti oltre il 70% delle stazioni presenta un aumento del valore medio rispetto all'anno precedente e in ben 11 stazioni viene superato il valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si assiste ad un peggioramento anche del numero di superamenti del valore limite orario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e in alcuni casi l'aumento rispetto al biennio 2007-2008 è decisamente rilevante.

In FIGURA 2 vengono riportate tutte le stazioni nelle quali è stato superato il valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel corso del 2009. Dal grafico si nota che a Chieri il valore medio di NO_2 , dopo il miglioramento rilevato nel 2008, torna a superare il valore limite ponendosi mediamente in linea con i dati degli anni passati. Le stazioni di Torino Consolata e Torino Lingotto sono le uniche, tra quelle in cui si è verificato un superamento del valore limite che presentano una, seppur lieve, diminuzione del valore medio annuale rispetto al 2008.

In generale si evidenzia che le stazioni che hanno superato il valore medio annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono quelle localizzate nel capoluogo piemontese e nella prima cintura, ad eccezione del sito di Borgaro che conferma per il 2009 il trend positivo dell'anno precedente con un valor medio annuale pari a $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al di sotto del limite normativo.

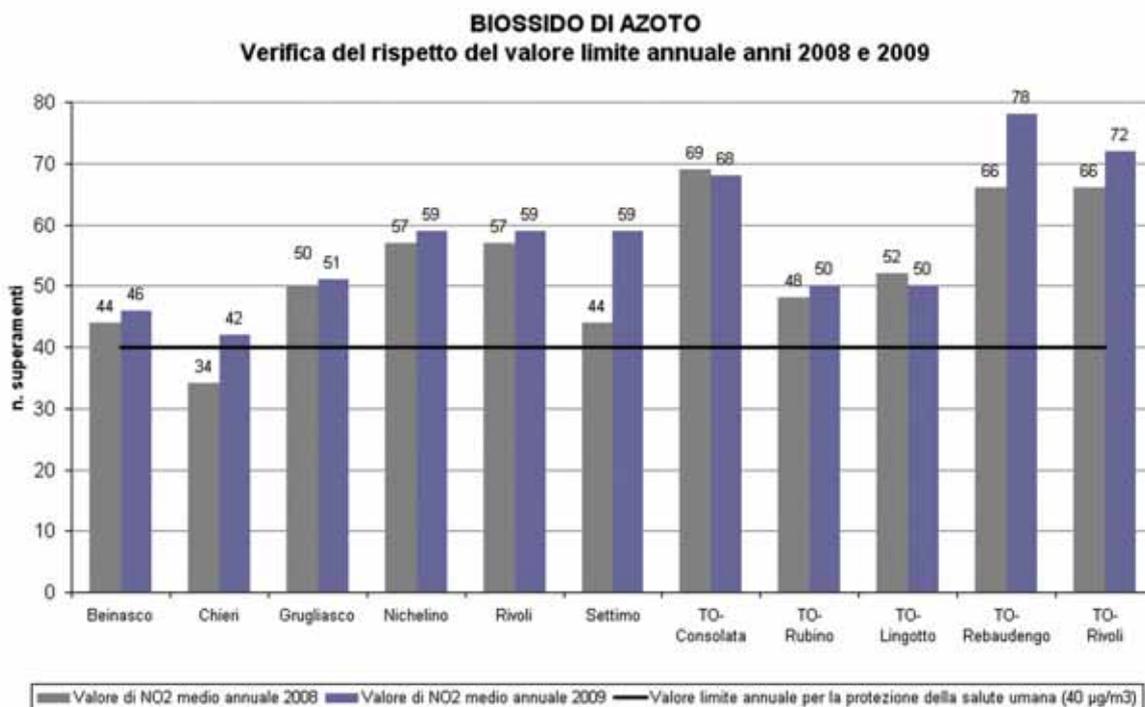


FIGURA 2: parametro NO_2 , verifica del rispetto del valore limite annuale.

In termini assoluti le stazioni più critiche, che presentano cioè le medie annuali più elevate, sono quelle torinesi caratterizzate da un intenso traffico veicolare, ovvero To-Consolata, To-Rebaudengo e To-Rivoli, ma destano particolare interesse anche i siti di Settimo e Chieri dove vi è il maggior aumento percentuale del valore medio annuale rispetto al 2008, rispettivamente pari a 34% e 24%. Nelle stazioni di fondo urbano di TO-Rubino e TO-Lingotto il valore è stato mediamente di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

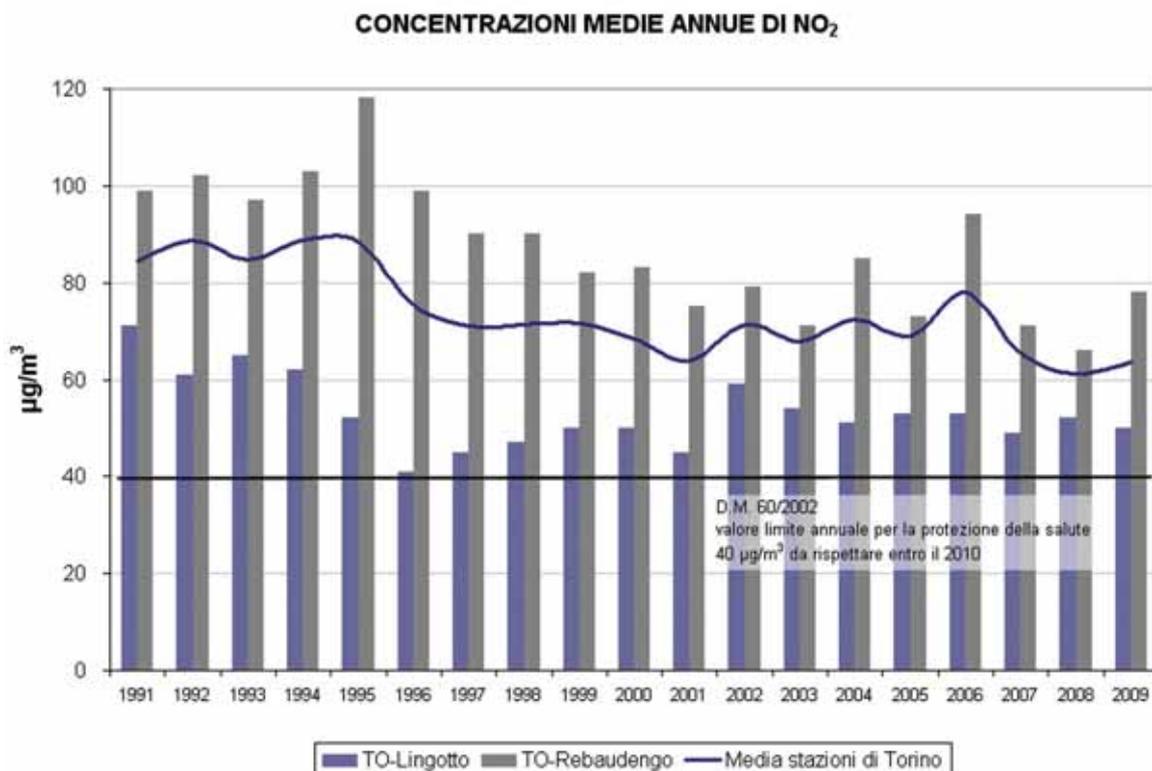


FIGURA 3: parametro NO₂, media delle medie annuali di tutte le stazioni operanti nel comune di Torino e dettaglio relativo alle stazioni di TO-Lingotto e TO-Rebaudengo.

La FIGURA 3 fotografa la situazione dell'area metropolitana di Torino negli ultimi vent'anni. Vengono riportate le concentrazioni medie annue di due stazioni del capoluogo, Torino Lingotto, stazione di fondo con i valori più bassi e Torino Rebaudengo, caratterizzata da intenso traffico veicolare. Dalla linea della media annua calcolata su tutte le stazioni di Torino si rileva una certa diminuzione dell'inquinante a partire dal 1996, periodo in cui il parametro si è mantenuto sempre al di sotto degli 80 µg/m³. Tale andamento è riscontrabile anche nelle due stazioni di riferimento, TO-Rebaudengo (da valori prossimi o superiori a 100 µg/m³ prima del 1996, a valori sempre inferiori a 95 µg/m³), e TO-Lingotto (da valori sempre superiori a 60 µg/m³ a valori generalmente compresi entro 55 µg/m³ e talvolta inferiori a 50 µg/m³). Il decremento non è equivalente a quello registrato per altri inquinanti quali SO₂, CO, benzene e piombo, per i quali è stato molto più consistente. Va comunque considerato che un limite di emissione specifico per gli ossidi di azoto è stato introdotto solo con la Direttiva Euro 3, e che il miglioramento tecnologico in termini di minori emissioni è stato in parte controbilanciato dall'aumento sia del numero di veicoli che dei chilometri percorsi.

Al di fuori dell'area metropolitana il limite è stato ovunque rispettato, con valori minimi registrati nelle stazioni collocate in zone remote o montane (Baldissero, Druento, Oulx, Susa). La stazione di Ceresole presenta una media annuale particolarmente bassa sia perché posizionata in area montana poco antropizzata, sia perché la stazione è stata attivata nel mese di febbraio, quindi successivamente ad uno dei periodi più critici dell'anno (gennaio), messo in evidenza da quasi tutte le stazioni di monitoraggio.

Se si considera il numero di superamenti del valore di 200 µg/m³ come media oraria, risulta che nelle stazioni fuori cintura non è stato registrato alcun superamento del valore limite orario per la protezione della salute umana. Tra le stazioni del comune di Torino e della prima cintura, invece, sei siti (Grugliasco, Nichelino, Rivoli, Settimo, Torino Rebaudengo e Torino Rivoli) presentano un numero consistente di superamenti del valore di 200 µg/m³ e decisamente superiore del limite di 18 consentito dal D.M. 60/2002 che entrerà in vigore nel corso del 2010: si va dai 29 superamenti di Rivoli ai 125 di Settimo (FIGURA 4).

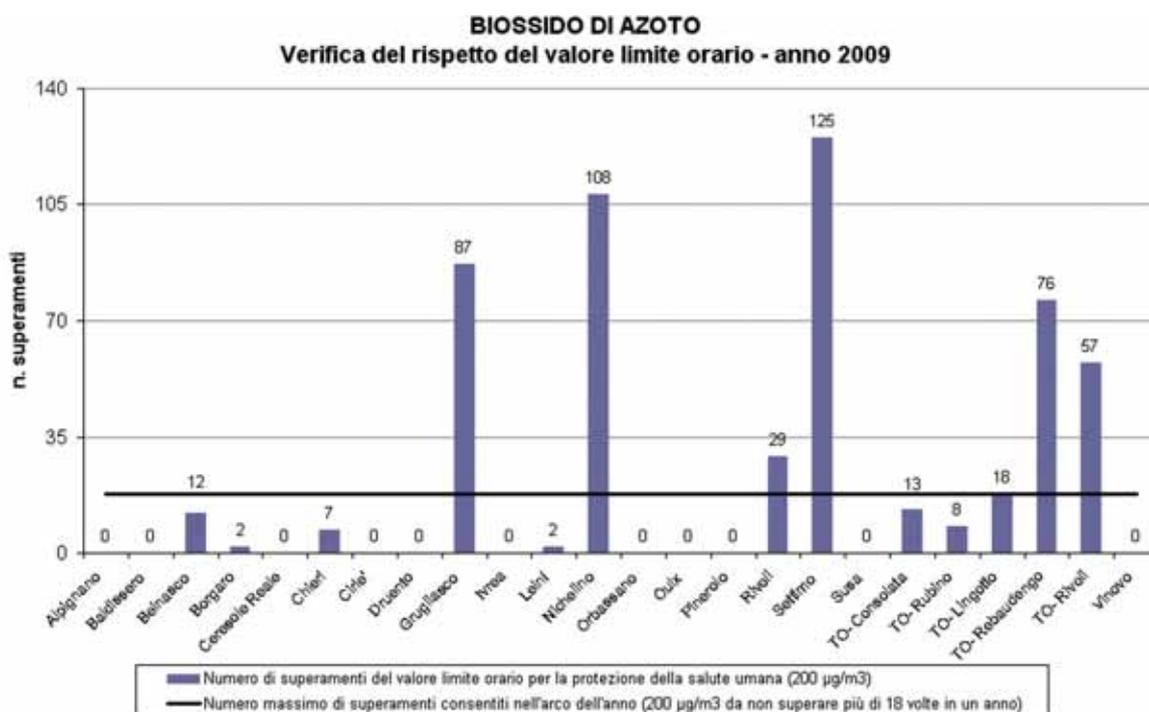


FIGURA 4: parametro NO₂, distribuzione spaziale del numero di superamenti del limite orario di 200 µg/m³, nel 2009.

Analizzando più nel dettaglio le statistiche si osserva che la maggior parte dei superamenti sono concentrati per tutte le stazioni negli stessi mesi invernali, in particolare gennaio, febbraio e dicembre (FIGURA 5).

Il periodo più critico è senz'altro gennaio, mese in cui per la maggior parte delle stazioni si verifica oltre il 50% dei superamenti di tutto l'anno, spesso concentrati in pochi giorni. Una parziale spiegazione di tale fenomeno può trovarsi nella particolare meteorologia del mese di gennaio 2009. In tale periodo è stata registrata un'intensa nevicata in pianura (evento del 5-7 gennaio: 30 cm in 36 ore nella sola città di Torino), cui è seguito un periodo di alta pressione prolungato nel tempo. Come è noto, la presenza di neve riflette fortemente la luce solare diretta (effetto albedo), di conseguenza l'aria a contatto con il terreno si raffredda molto rapidamente, raggiungendo temperature inferiori rispetto agli strati sovrastanti. L'alta pressione, la ridotta durata del giorno e la presenza di neve al suolo hanno favorito per diversi giorni (11-17 gennaio) l'instaurarsi di una condizione di inversione termica particolarmente intensa, in cui la temperatura al suolo è risultata più bassa che in quota e il rimescolamento verticale degli strati atmosferici fortemente limitato. In FIGURA 6 è stata riportata la media delle temperature delle ore nove, nel periodo 11-17 gennaio, lungo il profilo altimetrico, fino a 600 metri di altezza. Si può osservare che lo strato di inversione nel corso dell'episodio si estendeva in media fino 350 metri d'altitudine, con un massimo di temperatura di 2,78 °C, per poi gradatamente diminuire. Questa condizione di stabilità meteorologica non ha certamente favorito la normale diffusione atmosferica degli inquinanti e ha quindi causato l'alto numero di superamenti del limite orario consentito di NO₂, registrato proprio in questo periodo.

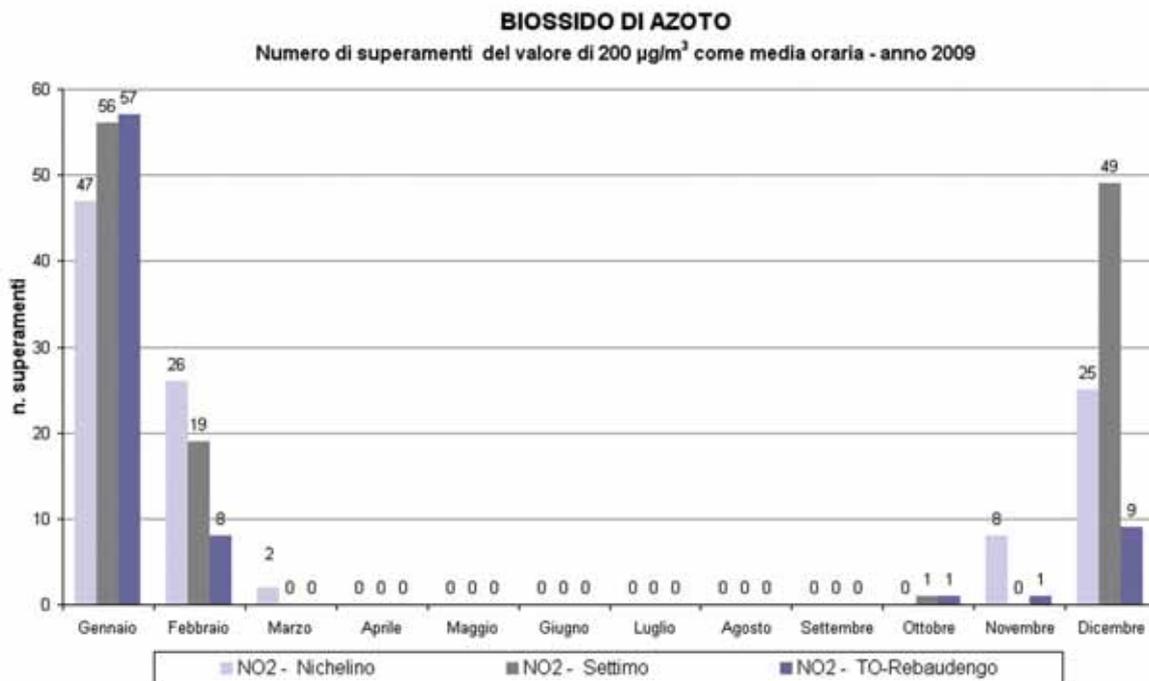


FIGURA 5: parametro NO₂, distribuzione mensile del numero di superamenti del limite orario di 200 µg/m³.

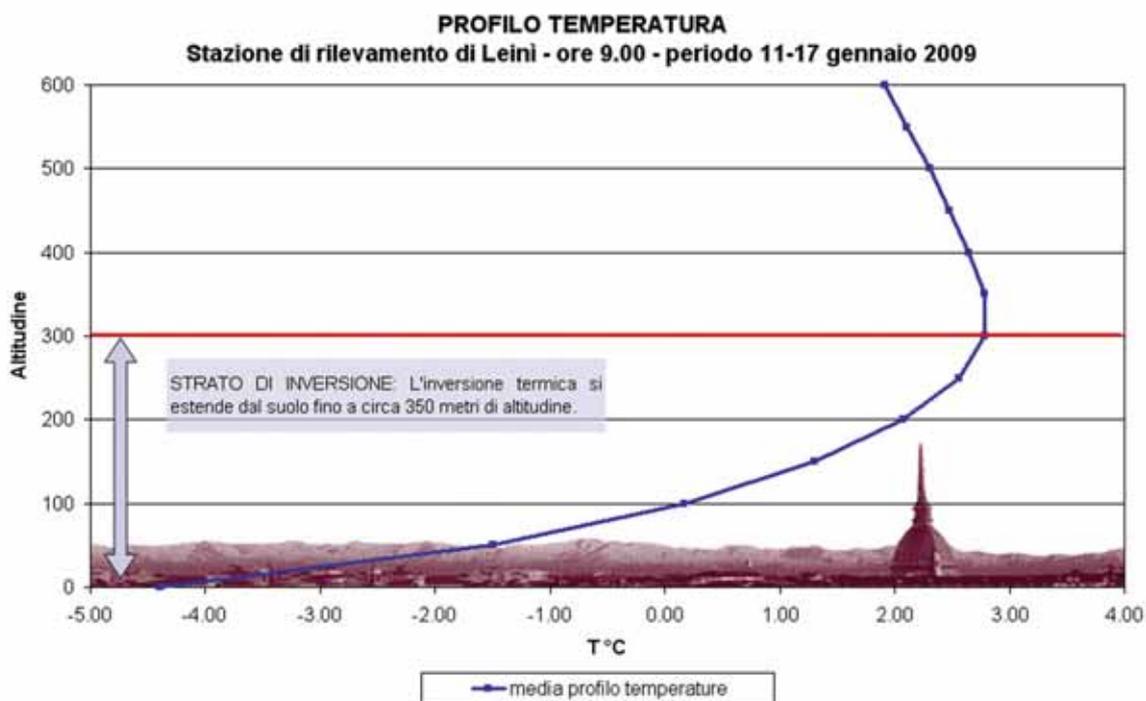


FIGURA 6: media del profilo delle temperature delle ore 9.00 nel periodo 11-17 gennaio 2009.

STAZIONE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (40 µg/m ³) Media Annuale (µg/m ³)										Valore limite orario per la protezione della salute (200 µg/m ³) Numero di superamenti									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ALPIGNANO	44	62	37	36	39	36	39	35	29	33	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0
BALDISSERO							22*	19	19									0	0	0
BEINASCIO	54	45	52	51	55	49	50	47	44	46	4	0	1	0	5	5	9	2	1	12
BORGARO	46	48	42	44*	42	38	42	42	35	36	8	27	1	0	4	0	1	1	0	2
CERESOLE REALE ⁽¹⁾										8*										0*
CHIERI	51	43	38	39	44	42	51	42	34	42	1	0	0	0	0	1	0	0	1	7
CIRIÉ'	36	32	29	31*	31	32	31	31	30	33	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DRUENTO	28	19	22	24*	26*	20	19	19	15	18*	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0*
GRUGLIASCO	59	52	53	52	49	53	54	59	50	51	16	0	1	2	11	9	64	39	28	87
IVREA								32	27	28										0
LEINÍ								38	31	32								0	0	2
NICHELINO	75	64	71*	63*	59	65	70	64	57	59	53	7	59	17	17	43	118	88	27	108
ORBASSANO	52	46	42	40*	44	42	46	43	37	39	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
OULX							22	22	22	20							0	0	0	0
PINEROLO			46*	29*	31	30	35	35	35	34			0	0	0	2	0	0	0	0
RIVOLI			58	57	60	61	65	61	57	59			0	3	6	13	28	14	7	29
SETTIMO	53	58	72	65	57	67	65	52	44	59	6	20	73	14	13	35	68	27	4	125
SUSA			25*	22*	34	25	29	24	21	22			0	0	0	0	0	0	0	0
TO-CONSOLATA	69	59	72	73	72*	67	68		69*	68	27	4	20	6	8	11	38		19	13
TO-RUBINO ⁽²⁾								51*	48	50								10	1	8
TO-LINGOTTO	50	45	59	54*	51	53	53	49	52	50	2	2	0	3	0	2	39	4	2	18
TO-REBAUDENGO	83	75	79	71	85	73	94	71	66	78	47	30	45	4	68	60	188	85	16	76
TO-RIVOLI	87	78	73	71	81	84	92	77	66	72	150	36	26	12	42	34	112	35	27	57
VINOVO	42	42	43	41	38	40	47	38	36	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(1) stazione attiva da febbraio 2009

(2) stazione attiva da aprile 2007

* La percentuale di dati validi è inferiore all'indice fissato dal DM 60/2002 (90%), a partire dal 2002

TABELLA 7: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di azoto.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

D. Maria, Provincia di Torino, F. Lollobrigida, ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino.

DESCRIZIONE

È il naturale prodotto di ossidazione dello zolfo e dei composti che lo contengono allo stato ridotto. È un gas incolore, di odore pungente e molto irritante per gli occhi, la gola e le vie respiratorie. 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.

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 e sono peggiori le condizioni dispersive.

Nell'atmosfera il biossido di zolfo (SO₂) è ossidato a triossido di zolfo (SO₃) e successivamente in presenza di umidità è convertito in acido solforico (H₂SO₄). L'acido solforico contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni con effetti fitotossici sui vegetali e corrosivi sui materiali da costruzione.

Il biossido di zolfo era ritenuto, fino agli anni '80, 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. Il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili insieme al sempre più diffuso uso del gas metano, hanno diminuito sensibilmente la presenza di SO₂ nell'aria.

I valori limite e la soglia di allarme definiti dalla normativa vigente sono riportati nella TABELLA 8.

VALORE LIMITE ORARIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	1° gennaio 2005
VALORE LIMITE DI 24 ORE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	1° gennaio 2005
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI		
Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
anno civile e inverno (1° ottobre – 31 marzo)	20 µg/m ³	19 luglio 2001
SOGLIA DI ALLARME PER IL BISSIDO DI ZOLFO		
500 µg/m ³ (293°K e 101,3 kPa) misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km ² oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerati sono meno estesi.		

TABELLA 8: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il biossido di zolfo.

ESAME DEI DATI

In tutti i siti oggetto di monitoraggio, come si può osservare nel riepilogo statistico riportato in TABELLA 9, i valori di riferimento previsti dalla normativa sono ampiamente rispettati. La situazione è del tutto analoga a quella rilevata nel corso degli ultimi anni, le differenze sono assolutamente minime e rientrano nella fluttuazione statistica del dato.

Da un'analisi comparata dei dati rilevati nei diversi siti di monitoraggio, non si osservano zone che presentino una particolare criticità o quantomeno una diversità sostanziale delle concentrazioni misurate. I massimi valori orari, rilevati nel corso dell'anno 2009, sono notevolmente inferiori rispetto ai limiti stabiliti su questa base temporale e un'analoga considerazione è valida anche per il limite su base giornaliera. Il valore limite per la protezione degli ecosistemi è rispettato in tutti i siti di monitoraggio, anche in quelli soggetti ad una forte pressione antropica che non sarebbero idonei per effettuare confronti con tale limite.

La diminuzione del tenore di zolfo nei combustibili liquidi o solidi e l'introduzione sul mercato energetico del metano hanno determinato la notevolissima riduzione delle concentrazioni del biossido di zolfo evidenziata nella FIGURA 7.

Il parametro SO₂ non rappresenta una criticità per il territorio della provincia di Torino, sarà comunque opportuno, nel corso dei prossimi anni, mantenere attivo il monitoraggio di tale inquinante per controllare il mantenimento dei risultati raggiunti.

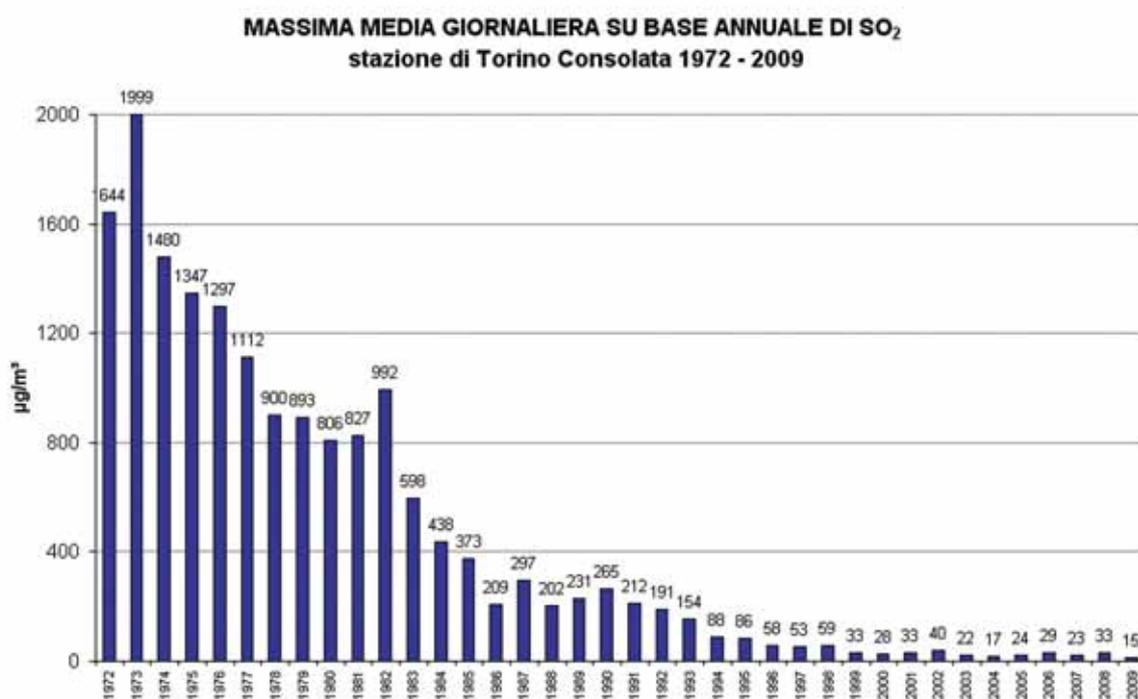


FIGURA 7: parametro SO₂, massima media giornaliera su base annuale rilevata nell'ultimo trentennio nella stazione di Torino – Consolata.

STAZIONE	Rendimento strumentale 2009 (% dati validi)	Media Annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$												Valore limite orario per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte nell'anno civile Numero di superamenti												Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte nell'anno civile Numero di superamenti											
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009						
BEINASCO	99%	6	4*	5*	4*	6*	5	5	5	5	5	5	0	0*	0*	0*	0	0	0	0	0	0*	0*	0*	0*	0	0	0	0	0							
CIRIE'	94%	6	7*	4*	4*	5	4	5	7*	6	6	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0*	0							
DRUENTO	83%	7	4*	4*	4*				4	4*	6*	0																	0	0*							
GRUGLIASCO	95%	9	6*	6*	5	7*	7	8	5	5	6	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0							
IVREA-Liberazione	93%								4	4	5																		0	0							
TO-CONSOLATA	72%	8*	8	9	6	5	7	7	6	4*	6*	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0*	0	0	0	0	0	0	0*	0*							
TO-REBAUDENGO	90%	7*	7*	6	6	7	8	9	7	5	9	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0							

STAZIONE	Rendimento strumentale 2009 (% dati validi)	Valore limite per la protezione degli ecosistemi $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Media calcolata sul periodo di riferimento 1 gen - 31 mar e 1 ott - 31dic												Soglia di allarme $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Numero di superamenti												Massimo orario $\mu\text{g}/\text{m}^3$											
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009						
BEINASCO	99%	8	5*	6*	5*	7*	7	8	7	7	6	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0	44	36*	103*	32*	50*	32	44	29	31	27						
CIRIE'	94%	11	11*	5*	5*	7	8	6	5	8*	7	0	0*	0*	0	0	0	0*	0*	0	0	57	51*	39*	41	28	42	25	25*	19							
DRUENTO	83%	8	5*	4*	4*				5	4*	6*	0										40	32*	18*				28	19*	17*							
GRUGLIASCO	95%	9	12*	9*	7	9*	10	13	7	6	8	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0	50	46*	55*	60	61*	42	69	37	32	46						
IVREA-Liberazione	93%								5	5	6																	27	26	26							
TO-CONSOLATA	72%	11*	11	14	9	7	9	12	9	6*	7	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63*	84	144	44	38	48	57	49	33*	23*						
TO-REBAUDENGO	90%	10*	10*	9	9	9	13	13	11	7	11	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	76*	47*	83	93	53	63	55	66	44	62						

*La percentuale di dati validi è inferiore all'indice fissato dal DM 60/2002 (90%)

TABELLA 9: dati delle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di zolfo.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

F. Pittarello, A. Bruno, ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino.

DESCRIZIONE

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

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 un componente dello "smog fotochimico" che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'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. La presenza di composti organici volatili ne favorisce l'ulteriore produzione.

L'ozono è un inquinante sostanzialmente ubiquitario e, a differenza di quanto avviene per gli inquinanti di tipo primario, situazioni critiche possono riscontrarsi in zone distanti dai grossi centri urbani o in zone in quota.

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

L'ozono è responsabile anche di danni alla vegetazione, con relativa scomparsa di alcune specie arboree dalle aree urbane (alcune specie vegetali, particolarmente sensibili alle concentrazioni di ozono in atmosfera, vengono oggi utilizzate come bioindicatori della presenza di ozono).

I valori bersaglio, obiettivo e le soglie di informazione e allarme sono riportati nella TABELLA 10.

