

Campagna di rilevamento della qualità dell'aria nel comune di Carignano



Figura 1: mezzo mobile in Carignano

ARPA Piemonte – Ente di diritto pubblico

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio

C.so Unione Sovietica, 216 – 10134 Torino – Tel. 0113168203 – fax 0113181709 – E-mail: meteidro@regione.piemonte

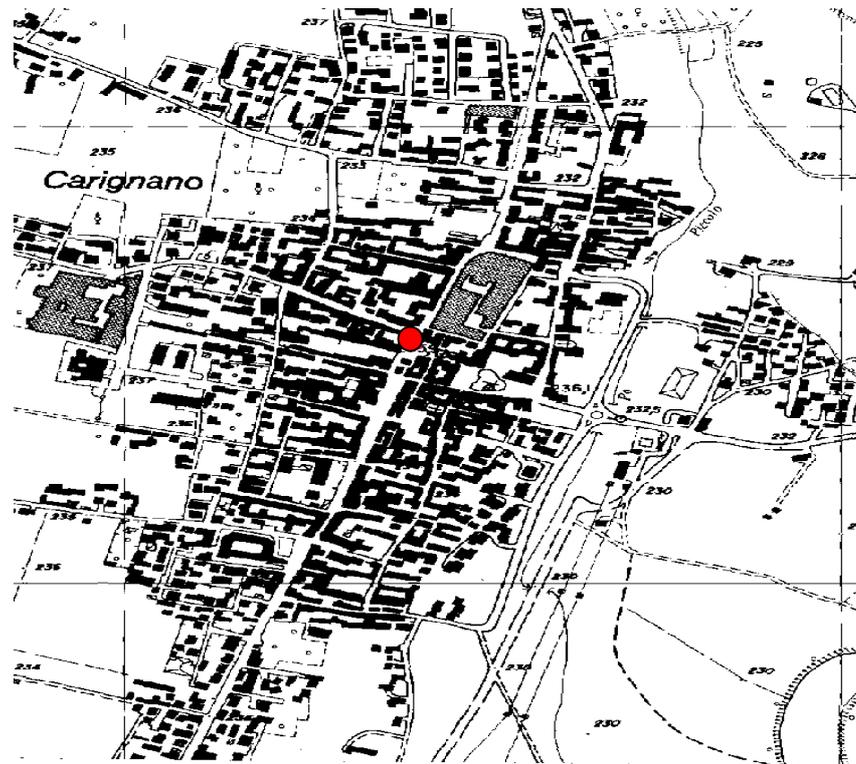


Figura2: pianta del comune di Carignano

L'organizzazione della campagna di monitoraggio e la stesura della presente relazione sono state curate dal Tematismo Qualità dell'Aria del Dipartimento di Torino dell'ARPA.

Le determinazioni analitiche sono state effettuate dal Laboratorio Strumentale "Qualità dell'aria ed Emissioni" e dal Laboratorio Strumentale di Gascromatografia/HPLC