VALORI BERSAGLIO		
	Parametro	Valore bersaglio per il 2010 (a)
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore (b)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (c)
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT 40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ come media su 5 anni (c)
<p>(a) Data a partire dalla quale si verifica la rispondenza ai valori bersaglio. Ciò significa che i valori del 2010 saranno utilizzati per verificare la concordanza con gli obiettivi nei successivi 3 o 5 anni.</p> <p>(b) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore sarà determinata analizzando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce; in pratica la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno sarà quella compresa fra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno sarà quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.</p> <p>(c) Se non è possibile calcolare la media di 3 o 5 anni poiché non si ha un insieme completo di dati relativi a più anni consecutivi, i dati annuali minimi per la verifica della rispondenza con i valori bersaglio sono i seguenti: per il valore bersaglio per la protezione della salute umana: dati validi relativi ad un anno per il valore bersaglio per la protezione della vegetazione: dati relativi a tre anni Per AOT40 (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 ppb) e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari medi rilevati ogni giorno tra le 08:00 e 20:00, ora dell'Europa centrale.</p>		
OBIETTIVI A LUNGO TERMINE		
	Parametro	Obiettivo (a)
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massima media giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
<p>(a) I progressi realizzati dalla Comunità nel conseguimento dell'obiettivo a lungo termine, prendendo come riferimento l'anno 2020, sono riesaminati nell'ambito del processo di cui all'art. 11 della presente direttiva.</p> <p>Per AOT40 (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 ppb) e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari medi rilevati ogni giorno tra le 08:00 e 20:00, ora dell'europa centrale.</p>		
SOGLIE DI INFORMAZIONE E DI ALLARME		
	Parametro	Soglia
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<p>(a) Per l'attuazione dei piani di azione a breve termine, previsti all'art. 5 comma 3 del D. Lgs. 21/05/2004 n.183, il superamento della soglia deve essere misurato o previsto per tre ore consecutive.</p>		

TABELLA 10: D. Lgs. 21/05/2004 n.183, valori bersaglio, obiettivo e soglie di informazione e allarme per l'ozono.

ESAME DEI DATI

L'ozono, insieme al PM10 e al biossido di azoto, è uno degli inquinanti di maggiore rilevanza in Europa. I suoi livelli sono particolarmente elevati nelle regioni dove è maggiore l'emissione dei suoi precursori, in particolare ossidi di azoto e composti organici volatili e laddove vi sia persistenza di periodi di alta insolazione, alta temperatura ed elevata pressione atmosferica. Le soglie di informazione e di allarme indicano il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata da parte di gruppi più sensibili della popolazione (informazione) e di tutta la popolazione (allarme). I valori bersaglio, invece, indicano i livelli di concentrazione da conseguirsi entro il 2010 al fine di evitare effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente. Gli obiettivi a lungo termine stabiliscono quelle concentrazioni al di sotto delle quali sono improbabili, in base alle conoscenze attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e sull'ambiente.

In TABELLA 11 sono riportati i superamenti della soglia di informazione degli ultimi 10 anni nella provincia di Torino. In generale nel 2009, come già nel 2008, la soglia di informazione (180 µg/m³) è stata superata in misura molto inferiore rispetto agli anni precedenti nella maggioranza dei siti oggetto di rilevamento e in alcuni casi tale soglia non è mai stata superata (Borgaro, Chieri e Pinerolo). Le stazioni di Alpignano, Baldissero e Druento, invece, presentano un numero di superamenti consistente se confrontato con i valori del 2008, che rimane tuttavia inferiore alla quantità di superamenti degli anni precedenti. La stazione di Torino Lingotto presenta una diminuzione dei superamenti rispetto al 2008.

La soglia di allarme (240 µg/m³ come media oraria per tre ore consecutive) non è stata superata in nessuna stazione di rilevamento, confermando così il dato positivo del 2008.

STAZIONE	SOGLIA DI INFORMAZIONE 180 µg/m ³ come media oraria numero di superamenti									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ALPIGNANO	32**	*	47	144**	22	21	70	44	7	26
BALDISSERO							8 ⁽⁵⁾	43	4	26
BORGARO	150	224	40	188	35	12	20	63	0	0
CHIERI			0 ⁽¹⁾ **	82	5	4	4	1	0	0
DRUENTO	156	121**	64**	176**	71**	72**	143	69	11**	45**
LEINI'							1 ⁽⁶⁾	14	7	1
ORBASSANO	138	*	52	107**	63	18	30	54	0	2
OULX						0 ⁽⁴⁾	38	9	8	2
PINEROLO			0 ⁽²⁾ **	45**	0**	11	28	54	1	0
SUSA			34 ⁽³⁾ **	85**	62	14	52	11	9	1
TO LINGOTTO	46	72**	80	255	32	56	20	43	26	2
VINOVO	104	147**	34	245**	58	16	13	16	0	5

⁽¹⁾ strumento operativo dal 1/8/02 ⁽⁴⁾ strumento operativo dal 29/11/05

⁽²⁾ strumento operativo dal 9/10/02 ⁽⁵⁾ strumento operativo dal 28/07/06

⁽³⁾ strumento operativo dal 22/07/02 ⁽⁶⁾ strumento operativo dal 27/07/06

* insufficiente rendimento strumentale

** la percentuale di dati validi è inferiore all'indice fissato dal DM 60/2002 (90%) come da D.lgs. n. 183/04.

TABELLA 11: ozono, confronto con le soglie di informazione come da D.lgs. n. 183/04.

In TABELLA 12 e in TABELLA 13 sono riportati rispettivamente i risultati dei rilevamenti elaborati in modo da poter verificare il conseguimento del valore bersaglio per la protezione della salute umana e il valore bersaglio per la protezione della vegetazione. Entrambi non sono ri-

spettati; la media del numero di giorni di superamento del valore bersaglio per la protezione della salute umana rilevati negli ultimi tre anni è superiore ai 25 giorni consentiti e la media degli ultimi cinque anni dell'AOT40 per la stazione di Druento, pur essendo diminuita, resta comunque superiore ai 18000 µg/m³*h previsti.

STAZIONE	DECRETO LEGISLATIVO n. 183 del 21/05/04 Valore bersaglio per la protezione della salute umana numero di giorni con la media massima, calcolata su 8 ore, superiore a 120 µg/m ³										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	MEDIA degli ultimi 3 anni
ALPIGNANO	24	*	78	94	41	51	64	89	43	67	66
BALDISSERO							*	95	72	116	94
BORGARO	96	99	66	100	52	47	44	93	31	35	53
CHIERI			3 ⁽¹⁾	101	37	43	28	37	14	27	26
DRUENTO	96	68	81	78	84	71	78	95	29	52	59
LEINI'							*	63	56	61	60
ORBASSANO	104	*	55	85	54	79	55	89	30	68	62
OULX						0 ⁽⁴⁾	70	73	36	56	55
PINEROLO			0 ⁽²⁾	33	33	54	68	100	40	69	70
SUSA			41 ⁽³⁾	76	77	48	57	66	53	42	54
TO LINGOTTO	71	58	70	108	74	65	56	70	74	36	60
VINOVO	101	80	79	100	85	50	54	74	44	86	68

⁽¹⁾ strumento operativo dal 1/8/02

⁽⁴⁾ strumento operativo dal 29/11/05

⁽²⁾ strumento operativo dal 9/10/02

⁽⁵⁾ strumento operativo dal 28/07/06

⁽³⁾ strumento operativo dal 22/07/02

⁽⁶⁾ strumento operativo dal 27/07/06

* insufficiente rendimento strumentale ** la percentuale di dati validi è inferiore al 90% (DM 60/2002)

TABELLA 12: ozono, confronto degli ultimi anni con i valori bersaglio per la protezione della salute umana.

STAZIONE	DECRETO LEGISLATIVO n. 183 del 21/05/04 Valore bersaglio per la protezione della vegetazione AOT 40 (18000 µg/m ³ *h)										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	MEDIA degli ultimi 5 anni
BALDISSERO							*	33360	31118	44921	-
DRUENTO	37865	37699	49496	54719	41738	41430	48015	38407	18936	25433	34444

* insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 13: ozono, confronto degli ultimi cinque anni con i valori bersaglio per la protezione della vegetazione.

In FIGURA 8 è riportata la distribuzione temporale dei superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana per le stazioni di Torino-Lingotto, rappresentativa del fondo urbano, e la stazione di Baldissero Torinese, posta più in quota e rappresentativa del fondo rurale. Nel corso del 2009 l'ozono presenta un andamento stagionale con massimi di concentrazione nella stagione calda, tipicamente da maggio a settembre; la sola stazione di Baldissero presenta alcuni superamenti anche nei mesi di marzo e aprile. I mesi più caldi nel 2008 sono stati quelli di luglio e agosto, in concomitanza con le alte temperature registrate si sono misurati i valori massimi di ozono.

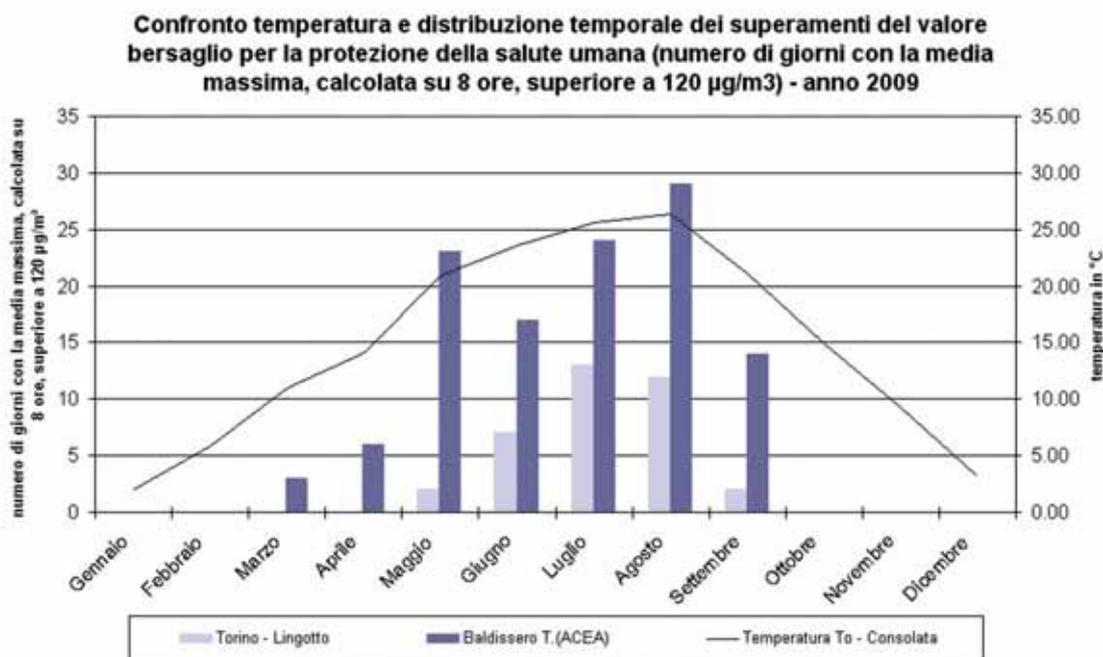


FIGURA 8: distribuzione temporale dei superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana per le stazioni di Torino-Lingotto e Baldissero Torinese, anno 2009.

L'analisi delle serie storiche delle concentrazioni di ozono rilevate nel corso degli ultimi 10 anni (FIGURA 9) mostra una sostanziale stabilità dei valori di concentrazione, con una variabilità dovuta soprattutto alla situazione meteorologica del singolo anno. Le condizioni climatiche, infatti, esercitano un ruolo fondamentale nel determinare le concentrazioni dell'inquinante a livello della troposfera, sia per il verificarsi di condizioni che favoriscono episodi di accumulo (elevata insolazione, alte temperature, condizioni di alta pressione), sia per il ruolo che la radiazione solare ha nei meccanismi di reazioni di formazione dell'O₃ in presenza di COV (composti organici volatili) e NO_x (ossidi di azoto).

Come si può vedere in FIGURA10 in corrispondenza delle massime temperature estive si registrano in generale i valori più alti di ozono, infatti i massimi del decennio in esame si osservano nel 2003, in cui l'estate è stata caratterizzata da scarse precipitazioni e temperature particolarmente elevate; mentre le concentrazioni medie minime si sono rilevate in anni nei quali le medie di temperatura sono state inferiori e le precipitazioni più significative. Il 2009 presenta condizioni meteo climatiche in media simili al 2003 (FIGURA 10), con un incremento del livello di ozono rispetto agli anni precedenti, particolarmente evidente nelle stazioni di quota. Le concentrazioni di ozono sono risultate comunque meno critiche rispetto al 2003, malgrado la confrontabilità, sui valori medi, di temperatura e entità delle precipitazioni. L'analisi di tale fenomeno richiederebbe un approfondimento che esula dagli scopi di questa pubblicazione; è però presumibile che tale situazione sia, almeno in parte, attribuibile a una diversa distribuzione temporale nei due anni degli episodi meteorologici favorevoli alla formazione di ozono.

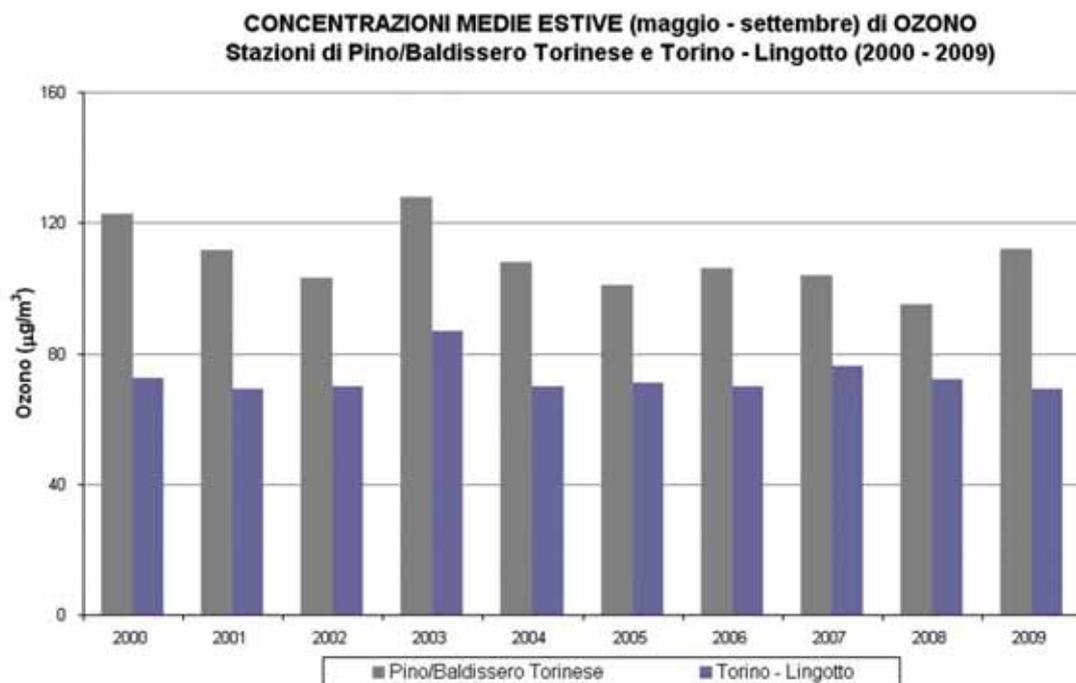


FIGURA 9: ozono, medie del periodo maggio-settembre degli ultimi 10 anni (dall'anno 2008 i valori considerati sono quelli registrati presso la stazione di Baldissero Torinese).

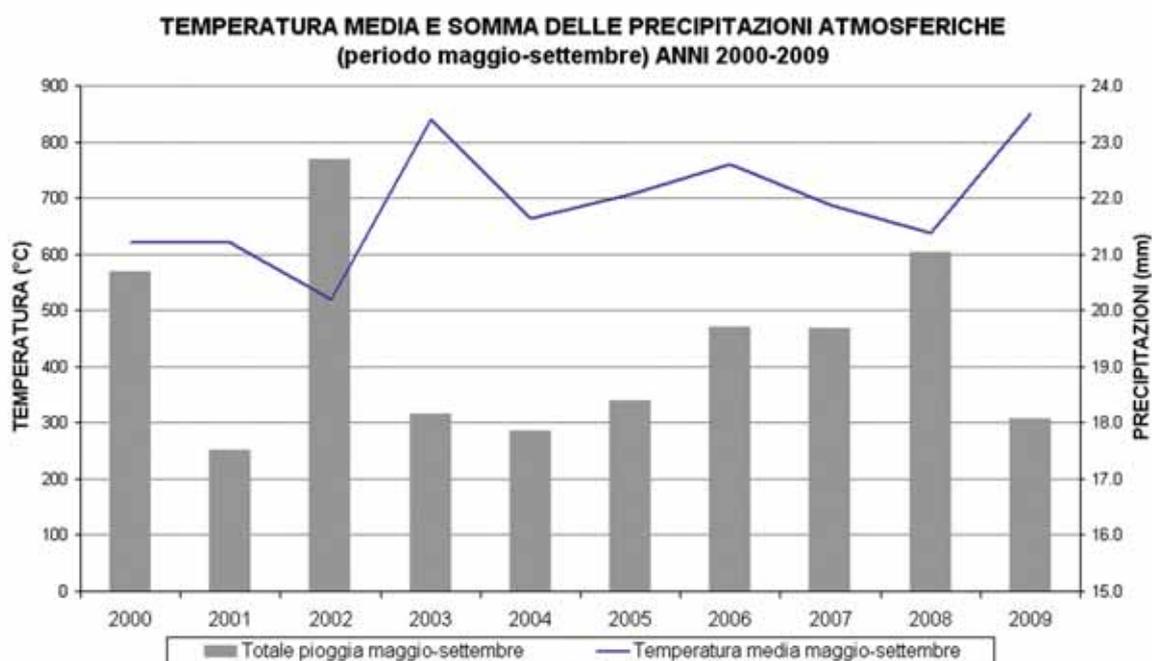


FIGURA 10: Temperatura media e somma delle precipitazioni atmosferiche, relativamente al periodo maggio-settembre, anni 2000-2009, stazioni di Torino-Buon Pastore (fino al 2003) e Torino Consolata (dal 2004 in poi).

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

D. Maria, Provincia di Torino, F. Lollobrigida, ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino.

DESCRIZIONE

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei 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 a 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.

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 hanno evidenziato che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule e che con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo.

Un'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 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia. I valori limite definiti dalla normativa vigente sono riportati nella TABELLA 14.

VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA			
Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Margine di tolleranza	Data dalla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	100% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 2000/69/CE (13/12/2000). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2006 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

TABELLA 14: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il benzene.

ESAME DEI DATI

A partire dal 1996 i livelli in atmosfera di questo inquinante sono notevolmente diminuiti a seguito dell'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore di benzene nelle benzine e grazie al miglioramento delle performance emissive degli autoveicoli.

Dalla FIGURA 11 si evidenzia come nella postazione di Torino Rivoli venga rispettato il limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su base annuale (previsto per il 1/1/2010).

La stazione di via Consolata ha registrato un valore medio annuo di $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che rappresenta un lieve incremento rispetto alle medie annue negli anni dal 2005 al 2008, ma i dati sono tuttora in corso di validazione.

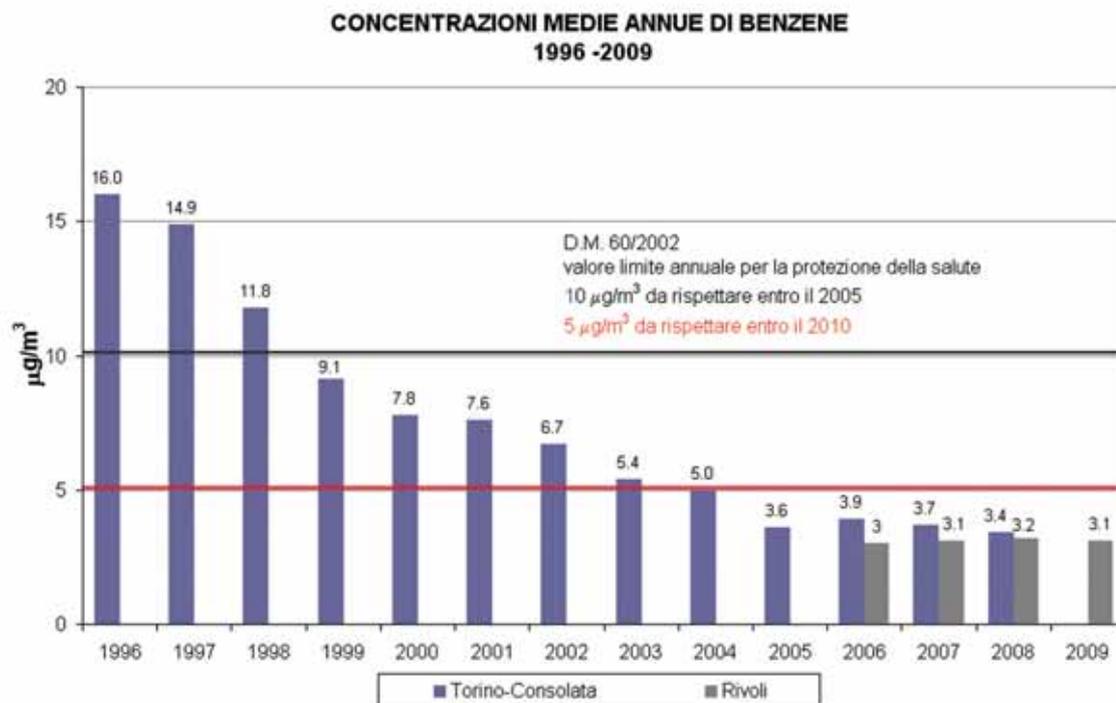


FIGURA 11: concentrazioni medie annue di benzene rilevate negli anni 1996-2009.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

M. Maringo, ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino.

DESCRIZIONE

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso, generalmente solido, 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), etc. Nelle aree urbane il materiale particolato di natura primaria può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni, delle frizioni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli dotati di motore diesel.

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 e 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 e i metalli.

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.

I valori bersaglio, obiettivo e le soglie di informazione e sono riportati nella TABELLA 15.

VALORE LIMITE DI 24 ORE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Data dalla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	50 µg/m ³ PM10 non superare più di 35 volte per anno civile	1 gennaio 2005 ⁽¹⁾
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Data dalla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/m ³ PM10	1 gennaio 2005 ⁽¹⁾
FASE 2		
Valori indicativi da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria (1)		
VALORE LIMITE DI 24 ORE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Data dalla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	50 µg/m ³ PM10 non superare più di 7 volte per anno civile	1 gennaio 2010
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Data dalla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	20 µg/m ³ PM10	1 gennaio 2010

(1) I limiti previsti per la fase 2 non sono più contenuti dalla direttiva 2008/50/CE e dovrebbero essere abrogati dalle norme di recepimento della direttiva.

TABELLA 15: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il PM10.

Il D.M. 60/2002 ha inoltre indicato la necessità di misurare anche la concentrazione di polveri con diametro aerodinamico inferiore ai $2,5 \mu\text{m}$ (PM_{2,5}), per il quale la nuova Direttiva Europea 2008/50/EC prevede specifici valori di riferimento.

ESAME DEI DATI

Frazione PM₁₀ e PM_{2,5}

I dati dell'anno 2009 confermano il trend in lieve diminuzione per quanto riguarda i valori medi annuali; tendenza non riconducibile direttamente alle condizioni meteorologiche visto che le precipitazioni sono state meno intense rispetto al 2008 e, come evidenziato nel capitolo relativo al biossido di azoto, il mese di gennaio in particolare è stato caratterizzato da condizioni di intensa inversione termica.

Considerando le stazioni storiche della città di Torino (FIGURA 12) si nota un decremento significativo per To-Grassi, il cui valore medio annuale è passato da $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2006 a $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrato nel 2009, mentre a To-Consolata negli ultimi tre anni il valore è rimasto pressoché costante.

In FIGURA 13 si osserva che il valore limite annuale per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è rispettato nel 50% delle stazioni della rete provinciale; Borgaro, To-Lingotto e To-Rubino sono appena superiori al limite, mentre i valori più elevati sono registrati dalle centraline da traffico della metropoli, oltre a Carmagnola. Considerando l'insieme delle stazioni provinciali si osserva un decremento delle concentrazioni medie del 5 % rispetto al 2008.

In FIGURA 14 sono riportate le medie mensili per tre stazioni rappresentative della rete provinciale; le concentrazioni maggiori si misurano in inverno, periodo in cui si aggiungono le emissioni degli impianti di riscaldamento ed in concomitanza si verificano le condizioni meteorologiche più sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti. Nel 2009 i mesi più critici sono stati gennaio, febbraio e dicembre che sono stati anche i mesi con minori precipitazioni. Da aprile a settembre in cui prevalgono condizioni di instabilità atmosferica favorevoli alla dispersione degli inquinanti, anche nelle stazioni più critiche, i valori medi risultano al di sotto dei $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il D.M. 60/2002 stabilisce anche un limite giornaliero per la protezione della salute umana ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e un numero massimo di superamenti di tale valore nel corso dell'anno, pari a 35. Nella maggior parte delle stazioni tale limite non è rispettato e se nelle stazioni extraurbane si nota una lieve diminuzione del numero di superamenti rispetto al 2008, nelle centraline dell'area metropolitana tale numero negli ultimi due anni è rimasto pressoché costante. Il numero maggiore di superamenti del limite giornaliero è stato di 151 a To-Grassi, ma anche nelle stazioni di fondo urbano di To-Lingotto e To-Rubino la situazione si mostra critica con 92 e 96 superamenti rispettivamente.

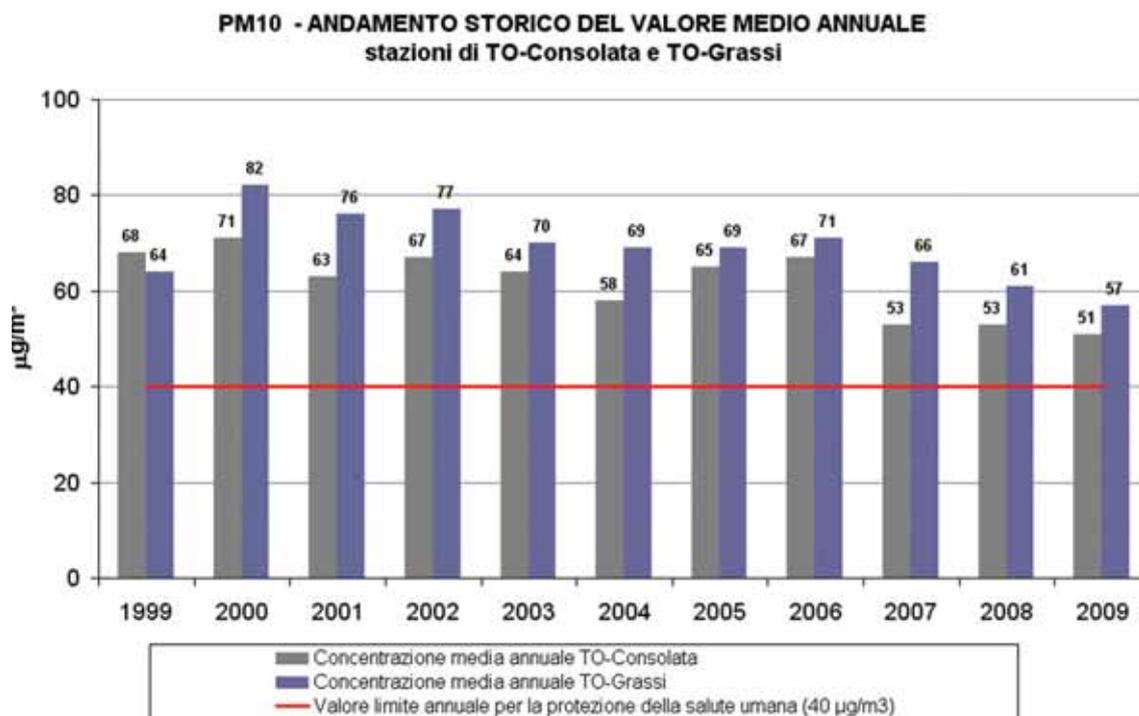


FIGURA 12: parametro PM10, concentrazioni medie annue rilevate nella città di Torino nel periodo 1999-2009.

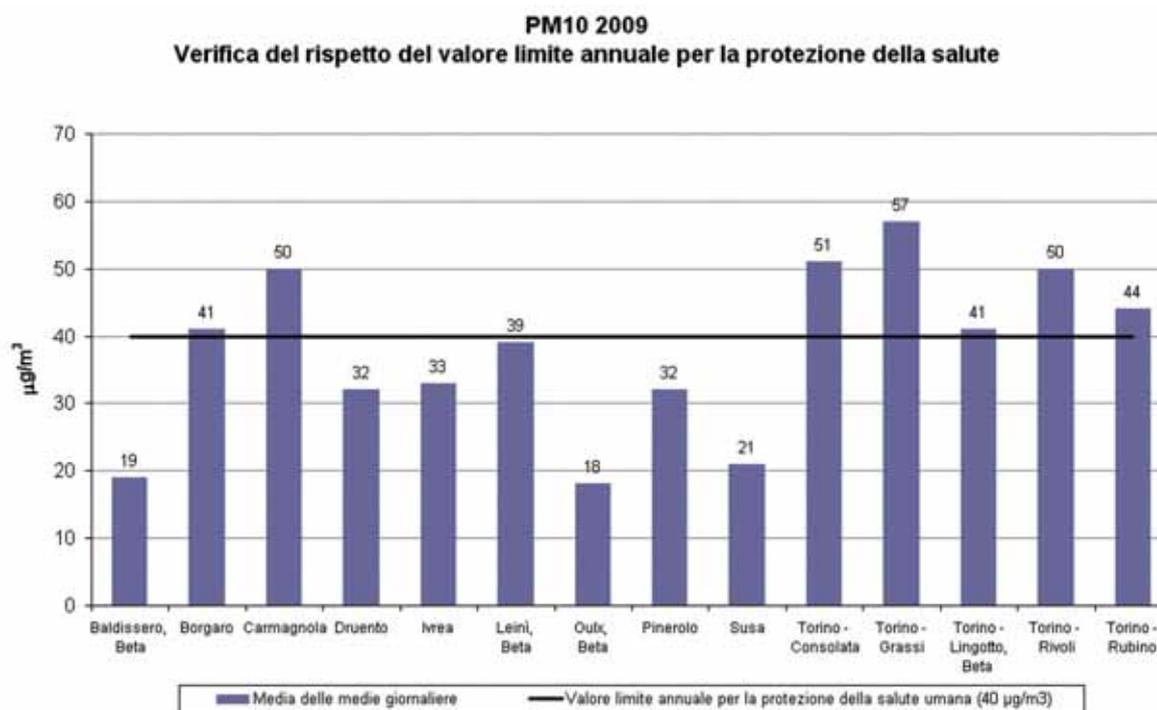


FIGURA 13: valore medio annuale misurato presso le stazioni di monitoraggio provinciali.



FIGURA 14: andamento delle precipitazioni atmosferiche e delle concentrazioni di PM10 in alcune stazioni della Provincia di Torino nell'anno 2008.

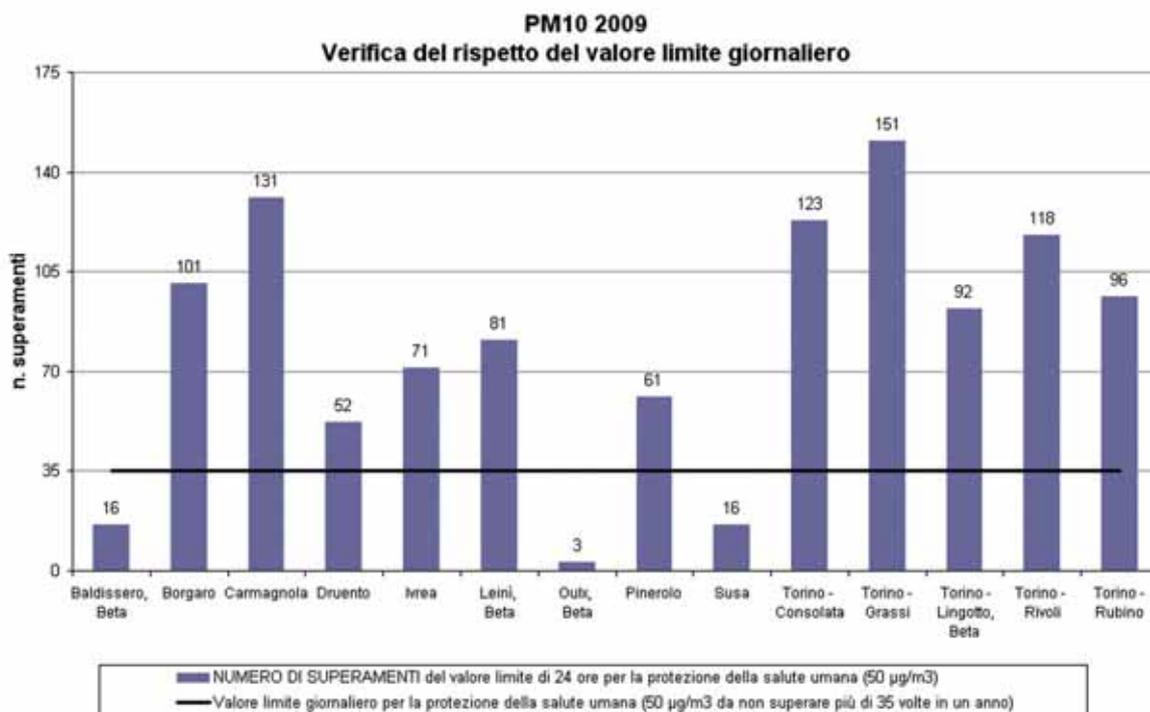


FIGURA 15: parametro PM10, numero di superamenti del limite di 24 ore per la protezione della salute (50 µg/m³ come media giornaliera).

Negli ultimi anni la normativa ha preso in considerazione anche le particelle più fini e la nuova Direttiva Europea 2008/50/CE ha introdotto un valore obiettivo per le particelle sottili PM_{2,5} pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2010. In Provincia di Torino sono attivi un campionario gravimetrico di PM_{2,5} nella stazione di Torino – Lingotto e un campionario a raggi beta nella stazione di Leini, di proprietà privata, ma gestito da Arpa Piemonte (TABELLA 16).

Su base annuale la concentrazione media di PM_{2,5} nella stazione di Torino – Lingotto è di 33 µg/m³, quindi al di sopra del valore obiettivo europeo, tuttavia si osserva un trend in lieve diminuzione rispetto agli anni precedenti. Tale dato, vista la limitata serie storica, andrà confermato nei prossimi anni. La media annuale registrata nella centralina di Leini è pari a 34 µg/m³.

In FIGURA 16 sono riportati i valori mensili di PM_{2,5} a confronto con quelli di PM₁₀ a Torino-Lingotto, sono stati presi in considerazione solo i giorni in cui entrambi gli strumenti erano funzionanti.

STAZIONE	VALORE MEDIO ANNUO			
	2006	2007	2008	2009
Leini' (ACEA) - Grande Torino, PM _{2,5} - Beta	33*	40*	35*	34*
Torino - Lingotto, PM _{2,5}	40	36*	35	33

(*) Rendimento strumentale inferiore al 90%.

TABELLA 16: parametro PM_{2,5}, valutazione statistica anni 2006-2009.

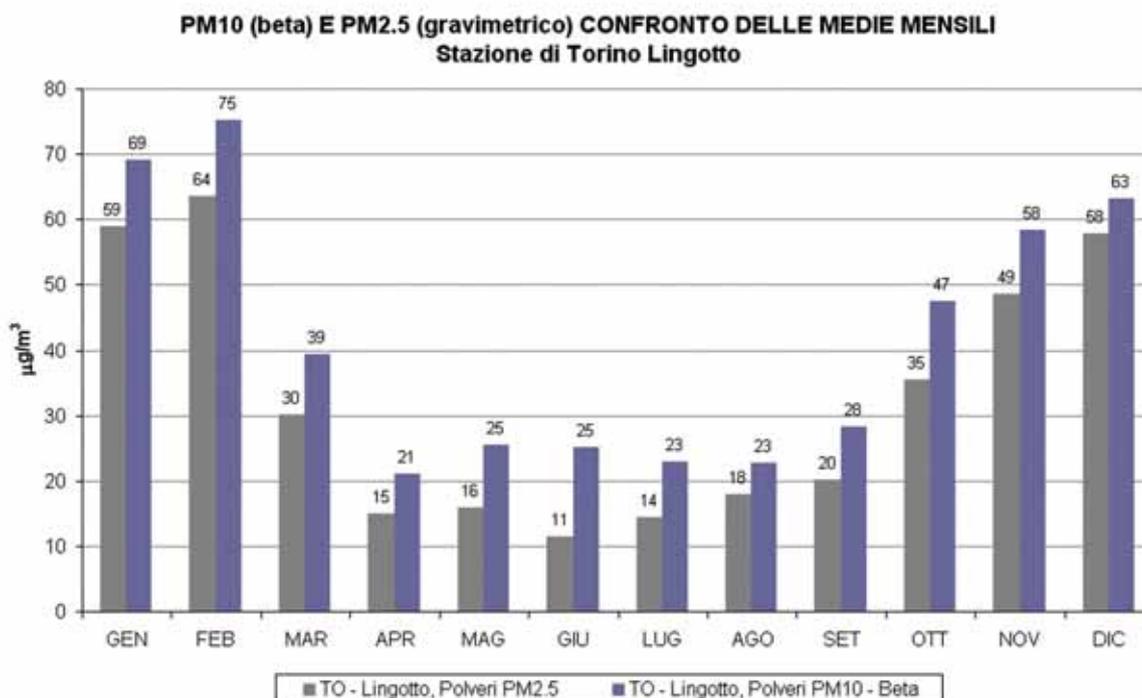


FIGURA 16: confronto tra PM_{2,5} e PM₁₀ presso la stazione di Torino – Lingotto.

La frazione più fine incide in maniera significativa nei mesi freddi, in particolare a dicembre che è stato il mese meno piovoso. La formazione di particolato secondario in atmosfera, che generalmente è quello più sottile, viene favorita dall'irraggiamento solare, tuttavia l'andamento dei rapporti tra le due frazioni negli anni di osservazione indica presumibilmente che un ruolo predominante è svolto dalla concentrazione al suolo degli inquinanti precursori (idrocarburi, ossidi di azoto, ecc.) che nei mesi invernali è maggiore. Nella stazione di Torino-Lingotto il PM_{2,5} rappresenta mediamente il 78% del PM₁₀.

Particelle sospese totali

L'attenzione normativa si è incentrata negli ultimi anni sulla frazione di particolato PM₁₀ e PM_{2,5}, in quanto gli studi tossicologici ed epidemiologici hanno evidenziato che le particelle più fini sono quelle più dannose per la salute umana. Le particelle sospese totali, che precedentemente al recepimento delle Direttive Europee costituivano il parametro di riferimento di legge, sono ancora misurate presso la stazione di Torino-via Consolata. L'esame dell'andamento della concentrazione delle polveri totali, vista la lunga serie storica di dati, è utile per avere un'indicazione del trend relativo al PM₁₀ anche in periodi nei quali questo parametro non veniva misurato. Infatti come si osserva in FIGURA 17, in cui per la stazione di Torino - via Consolata sono riportate le medie annuali di PTS e PM₁₀, il PM₁₀ costituisce circa il 60-70% delle polveri totali.

In FIGURA 17 per il PTS sono riportate le concentrazioni medie annue rilevate negli ultimi 30 anni. I valori che si misurano oggi sono molto minori rispetto agli anni '80; dal 1999 al 2006 si sono stabilizzati intorno ai 100 µg/m³, mentre negli ultimi quattro anni si sono registrati i valori più bassi mai misurati presso questa stazione, inferiori agli 80 µg/m³. Nel 2009 la media annuale è stata di 67 µg/m³, tuttavia il rendimento strumentale è stato scarso, pari solo al 61%; quindi è necessaria una conferma del trend nei prossimi anni.

La diminuzione registrata rispetto ai primi anni di rilevamento si è ottenuta grazie al trasferimento all'esterno dell'area metropolitana e alla chiusura di alcuni impianti industriali di notevole impatto ambientale, alla progressiva sostituzione con il metano di combustibili altamente inquinanti, quali l'olio combustibile e il carbone, e alla diminuzione del biossido di zolfo, precursore del particolato e al miglioramento delle emissioni degli autoveicoli.

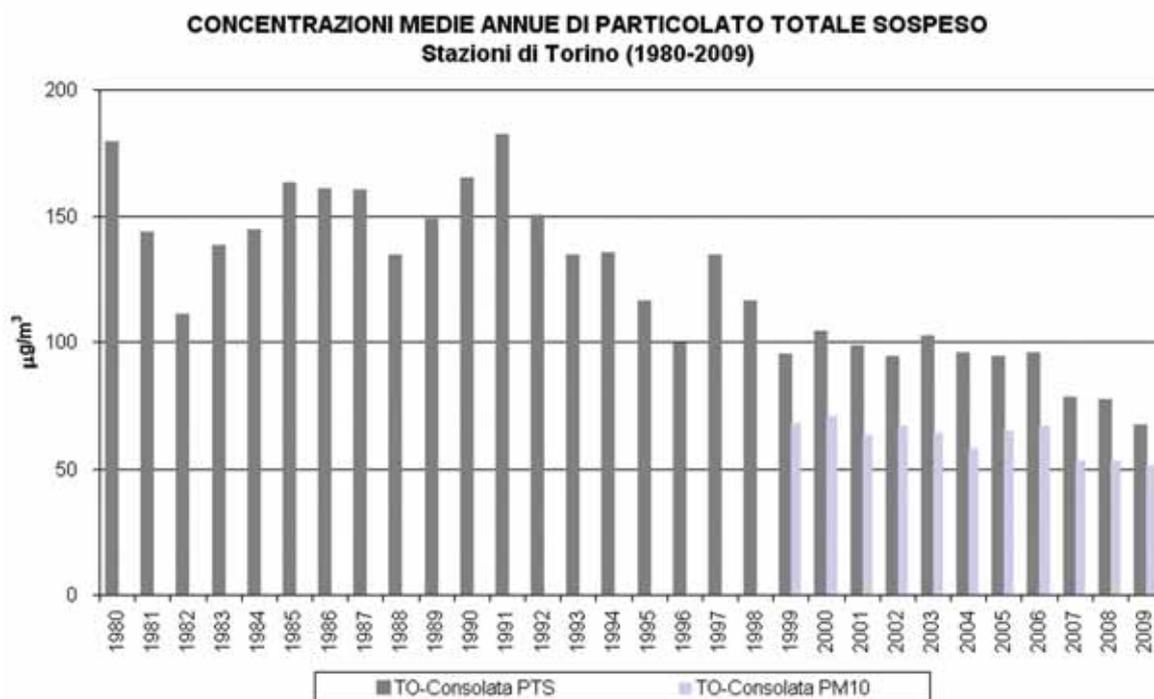


FIGURA 17: parametro PTS, medie annuali misurate nelle stazioni di Torino dal 1980 al 2009.

STAZIONE	VALORE MEDIO ANNUO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$											NUMERO DI SUPERAMENTI del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Baldissero (Beta)	-	-	-	-	-	23*	22	22	19	-	-	-	-	-	-	9*	16	31	16	
Borgaro	-	52*	47	43	46	51	56	46	43	41	-	67*	125	103	130	143	161	118	93	101
Carmagnola	46	51*	50*	58	47	61	50*	48	50	50	-	-	25*	170	107	125	171	130*	124	131
Druento	-	-	30*	33*	31*	36	38	32	32	32*	-	-	7*	59*	46*	83	77	63	56	52*
Ivrea - Liberazione	-	-	-	-	-	-	39*	34	33	33	-	-	-	-	-	-	-	89*	73	71
Leini (Beta)	-	-	-	-	-	43*	46*	44*	39*	39*	-	-	-	-	-	52*	97*	94*	81*	-
Oulx, Beta	-	-	-	-	-	27	20	20*	18	18	-	-	-	-	-	31	6	18*	3	3
Pinerolo	-	-	36*	38	38*	42	43	37	36	32*	-	-	14*	84	77*	102	96	74	66	61*
Susa	-	-	31*	34*	30	29	30	22	25	21	-	-	5*	59*	42	43	40	27	39	16
To - Consolata	71	63	67	64	58	65	67	53	53	51	214	186	198	185	173	199	184	146	124	123
To - Grassi	82	76	77	70*	69	70*	71	66	61	57	264	254	251	200*	213	197*	194	190	150	151
To - Lingotto (Beta)	-	-	-	-	-	43	64	61*	43	41	-	-	-	-	-	98	172	147*	90	92
To - Rivoli	-	-	44*	49	39*	54*	71	59*	54	50	-	-	73*	129	65*	142*	186	153*	129	118
To - Rubino	-	-	-	-	-	-	47*	43	44*	44*	-	-	-	-	-	-	-	95*	90	96*

(*) Rendimento strumentale inferiore al 90%

TABELLA 17: parametro PM10, valutazione statistica anni 2000-2009.

STAZIONE	PTS - VALORE MEDIO ANNUO									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Torino - Consolata, PTS	104*	98*	94	102*	95*	95*	95*	78*	77*	67*

(*) Rendimento strumentale inferiore al 90%

TABELLA 18: parametro polveri totali (PTS), valutazione statistica anni 2000-2009.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

M. Maringo, ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino.

DESCRIZIONE

I metalli pesanti costituiscono una classe di sostanze inquinanti estremamente diffusa nelle varie matrici ambientali. La loro presenza in aria, acqua e suolo può derivare da fenomeni naturali (erosione, eruzioni vulcaniche), ai quali si sommano gli effetti derivanti da tutte le attività antropiche.

Riguardo l'inquinamento atmosferico i metalli che maggiormente preoccupano sono generalmente As (arsenico), Cd (cadmio), Co (cobalto), Cr (cromo), Mn (manganese), Ni (nichel) e Pb (piombo), che sono veicolati dal particolato atmosferico.

La loro origine è varia, Cd, Cr e As provengono principalmente dalle industrie minerarie e metallurgiche; Cu dalla lavorazione di manufatti e da processi di combustione; Ni dall'industria dell'acciaio, della numismatica, da processi di fusione e combustione; Co e Zn da materiali cementizi ottenuti con il riciclaggio degli scarti delle industrie siderurgiche e degli inceneritori. L'incenerimento dei rifiuti può essere una fonte di metalli pesanti quali antimonio, cadmio, cromo, manganese, mercurio, stagno, piombo.

L'effetto dei metalli pesanti sull'organismo umano dipende dalle modalità di assunzione del metallo, nonché dalle quantità assorbite. Alcuni metalli sono oligoelementi necessari all'organismo per lo svolgimento di numerose funzioni quali il metabolismo proteico (Zn), quello del tessuto connettivo osseo e la sintesi dell'emoglobina (Cu), la sintesi della vitamina B12 (Co) e altre funzioni endocrino-metaboliche ancora oggetto di studio. L'assunzione eccessiva e prolungata di tali sostanze, invece, può provocare danni molteplici a tessuti ed organi.

L'avvelenamento da zinco si manifesta con disturbi al sistema nervoso centrale, anemia, febbre e pancreatite. Il rame, invece, produce alterazioni della sintesi di emoglobina e del tessuto connettivo osseo oltre a promuovere epatiti, cirrosi e danni renali. L'intossicazione da cobalto provoca un blocco della captazione dello iodio a livello tiroideo con conseguente gozzo da ipotiroidismo, alterazioni delle fibre muscolari cardiache e disturbi neurologici. Cromo e nichel, sono responsabili, in soggetti predisposti, di dermatiti da contatto e di cancro polmonare. L'enfisema polmonare (per deficit di α_1 antitripsina) è la principale manifestazione dell'intossicazione cronica da cadmio, cui generalmente si accompagnano danni ai tubuli renali e osteomalacia. Sia il piombo, che l'arsenico, inoltre, sono responsabili di numerose alterazioni organiche. L'avvelenamento cronico da piombo (saturnismo), ad esempio, è responsabile di anemia emolitica e danni neurologici.

Tra i metalli che sono più comunemente monitorati nel particolato atmosferico, 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.

Nella TABELLA 19 sono riportati i valori obiettivo previsti dal D.Lgs 152/2007 per As, Cd e Ni e il valore limite per la protezione della salute umana fissato per il Pb dal DM 60/2002.

PIOMBO (Pb)		
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Data dalla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	0,5 µg/m ³	1 gennaio 2005
ARSENICO (As)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	6 ng/m ³	31 dicembre 2012
CADMIO (Cd)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	5 ng/m ³	31 dicembre 2012
NICHEL (Ni)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	20 ng/m ³	31 dicembre 2012

TABELLA 19: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per i metalli.

ESAME DEI DATI

Nelle tabelle poste a conclusione del capitolo si riportano le concentrazioni medie annuali di arsenico, cadmio, nichel e piombo nel materiale particolato aerodisperso (frazione PM10 e nel caso della stazione TO-Lingotto anche frazione PM2,5) campionato in 12 stazioni ubicate in provincia di Torino. Sono stati riportati i dati a partire dal 2006, in quanto da tale anno tutti i valori sono correttamente confrontabili in quanto sono state garantite condizioni di omogeneità sia in merito alle modalità di campionamento (supporto filtrante, durata, frequenza e flusso) che relativamente alla tecnica analitica impiegata. Le concentrazioni di As, Cd e Ni sono espresse in ng/m³, quelle relative al piombo in µg/m³.

In generale, dalle tabelle e figure di seguito riportate, si osserva un progressivo miglioramento della qualità dell'aria per quanto riguarda la presenza di metalli pesanti nelle polveri inalabili, infatti passando dal 2006 al 2009 nelle stazioni di monitoraggio si è registrata una generale diminuzione delle concentrazioni e a partire dal 2007 tutti i limiti e valori obiettivo sono rispettati in tutte le stazioni.

Negli ultimi due anni la quantità media annuale di arsenico (TABELLA 20) è risultata dell'ordine del limite di quantificazione del metodo in tutte le stazioni, anche in siti caratterizzati da traffico veicolare o presenza di attività industriali. Questo parametro non desta preoccupazione infatti in tutti gli anni di osservazione non è mai stato superato il valore obiettivo di 6 ng/m³.

Per quanto riguarda il cadmio (TABELLA 21) nel corso del 2009 si osserva un ulteriore miglioramento rispetto all'anno precedente, per cui in tutte le stazioni la media annuale è significativamente inferiore al valore obiettivo, previsto per il 2012 di 5 ng/m³. Il valore più elevato pari a di 0,31 ng/m³ è stato registrato nella centralina di To-Grassi situata in una zona di elevato traffico in cui sono presenti diverse attività industriali. Nelle altre centraline dell'area metropolitana e a Carmagnola i valori sono piuttosto omogenei (circa 0,25 ng/m³), mentre le altre centraline della provincia di Torino mostrano livelli di cadmio ancora inferiori.

Il nichel (TABELLA 22) è l'unico metallo che rispetto al 2008 è leggermente aumentato, tut-

tavia è ampiamente rispettato il valore obiettivo previsto per il 2012 di 20 ng/m³. Infatti anche nelle centraline dell'area metropolitana la media annuale è pari al 50% di tale soglia. L'unico valore in diminuzione rispetto al 2008 è quello del nichel nella frazione più sottile delle polveri (PM_{2,5} di Lingotto), fatto positivo, visto che le polveri di granulometria inferiore sono quelle che veicolano le sostanze pericolose nelle parti più profonde dell'apparato respiratorio. Nella stazione di Ceresole Reale, sito di fondo in alta montagna, è stato registrato il valore più basso pari a 1,92 ng/m³ (tuttavia la percentuale di dati validi è inferiore al 90%).

Per quanto riguarda il piombo in FIGURA 18 è riportata la serie storica a partire dagli anni '70. Attualmente i livelli di piombo (TABELLA 23) sono due ordini di grandezza inferiori rispetto ai rilevamenti dei primi anni di monitoraggio. Già a partire dal 2001 le medie annuali sono di un ordine di grandezza inferiori al limite previsto dal D.M. 60/2002 (0,5 µg/m³). In tutte le stazioni i livelli di Pb si sono mantenuti pressoché costanti rispetto all'anno precedente. Anche per il piombo il valore più basso è stato registrato a Ceresole Reale (0,002 µg/m³), mentre il valore maggiore spetta anche in questo caso alla centralina di To-Grassi (0,018 µg/m³).

In TABELLA 24 si riportano le percentuali in massa di cadmio, nichel e piombo nel PM₁₀ (e per quanto riguarda la stazione TO-Lingotto anche nel PM_{2,5}) relative alle medie annuali a partire dal 2007. Per il nichel nel 2009 oltre all'aumento delle concentrazioni assolute, si osserva un arricchimento nei contenuti percentuali di questo metallo nelle polveri; mentre per il cadmio si osserva generalmente un ulteriore impoverimento rispetto al 2008. I livelli particolarmente bassi raggiunti per il cadmio fanno in modo che vi sia una minore variabilità delle percentuali in massa calcolate nei vari siti, per cui non emergono sostanziali differenze tra le varie tipologie di stazioni o tra stazioni distribuite su aree diverse del territorio provinciale, mentre per nichel e piombo c'è maggiore variabilità.

Nel caso di Ceresole Reale invece la percentuale in massa di cadmio e nichel appare elevata rispetto agli altri siti, ma ciò è dovuto ai valori particolarmente bassi di concentrazione di PM₁₀.

Per quanto riguarda la stazione di TO-Lingotto in cui sono campionati sia il PM₁₀ che il PM_{2,5} si può notare che nel 2009 cadmio e piombo hanno percentualmente la stessa presenza nelle due frazioni, mentre il nichel è maggiormente presente nella frazione più grossolana. Dal confronto dei dati riportati in tabella, si osserva che la distribuzione dei metalli nelle due frazioni è piuttosto variabile nel corso degli anni.

Nel complesso i dati di concentrazione dei metalli nel particolato aerodisperso mettono in luce una situazione esente da criticità, grazie alla ridotta presenza sul territorio della Provincia di Torino di significative attività estrattive e metallurgiche, nonché alla progressiva dismissione di grandi centrali termoelettriche a carbone e ad olio combustibile, che sono le principali sorgenti antropiche di metalli pesanti quali arsenico, cadmio e piombo.

STAZIONE	Concentrazione media annuale di ARSENICO nel materiale particolato aerodisperso (ng/m ³)			
	2006	2007	2008	2009
BORGARO	1,34	0,73	0,72	0,72
CARMAGNOLA	1,21	0,74*	0,71	0,71
CERESOLE REALE				0,72*
DRUENTO	0,85	0,73	0,71	0,72*
IVREA		0,73*	0,71	0,72
PINEROLO	0,83	0,73	0,72	0,72*
SUSA	0,87	0,73	0,71	0,72
TO-CONSOLATA	1,27	0,81	0,71	0,72
TO-GRASSI	1,27	0,86	0,71	0,71
TO-LINGOTTO PM ₁₀	2,11*	0,74*	0,72*	0,72
TO-LINGOTTO PM _{2,5}	0,84	0,77*	0,72	0,72
TO-RIVOLI	1,41	0,88*	0,71	0,72
TO-RUBINO		0,75*	0,86	0,72*

(*) Rendimento strumentale inferiore al 90%.

TABELLA 20: concentrazioni medie annuali di arsenico determinate su PM₁₀ e PM_{2,5} – 2006-2009.

STAZIONE	Concentrazione media annuale di CADMIO nel materiale particolato aerodisperso (ng/m ³)			
	2006	2007	2008	2009
BORGARO	0,57	0,40	0,25	0,19
CARMAGNOLA	0,54	0,49*	0,33	0,22
CERESOLE				0,12*
DRUENTO	0,35	0,28	0,21	0,14*
IVREA		0,36*	0,28	0,17
PINEROLO	0,39	0,36	0,19	0,13*
SUSA	0,29	0,25	0,11	0,10
TO-CONSOLATA	0,60	0,53*	0,38	0,25
TO-GRASSI	0,75	0,69	0,38	0,31
TO-LINGOTTO PM10	0,67*	0,36*	0,30*	0,25
TO-LINGOTTO PM2,5	0,51	0,40*	0,25	0,24
TO-RIVOLI	0,59	0,40*	0,27	0,26
TO-RUBINO		0,41*	0,29*	0,23*

(*) Rendimento strumentale inferiore al 90%.

TABELLA 21: concentrazioni medie annuali di cadmio determinate su PM10 e PM2,5 – 2006-2009.

STAZIONE	Concentrazione media annuale di NICHEL nel materiale particolato aerodisperso (ng/m ³)			
	2006	2007	2008	2009
BORGARO	17,47	8,20	6,11	6,17
CARMAGNOLA	18,71	7,18*	4,21	4,98
CERESOLE				1,92*
DRUENTO	15,09*	7,26	4,15	4,35*
IVREA		6,29*	4,48	5,07
PINEROLO	16,76	6,73	4,56	6,60*
SUSA	17,64	3,84	2,45	2,79
TO-CONSOLATA	22,97*	12,20	8,19	9,33
TO-GRASSI	21,18*	11,02	8,22	9,42
TO-LINGOTTO PM10	19,96*	11,47*	4,13*	5,72
TO-LINGOTTO PM2,5	12,07	6,16*	3,43	2,77
TO-RIVOLI	25,01	11,41*	7,45	8,29
TO-RUBINO		8,93*	5,56	6,09*

(*) Rendimento strumentale inferiore al 90%.

TABELLA 22: concentrazioni medie annuali di nichel determinate su PM10 e PM2,5 – 1999-2008.

STAZIONE	Concentrazione media annuale di PIOMBO nel materiale particolato aerodisperso (µg/m ³)			
	2006	2007	2008	2009
BORGARO	0,025	0,015	0,013	0,011
CARMAGNOLA	0,019	0,014*	0,011	0,010
CERESOLE				0,002*
DRUENTO	0,014	0,011	0,007	0,008*
IVREA		0,014*	0,010	0,010
PINEROLO	0,026	0,021	0,013	0,010*
SUSA	0,019	0,014	0,009	0,008
TO-CONSOLATA	0,030	0,025	0,016	0,016
TO-GRASSI	0,042*	0,028*	0,020	0,018
TO-LINGOTTO PM10	0,025*	0,020*	0,010*	0,012
TO-LINGOTTO PM2,5	0,019	0,017*	0,011	0,010
TO-RIVOLI	0,028	0,021*	0,015	0,014
TO-RUBINO		0,017*	0,011	0,012*

(*) Rendimento strumentale inferiore al 90%.

TABELLA 23: concentrazioni medie annuali di piombo determinate su PM10 e PM2,5 – 2006-2009.

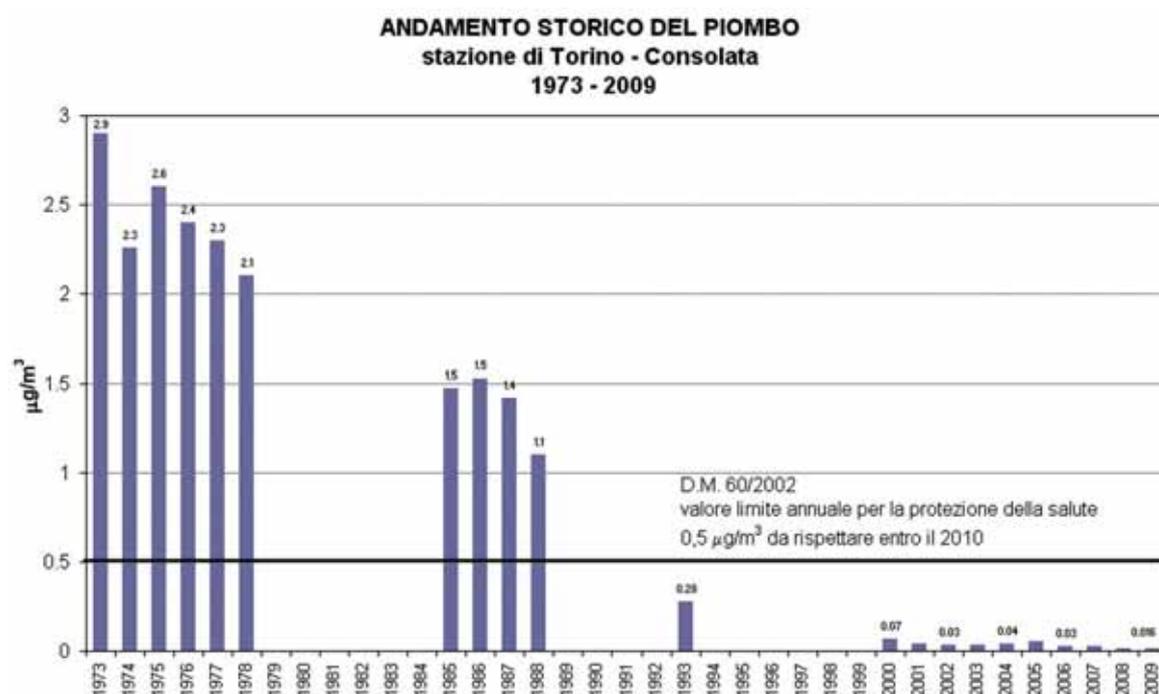


FIGURA 18: parametro piombo, medie annuali misurate presso la stazione di TO-Consolata nel periodo 1973 – 2009.

STAZIONE	Percentuale in massa dei metalli nel particolato								
	% Cd			% Ni			% Pb		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
BORGARO	0,0009	0,0006	0,0005	0,018	0,014	0,015	0,033	0,030	0,027
CARMAGNOLA	0,0008	0,0005	0,0004	0,030	0,015	0,010	0,045	0,033	0,020
CERESOLE			0,0013			0,021			0,022
DRUENTO	0,0009	0,0007	0,0004	0,023	0,013	0,014	0,034	0,022	0,025
IVREA	0,0009	0,0008	0,0005	0,016	0,013	0,015	0,036	0,029	0,030
PINEROLO	0,0010	0,0005	0,0004	0,018	0,013	0,021	0,057	0,036	0,031
SUSA	0,0011	0,0004	0,0005	0,017	0,010	0,013	0,064	0,036	0,038
TO-CONSOLATA	0,0010	0,0007	0,0005	0,023	0,015	0,018	0,047	0,030	0,031
TO-GRASSI	0,0010	0,0006	0,0005	0,017	0,013	0,017	0,042	0,033	0,032
TO-LINGOTTO PM10	0,0006	0,0007	0,0006	0,019	0,010	0,014	0,033	0,023	0,029
TO-LINGOTTO PM2,5	0,0011	0,0007	0,0007	0,017	0,010	0,008	0,047	0,031	0,029
TO-RIVOLI	0,0007	0,0005	0,0005	0,019	0,014	0,017	0,036	0,028	0,028
TO-RUBINO	0,0009	0,0007	0,0005	0,019	0,013	0,014	0,036	0,026	0,027

TABELLA 24: percentuale in massa di cadmio, nichel e piombo nel PM10 e nel PM2,5 – confronto anni 2007-2009.

**Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:
F. Pittarello, A. Bruno, ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino.**

DESCRIZIONE

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi di materiali organici. Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. Tuttavia negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche riduce l'emissione di IPA dell'80-90%¹. A livello di ambienti confinati il fumo di sigaretta e le combustioni domestiche possono costituire un'ulteriore fonte di inquinamento da IPA.

In termini generali la parziale sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il gas naturale ai fini della produzione di energia ha costituito un indubbio beneficio anche in termini di emissioni di IPA. La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, invece, se da un lato ha indubbi benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, dall'altro va tenuta attentamente sotto controllo in quanto la quantità di IPA emessi da un impianto domestico alimentato a legna è 5 -10 volte maggiore di quella emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (kerosene, gasolio da riscaldamento, ecc.)².

In termini di massa gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in aria ambiente (< 0,1%) ma rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm.

In particolare il benzo(a)pirene (o 3,4-benzopirene), che è costituito da cinque anelli condensati, viene utilizzato quale indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA. Il D.Lgs. 152/2007 individua anche altri sei idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica (art. 5.4) che vanno misurati al fine di verificare la costanza dei rapporti tra la loro concentrazione e quella del benzo(a)pirene stesso.

I dati ricavati da test su animali di laboratorio indicano che molti IPA hanno effetti sanitari rilevanti che includono l'immunosoppressione, la genotossicità, e la cancerogenicità. Va comunque sottolineato che, da un punto di vista generale, la maggiore fonte di esposizione a IPA, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non è costituita dall'inalazione diretta ma dall'ingestione di alimenti contaminati a seguito della deposizione del particolato atmosferico al suolo. In particolare il benzo(a)pirene, produce tumori a livello di diversi tessuti sugli animali da laboratorio ed è inoltre l'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale sono disponibili studi approfonditi di tossicità per inalazione, dai quali risulta che questo composto induce il tumore polmonare in alcune specie.

L'International Agency for Research on Cancer (IARC)³ classifica il benzo(a)pirene nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo", il dibenzo(a,h)antracene nel gruppo 2A come "probabile cancerogeno per l'uomo" mentre tutti gli altri IPA sono inseriti nel gruppo 2B come "possibili cancerogeni per l'uomo".

Il valore obiettivo per il benzo(a)pirene è riportato nella TABELLA 25.

BENZO(A)PIRENE			
Riferimento normativo	Parametro di controllo	Periodo di osservazione	Valore di riferimento
OBBIETTIVO DI QUALITÀ (D.Lgs. 152/2007)	media annuale	Anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m ³

TABELLA 25: benzo(a)pirene, valori di riferimento e normativa in vigore.

¹ European Commission Ambient air pollution by PAH –Position Paper , pag 8

² EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007 pag. B216-29 tab 8.1a e B216-.32 tab 8.2 b

³ International Agency for Research on Cancer (IARC) –Agents reviewed by the IARC monographs Volumes 1-100A last updated 2 april 2009.

ESAME DEI DATI

La TABELLA 26 riassume le concentrazioni medie annuali rilevate a partire dal 2000 sul territorio provinciale.

Per una corretta interpretazione dei risultati occorre tener conto che:

- la frequenza di prelievo e la metodica analitica sono omogenee per tutte le stazioni solo a partire dal 2005;
- nell'anno 2004 la determinazione del benzo(a)pirene non è stata effettuata per ragioni tecniche di messa a punto della nuova metodica analitica;
- le medie annuali indicate in tabella per ogni stazione sono ricavate a partire dalle medie giornaliere, e possono presentare leggere differenze rispetto al valore ricavabile a partire dalle medie mensili a causa del diverso peso statistico dei diversi mesi.

STAZIONE	Concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene in ng/m ³									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
BORGARO	-	-	0,7	0,9	-	1,1	1,0	0,8	0,7	0,7
CARMAGNOLA	0,4 (2)	0,8	0,9	1,0	-	0,7	1,0	0,8*	0,7	0,8
CERESOLE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2*
DRUENTO	-	-	-	0,4	-	0,8*	0,4	0,4	0,4	0,5*
IVREA-LIBERAZIONE	-	-	-	-	-	-	-	0,9*	0,7	0,8
PINEROLO	-	-	-	0,6	-	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5*
SUSA	-	-	-	0,9	-	1,0	1,0	0,7	0,6	0,6
TO ITIS GRASSI	-	-	1,2	1,1	-	1,4*	0,9*	0,9	0,8	0,8
TO-LINGOTTO	-	-	-	-	-	-	0,6 (3)	0,7	0,6(4)*	0,6
TO-LINGOTTO PM2,5	-	-	-	-	-	-	0,8	0,6*	0,6	0,6
TO-RIVOLI	-	-	-	0,8	-	1,1*	0,8	0,6*	0,6	0,7
TO-CONSOLATA	0,9	0,9	0,8	1,1	-	0,9	1,1	0,6	0,6	0,7
TO-RUBINO (1)	-	-	-	-	-	-	-	0,4*	0,5	0,6*

(1) stazione attiva a partire da aprile 2007

(2) dati disponibili a partire dal mese di aprile

(3) dati disponibili a partire dal mese di maggio (ciò spiega il valore inferiore a quello del BaP determinato sul PM2,5)

(4) campionamenti effettuati dal mese di aprile

* percentuale di giorni validi inferiore al 90% (a partire dall'anno 2005)

TABELLA 26: concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene rilevate su PM10 e PM2,5 – 2000-2009 (ng/m³).

La TABELLA 26 mostra che il valore obiettivo risulta rispettato, nel corso del decennio, in più dell'80% dei casi e che nel complesso i superamenti si sono concentrati in stazioni urbane o suburbane da traffico. La stazione di Ceresole, attivata a partire dal 2009 presso l'omonima diga di Ceresole Reale, presenta invece i valori più bassi di benzo(a)pirene proprio per la sua lontananza da fonti di inquinamento antropogenico.

Il trend positivo del 2007 e del 2008 viene confermato nel 2009, dove la media annuale di benzo(a)pirene rimane inferiore al valore obiettivo di 1 ng/m³ in tutte le stazioni della provincia di Torino (FIGURA 19): un dato certamente positivo in termini di impatto sulla salute, sebbene non si possa escludere che in presenza di condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli nei prossimi anni alcune stazioni supereranno nuovamente tale valore.

**PERCENTUALE DI STAZIONI IN CUI E' RISPETTATO IL VALORE OBIETTIVO DI
BENZO(a)PIRENE
ANNI 2003-2009**

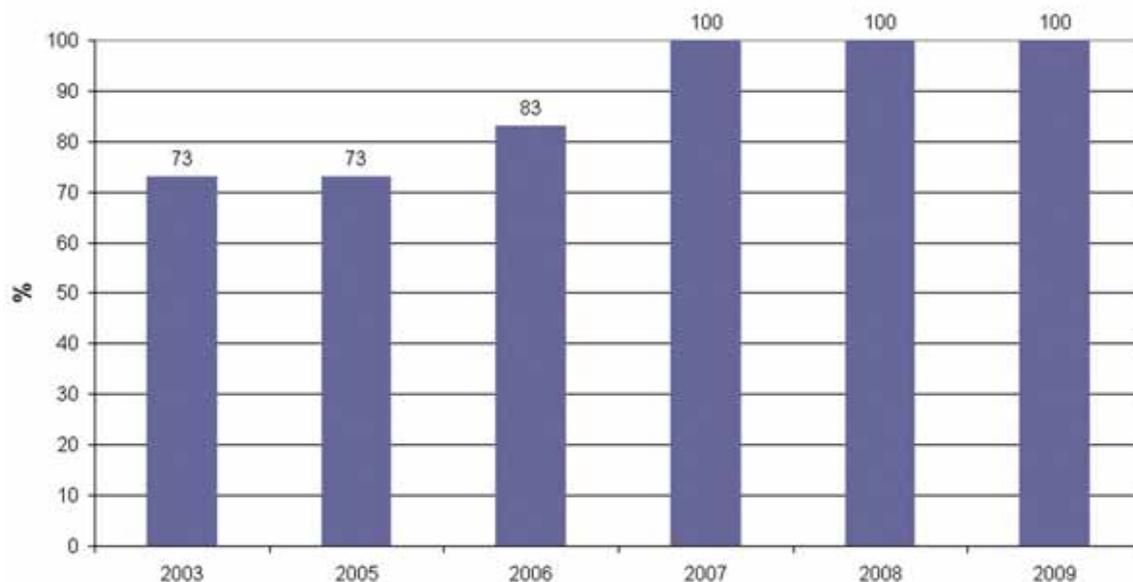


FIGURA 19: percentuale di stazioni in cui il valore obiettivo è rispettato - 2003-2009.

Si possono fare considerazioni di un certo interesse utilizzando come indicatore il rapporto percentuale tra la quantità di IPA totali e la quantità di particolato PM10 sulla quale essi sono adsorbiti. La FIGURA 20 riporta la percentuale di IPA totali nel PM10 per tutte le stazioni considerate⁴ nell'anno 2009. La FIGURA 21 riporta graficamente l'andamento temporale di tali percentuali relativamente a tre stazioni rappresentative di diverse situazioni territoriali (Druento, Susa e Torino Consolata).

Si evidenzia che:

- a livello temporale il PM10 risulta, a parità di stazione, significativamente più ricco di IPA totali durante i mesi freddi dell'anno. Il periodo invernale risulta quindi quello più critico per l'esposizione a particolato non solo in termini di concentrazioni assolute ma anche di composizione in microinquinanti organici.
- a livello spaziale durante i mesi caldi non vi sono differenze significative tra le diverse stazioni; durante il semestre freddo si osserva invece che le stazioni esterne al capoluogo sono quelle in cui la percentuale di IPA totali è più elevata. Nel dettaglio si osserva che nei mesi freddi le stazioni di Torino si assestano attorno a valori dell'ordine di 0,0087 – 0,0108 %, confrontabili con quelli riscontrati presso la stazione di fondo rurale di Druento, mentre le stazioni più critiche risultano quelle di Ivrea e Susa, con valori tra 0,0162 e 0,0238 %. Il sito di Ceresole conferma questo trend, infatti, sebbene si disponga di meno del 90% di dati validi, la stazione presenta livelli significati di IPA totali confrontabili con Susa.

I dati del 2009 confermano quindi l'ipotesi avanzata precedentemente sull'evidenza di una differenza sistematica di composizione chimica tra alcune stazioni extraurbane e quelle del capoluogo.

⁴ Le percentuali utilizzate nelle figure, in riferimento alla media dei mesi freddi e a quella dei mesi caldi, sono calcolate sulla base delle concentrazioni medie giornaliere di IPA e PM10 misurate, rispettivamente, nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre, dicembre (semestre freddo) e in quelli aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre (semestre caldo).

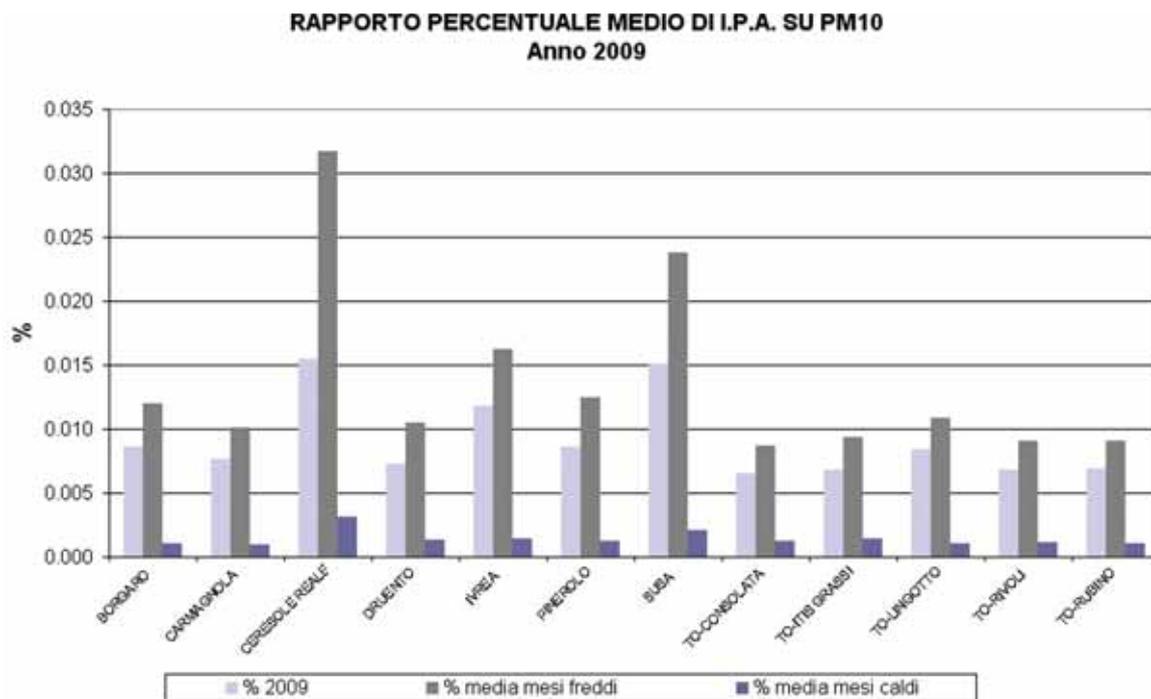


FIGURA 20: percentuale di IPA totali nel PM10 – anno 2009.

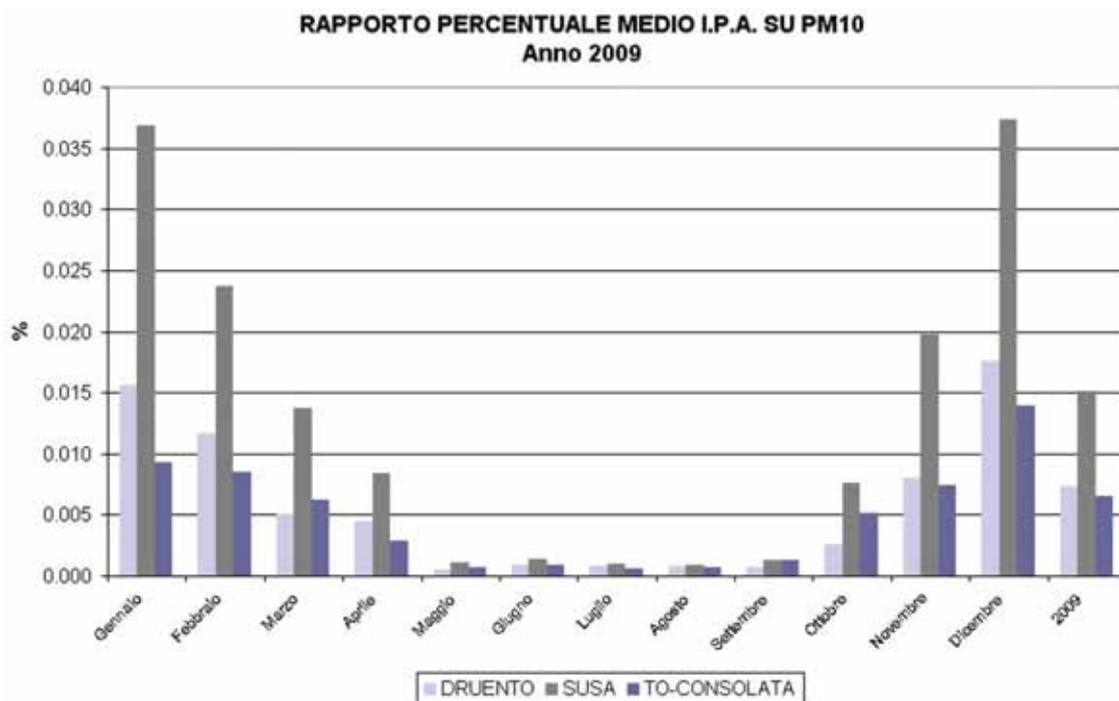


FIGURA 21: Percentuale IPA totali nel PM10 – Andamento delle medie mensili – anno 2009.

Le fonti emissive più critiche per quanto riguarda l'emissione di IPA nelle aree lontane dal capoluogo (e che quindi possono dare origine in aria ambiente a un particolato più ricco di IPA) sono il traffico veicolare pesante sui grandi assi viari extraurbani, la combustione del legno (o comunque di biomasse) ai fini di riscaldamento domestico e gli eventuali insediamenti produttivi con emissioni atmosferiche di IPA significative.

A questo proposito segnaliamo i risultati dello studio condotto dall'Università degli Studi di Milano in collaborazione con Arpa Piemonte – Dipartimento di Torino, sul contributo della combustione della legna alla concentrazione di IPA nel PM10, presentato al 4° Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico (Venezia, 2010)⁵. La ricerca si è svolta nell'inverno 2006/2007 ed è stata condotta esaminando i campioni provenienti dai siti di Susa, città alpina caratterizzata da valori di benzo(a)pirene molto elevati, e di Torino, area metropolitana interessata da frequenti superamenti di valori di PM10. Dal confronto dei rapporti fra le concentrazioni di Levoglucosano (tracciante della combustione del legno) e di benzo(a)pirene, misurati nel particolato, lo studio evidenzia che la combustione delle biomasse è una sorgente significativa di IPA.

Tale ricerca sembrerebbe confermare l'andamento del rapporto percentuale medio di IPA su PM10 nell'anno 2009 (FIGURA 20) in cui le stazioni extraurbane, caratterizzate da un maggiore utilizzo di biomasse per il riscaldamento domestico, presentano valori più elevati.

⁵ Piazzalunga et. al - Contributo della combustione della legna alla concentrazione di IPA nel PM10 in Regione Piemonte : risultati di una campagna invernale – Atti del IV Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico – PM2010 pag. 0-38.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

F. Romeo, Arpa Piemonte, Dipartimento di Torino.

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 delle amministrazioni comunali e di specifici obiettivi individuati dagli organismi di coordinamento ARPA - Provincia di Torino.

La stazione mobile è dotata di sensori per la misura in continuo di biossido di zolfo, monossido di carbonio, ossidi di azoto, polveri PM10, ozono, idrocarburi aromatici e dei principali parametri meteorologici.

Di norma, in ognuno dei siti vengono effettuate campagne di monitoraggio in due diversi periodi, uno nel semestre freddo e uno in quello caldo dell'anno, in modo da tener conto della variabilità delle concentrazioni degli inquinanti aerodispersi legate alla variazione stagionale delle condizioni meteorologiche ed in particolare di stabilità atmosferica.

Tutti i siti monitorati sono oggetto di specifiche relazioni tecniche curate dal Dipartimento ARPA di Torino; copia delle relazioni è disponibile sia presso tale Dipartimento che presso l'Area Ambiente della Provincia di Torino ed è scaricabile via internet all'indirizzo: <http://www.provincia.torino.it/ambiente/inquinamento/aria/qualita/mezzo>.

I dati acquisiti tramite il mezzo mobile consentono di integrare le valutazioni sulla qualità dell'aria sul territorio provinciale e permettono agli amministratori comunali di valutare l'adozione di interventi al fine di migliorare la qualità dell'aria del proprio territorio, dove possono esserci situazioni specifiche, quali ad esempio la presenza di vie di comunicazione o di unità produttive.

Nel corso del 2009, il Laboratorio Mobile è stato posizionato in 4 Comuni della Provincia di Torino, (Caselle, Collegno, Bardonecchia, Rivoli); la campagna di Bardonecchia ha interessato due siti differenti.

La prima campagna nel comune di Caselle T.se, è stata realizzata per una verifica della qualità dell'aria nel centro abitato, in particolare in relazione all'inquinamento atmosferico prodotto dal vicino aeroporto Internazionale S. Pertini. La stazione mobile è stata posizionata nel centro cittadino.

La prima campagna di monitoraggio nel comune di Collegno è stata finalizzata alla verifica della qualità dell'aria in un'area a carattere residenziale (scuola elementare f.lli Cervi, Via Cesana).

La seconda campagna nel comune di Bardonecchia ha avuto luogo in due siti distinti, il primo (Sito Autostrada) adiacente all'imbocco tunnel ferroviario in prossimità dell'autostrada A32, il secondo (Sito Laghetto) in prossimità della zona di campo Smith.

La seconda campagna nel comune di Rivoli è stata realizzata al fine di valutare la qualità dell'aria a seguito della deviazione dei flussi veicolari dal centro storico di Rivoli in C.so Susa, a seguito dell'istituzione della ZTL.

Nell'ultima parte dell'anno 2009 la stazione mobile è stata posizionata presso il Piazzale uffici SITAF nei pressi della A32 allo scopo di effettuare un controllo dei dati in parallelo con un secondo mezzo mobile messo a disposizione dalla stessa SITAF. Tale attività è risultata propeedeutica al progetto di monitoraggio della qualità dell'aria lungo la A32 che ha avuto inizio nell'anno 2010.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

M. Nicoletta e G. Paesano, ARPA PIEMONTE, Sistemi Previsionali

La relazione "Uno sguardo all'aria" costituisce un utile documento per la conoscenza e la comprensione dei fenomeni di inquinamento atmosferico. A tale fine, oltre alla consueta analisi dei dati chimici rilevati nel corso del 2009, è stata effettuata una breve caratterizzazione meteorologica dell'anno in esame, analizzando i vari mesi dell'anno al fine di dare una descrizione puntuale del tempo meteorologico che ha caratterizzato il Piemonte nel 2009.

Nella caratterizzazione dei vari periodi temporali del 2009 vengono descritti sommariamente i seguenti parametri meteorologici: andamento delle temperature, delle precipitazioni e dell'altezza del geopotenziale in relazione ai valori climatologici. L'altezza del geopotenziale è un parametro meteorologico fondamentale per caratterizzare sinteticamente la configurazione meteorologica.

I valori climatologici presi in esame, per quanto riguarda i dati puntuali misurati a terra, sono relativi al periodo 1999–2008; per quanto riguarda i campi in quota (altezza del geopotenziale a 500 hPa) sono state considerate come riferimento le re-analisi del Centro Meteorologico Europeo di Reading (ECMWF) dal 1957 al 2002 (noto come "archivio ERA40"). Anche se i periodi di riferimento sono diversi, l'analisi delle anomalie dei campi in quota permette di interpretare la fenomenologia dell'anno 2009.

Il testo è associato ad alcune mappe meteorologiche di sintesi: per meglio comprendere le informazioni contenute nelle mappe viene qui riportata una breve definizione dell'altezza del geopotenziale, parametro molto usato nelle caratterizzazioni meteorologiche.

L'altezza del geopotenziale (espressa in decimetri) indica a quale altezza si trova un determinato valore di pressione atmosferica, che nelle mappe seguenti è la pressione di 500 hPa o millibar. Le linee che uniscono punti di uguale valore di geopotenziale, dette isoipse, possono assumere la forma di "promontori" (simili a montagne) o di "saccature" (simili a valli): in sintesi, all'altezza definita dalle isoipse, i "promontori" sono aree di alta pressione, mentre le "saccature" sono aree di bassa pressione. Queste mappe sono simili alle carte della pressione al suolo, ma si riferiscono ad una superficie in quota (a circa 5500 metri).

Le mappe di pressione in quota sono importanti perché il flusso dominante a grande scala è fondamentalmente governato dalla configurazione meteorologica in quota (sinottica), in quanto segue proprio le isolinee di geopotenziale (le "isoipse") muovendosi da ovest verso est.

IL CLIMA DEL 2009

L'inizio dell'anno 2009, col mese di gennaio (e anche i primi giorni di febbraio), ha visto una stagione invernale (iniziata già col mese di dicembre 2008) fredda e piuttosto nevosa. La temperatura media a gennaio è risultata al di sotto della media climatologica, in particolare nei valori minimi che sono stati quasi sempre sotto zero lungo l'arco dell'intero mese.

Come si osserva dalla FIGURA 22, la depressione d'Islanda (FIGURA 22 a sinistra) è stata più profonda ed estesa della media (FIGURA 22 al centro). L'anomalia negativa del geopotenziale su tutta l'Europa occidentale (FIGURA 22 a destra) conferma il fatto che molte basse pressioni sono scese dal nord Atlantico e a volte anche più direttamente dal nord Europa (dalla Scandinavia) verso il Mediterraneo occidentale e l'Italia, apportando tempo freddo e spesso anche nevoso.

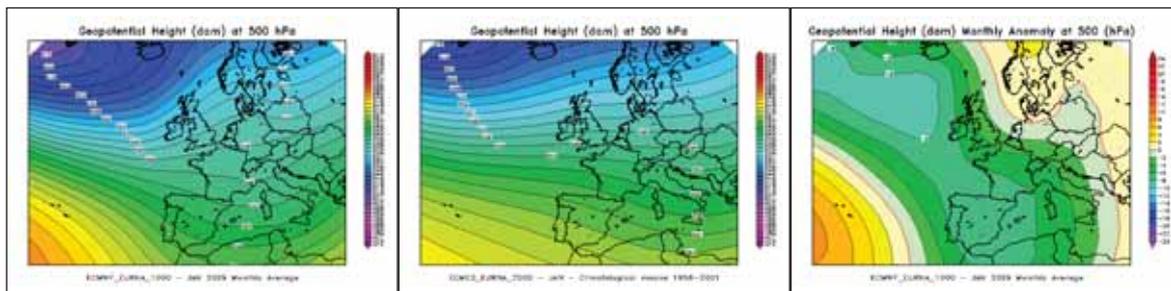


FIGURA 22 - geopotenziale a 500 hPa del mese di gennaio nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra). Nella figura dell'anomalia [ultima figura a destra] la linea tratteggiata in rosso segna lo "0" e separa i valori di anomalia negativa [dal verde al blu-viola] da quelli positivi [dal giallo al rosso].

I mesi di febbraio e marzo hanno avuto un andamento meteorologico abbastanza simile che permette quindi di tracciare una mappa riassuntiva unica. Dopo un inizio del mese di febbraio ancora allineato alla configurazione di gennaio, con una saccatura nord-atlantica molto pronunciata e tempo tipicamente invernale, freddo e nevoso, dalla seconda decade di febbraio fino a tutto il mese di marzo, un promontorio di alta pressione è rimontato sul lato atlantico dell'Europa e ha ruotato il flusso da occidentale a una direzione molto più settentrionale sul Piemonte. È stato l'anticiclone delle Azzorre, che, spingendosi a latitudini molto settentrionali sull'Atlantico (con un'anomalia fortemente positiva sull'alto Atlantico in FIGURA 23 a destra), ha determinato un ritorno a condizioni meteorologiche più stabili sull'Europa occidentale, mentre le basse pressioni scendevano sulla parte più orientale del continente o, con una direzione molto settentrionale, dalla zona della Scandinavia raggiungevano velocemente il sud della Penisola Iberica.

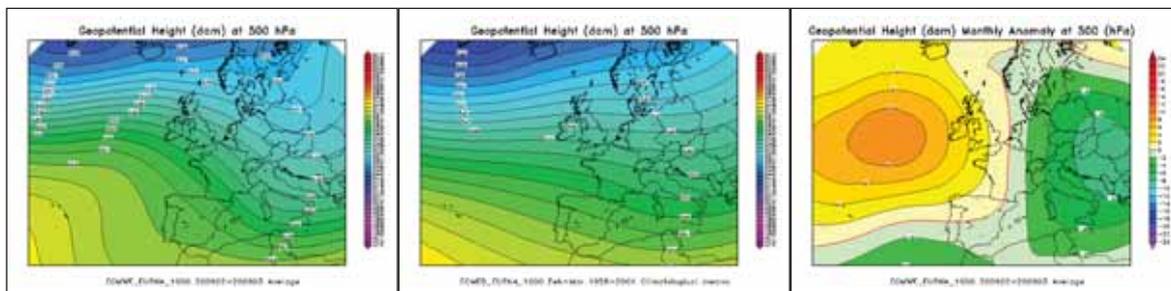


FIGURA 23 - geopotenziale a 500 hPa del bimestre febbraio-marzo nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

Come emerge dalla FIGURA 23 a sinistra, la direzione del vento in quota sull'Europa è stata nettamente da nord-nordovest (contro il flusso più da ovest-sudovest di gennaio: FIGURA 22 a sinistra) ed anche con una moderata intensità alle medie latitudini europee e sull'Italia nordoccidentale (rappresentata dalla maggiore densità delle isolinee di geopotenziale).

Questo ha innanzitutto determinato l'apporto di aria meno umida (rispetto a gennaio): il flusso da nord apporta sul Piemonte meno umidità di quello oceanico occidentale o meridionale. Infatti le occasioni di precipitazioni sono state più scarse a febbraio e marzo.

Inoltre quel flusso nordoccidentale spinto, in prossimità delle Alpi, ha favorito numerosi episodi di venti di Foehn, che, da una parte, hanno contribuito a mantenere più asciutto il settore occidentale del Piemonte, rispetto alla parte orientale della regione, meglio influenzata dalla discesa delle depressioni settentrionali sul lato più orientale dell'Italia. Da un'altra parte il vento di foehn, col suo tipico effetto di riscaldamento locale per compressione, ha atte-

nuato il freddo intenso della stagione invernale precedente e ha favorito temperature più alte, soprattutto nei valori massimi e in particolare nel mese di marzo.

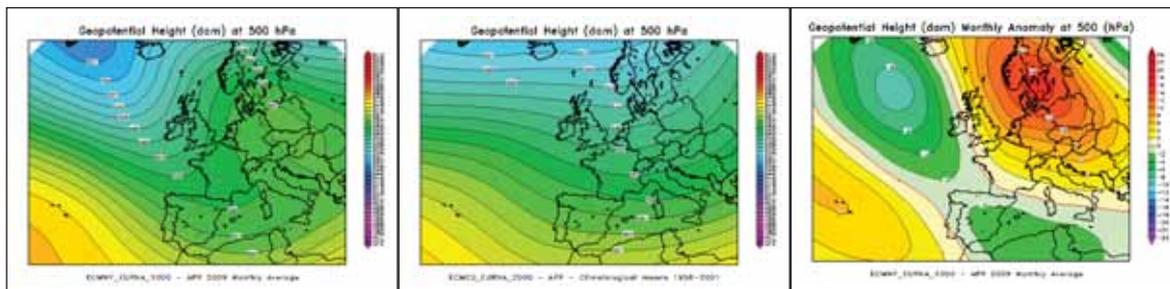


FIGURA 24 - geopotenziale a 500 hPa del mese di aprile nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

Dopo la prevalente stabilità atmosferica di febbraio e marzo, il mese di aprile 2009 è stato un mese decisamente piovoso, con precipitazioni ben oltre la media (fino a tre volte il valore climatologico, provocando anche fenomeni di criticità e dissesto idrogeologico sui versanti alpini della regione) e tempo instabile che ha caratterizzato quasi tutti i giorni del mese. Le piogge e il maltempo insistenti sono stati provocati da una situazione di blocco anticiclonico sulla parte centrale dell'Europa (come evidente in FIGURA 24 a sinistra e a destra), che ha fermato le depressioni atlantiche sul Mediterraneo occidentale e ha così determinato le condizioni più favorevoli per l'instabilità prolungata sul Piemonte.

Col persistente maltempo le temperature massime sulla regione sono state lievemente inferiori alla media, a causa del minor soleggiamento diurno, mentre, al contrario, le minime hanno beneficiato dell'aria mite meridionale e della copertura notturna, risultando sopra la media.

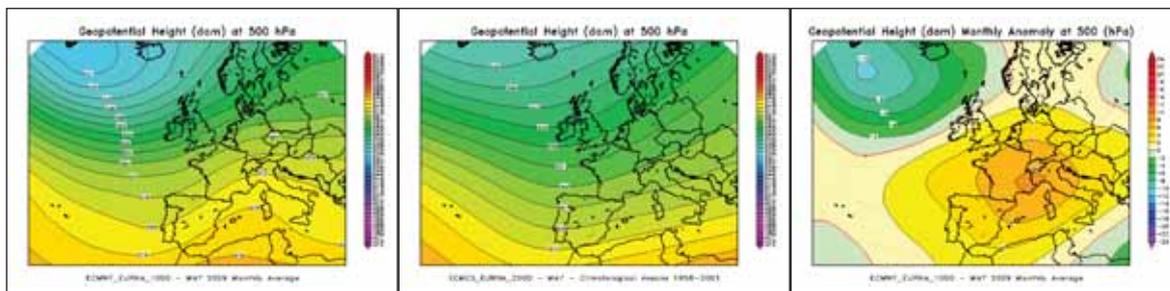


FIGURA 25 - geopotenziale a 500 hPa del mese di Maggio nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

Al contrario di aprile, il mese di maggio 2009 è stato particolarmente caldo e asciutto, a causa dell'anticiclone Africano, che (con un flusso caldo e umido sudoccidentale sul Piemonte in FIGURA 25 a sinistra) ha portato temperature elevate ben sopra la media, superando anche i record delle serie storiche di misure, con la prima, forte ondata di caldo africano estivo dell'anno, nell'ultima decade del mese.

La forte alta pressione (anomalia nettamente positiva in FIGURA 25 a destra) ha inoltre favorito la stabilità atmosferica, ostacolando le precipitazioni, che così, seppur non del tutto assenti, sono risultate nettamente inferiori alla media, per un mese che con la sua climatologia primaverile appartiene a una delle due stagioni più piovose dell'anno.

Le rare occasioni di pioggia (più frequenti nella prima metà del mese) sono state spesso a carattere temporalesco, quando la saccatura nord-atlantica, anche più profonda della media sull'alto Atlantico (FIGURA 25 a sinistra e a destra), riusciva ad estendere un po' la sua influenza e si scontrava con il caldo umido dell'anticiclone Africano sul Mediterraneo.

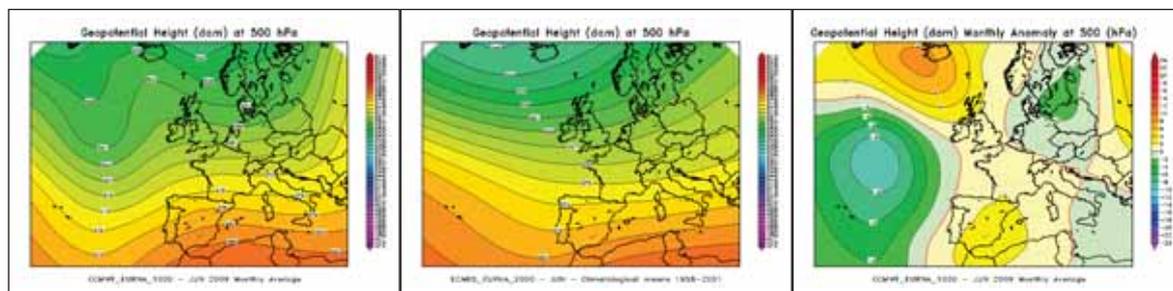


FIGURA 26 - geopotenziale a 500 hPa del mese di giugno nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

A giugno l'anticiclone Africano del mese precedente ha assunto una posizione più occidentale, come si osserva dalla FIGURA 26 a sinistra, che mostra un promontorio di alta pressione localizzato sul sudovest dell'Europa, con estensione sul lato atlantico europeo fino alle latitudini più settentrionali (con corrispondente anomalia positiva in FIGURA 26 a destra).

Col promontorio di alta pressione centrato sulla Spagna, il flusso sul Piemonte è stato orientato da quadranti più occidentali-nordoccidentali che non sudoccidentali come il mese precedente. Il flusso meno marcatamente meridionale (sia rispetto a maggio in FIGURA 25 a sinistra, sia rispetto alla climatologia stessa di giugno in FIGURA 26 al centro) ha consentito una parziale attenuazione del caldo anomalo di maggio, con un ritorno a temperature più vicine alla media. I valori non sono più stati eccessivi rispetto alla norma (come a maggio), ma sono comunque stati elevati, data la climatologia della stagione estiva, e ancora superiori alla media, in particolare nei valori massimi diurni, a causa della stabilità dell'alta pressione africana.

Inoltre, il flusso lievemente più nordoccidentale che sudoccidentale sul nordovest italiano (quindi più asciutto che umido sul Piemonte) è stato responsabile di una predominante scarsità di precipitazioni sulla regione. La variabilità meteorologica non è mancata, con occasioni temporalesche sparse lungo il corso del mese, a causa sia di ondulazioni atlantiche in transito da ovest (molto profonda la saccatura sull'Atlantico che ha schiacciato l'anticiclone delle Azzorre, come si vede dal confronto delle mappe a sinistra e al centro di FIGURA 26) sia di depressioni di provenienza nordorientale (anomalia negativa sul lato orientale dell'Europa in FIGURA 26 a destra). Tuttavia alla fine la pioggia cumulata totale del mese è risultata inferiore alla media attesa sulle pianure; superiore alla media solo sui rilievi alpini, dove l'effetto orografico delle montagne riusciva a dare una spinta in più all'instabilità convettiva temporalesca.

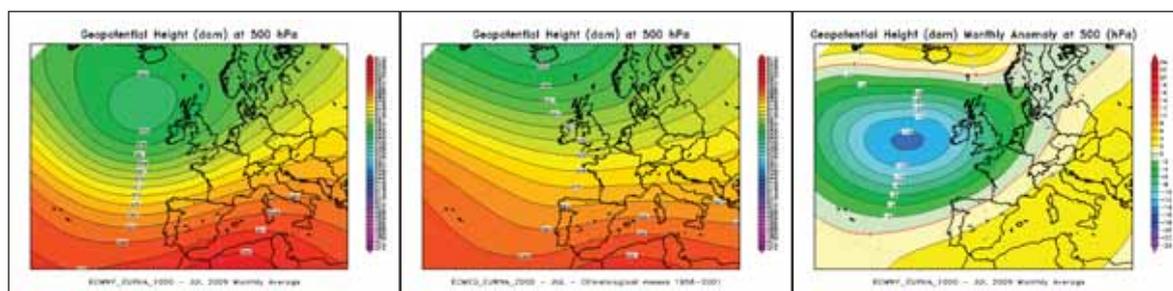


FIGURA 27 - geopotenziale a 500 hPa del mese di luglio nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

Nel mese di luglio la saccatura atlantica è stata più pronunciata (FIGURA 27 a sinistra) della climatologia (FIGURA 27 al centro) ed è riuscita ad estendere maggiormente la sua influenza verso l'Europa, dove invece il mese precedente (FIGURA 26) non riusciva ad arrivare, a causa dell'alta pressione che, estesa dalla Spagna fin alle latitudini più settentrionali dell'Europa occidentale, si inseriva a fermare il "nucleo" più freddo e instabile ben al largo delle coste atlantiche europee.

La maggior forza ed estensione della saccatura atlantica sull'Europa centro-occidentale (confermata anche dall'anomalia negativa su quell'area in FIGURA 27 a destra) ha determinato una maggiore instabilità nel mese di luglio, con temperature estive non più superiori alla media come ancora a giugno (cioè ora del tutto vicine alla normale climatologia del mese, o addirittura lievemente inferiori) e maggiori precipitazioni.

Le giornate caldo-estive sono comunque state garantite dall'anticiclone Africano presente sul Mediterraneo ed esteso fin verso l'Europa orientale (anomalia positiva su quell'area in FIGURA 27 a destra), con il flusso caldo e umido sudoccidentale sul Piemonte (FIGURA 27 a sinistra). Tuttavia, grazie alla saccatura atlantica ed allo scontro dell'aria fresca oceanica con quella calda e umida sudoccidentale africana, la variabilità meteorologica a luglio è stata più spiccata che a giugno, con varie occasioni temporalesche sparse, che alla fine hanno generato alcune aree di piovosità sopra la media del mese anche in pianura (a differenza del mese precedente) ed hanno mantenuto le temperature estive su valori contenuti.

La variabilità meteorologica trova riscontro anche in alcuni episodi di venti di foehn che nel corso del mese hanno contribuito a mantenere le temperature estive più sopportabili di quelle di giugno.

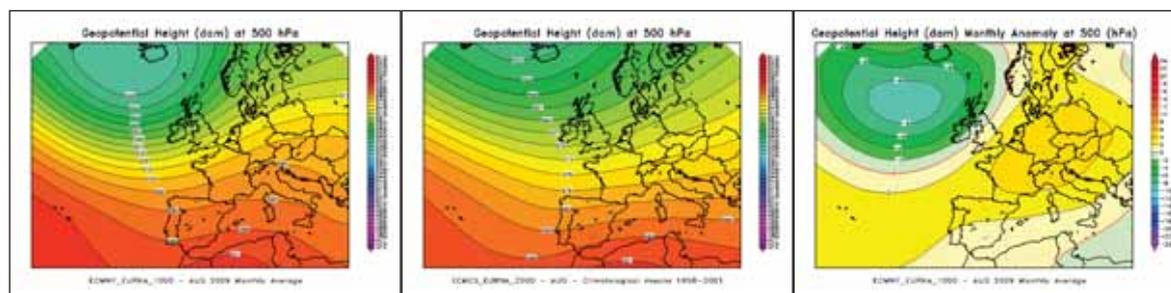


FIGURA 28 - geopotenziale a 500 hPa del mese di agosto nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

Agosto è stato poco piovoso e particolarmente caldo, soprattutto nella seconda e terza decade del mese, quando una forte e prolungata onda di calore ha portato le temperature al di sopra della media climatologica, di per sé già elevata nella stagione estiva, segnando anche valori record.

La stabilità atmosferica e il caldo anomalo sono stati generati dall'estensione dell'Anticiclone Africano verso l'Europa fino alle latitudini settentrionali della Scandinavia, come si osserva dal confronto delle mappe di FIGURA 28, con l'anomalia positiva nella mappa destra. Seppur l'alta pressione che ha interessato l'Italia e l'Europa sia stata di predominante matrice africana (FIGURA 28 a sinistra), come emerge dalla differenza positiva della mappa destra di FIGURA 28, anche l'anticiclone delle Azzorre è stato più forte della media sull'Atlantico. Quest'ultimo ha facilmente contribuito a mantenere lontano sull'alto Atlantico la forte depressione d'Islanda, già più profonda e più estesa della climatologia, limitando la sua influenza sull'Europa sudoccidentale e l'Italia, e contribuendo così alla maggiore stabilità atmosferica sulla regione.

Le precipitazioni infatti sono state scarse nel mese, in corrispondenza delle rare infiltrazioni fresche atlantiche che sono riuscite a superare il blocco offerto dall'anticiclone afro-mediter-

raneo. Come conseguenza si è registrato un accumulo pluviometrico totale mensile inferiore alla media climatologica attesa.

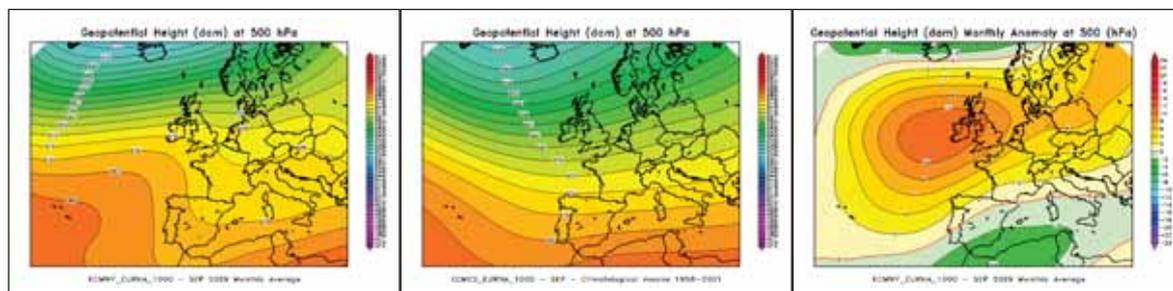


FIGURA 29 - geopotenziale a 500 hPa del mese di settembre nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

Dopo un inizio del mese di settembre che ha prolungato l'onda di calore estivo afro-mediterranea di agosto, l'alta pressione ha progressivamente assunto una componente più atlantica, col rafforzamento dell'anticiclone delle Azzorre verso tutta l'Europa nordoccidentale (come ben evidenziato dall'anomalia positiva centrata verso le Isole Britanniche in FIGURA 29 a destra). Questo ha ancora mantenuto giornate belle e calde nella prima parte di settembre.

A metà mese invece la discesa di una bassa pressione dal nord Europa alla Spagna (ben intuibile sia dalla mappa sinistra sia da quella destra di FIGURA 29) ha provocato un netto peggioramento del tempo con precipitazioni abbondanti ed una fase di instabilità che ha interessato quasi tutta la seconda decade del mese. L'intensità delle precipitazioni è stata così consistente che, alla fine del mese, il totale pluviometrico è risultato perlopiù superiore alla media climatologica su molte aree della regione.

Nell'ultima parte del mese, l'alta pressione atlantica è tornata a riportare condizioni stabili.

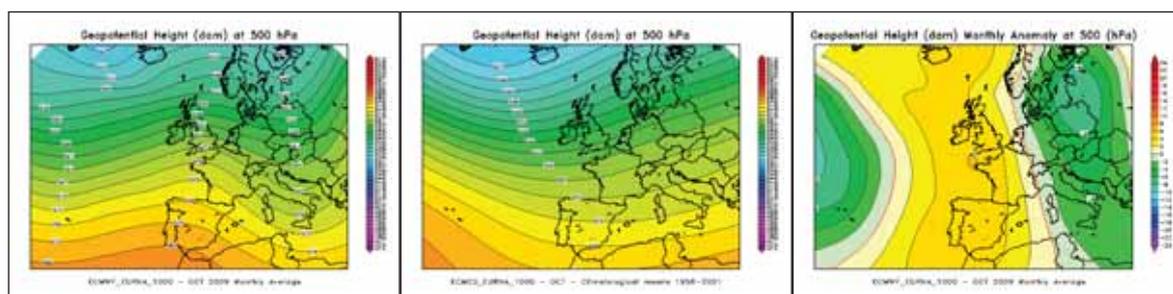


FIGURA 30 - geopotenziale a 500 hPa del mese di ottobre nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

Il mese di ottobre è stato decisamente asciutto rispetto alla sua climatologia autunnale.

Le mappe di FIGURA 30 mostrano un promontorio di alta pressione sull'Europa occidentale (nella figura a sinistra, con conseguente anomalia positiva nella mappa a destra), che ha direzionato il flusso sul nord-Italia dai quadranti nordoccidentali.

Il flusso da nordovest, con la sua aria più asciutta per il Piemonte, non è riuscito a portare le precipitazioni tipiche dell'autunno, come farebbe il flusso umido sudoccidentale della

mappa climatologica (FIGURA 30 al centro). Ha invece favorito l'innesco di venti di foehn sulla regione in alcuni giorni del mese, che hanno contribuito alla scarsità di pioggia.

Infatti, mentre l'alta pressione ha interessato tutto il lato atlantico europeo (anomalia positiva nella FIGURA 30 a destra), le depressioni sono scese dal nord Europa sulla parte orientale del continente. Lo scontro delle due opposte strutture ha provocato gli episodi di foehn. Inoltre l'intrusione dell'aria fredda da nord e da est sul Piemonte ha causato una drastica diminuzione delle temperature intorno alla metà del mese, abbassandole ben sotto la media fino quasi a valori record.

Alla fase centrale di freddo anomalo, si sono contrapposti però due periodi di caldo anomalo all'inizio ed alla fine di ottobre (con valori record in particolare nella prima decade del mese), quando l'alta pressione atlantica (e infine anche un po' più afro-mediterranea) ha fatto sentire maggiormente il suo effetto. Così ottobre ha visto sbalzi termici molto marcati lungo il corso del mese, alternando tra record positivi e negativi.

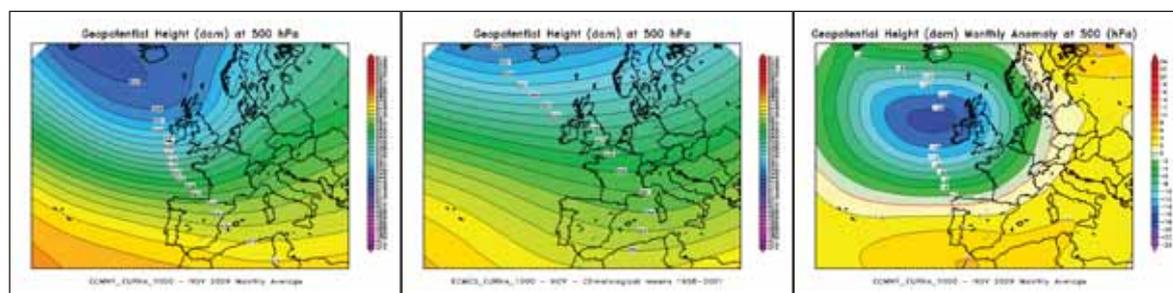


FIGURA 31 - geopotenziale a 500 hPa del mese di novembre nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

Novembre ha avuto nel complesso temperature medie mensili sopra la media e precipitazioni sotto la media.

La prima decade del mese è stata l'unica con valori termici bassi, a causa della profonda saccatura nord-atlantica (ben visibile in FIGURA 31 a sinistra e a destra). In tutto il resto del mese è prevalso invece l'effetto dell'alta pressione che dall'Africa e dal Mediterraneo si è spinta fortemente verso l'Italia e l'Europa orientale (con anomalia positiva su quell'area in FIGURA 31 a destra). Così, insieme al conseguente flusso caldo sudoccidentale sul Piemonte, sono prevalse la stabilità atmosferica e temperature particolarmente miti.

Inoltre lo scontro molto ravvicinato delle due strutture, con un gradiente molto forte alle medie latitudini atlantiche (isolinee molto fitte in FIGURA 31, indice di un flusso occidentale intenso), ha spesso innescato venti di foehn sulla regione, che hanno contribuito a mantenere il tempo asciutto.

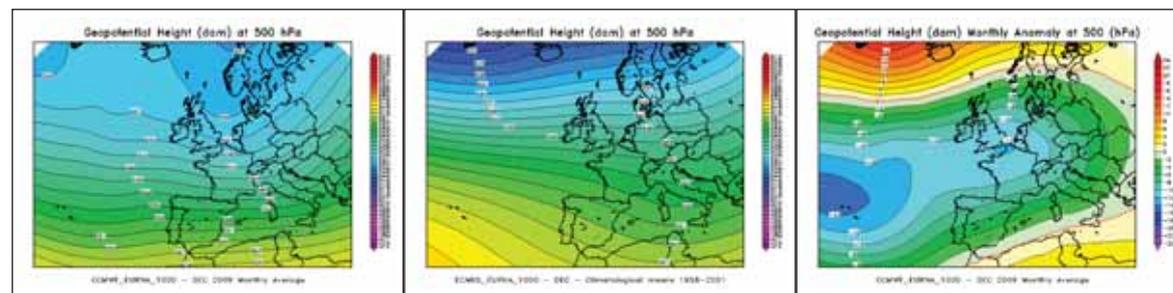


FIGURA 32 - geopotenziale a 500 hPa del mese di dicembre nell'anno 2009 (a sinistra), a confronto con il periodo climatico 1957-2002 (al centro), e loro differenza (a destra).

L'ultimo mese dell'anno (dicembre 2009) è stato un mese piuttosto nevoso e decisamente freddo, con temperature sotto la media che hanno anche segnato record storici assoluti per le serie storiche di misure.

Questo clima invernale particolarmente acuto è stato provocato dalla profonda discesa verso sud della saccatura nord-atlantica che, come si vede anche dall'anomalia negativa in FIGURA 32 a destra, ha completamente schiacciato l'anticiclone delle Azzorre, mentre l'alta pressione atlantica, di contro, è salita molto a nord alle latitudini polari dell'Islanda. L'anomalia negativa della mappa destra di FIGURA 31 è stata estesa su gran parte d'Europa e infatti molte zone d'Europa hanno sofferto un clima particolarmente freddo e nevoso.

Un po' come già a gennaio, la risalita dell'alta pressione a latitudini molto settentrionali (artiche, con l'anomalia positiva dalla Groenlandia all'alta Scandinavia in FIGURA 32 a destra) ha favorito, come conseguente risposta, la discesa delle depressioni polari verso la parte più bassa dell'Europa. In particolare dalla seconda decade del mese la bassa pressione polare è scesa da nordest sull'Europa centrale e là è stazionata per un po' di giorni. L'aria fredda che ha così raggiunto il Piemonte è stata talmente intensa che, dal 18 al 21 dicembre, si sono registrati 4 giorni di "non disgelo", quando la temperatura non è riuscita a salire sopra lo zero neanche nei valori massimi.

Successivamente, nella terza decade del mese, l'anomalia negativa di pressione sull'Europa centrale (FIGURA 32 a destra) ha consentito un più facile ingresso alle depressioni dal nord Atlantico verso l'Europa e così il flusso atlantico completamente aperto verso il Mediterraneo e l'Italia (come si vede anche dalla FIGURA 31 a sinistra) ha portato sulla regione precipitazioni spesso a carattere nevoso fino in pianura, con le temperature fredde instauratesi.

I DATI METEO MISURATI NEL 2009

Al termine della caratterizzazione meteorologica, si è ritenuto interessante effettuare l'analisi dei dati meteorologici misurati dalle stazioni a terra nell'anno 2009, limitata all'andamento delle variabili meteorologiche maggiormente significative in rapporto al decennio precedente 1999-2008.

Per l'analisi statistica è stata scelta una stazione, appartenente alla Rete Meteoidrografica di Arpa Piemonte, rappresentativa per l'area urbana di Torino.

I parametri ritenuti caratterizzanti, dal punto di vista meteorologico, ai fini di un confronto su scala pluriennale, sono la temperatura e le precipitazioni atmosferiche.

La temperatura media dell'anno 2009 per la stazione Torino-Giardini Reali risulta pari a 13,9 °C, quindi superiore alla media dei dati rilevati negli ultimi dieci anni nella stessa stazione (13,6 °C), e superiore alla media calcolata per il capoluogo piemontese sul periodo 1951-1986 (13,0 °C).

L'andamento delle temperature medie mensili è stato confrontato con l'andamento medio del decennio 1999÷2008 (FIGURA 33). Le differenze maggiormente significative rispetto all'anno medio si riscontrano nei mesi di gennaio e dicembre, con variazioni termiche rispettivamente di -2,1°C, e -1,7°C rispetto alle relative medie del decennio precedente. Si segnalano valori di temperatura superiori alla media climatologica nei mesi di maggio, agosto, settembre e novembre.

Il valore più basso delle temperature medie mensili è stato registrato nel mese di gennaio sia nel 2009 che nel decennio di riferimento ed è stato rispettivamente pari a 1,2 °C e 3,2 °C. Il valore massimo è stato registrato nel mese di agosto nel 2009 (25,5 °C), e nel mese di Luglio nel decennio climatologico 1999-2008 in cui il valore massimo della media mensile è di 24,3°C.

Dal confronto grafico fra l'andamento dei dati orari acquisiti nel corso del 2009 e l'intervallo di valori medi studiato a partire dai minimi e dai massimi assoluti registrati mensilmente nel decennio precedente (FIGURA 34), si osserva che nel complesso tutto il periodo si presenta più spostato verso l'andamento dei massimi assoluti (linea rossa) registrati mensilmente nel de-

cennio 1999-2008, risultando quindi un periodo complessivamente caldo. Nei mesi ottobre e di dicembre invece si osservano picchi di temperature minime che superano i valori medi dei minimi assoluti registrati mensilmente nel decennio di riferimento (linea blu).

Per quanto riguarda le precipitazioni atmosferiche, l'analisi dei dati statistici evidenzia per l'anno 2009 (FIGURA 35) un totale di precipitazioni di 904 mm, mentre il numero di giorni piovosi (si definisce giorno piovoso quello in cui si registra almeno 1 mm di pioggia su tutto l'arco della giornata) è pari a 75. Quindi, il 2009 risulta più piovoso della media 1999-2008, sia in termini di precipitazioni totali (904 mm contro 817 mm di media), sia in termini di giorni piovosi (75 giorni contro 69 giorni di media).

Il 2009 è stato meno piovoso del 2008: 904 mm di pioggia nel 2009 rispetto ai 1166 mm di pioggia nel 2008. Il 2002 ed il 2008 rappresentano gli anni più piovosi del decennio. Utilizzando come parametro di confronto l'intensità delle precipitazioni atmosferiche, calcolata come il rapporto fra la quantità totale di pioggia ed il numero di giorni piovosi, si osserva che i valori più alti sono stati registrati nel 2000 (16,3 mm pioggia/giorno) e nel 2002 (14,1 mm pioggia/giorno); mentre i valori più bassi nel 2001 (7,8 mm pioggia/giorno), nel 2005 (9,1 mm pioggia/giorno) e nel 2008 (11,3 mm pioggia/giorno). Nel 2009 l'intensità giornaliera media è risultata superiore a quella del decennio (12,1 contro 11,8 mm pioggia/giorno).

L'analisi della distribuzione annuale delle precipitazioni nell'ambito dei vari mesi può inoltre essere utilizzata per definire il *regime pluviometrico* di un'area geografica. Nello studio climatologico della Regione Piemonte⁶, l'andamento di tale distribuzione per il Piemonte risulta bimodale con i massimi localizzati in primavera ed in autunno. In base alla collocazione nell'anno del minimo principale, del massimo principale e del massimo secondario, si possono distinguere nella nostra regione cinque tipi di regime pluviometrico, dei quali quattro di tipo "continentale" (minimo principale in inverno) ed uno di tipo "mediterraneo" (minimo principale in estate):

- regime pluviometrico prealpino: minimo principale in inverno, massimo principale in primavera, massimo secondario in autunno;
- regime pluviometrico sublitoraneo: minimo principale in estate, massimo principale in autunno, massimo secondario in primavera;
- regime pluviometrico subalpino: minimo principale in inverno, massimo principale in autunno, massimo secondario in primavera;
- regime pluviometrico continentale alpino: minimo principale in inverno, massimo principale in primavera, massimo secondario in estate;
- regime pluviometrico subcontinentale: minimo principale in inverno, massimo principale in autunno, massimo secondario in estate.

Sempre secondo tale studio, il regime pluviometrico prealpino è il più diffuso in Piemonte, anche se quello attribuito all'area del capoluogo torinese risulta continentale alpino (Mennella, 1967; Biancotti, 1996)⁷.

Nel grafico illustrato in FIGURA 36 è riportato il confronto tra l'andamento delle precipitazioni totali mensili per il 2009 con le precipitazioni medie mensili (media delle sommatorie mensili) del decennio 1999-2008. Il profilo del 2009 si discosta dal regime pluviometrico "continentale alpino" soltanto per il minimo principale che è stato registrato a Maggio (34 mm) anziché in inverno. Il massimo principale è stato registrato ad aprile (254,2 mm) mentre il massimo secondario in estate a luglio (113,2 mm). Il decennio di riferimento sembra adattarsi al regime pluviometrico "prealpino" (Il massimo principale è stato registrato a Maggio (136,1 mm) mentre quello secondario a settembre (93,1 mm)) anche se il minimo principale si registra a marzo (31,7 mm) e non in inverno.

⁶ "Precipitazioni e temperature" Collana studi climatologici in Piemonte - Regione Piemonte: Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione Settore Meteorologico e Reti di Monitoraggio; Università degli Studi di Torino: Dipartimento di Scienze della Terra.

⁷ "Mennella C. (1967) - Il clima d'Italia. Vol. I, ed. E.D.A.R.T., Napoli. 1, pp. 157-178. Biancotti A. (1996) - Corso di geografia fisica - Geomorfologia strutturale. Le misure in geografia fisica. Ed. Litocoop Srl Tortona, 2, 126 p.

Un'ulteriore elaborazione è stata effettuata aggregando gli stessi dati di precipitazione su base trimestrale. Nella FIGURA 37 sono riportati, per ogni trimestre, gli istogrammi relativi alla quantità di pioggia misurata nei diversi anni e per ogni grafico viene segnalato il valore medio di precipitazione per il decennio. Dall'esame dei grafici spicca che soltanto nel quarto trimestre del 2009 le precipitazioni sono inferiori alla media climatologica (-29,2%), nel primo e nel secondo sono superiori (rispettivamente 85,9% e 21,9%), mentre nel terzo trimestre risultano lievemente superiori (1,1%).

Va comunque sottolineato che le osservazioni sopra riportate sulle caratteristiche di piovosità relative all'anno 2009 devono essere valutate alla luce delle seguenti considerazioni:

- l'arco temporale (decennio 1999÷2008) utilizzato per il confronto risulta comunque ridotto;
- la rappresentatività spaziale è limitata all'area metropolitana.

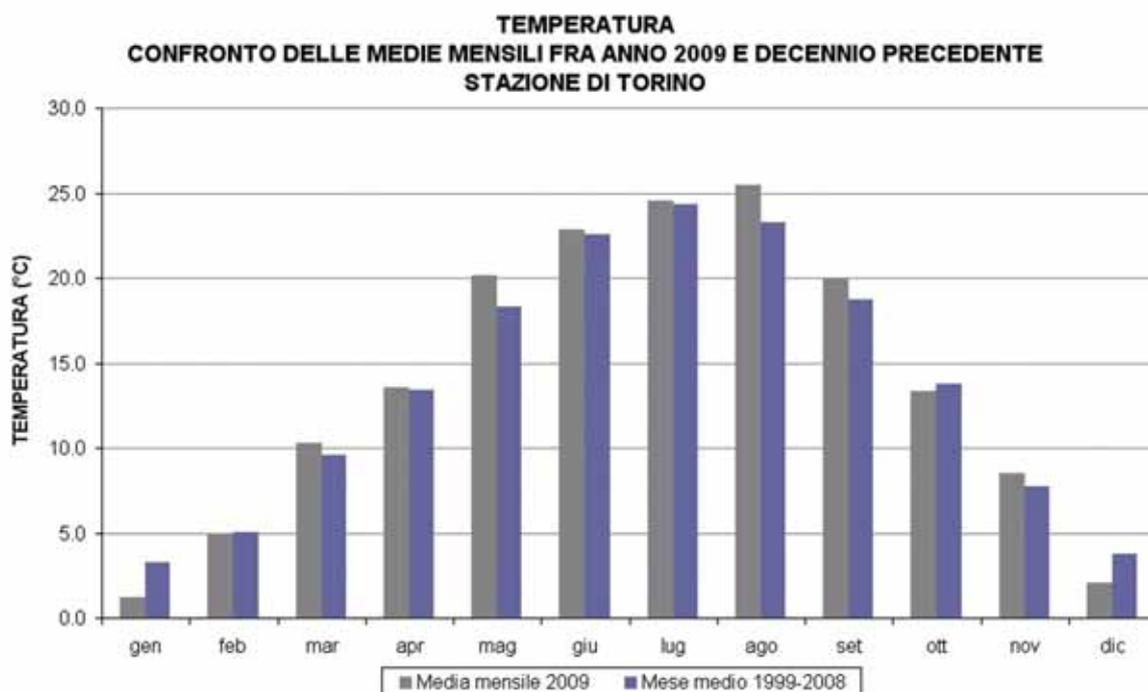


FIGURA 33: temperatura: valori medi mensili per l'anno 2009 e per il decennio 1999÷2008 per la stazione di Torino.

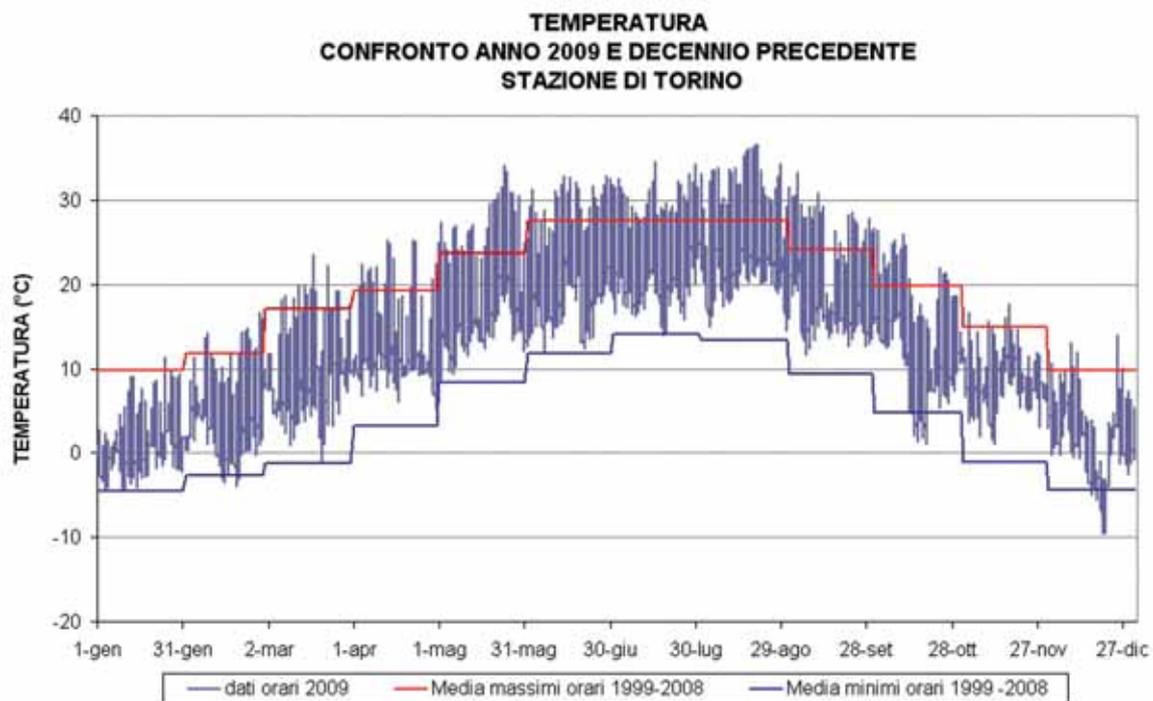


FIGURA 34: temperatura: valori orari per l'anno 2009 e medie dei minimi e dei massimi assoluti registrati nel decennio 1999÷2008 presso la stazione di Torino.

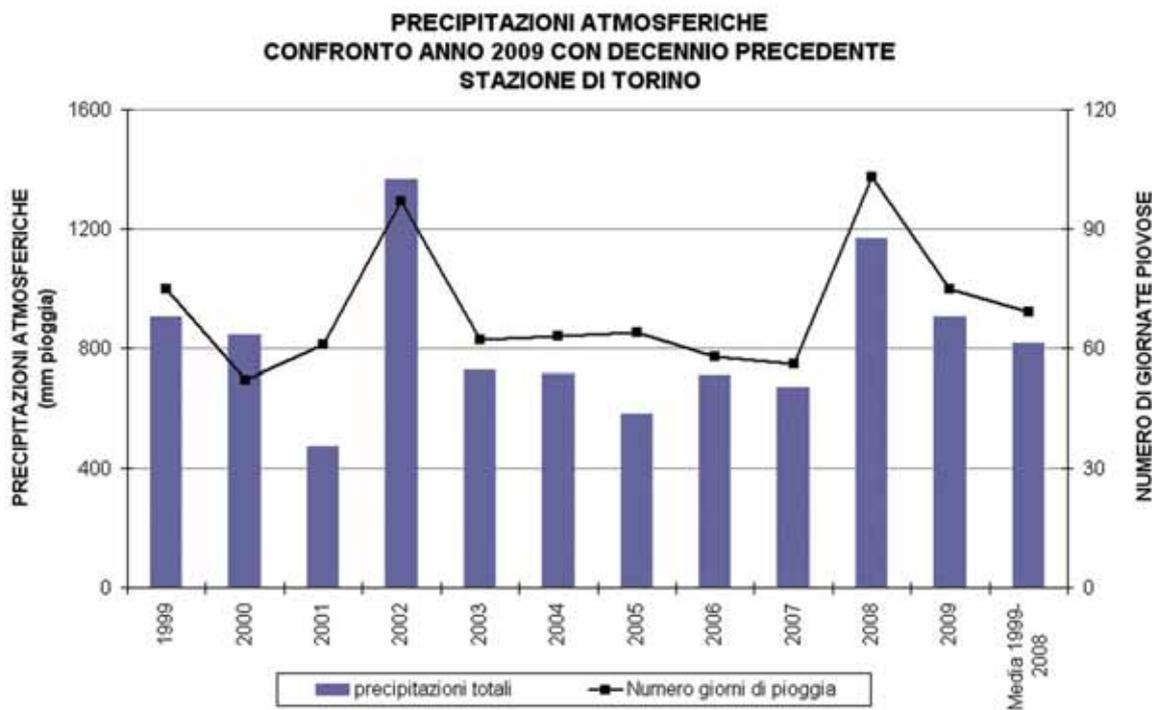


FIGURA 35: precipitazioni atmosferiche: sommatorie annuali e media del decennio in termini di quantità di precipitazioni e di numero di giornate piovose per la stazione di Torino.

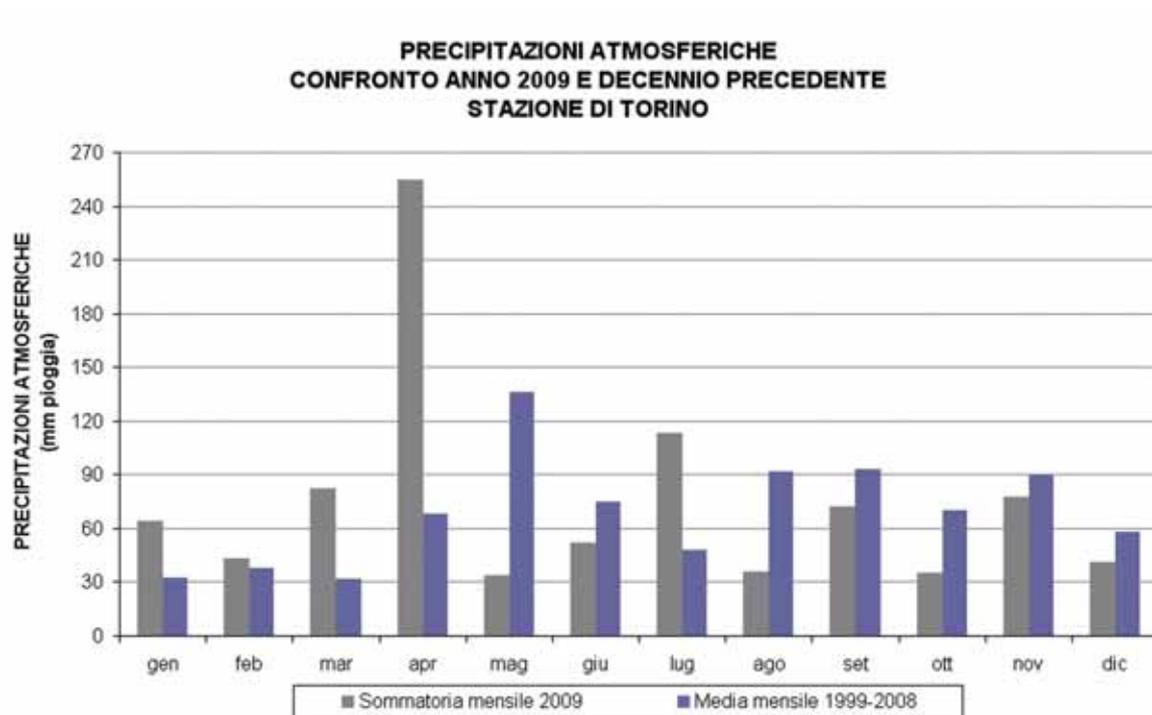


FIGURA 36: precipitazioni atmosferiche: sommatorie mensili per l'anno 2009 e medie mensili relative al decennio 1999÷2008 per la stazione di Torino.

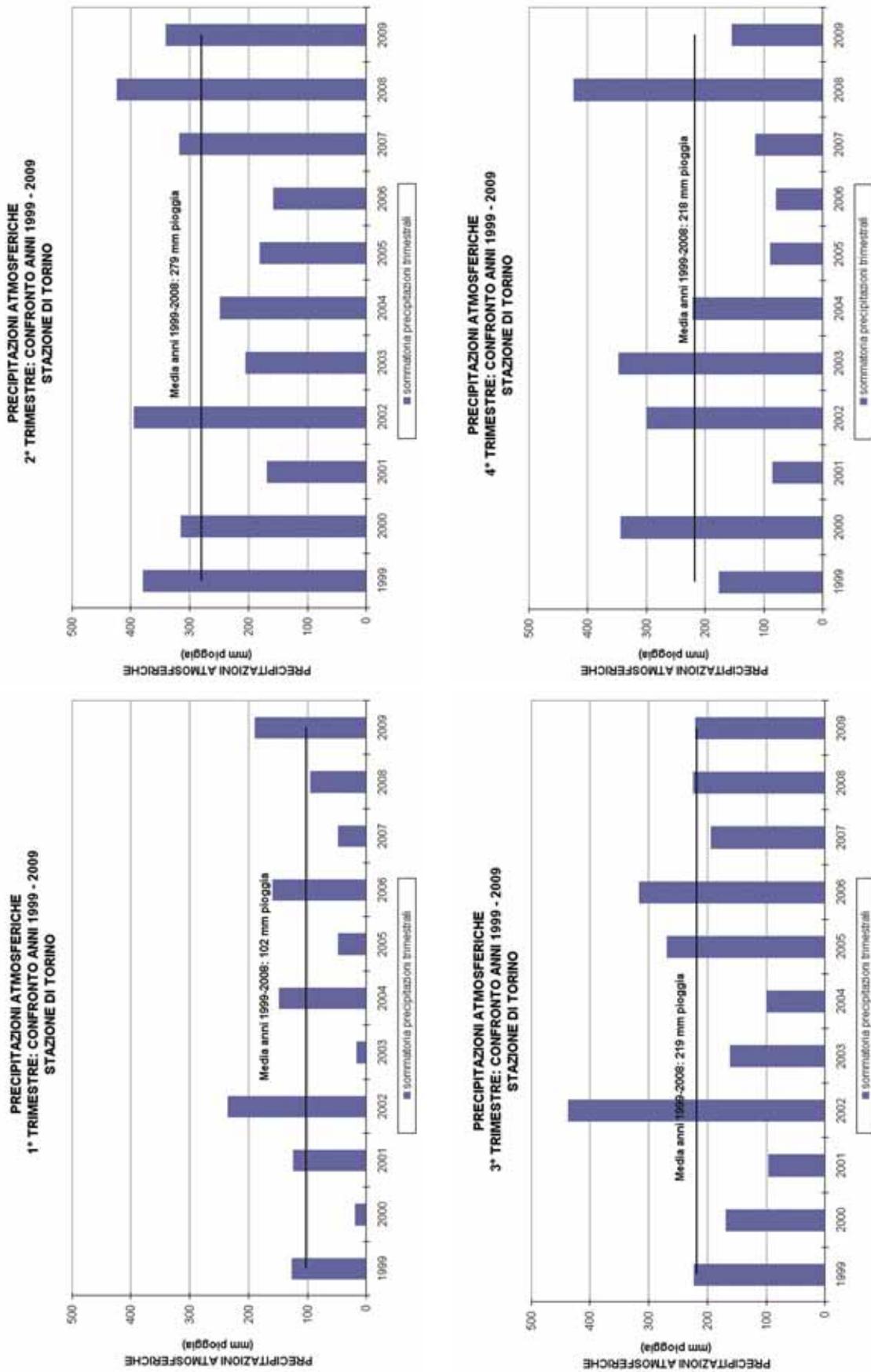


FIGURA 37: precipitazioni atmosferiche: sommatorie trimestrali relative al periodo 1999÷2009 per la stazione di Torino.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

L. Pallavidino, Provincia di Torino.

I LIMITI DI EMISSIONE DEI VEICOLI A MOTORE

I veicoli a motore sono ritenuti tra i maggiori responsabili dell'inquinamento atmosferico presente nelle aree urbane. Il censimento delle emissioni relativo all'anno 2007, redatto dalla Regione Piemonte secondo la metodologia Corinair, stima che il traffico contribuisca, nell'area metropolitana torinese, alle emissioni di particolato primario (PM10) per il 59% e alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) per il 57%.

Poiché il problema è comune a tutte le grandi aree urbane, le direttive europee hanno cercato di affrontare la questione sia imponendo limiti sempre più restrittivi alle emissioni degli autoveicoli nuovi sia richiedendo la commercializzazione di combustibili sempre più ecologici.

Con l'intento di fornire qualche informazione su questa fonte di inquinamento si è pensato di predisporre questa breve sezione circa le emissioni associate alle diverse tipologie di veicoli a motore in relazione alle omologazioni ambientali.

In TABELLA 27, sono riportati i limiti di emissione che le direttive europee hanno fissato per le autovetture a benzina e diesel dal 1970 ad oggi, compreso il regolamento che definisce i requisiti per i veicoli Euro 5 e Euro 6.

DIRETTIVA DI RIFERIMENTO	CO (g/km)		NO _x (g/km)		HC+NO _x (g/km)		HC (g/km)	PM10 (g/km)
	benzina	diesel	benzina	diesel	benzina	diesel	benzina	diesel
Direttiva 70/220 (1971-1974)	21,5				7,3			
Direttiva 74/290 (1975-1976)	18				6,5			
Direttiva 77/102 (1977-1978)	18				6,5			
Direttiva 78/665 (1979-1983)	14,2				5,7			
Direttiva 83/351 (1984-1992)	12				4,2			
Direttiva 88/436 (1988-1992)						1,6		0,27
Euro1 (1993-1996) Dir. 91/441	2,72	2,72	-	-	0,97	0,97/1,36*	-	0,14/0,19*
Euro2 (1997-2000) Dir. 94/12	2,2	1	-	-	0,5	0,7/0,9*	-	0,08/0,1*
Euro3 (2001-2005) Dir. 98/69	2,3	0,64	0,15	0,5	-	0,56	0,2	0,05
Euro4 (2006-2010) Dir. 98/69	1	0,5	0,08	0,25	-	0,3	0,1	0,025
Euro5 (2011-09/2015)*** Reg. 715/2007	1	0,5	0,06	0,18	-	0,23	0,1	0,005**
Euro6 (09/2015-....)*** Reg. 715/2007	1	0,5	0,06	0,08	-	0,17	0,1	0,005**

(*) Motori diesel a iniezione indiretta/iniezione diretta

(**) Il limite si applica anche a motori a benzina a iniezione diretta che operano sia in condizione magra che stechiometrica

(***) I limiti previsti per i veicoli a benzina dal reg. 715/2007 si applicano anche ai veicoli alimentati a GPL e Metano

TABELLA 27: limiti di emissione fissati dalle direttive europee per autovetture benzina e diesel.

Ogni nuova direttiva ha fissato dei limiti inferiori di circa il 50% rispetto alla direttiva precedente e con la direttiva 98/69 sono stati introdotti contemporaneamente i due diversi standard, Euro 3 e Euro 4, obbligatori per le auto di nuova immatricolazione a partire rispettivamente dal 2001 e dal 2006, offrendo così l'opportunità ai costruttori di adeguare i loro modelli ai limiti individuati prima della loro obbligatorietà.

Contrariamente a quanto avvenuto in passato i limiti della "normativa Euro 5" non corrispondono a un dimezzamento delle emissioni previste dalla norma Euro 4. In particolare l'emissione di PM dai veicoli Euro 5 è stata ridotta di 5 volte rispetto a quanto previsto per gli Euro 4 al fine di forzare l'adozione dei Filtri AntiParticolato (FAP) su tutti i veicoli di nuova immatricolazione; una decisione più blanda avrebbe infatti consentito il rispetto della norma con tecnologie meno efficaci. Le emissioni di ossidi di azoto previste dalla norma Euro 5 risultano, invece, pari a circa il 70% di quanto prescritto dalla Euro 4; le case automobilistiche non sono infatti riuscite a sviluppare una tecnologia abbastanza efficace per l'abbattimento di questo inquinante. La norma Euro 6 agisce più efficacemente su questo inquinante e fissa un limite pari a circa un terzo rispetto a quanto previsto per i veicoli Euro 4.

Analizzando le emissioni richieste per i veicoli Euro 5 con quelle dei veicoli "Pre-Euro" è evidente che l'evoluzione tecnologica delle marmitte catalitiche, dei Filtri e dei sistemi di gestione elettronica della combustione hanno consentito una riduzione del carico inquinante dei veicoli compreso tra le 6 e le 50 volte, a seconda del parametro considerato.

Per comprendere l'impatto del traffico veicolare sulla qualità dell'aria è utile riportare anche un confronto tra i limiti delle emissioni di diverse tipologie di veicoli quali autovetture, ciclomotori, motocicli, e mezzi commerciali diesel di massa compresa tra i 1760 kg e i 3500 kg. Si è scelto per brevità di riportare in FIGURA 38 i limiti previsti per la somma di idrocarburi incombusti (HC) e ossidi di azoto (NO_x), che rappresentano una delle principali criticità in ambito urbano.

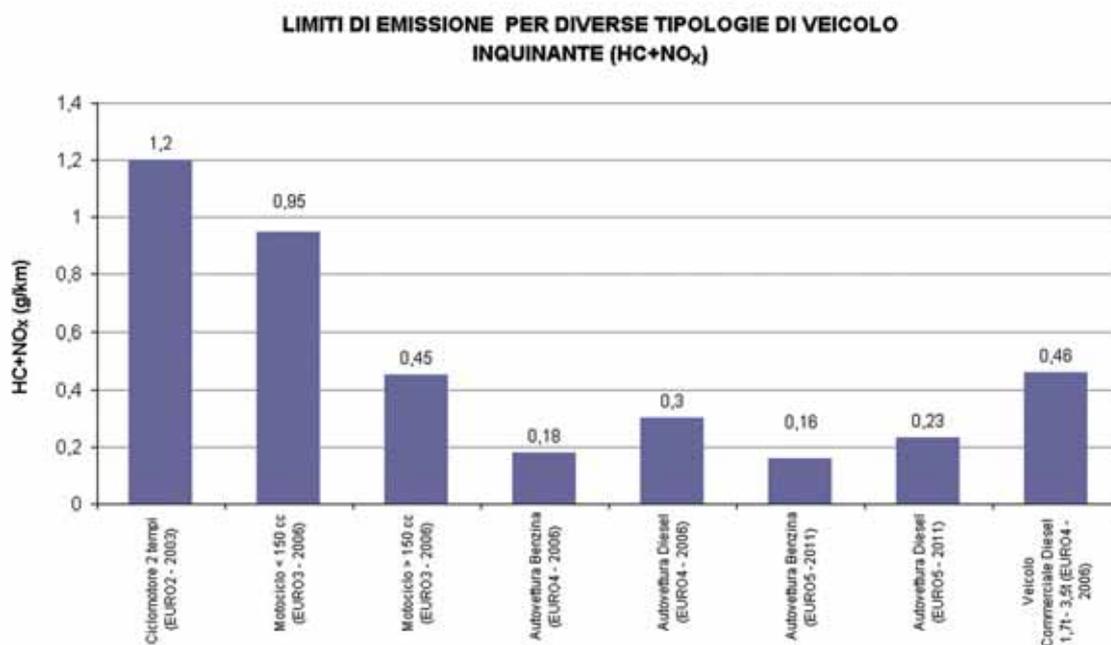


FIGURA 38: limiti di emissione definiti dalle normative più recenti per diverse tipologie di veicolo.

I ciclomotori risultano essere il mezzo più inquinante per la somma di questi due parametri mentre le autovetture a benzina quello più ecologico. Per gli autoveicoli sono infatti molto avanzate le tecnologie del controllo della combustione e del catalizzatore, che invece risultano di complessa applicazione sui ciclomotori e motocicli di piccola cilindrata.

IL PARCO VEICOLARE IN PROVINCIA DI TORINO

Per la valutazione del contributo del traffico veicolare all'inquinamento atmosferico e per poter attuare dei provvedimenti per il miglioramento della qualità dell'aria è importante conoscere la composizione del parco veicolare immatricolato in Provincia di Torino.

I dati relativi al periodo 2006-2009 forniti dal servizio tributi della Regione Piemonte, sono riassunti nei grafici e nelle tabelle delle pagine seguenti (TABELLA 28, TABELLA 29, FIGURA 39, FIGURA 40).

Dall'analisi dell'attuale composizione del parco veicolare e dalla sua evoluzione negli ultimi anni emergono alcune considerazioni:

- il numero di autoveicoli circolante in Provincia di Torino è di poco superiore a un milione e mezzo. Il tasso di motorizzazione è dunque molto elevato (0,66 autoveicoli/abitante), tra i più alti in Italia e in Europa. Un numero di veicoli così elevato è un ostacolo per l'incremento dell'uso del mezzo pubblico, sia perché la motorizzazione privata peggiora la velocità del servizio pubblico, sia perché il possesso dell'auto ne incentiva l'uso anche quando sarebbe possibile o preferibile servirsi di un altro mezzo di trasporto;
- il parco veicolare per la mobilità privata si è progressivamente rinnovato e i veicoli Euro 3, Euro 4, Euro 5 costituiscono quasi i due terzi del totale (TABELLA 28). Gli autoveicoli non ecologici secondo i contenuti del piano regionale di risanamento della qualità dell'aria (pre-Euro, Euro 1 diesel e Euro 2 diesel più vecchi di 10 anni - DGR 64-6526 del 2007) costituiscono circa il 10% (160.000 veicoli).
- Nella categoria dei veicoli commerciali leggeri di peso complessivo inferiore a 3,5t (TABELLA 29) la percentuale di mezzi pre-Euro è in diminuzione ma la porzione di veicoli non ecologici ai sensi del piano regionale di risanamento della qualità dell'aria (pre-Euro, Euro 1 diesel e Euro 2 diesel più vecchi di 10 anni - DGR 64-6526 del 2007) è circa del 37% ed è costituita soprattutto da mezzi diesel, caratterizzati da forti emissioni di particolato (71.000). Questo dato conferma la necessità dei divieti alla circolazione contenuti nel piano regionale.
- I veicoli alimentati a gasolio hanno assorbito dal 1998 quote crescenti di mercato, ma registrano una leggera flessione negli ultimi due anni, attestandosi comunque intorno al 40%. Nel 2008 e nel 2009 si è avuto un aumento delle vendite dei veicoli a benzina e dei veicoli alimentati a GPL e a metano, in quest'ultimo caso soprattutto grazie agli incentivi particolarmente generosi verso queste alimentazioni. Sebbene i limiti di emissione del particolato imposti dalla normativa europea siano sempre più bassi, i veicoli diesel hanno comunque un'emissione di particolato primario molto più alta di quelli a benzina e la diffusione di queste autovetture potrebbe avere un impatto negativo sulla qualità dell'aria. I filtri-anti-particolato potrebbero contenere notevolmente il problema, ma attualmente ne sono dotate poche vetture della fascia di prezzo più alta, ed esse rappresentano una quota minoritaria del mercato. Il passaggio alla normativa Euro 5 obbligatoria per le autovetture immatricolate dal 2011 dovrebbe allineare le emissioni di particolato dei veicoli diesel e benzina.

		2006			2007			2008			2009		
Autoveicoli "pre-Euro"	numero	138'091	118'142 8'858 11'091	benzina gasolio GPL-Met	115'970	96'467 8'385 11'118	benzina gasolio GPL-Met	106'331	87'555 8'147 10'629	benzina gasolio GPL-Met	97'718	81'046 7'821 8'851	benzina gasolio GPL-Met
	%	9,8	8,4 0,6 0,8	benzina gasolio GPL-Met	8,0	6,6 0,6 0,8	benzina gasolio GPL-Met	7,1	5,9 0,5 0,7	benzina gasolio GPL-Met	6,5	5,4 0,5 0,6	benzina gasolio GPL-Met
Autoveicoli "Euro1"	numero	128'789	110'941 12'688 5'160	benzina gasolio GPL-Met	100'090	83'931 9'927 6'232	benzina gasolio GPL-Met	85'015	70'026 8'514 6'475	benzina gasolio GPL-Met	68'898	55'934 7'475 5'489	benzina gasolio GPL-Met
	%	9,2	7,9 0,9 0,4	benzina gasolio GPL-Met	6,9	5,8 0,7 0,4	benzina gasolio GPL-Met	5,7	4,7 0,6 0,4	benzina gasolio GPL-Met	4,6	3,7 0,5 0,4	benzina gasolio GPL-Met
Autoveicoli "Euro2"	numero	450'851	354'602 84'505 11'744	benzina gasolio GPL-Met	414'784	323'024 77'106 14'654	benzina gasolio GPL-Met	380'194	291'893 69'786 18'515	benzina gasolio GPL-Met	331'441	250'027 63'731 17'683	benzina gasolio GPL-Met
	%	32,1	25,2 6,0 0,8	benzina gasolio GPL-Met	28,5	22,2 5,3 1,0	benzina gasolio GPL-Met	25,4	19,5 4,7 1,2	benzina gasolio GPL-Met	22,0	16,6 4,2 1,2	benzina gasolio GPL-Met
Autoveicoli "Euro3"	numero	409'314	199'096 204'704 5'514	benzina gasolio GPL-Met	398'290	194'807 196'907 6'576	benzina gasolio GPL-Met	387'180	188'428 190'038 8'714	benzina gasolio GPL-Met	379'438	182'570 187'857 9'011	benzina gasolio GPL-Met
	%	29,1	14,2 14,6 0,4	benzina gasolio GPL-Met	27,4	13,4 13,5 0,5	benzina gasolio GPL-Met	25,9	12,6 12,7 0,6	benzina gasolio GPL-Met	25,2	12,1 12,5 0,6	benzina gasolio GPL-Met
Autoveicoli "Euro4"	numero	278'818	141'115 133'201 4'502	benzina gasolio GPL-Met	425'395	201'613 212'977 10'805	benzina gasolio GPL-Met	536'007	243'566 268'198 24'243	benzina gasolio GPL-Met	605'201	262'689 288'640 53'872	benzina gasolio GPL-Met
	%	19,8	10,0 9,5 0,3	benzina gasolio GPL-Met	29,2	13,9 14,6 0,7	benzina gasolio GPL-Met	35,9	16,3 17,9 1,6	benzina gasolio GPL-Met	40,2	17,4 19,2 3,6	benzina gasolio GPL-Met
Autoveicoli "Euro5"	numero	17	10 7 0	benzina gasolio GPL-Met	22	11 11 0	benzina gasolio GPL-Met	410	121 289 0	benzina gasolio GPL-Met	24'427	6'978 15'918 1'531	benzina gasolio GPL-Met
	%	0,0	0,0 0,0 0,0	benzina gasolio GPL-Met	0,0	0,0 0,0 0,0	benzina gasolio GPL-Met	0,0	0,0 0,0 0,0	benzina gasolio GPL-Met	1,6	0,5 1,1 0,1	benzina gasolio GPL-Met

TABELLA 28: autoveicoli immatricolati in provincia di Torino dal 2006 al 2009, suddivisi per tipo di omologazione ambientale. Banca dati Regione Piemonte.

	2006			2007			2008			2009		
	numero	gasolio GPL-Met	gasolina GPL-Met	numero	gasolio GPL-Met	gasolina GPL-Met	numero	gasolio GPL-Met	gasolina GPL-Met	numero	gasolio GPL-Met	gasolina GPL-Met
Autocarri <3,5 t "pre-Euro"	46'157	5'698 39'786 673	benzina gasolio GPL-Met	42'421	5'309 36'410 702	benzina gasolio GPL-Met	39'895	5'063 34'158 674	benzina gasolio GPL-Met	34'868	3'201 31'322 345	benzina gasolio GPL-Met
	27,2	3,4 23,5 0,4	benzina gasolio GPL-Met	24,0	3,0 20,6 0,4	benzina gasolio GPL-Met	20,9	2,6 17,9 0,4	benzina gasolio GPL-Met	17,5	1,6 15,7 0,2	benzina gasolio GPL-Met
Autocarri <3,5 t "Euro1"	11'138	1'185 9'854 99	benzina gasolio GPL-Met	10'292	1'044 9'139 109	benzina gasolio GPL-Met	9'769	937 8'720 112	benzina gasolio GPL-Met	9'053	815 8'158 80	benzina gasolio GPL-Met
	6,6	0,7 5,8 0,1	benzina gasolio GPL-Met	5,8	0,6 5,2 0,1	benzina gasolio GPL-Met	5,1	0,5 4,6 0,1	benzina gasolio GPL-Met	4,5	0,4 4,1 0,0	benzina gasolio GPL-Met
Autocarri <3,5 t "Euro2"	42'895	7'070 35'363 462	benzina gasolio GPL-Met	41'409	6'754 34'180 475	benzina gasolio GPL-Met	39'832	6'479 32'853 500	benzina gasolio GPL-Met	37'499	5'773 31'245 481	benzina gasolio GPL-Met
	25,3	4,2 20,9 0,3	benzina gasolio GPL-Met	23,4	3,8 19,3 0,3	benzina gasolio GPL-Met	20,8	3,4 17,2 0,3	benzina gasolio GPL-Met	18,8	2,9 15,7 0,2	benzina gasolio GPL-Met
Autocarri <3,5 t "Euro3"	61'504	3'052 58'077 375	benzina gasolio GPL-Met	60'859	2'989 57'463 407	benzina gasolio GPL-Met	64'089	5'976 57'709 404	benzina gasolio GPL-Met	63'421	3'235 59'688 498	benzina gasolio GPL-Met
	36,3	1,8 34,3 0,2	benzina gasolio GPL-Met	34,4	1,7 32,5 0,2	benzina gasolio GPL-Met	33,5	3,1 30,2 0,2	benzina gasolio GPL-Met	31,9	1,6 30,0 0,3	benzina gasolio GPL-Met
Autocarri <3,5 t "Euro4"	7'779	575 7'000 204	benzina gasolio GPL-Met	21'548	962 20'149 437	benzina gasolio GPL-Met	37'219	1'370 34'747 1'102	benzina gasolio GPL-Met	48'122	1'700 44'415 2'007	benzina gasolio GPL-Met
	4,6	0,3 4,1 0,1	benzina gasolio GPL-Met	12,2	0,5 11,4 0,2	benzina gasolio GPL-Met	19,5	0,7 18,2 0,6	benzina gasolio GPL-Met	24,2	0,9 22,3 1,0	benzina gasolio GPL-Met
Autocarri <3,5 t "Euro5"	10	0 10 0	benzina gasolio GPL-Met	19,1	0 191 0	benzina gasolio GPL-Met	445	0 445 0	benzina gasolio GPL-Met	6'068	1 5'907 160	benzina gasolio GPL-Met
	0,0	0,0 0,0 0,0	benzina gasolio GPL-Met	0,1	0,0 0,1 0,0	benzina gasolio GPL-Met	0,2	0,0 0,2 0,0	benzina gasolio GPL-Met	3,0	0,0 3,0 0,1	benzina gasolio GPL-Met

TABELLA 29: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in Provincia di Torino dal 2006 al 2009, suddivisi per tipo di omologazione ambientale.

Banca Dati di Regione Piemonte.

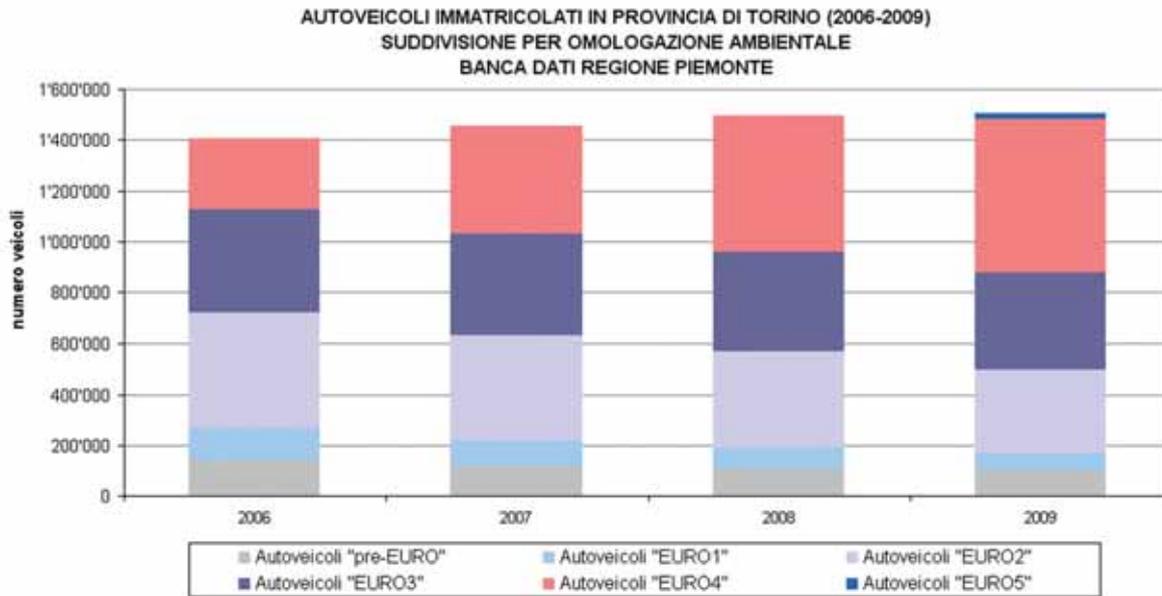


FIGURA 39: autoveicoli immatricolati in Provincia di Torino dal 2006 al 2009, suddivisi per tipo di omologazione ambientale. Banca Dati di Regione Piemonte.

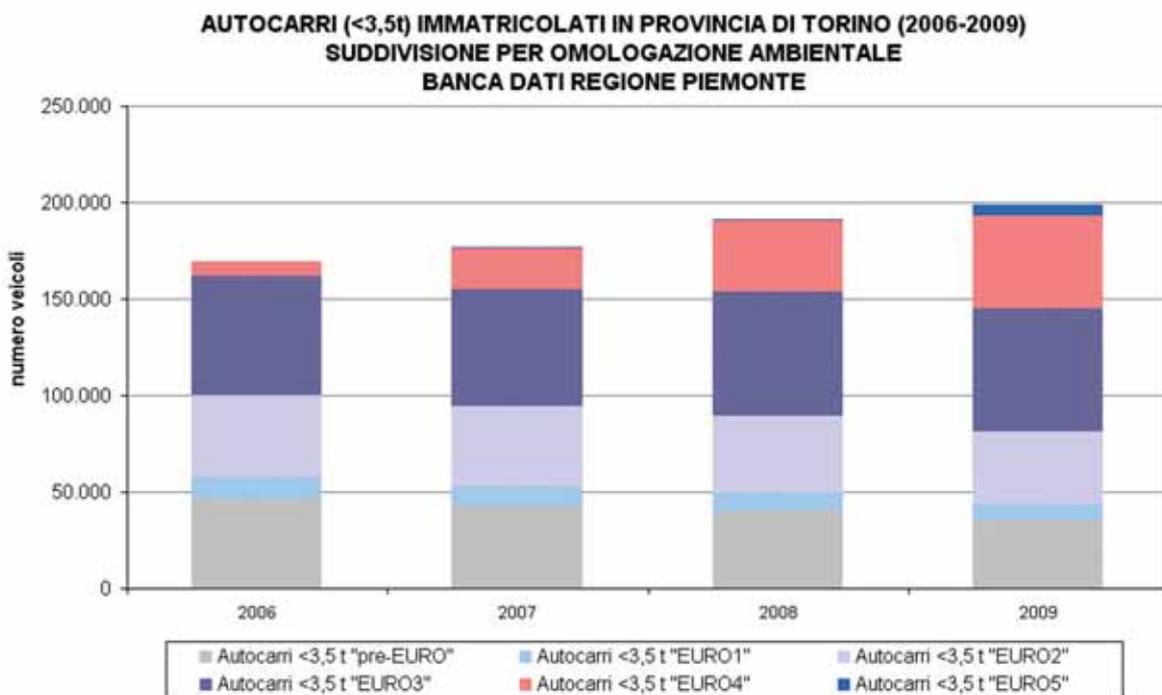


FIGURA 40: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in Provincia di Torino – Omologazione ambientale.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

A. Bertello, Provincia di Torino.

In questo breve capitolo ci si propone di presentare un primo confronto dello stato della qualità dell'aria in aree urbane europee di dimensioni paragonabili all'agglomerato di Torino⁸ relativamente ai parametri PM10 ed NO₂.

La scelta delle città da confrontare è stata effettuata sulla base della classifica per dimensione delle più grandi aree urbane stilata nell'ambito della realizzazione del programma Urban Audit⁹. I dati e la classifica utilizzata sono relativi all'Urban Audit III (2006) che ha elaborato informazioni raccolte nel 2004.

Il criterio utilizzato è stato quello di selezionare 15 aree metropolitane con popolazione complessiva compresa fra 1 milione e 2 milioni di abitanti appartenenti ai principali paesi europei e per le quali fossero contemporaneamente presenti stazioni di misura di PM10 e NO₂ di tipologia fondo urbano e traffico urbano con dati disponibili in AirBase¹⁰ per il 2008. Nel caso in cui più stazioni di rilevamento della qualità dell'aria di fondo o di traffico urbano fossero disponibili per una stessa area metropolitana si è scelta quella con la media annuale più elevata. Le città selezionate e delle stazioni di rilevamento utilizzate sono riportate in TABELLA 30.

Città	Stato	Popolazione	Codice stazione PM10 fondo urbano	Codice stazione PM10 traffico urbano	Codice stazione NO ₂ fondo urbano	Codice stazione NO ₂ fondo urbano
Amsterdam	Netherlands	1443258	NL00520	NL00545	NL00019	NL00007
Brussels	Belgium	1800663	BETMEU1	BETR001	BETB006	BETR001
Copenhagen	Denmark	1806667	DK0045A	DK0034A	DK0045A	DK0034A
Dublin	Ireland	1535446	IE0028A	IE0105A	IE0028A*	IE0105A
Düsseldorf	Germany	1525029	DENW071	DENW082	DENW071	ENW082*
Glasgow	United Kingdom	1747100	GB0641A	GB0657A	GB0452A	GB0657A
Helsinki	Finland	1224107	FI00425	FI00564	FI00425	FI00564
Kraków	Poland	1264322	PL0039A	PL0012A	PL0038A	PL0012A
Lyon	France	1717300	FR20062	FR20003	FR20062	FR20003
Prague	Czech Republic	1964750	CZ0ASTO	CZ0ALEG	CZ0ARIE	CZ0ALEG
Sofia	Bulgaria	1263807	BG0040A	BG0054A	BG0050A	BG0054A
Stockholm	Sweden	1860872	SE0022A	SE0003A	SE0022A	SE0003A
Turin	Italy	1745221	IT0554A	IT0469A	IT0554A	IT0470A
Valencia	Spain	1564145	ES1619A		ES1619A	ES1240A*
Zürich	Switzerland	1110478	CH0010A	CH0021A	CH0010A	CH0021A

TABELLA 30: città e stazioni di monitoraggio selezionate per il confronto.

⁸ Agglomerato IT0103 (Torino, San Mauro, Settimo T.se, Borgaro T.se, Venaria, Collegno, Grugliasco, Rivoli, Orbassano, Beinasco, Nichelino e Moncalieri) - DGR 28 giugno 2004, n. 19-12878 (B.U. n. 30 del 29 luglio 2004)

⁹ <http://www.urbanaudit.org/>

¹⁰ AirBase è un database pubblico che contiene informazioni sul monitoraggio della qualità dell'aria per più di 30 paesi partecipanti all'iniziativa - <http://www.eea.europa.eu/themes/air/airbase>

IL PARTICOLATO PM10

Relativamente al parametro PM10 sono riportati nelle figure FIGURA 41, FIGURA 42 i valori della media annuale e del numero di superamenti del valore di 50 µg/m³ come media su 24h, misurati nel corso del 2008.

Si osserva come Torino sia, escludendo le città di Cracovia e Sofia, per le quali esistono situazioni emissive non completamente paragonabili con le città dell'Europa "occidentale", l'unica area metropolitana nella quale nei siti di fondo urbano non è rispettato il valore limite annuale per la protezione della salute (FIGURA 41). La situazione è altrettanto critica se si analizzano i valori rilevati nelle stazioni di traffico, Torino è infatti l'unica città nella quale si misurano concentrazioni medie annue notevolmente superiori (> di 10 µg/m³) al valore limite, sempre escludendo le città dell'est europeo. L'unica altra area metropolitana nella quale nel corso del 2008 non era rispettato il valore limite annuale nelle stazioni di traffico è Copenaghen. Occorre però considerare che i siti da traffico nelle città dei paesi nordici possono essere influenzati dalle operazioni di salatura o sabbatura delle strade necessarie a garantire la sicurezza della circolazione veicolare nel periodo invernale. La risospensione del materiale disperso può incidere in maniera significativa sulle medie annuali e in modo ancora più evidente sul numero di superamenti giornalieri. Tale contributo, una volta quantificato, può però essere "scontato" ai sensi dell' Art 21 della Direttiva 2008/50/EC. Per tale ragione il confronto con i dati misurati nelle città del nord quali Stoccolma, Copenaghen e Helsinki dovrebbe prendere in considerazione anche questo aspetto e necessita di ulteriori approfondimenti.

**PM10 2008 - Media annuale
confronto con il valore limite**

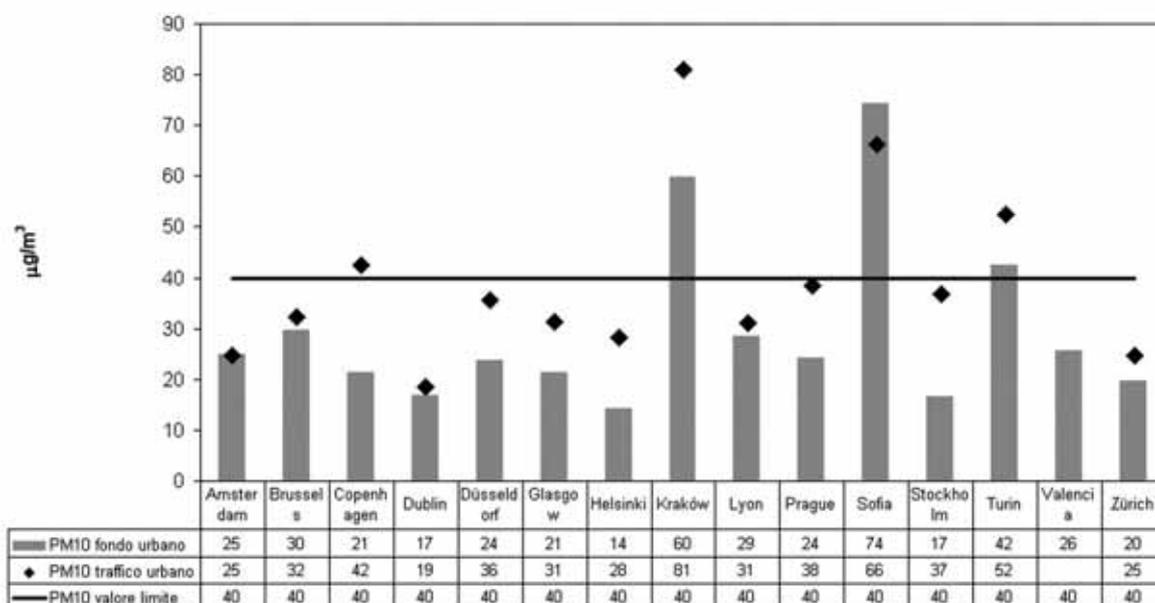


FIGURA 41: PM10 media annuale – confronto con il valore limite.

PM10 2008 - Numero superamenti confronto con il valore limite

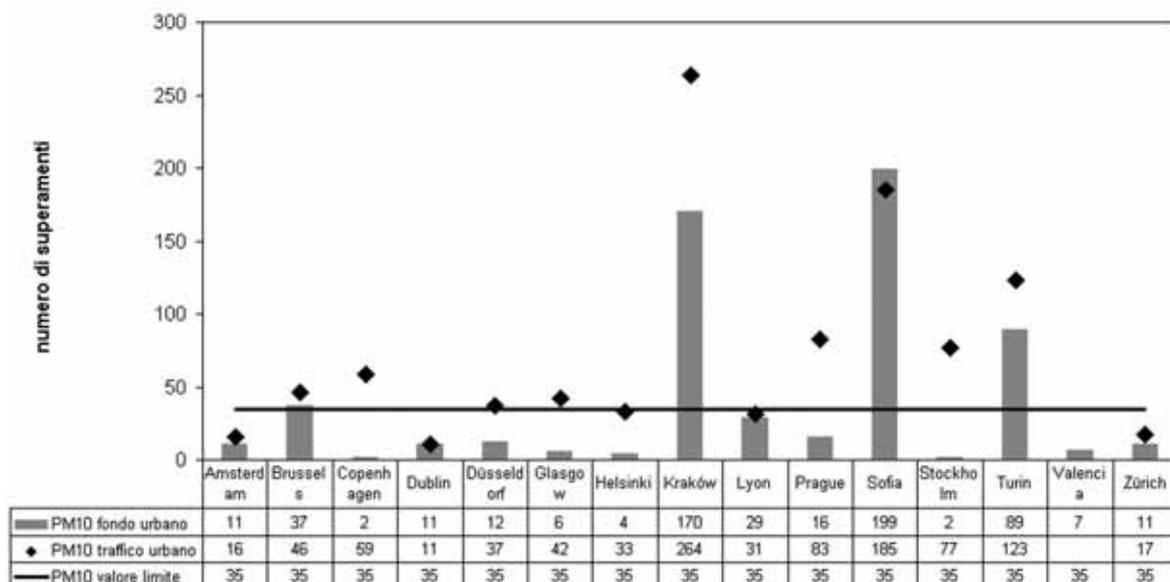


FIGURA 42: PM10 numero di superamenti del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ – confronto con il valore limite.

L'analisi del confronto dei valori misurati con il valore limite giornaliero (FIGURA 42) evidenzia come il rispetto di questo limite sia più impegnativo. Si osserva infatti come tale valore non sia rispettato nei siti da traffico di numerose città. Torino, con 89 giorni di superamento in un sito di fondo urbano, si presenta però, anche in relazione a questo parametro, come una delle città con maggiori problemi di inquinamento da PM10.

Una prima considerazione che può essere effettuata per spiegare la criticità dell'area urbana torinese è relativa alla differenza fra le concentrazioni misurate nelle stazioni di traffico urbano rispetto a quelle di fondo urbano (TABELLA 31).

Città	PM10 Differenza fra le medie annuali rilevate nelle stazioni da traffico rispetto a quelle di fondo	NO ₂ Differenza fra le medie annuali rilevate nelle stazioni da traffico rispetto a quelle di fondo
Amsterdam	30	0
Brussels	6	3
Copenhagen	35	21
Dublin	13	2
Düsseldorf	44	12
Glasgow	35	10
Helsinki	22	14
Kraków	33	21
Lyon	36	3
Prague	35	14
Sofia	6	
Stockholm	34	20
Turin	14	10
Valencia	37	
Zürich	18	5
valore medio	26	10
valore massimo	44	21
valore minimo	6	0

TABELLA 31: Differenza fra le medie annuali rilevate nelle stazioni da traffico rispetto a quelle di fondo.

Questa analisi, pur con le incertezze dovute alla diverso posizionamento delle stazioni di misura, mostra che tale differenza per la città di Torino è assolutamente in linea con quella delle altre città europee. Si può pertanto ragionevolmente supporre che il contributo del traffico locale sia paragonabile a quello delle altre città.

La principale differenza è da ricercarsi negli elevati valori misurati nelle stazioni di fondo urbano la cui causa potrebbe essere individuata nella presenza di fonti emissive particolarmente impattanti e/o nella diverse condizioni meteorologiche e topografiche, tipiche dell'area metropolitana torinese, che combinate favoriscono l'accumulo delle sostanze inquinanti.

Al fine di individuare quale possa essere il principale responsabile dei fenomeni di inquinamento sono stati utilizzati i dati emissivi sviluppati nell'ambito del programma EMEP (*European Monitoring and Evaluation Programm*). Tali dati sono disponibili per tutti i paesi aderenti al programma con un dettaglio geografico di 50x50 Km. Si è pertanto provveduto ad estrarre i dati emissivi relativi alle celle del dominio in cui sono posizionate le città oggetto di questo studio (TABELLA 32). L'analisi di tali valori non evidenzia una situazione emissiva particolarmente critica per la città di Torino sia in relazione all'emissione di particolato primario sia in relazione all'emissione dei suoi principali precursori. Sembra pertanto abbastanza probabile che la principale causa degli ingenti superamenti dei valori limite sia da imputare alle condizioni meteorologiche e topografiche particolarmente sfavorevoli.

Città	cell	M coarse (ton/y)	PM2,5 (ton/y)	NO _x (ton/y)	NH ₃ (ton/y)	SO _x (ton/y)
Amsterdam	57/45	1534	1952	34013	19920	1802
Brussels	58/42	1671	3810	45741	3943	17163
Copenhagen*	59/58	213	2138	13714	907	566
Dublin	42/39	588	2150	20534	2342	5925
Düsseldorf	60/45	4185	4837	34326	4852	2741
Glasgow	42/45	559	1186	20921	3458	9025
Helsinki*	61/76	984	2076	21390	511	7644
Kraków	76/57	2980	2888	16624	1913	12847
Lyon	66/33	1497	3742	19808	2509	7604
Prague*	70/51	854	1273	17101	2637	6547
Sofia	94/51	3456	5399	10859	532	4890
Stockholm	58/68	796	1923	14156	524	2151
Turin	71/34	393	2897	26313	4346	981
Valencia*	67/14	186	852	8619	2015	1686
Zürich*	68/40	1207	945	9064	3284	1808
valore medio		1407	2538	20879	3580	5559
valore massimo		4185	5399	45741	19920	17163
valore minimo		186	852	8619	511	566

* L'area metropolitana ricade su 2 o più celle, il dato riportato è quello relativo alla cella con valore di emissione più elevato.

TABELLA 32: Emissioni totali annue su grigliato usate dal modello EMEP¹¹.

Al fine di rendere più completo il confronto della situazione relativamente al parametro PM10 si sono analizzati, laddove disponibili, gli andamenti delle concentrazioni rilevati negli ultimi 10 anni rispettivamente nelle stazioni di fondo urbano, FIGURA 43, ed in quelle di traffico, FIGURA 44.

¹¹ Fonte dati CEIP (Centre on Emission Inventories and Projections) - <http://www.ceip.at/emission-data-webdab/gridded-emissions-in-google-maps/>

PM10 Stazioni di fondo urbano - medie annuali trend su 10 anni (1999-2008)

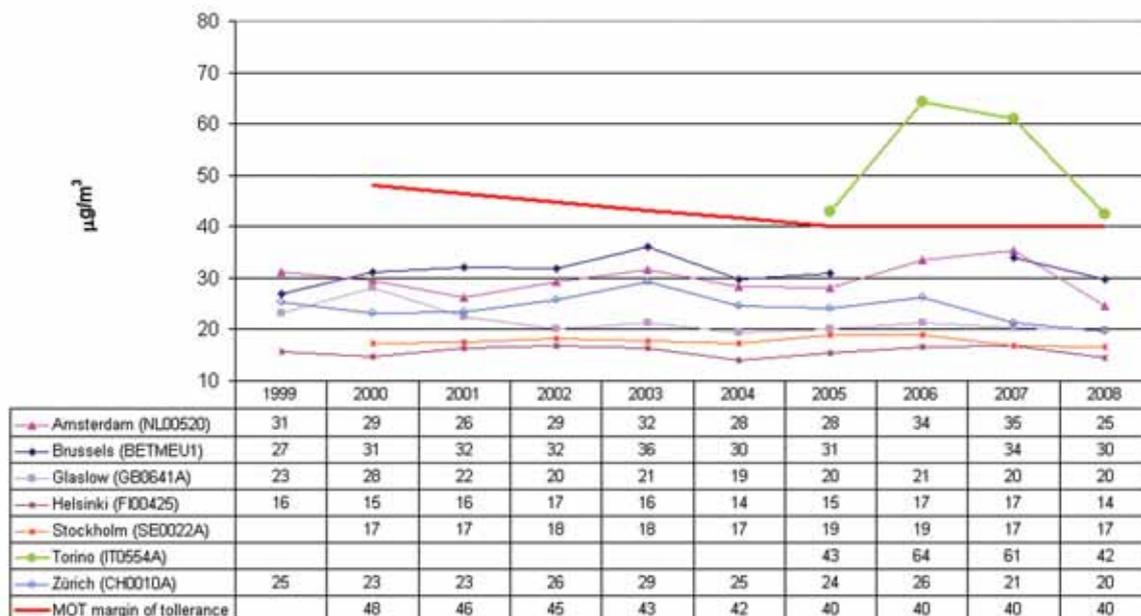


FIGURA 43: PM10 - stazioni di fondo urbano. Andamento delle concentrazioni medie annuali rilevate negli ultimi 10 anni.

PM10 Stazioni di traffico urbano - medie annuali trend su 10 anni (1999-2008)

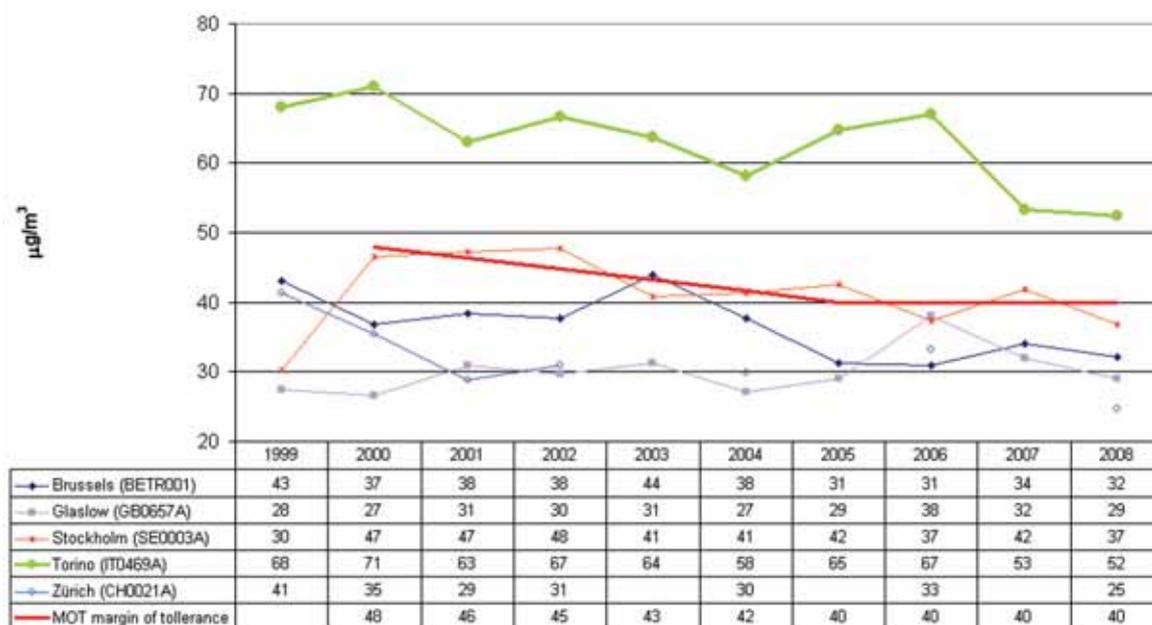


FIGURA 44: PM10 - stazioni di traffico urbano. Andamento delle concentrazioni medie annue rilevate negli ultimi 10 anni.

Nelle stazioni di fondo si osserva come le concentrazioni siano sostanzialmente stabili ed in nessuno dei siti analizzati si siano conseguite significative riduzioni nel corso degli ultimi 10 anni. Purtroppo nella città di Torino la stazione di fondo urbano è operativa solo dal 2005 il che non consente di effettuare valutazioni sull'andamento storico di questo parametro.

Analizzando i dati rilevati nelle stazioni di traffico (FIGURA 44) si riscontra invece che in quasi tutte le stazioni è osservabile un miglioramento delle concentrazioni di PM10 dell'ordine di 10 µg/m³. Tale riduzione è da imputarsi allo sviluppo di politiche di riduzione delle emissioni veicolari adottate sia a livello comunitario (standard EURO) sia a livello nazionale e locale (promozione di veicoli a minor impatto e limitazione della circolazione dei veicoli più inquinanti) che hanno portato a risultati sicuramente evidenti anche se non sempre sufficienti a garantire il rispetto dei valori limite entro la data prevista.

L'analisi dei dati presentati evidenzia un parziale successo delle misure di riduzione delle emissioni da traffico veicolare adottate a vari livelli istituzionali nelle situazioni di picco, ma contestualmente la stazionarietà dei livelli di background nelle aree urbane e indica come le politiche di contenimento delle emissioni sviluppate complessivamente su tutti i settori non abbiano portato risultati apprezzabili. Tale situazione penalizza le aree come la città di Torino nelle quali le concentrazioni di fondo, anche a causa delle condizioni meteo-climatiche, sono particolarmente elevate e per la riduzione delle quali sarebbe necessario adottare misure di riduzione delle emissioni su area vasta e che coinvolgano i principali settori responsabili delle emissioni di particolato e dei suoi precursori.

IL BIOSSIDO DI AZOTO

Un'analisi del tutto simile a quella realizzata per il parametro PM10 viene riproposta nel seguito relativamente al biossido di azoto (NO₂).

Si osserva innanzitutto da un primo esame dei dati riportati in FIGURA 45 (confronto con il valore limite annuale) ed in FIGURA 46 (confronto con il valore limite orario) che nel caso dell'NO₂, al contrario di quanto accade per il PM10, è il valore limite annuale quello più severo.

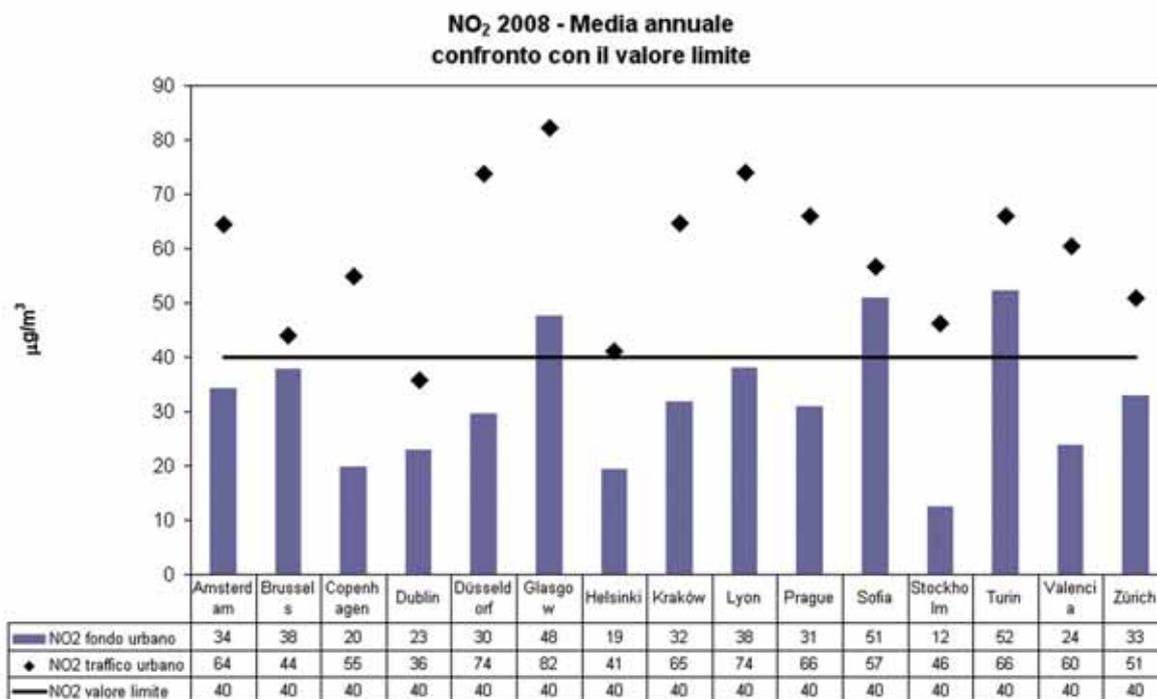


FIGURA 45: NO₂ media annuale – confronto con il valore limite.

**NO₂ 2008 - Numero superamenti
confronto con il valore limite**

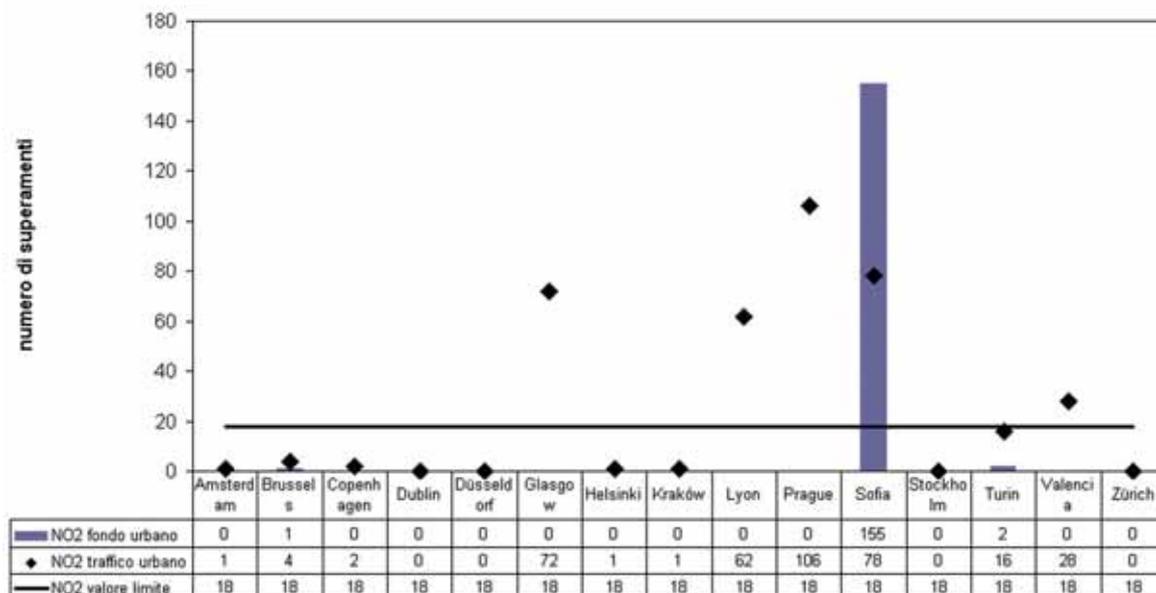


FIGURA 46: NO₂ numero di superamenti del valore medio orario di 200 µg/m³ – confronto con il valore limite.

Analizzando nel dettaglio i dati riportati in FIGURA 45 relativamente alle concentrazioni di fondo urbano si osserva che, similmente a quanto osservato per il PM₁₀, la città di Torino presenta livelli di NO₂ particolarmente elevati e superiori al valore limite che sono confrontabili esclusivamente con la città di Glasgow e di Sofia. Concentrazioni elevate e superiori al valore limite sono invece frequenti nei siti di traffico in quasi tutte le città europee analizzate. In relazione a questo riferimento i dati dell'agglomerato torinese sono in linea con molte altre aree metropolitane. Come per il PM₁₀ anche nel caso dell'NO₂ la peculiarità di Torino risiede negli elevati livelli di fondo che anche in questo caso, a seguito delle analisi dei dati emissivi riportati in TABELLA 32, sono da imputarsi maggiormente alle condizioni meteo-climatiche piuttosto che ad una situazione emissiva particolarmente critica.

Relativamente al valore orario per la protezione della salute il grafico in FIGURA 46 mostra che tale limite è effettivamente molto meno stringente e che viene rispettato sostanzialmente in tutti i siti di fondo, con l'eccezione della città di Sofia, dove probabilmente è stata data una erronea descrizione della stazione di monitoraggio in AIRBASE, e in quasi tutti i siti di traffico.

Analizzando le serie storiche per le stazioni di fondo urbano (FIGURA 47) emerge una sostanziale stabilità delle concentrazioni con forse una lieve tendenza generale al miglioramento. Relativamente alle stazioni di traffico (FIGURA 48) tale tendenza è meno percettibile e anzi in taluni casi si osserva un lieve incremento delle concentrazioni.

NO₂ Stazioni di fondo urbano - medie annuali trend su 10 anni (1999-2008)

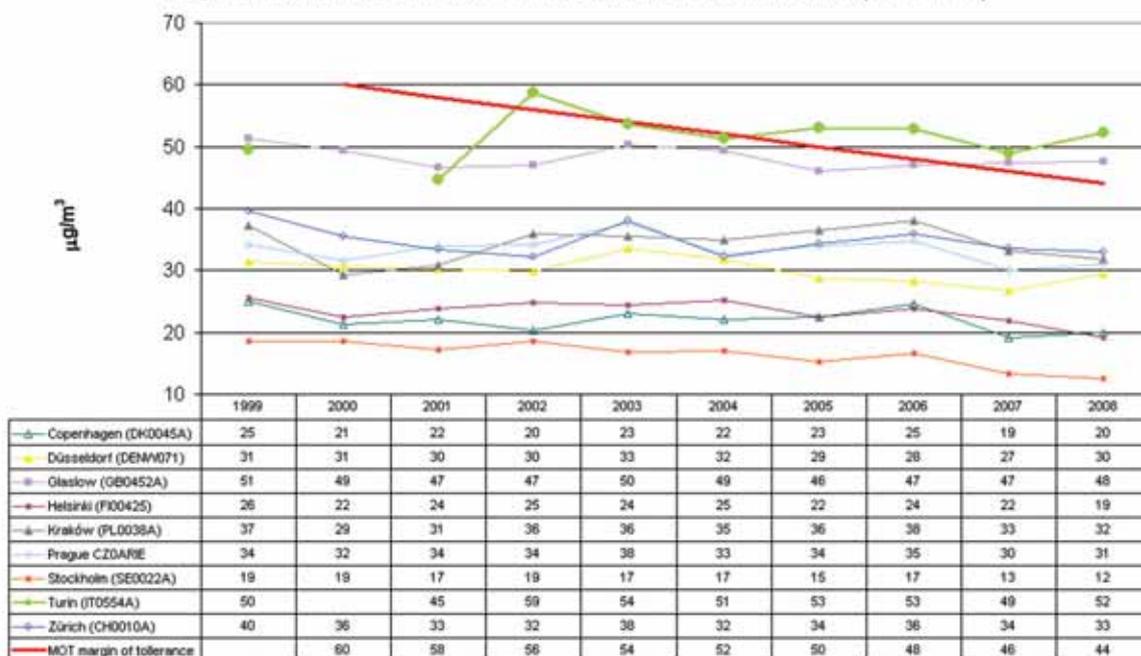


FIGURA 47: NO₂ - stazioni di fondo urbano. Andamento delle concentrazioni medie annuali rilevate negli ultimi 10 anni.

NO₂ Stazioni di traffico urbano - medie annuali trend su 10 anni (1999-2008)

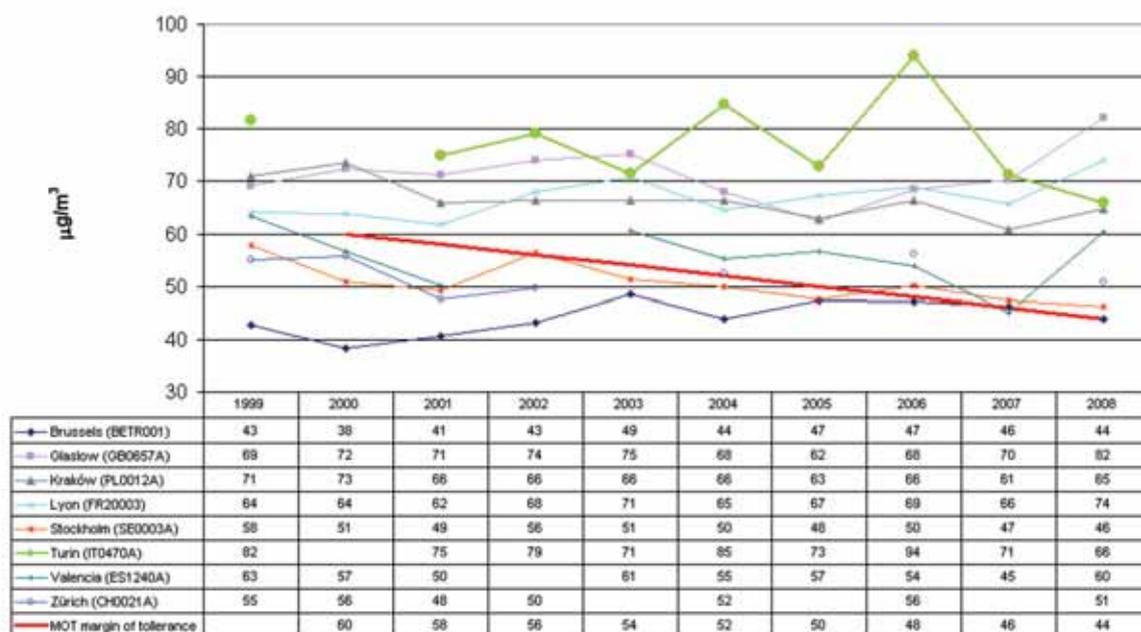


FIGURA 48: NO₂ - stazioni di traffico urbano. Andamento delle concentrazioni medie annuali rilevate negli ultimi 10 anni.

L'analisi di questi dati non è particolarmente confortante in quanto sembra evidenziare solo una lieve efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni complessive, probabilmente dovuta alle migliorie apportate al settore energetico ed industriale (che rappresentano, insieme al traffico, i principali emettitori di ossidi di azoto) ed un parziale fallimento delle politiche di riduzione delle emissioni relative attribuibili al traffico veicolare.

Occorrerebbe però entrare nel dettaglio delle singole politiche al fine di analizzare puntualmente eventuali errori ed inefficienze, una valutazione così specifica non è però oggetto del presente capitolo.

Quello che si può ragionevolmente affermare, a fronte dei dati presentati, è che al fine di rispettare i valori limite per la protezione della salute occorre aumentare il livello di efficacia delle misure di contenimento delle emissioni a tutti i livelli istituzionali. Tale affermazione trae ancora più forza quando si analizza la situazione della città di Torino e della pianura padana dove, proprio a causa delle particolari condizioni meteo-climatiche, le misure adottate dovrebbero essere ancora più ambiziose e severe al fine di garantire gli stessi livelli di qualità ambientale riscontrabili nelle altre nazioni europee. Tali misure richiedono specifiche fonti di finanziamento e forse "regole speciali" che consentano, in aree particolarmente critiche dal punto di vista ambientale, l'adozione di misure anche in deroga ai principi della concorrenza e del mercato unico.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

F. Lollobrigida, M. Sacco, ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino.

INTRODUZIONE

Il particolato atmosferico è uno degli inquinanti di maggiore criticità nelle grandi aree urbane italiane. Un parametro fondamentale in termini di impatto sulla salute è costituito dalla dimensione delle particelle aerodisperse, da cui dipende il livello di penetrazione delle particelle stesse all'interno dell'apparato respiratorio.

Le misure di particolato in aria ambiente effettuate per scopi istituzionali dalle Agenzie Ambientali sono riferite alla concentrazione in massa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in quanto si tratta dell'indicatore utilizzato dalle normative europee per la definizione dei valori limite di qualità dell'aria. Negli ultimi anni è però fortemente cresciuto l'interesse per la misura della concentrazione numerica del particolato (numero di particelle/ m^3), poiché la letteratura scientifica ha evidenziato che anche tale parametro può avere rilevanza in termini di impatto sulla salute, in particolare per quanto riguarda le particelle ultrafini (indicate con la sigla UFP e spesso definite anche "nanoparticelle"), che convenzionalmente sono quelle con diametro inferiore a 0,1 μm (100 nm).

La necessità di approfondimento delle conoscenze in tale campo è stata tra l'altro esplicitamente evidenziata nelle conclusioni del programma CAFE (Clean Air For Europe) della Commissione Europea.

Nel nostro paese, ma anche in ambito europeo, sono ancora relativamente pochi gli studi sulla concentrazione numerica di nanoparticelle in aria ambiente, in particolare se si fa riferimento a campagne di lungo periodo che tengano conto della variabilità stagionale delle condizioni di formazione/rimozione del particolato e della conseguente variabilità delle condizioni di esposizione della popolazione. La carenza di dati, come spesso accade per le nuove tematiche ambientali, ha lasciato spazio alla diffusione di informazioni discutibili sul piano scientifico ma talvolta di grande impatto mediatico.

Come tutte le grandi aree urbane della pianura padana l'area metropolitana torinese presenta una significativa criticità per quanto riguarda il particolato aerodisperso e si presta quindi ad attività di studio innovative.

Il Dipartimento Arpa della Provincia di Torino dispone già da alcuni anni di uno strumento per la misura della concentrazione numerica di particelle nell'intervallo dimensionale corrispondente alle frazioni convenzionalmente definite "fine" (0,1 e 2,5 μm) e "grossolana" (2,5 - 10 μm). Tale strumento è stato utilizzato per una campagna di misura presso il sito da traffico di Via della Consolata tra novembre 2006 e settembre 2007. Una sintesi dei risultati delle misure effettuate nel sito di Via della Consolata è stata inserita nella relazione "Uno sguardo all'aria" relativa all'anno 2007. La relazione di dettaglio sull'attività è disponibile sul sito web di Arpa Piemonte, alla sezione Aria/Approfondimenti/Torino.

L'estensione della misura al campo delle nanoparticelle costituisce quindi una naturale evoluzione, a carattere fortemente innovativo, di una attività già in corso. Va sottolineato che, poiché le caratteristiche meteo-climatiche della pianura piemontese possono comportare nei mesi invernali il confinamento degli inquinanti atmosferici in porzioni di atmosfera anche di poche decine di metri di altezza, risulta di notevole interesse anche la determinazione dell'andamento verticale del numero di particelle ultrafini. In tale contesto Arpa e Provincia di Torino hanno promosso uno specifico progetto di indagine volto a costruire una prima base dati relativa alla concentrazione numerica di particelle ultrafini nell'area metropolitana torinese, attraverso misure di lungo periodo effettuate sia in prossimità del suolo che in quota. A tale scopo è stato acquisito, grazie al contributo della Provincia di Torino, una specifica strumentazione (UFP Monitor 3031 – TSI Incorporated) di recente introduzione sul mercato europeo, specificatamente progettata per l'utilizzo routinario all'interno delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria¹².

¹² ZSchoppe, A. et al ; A new particle measurement system for environmental ultrafine particles. Proceedings of International Conference "Ultrafine Particles in Urban Air", 2007, pag.12.

Lo strumento è stato installato all'inizio del mese di ottobre 2009 nel primo sito di monitoraggio, posizionato al quindicesimo piano della sede della Provincia di Torino, nella zona centrale del capoluogo, ad un'altezza di circa 50 metri.

L'UFP opera in modo continuo e misura la distribuzione della dimensione delle particelle su sei classi dimensionali (20-30 nm, 30-50 nm, 50-70 nm, 70-100 nm, 100-200 nm, > 200 nm). Nella seconda parte dell'anno 2010 a tale strumento verrà affiancato quello già da tempo in dotazione al Dipartimento Arpa di Torino che copre l'intervallo dimensionale superiore a 250 nm. L'uso congiunto dei due strumenti permetterà di determinare la concentrazione numerica nell'intero intervallo dimensionale del particolato aerodisperso.

I risultati preliminari del progetto sono esposti in sintesi nel paragrafo successivo e sono stati oggetto di una relazione orale nel corso del IV Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico – PM2010 che si è svolto a Venezia nel mese di maggio 2010¹³

RISULTATI PRELIMINARI DEL PRIMO PERIODO DI MONITORAGGIO (OTTOBRE 2009 - MARZO 2010)

La TABELLA 33 riporta i valori medio, massimo e minimo della concentrazione numerica di UFP rilevata nel primo semestre di monitoraggio nel sito al quindicesimo piano della sede della Provincia di Torino di C.so Inghilterra.

Si osserva innanzitutto che circa il 50% delle particelle ultrafini totali è costituito da quelle di dimensioni più piccole, vale a dire tra 20 e 50 nm, mentre solo il 10% del numero totale è costituito da particelle di dimensioni maggiori di 200 nm.

Per quanto riguarda i valori assoluti di concentrazione, in assenza di riferimenti normativi può essere utile un confronto con la serie storica più completa disponibile in area urbana nel nostro paese, che è quella prodotta presso il sito di misura dell'Istituto Superiore di Sanità di Viale Regina Elena a Roma¹⁴ dotata di una apparecchiatura in grado di determinare anche le particelle di dimensioni tra 7 e 10 nm. Il sito in questione è caratterizzato da un traffico veicolare più elevato di quello del sito di Torino (dell'ordine di 25.000 veicoli/giorno contro i circa 9000 di C.so Inghilterra) ed inoltre è posizionato al suolo a pochi metri dall'asse stradale. Il dato relativo al 2006 è dell'ordine di 30.000 particelle/cm³ e quindi circa tre volte maggiore di quello misurato nel semestre freddo a 50 m dal suolo nel sito di C.so Inghilterra.

	20-30 nm	30-50 nm	50-70 nm	70-100 nm	100-200 nm	>200 nm	TOTALE
Concentrazione numerica media (numero/cm ³)	2309	2321	1258	1099	1405	940	9332
Percentuale sul totale	25%	25%	13%	12%	15%	10%	100%
Concentrazione numerica oraria massima (numero/cm ³)	15783	16236	13694	6193	9184	15252	43779
Concentrazione numerica oraria minima (numero/cm ³)	18	98	37	23	20	8	270

TABELLA 33: valore medio, massimo e minimo della concentrazione numerica di ufp suddivisa per classi dimensionali.

¹³ Lollobrigida et al. Il progetto di studio della concentrazione numerica di particelle ultrafini nell'area metropolitana torinese Risultati preliminari- Atti del IV Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico – PM2010 , pag. 0-9

¹⁴ Marconi et al.. – Livelli di materiale particolato ultrafine nell'atmosfera e la loro relazione con il traffico auto veicolare, Atti del Seminario "Le emissioni industriali e le immissioni- I nuovi problemi posti dalle particelle ultrafini - Rimini 2007

Per quanto riguarda l'origine delle particelle ultrafini rilevate, la FIGURA 49 riporta il giorno tipo del periodo considerato e l'andamento medio stimato dei flussi auto veicolari in un giorno feriale sull'asse di C.so Inghilterra nel biennio 2006-2007.

Si osserva che, malgrado la discrepanza temporale delle rilevazioni del traffico rispetto alle misure di UFP e il fatto che il punto di misura si trovi a circa 50 m dal piano stradale, vi è una buona correlazione dal punto di vista qualitativo tra i due andamenti. In prima approssimazione si può quindi affermare che il traffico autoveicolare costituisce certamente una fonte rilevante di particelle ultrafini nel sito considerato.

Per spiegare il fatto che anche a 50 m di quota l'andamento del numero di particelle ultrafini riproduca quello dei flussi veicolari si è ipotizzato un effetto legato al confinamento delle particelle stesse negli strati atmosferici più prossimi al suolo, legato alle tipiche condizioni meteo climatiche della città di Torino nel semestre freddo dell'anno.

Per una verifica preliminare di tale ipotesi è stato analizzato l'episodio critico dal 10 al 16 febbraio 2010. Tale episodio è stato scelto in quanto presenta sia condizioni di instabilità (e quindi di relativamente elevato rimescolamento verticale delle masse d'aria) nelle giornate dell'11-12 febbraio che di inversione termica in prossimità del suolo (e quindi di elevato confinamento degli inquinanti in prossimità del suolo stesso) nelle rimanenti giornate. Come indicatore del grado di stabilità atmosferica è stata utilizzata l'altezza sino alla quale si estende l'inversione termica nell'area urbana, ricavata sulla base dei profili verticali di temperatura disponibili presso la Struttura Complessa Sistemi Previsionali di Arpa Piemonte e riferita alle ore 9, in quanto l'intervallo orario 9-10 presenta il massimo assoluto di concentrazione di UFP nel giorno tipo.

La FIGURA 50 riporta l'andamento della concentrazione numerica di particelle ultrafini e l'altezza dello strato di inversione. Si osserva che in termini generali la modulazione temporale della concentrazione di particelle ultrafini è ben correlata alle variazioni delle condizioni di stabilità atmosferica. Si tratta di una prima conferma dell'ipotesi fatta, che andrà ulteriormente verificata con una analisi delle condizioni meteorologiche estesa a tutto il semestre considerato.

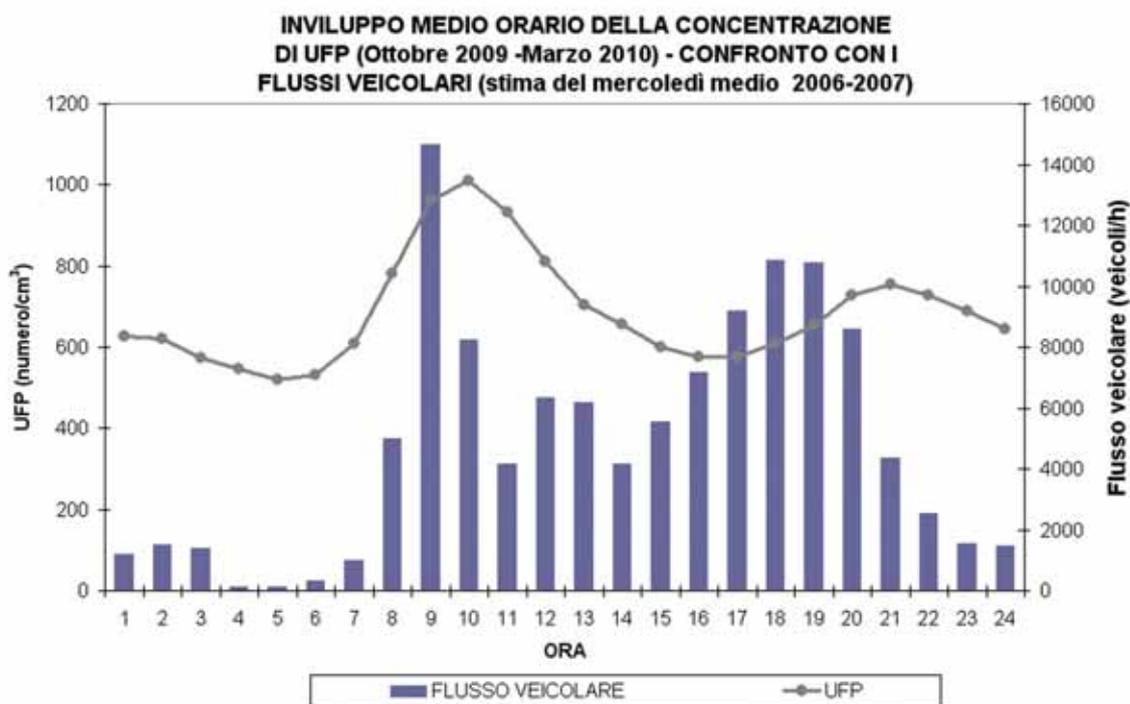


FIGURA 49: giorno tipo della concentrazione di particelle ultrafini e andamento medio dei flussi veicolari sull'asse in C.so Inghilterra.

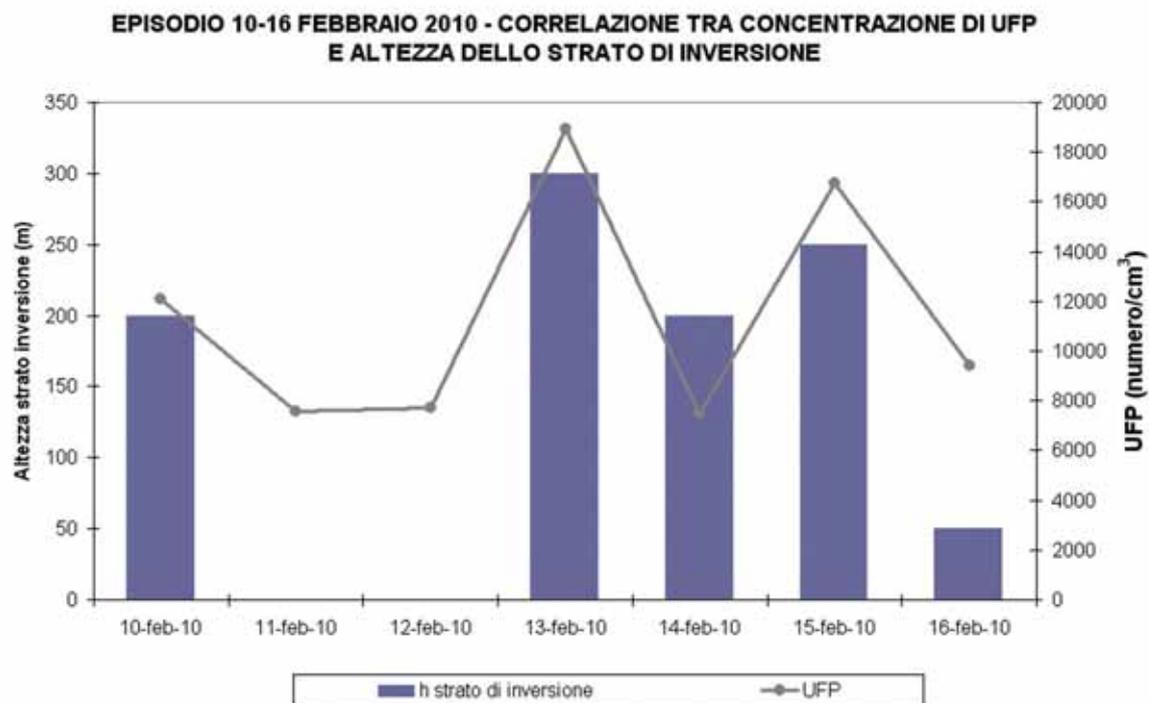


FIGURA 50: correlazione tra concentrazione di UFP e altezza dello strato di inversione durante l'episodio del 10-16 febbraio 2010.

Il testo e le elaborazioni del capitolo sono stati curati da:

E. Bracco, D. Maria, Provincia di Torino.

MOBILITY MANAGEMENT

La Provincia di Torino, nell'ambito delle proprie competenze territoriali, ha avviato un insieme di progetti a favore della mobilità sostenibile sul proprio territorio. Il processo di confronto avviato con le Amministrazioni Locali, gli altri Enti coinvolti e le Associazioni Ambientaliste ha portato all'elaborazione di numerosi progetti finalizzati alla riduzione dei principali impatti che i sistemi di mobilità hanno sull'ambiente (inquinamento atmosferico, acustico ed emissioni di gas serra) e sulla fruibilità degli spazi specialmente nelle aree urbane (congestione, occupazione di suolo pubblico e sicurezza stradale).

La complessità del territorio provinciale (metropolitano, rurale), unita a una forte domanda di mobilità, hanno indotto alla scelta di una strategia articolata per la mobilità sostenibile, che vede il potenziamento dell'attività ordinaria con azioni a carattere progettuale, in una generale logica di cooperazione con ogni altro ente coinvolto nella gestione della mobilità su scala provinciale e non, per poter coniugare le esigenze di trasformazione e sviluppo con quelle di salvaguardia delle migliori condizioni di qualità della vita e dell'ambiente.

La Provincia di Torino nel 2007 ha istituito la figura del mobility manager ed ha contestualmente costituito un ufficio con competenze sulla mobilità sostenibile. I principali compiti di tale struttura, oltre naturalmente alla razionalizzazione e all'organizzazione degli spostamenti casa-lavoro del personale della provincia, sono il coordinamento delle attività dei mobility manager attivi presso gli enti e le aziende della provincia e lo sviluppo di progetti volti alla promozione di sistemi di mobilità sostenibile.

Fra le principali azioni promosse dall'ufficio di mobilità sostenibile riteniamo significativo segnalare:

- **Tool per la predisposizione dei piani di spostamento casa lavoro (PSCL).** La Provincia di Torino, al fine di facilitare la realizzazione dei PSCL da parte di Aziende ed Enti, ha predisposto uno strumento informatico utile alla redazione dei Piani di Spostamento Casa-Lavoro aziendali. Tale applicativo, realizzato con il supporto tecnico della Società Muoversi, permette ai mobility manager di:
 - Gestire on line INDAGINI DI MOBILITA' presso i lavoratori attraverso la creazione di questionari dedicati;
 - Visionare i RISULTATI DELLE ANALISI tramite moduli dettagliati di elaborazione statistica e il supporto di grafici;
 - GEOREFERIRE GLI SOSTAMENTI tramite un interfaccia gis;
 - Redigere il PSCL.
- **Corsi di formazione per Mobility Manager** durante i quali oltre a fornire le nozioni di base per l'uso dello strumento informatico messo a disposizione, vengono indicate alcune buone pratiche per la realizzazione delle indagini di mobilità casa-lavoro e per la realizzazione del PSCL.
- **Progetto "Andiamoci in bici"**¹⁵. Il progetto prevede lo sviluppo di una serie di azioni volte alla promozione dell'uso della bicicletta presso la cittadinanza. Si è istituito il servizio di marchiatura della bicicletta finalizzato a fornire un'"identità" alle biciclette come deterrente contro furto e propedeutica alla creazione di un registro indispensabile per l'accensione una copertura assicurativa. Le biciclette attualmente marchiate sono più 1100 e i ciclisti assicurati più di 500, il tasso di furto registrato è del 1,4%, il tasso di ritrovamento dello 0,1%¹⁶.

¹⁵ Il progetto è stato realizzato in collaborazione con l'Associazione Intorno: www.associazioneintorno.it.

¹⁶ Va considerato che le percentuali espresse derivano da comunicazioni volontarie non obbligatorie da parte dei ciclisti.



FIGURA 51: un momento di marchiatura delle biciclette.

- **Progetto "Mobilityamoci"** finalizzato alla promozione dell'uso dei trasporti pubblici negli spostamenti casa lavoro dei dipendenti della Provincia di Torino attraverso agevolazioni economiche all'acquisto di abbonamenti ai mezzi di trasporto pubblico. Dall'inizio del progetto i dipendenti che utilizzano il mezzo pubblico sono passati dal 34 % del 2007 al 43% del 2009.

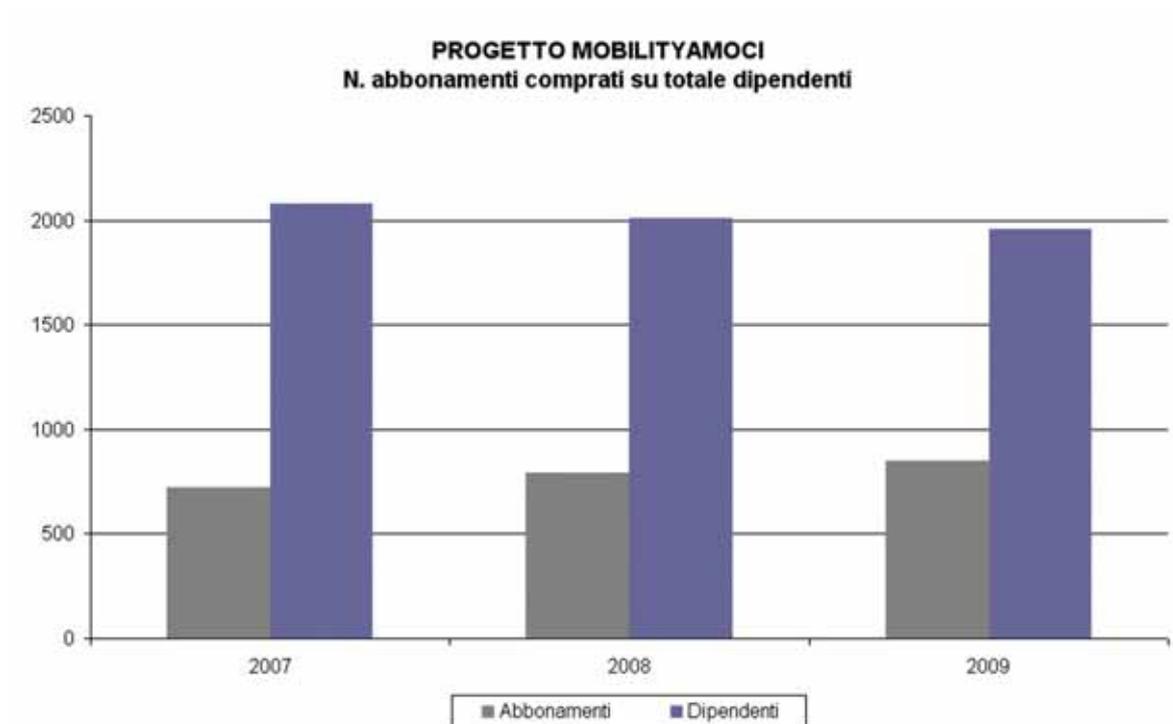


FIGURA 52: n° di dipendenti che hanno acquistato un abbonamento agevolato dal 2007 al 2009.

- **Zone a Traffico limitato.** La Provincia di Torino è da anni impegnata nel coordinamento delle azioni intraprese dai Comuni in Zona di Piano per il raggiungimento dei limiti di qualità dell'aria. In particolare, oltre a presiedere il Tavolo di Coordinamento Provinciale in cui vengono concordati i blocchi del traffico, dal 2007 sta svolgendo un'attività di supporto e valutazione delle ZTL in fase di sviluppo nei diversi territori comunali.
- **Attività di divulgazione e informazione.** Numerose sono state le iniziative di sensibilizzazione della cittadinanza messe in campo durante l'adesione annuale alla Settimana Europea della Mobilità Sostenibile (2008 e 2009). Altra occasione di divulgazione e confronto sulle tematiche della mobilità è stata resa possibile durante il convegno "Percorsi Europei per la mobilità sostenibile" organizzato dall'Ufficio Mobilità Sostenibile organizzato a febbraio 2009 (www.provincia.torino.it/ambiente/mobilita_sostenibile/eventi), e altri ne saranno ancora realizzati come la 11° Conferenza Nazionale Mobility Management.

I PIANI DI SPOSTAMENTO CASA LAVORO - UN ANALISI DELLA MOBILITÀ

La rete di mobility management attivata in questi anni dalla Provincia registra 150 aziende coinvolte, di cui 89 hanno nominato un mobility manager o un referente aziendale per il tema mobilità sostenibile, 41 aziende hanno analizzato complessivamente gli spostamenti casa – lavoro di circa 33.000 dipendenti e hanno realizzato un Piano Spostamento Casa – Lavoro (PSCL)¹⁷.

Dall'analisi complessiva dei piani pervenuti all'Ufficio Mobilità Sostenibile risulta che l'auto è il mezzo più utilizzato (FIGURA 53).

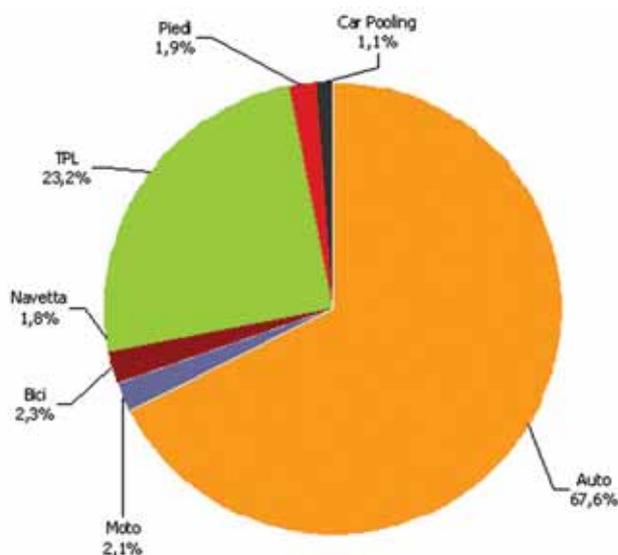


FIGURA 53: ripartizione nell'utilizzo dei mezzi negli spostamenti casa-lavoro.

Fra le misure di mobilità sostenibile maggiormente adottate dalle aziende vi è l'incentivo dell'uso del TPL attraverso un contributo all'acquisto (25%) oppure la richiesta di adeguamento delle linee di trasporto pubblico che servono la sede aziendale, altre favoriscono la costituzione di equipaggi di car pooling o interventi strutturali per facilitare l'uso della bicicletta.

Ufficio Mobilità Sostenibile-Provincia di Torino

Mobility Manager di Area: Elisa Bracco – mobility.manager@provincia.torino.it

¹⁷ Tutti i PSCL pervenuti all'ufficio mobilità sostenibile sono consultabili sul sito della Provincia di Torino al seguente indirizzo: www.provincia.torino.it/ambiente/mobilita_sostenibile/mobility_management/

Finito di stampare nel mese di settembre 2010
presso AGIT MARIOGROS Industrie Grafiche – Beinasco (TO)

Stampato su carta di pura cellulosa E.C.F. (elemental chlorine free) Symbol Freelifa Satin
completamente biodegradabile e riciclabile.



Via Maria Vittoria, 12 – 10123 Torino



<http://www.provincia.torino.it/ambiente/>

e-mail: sportamb@provincia.torino.it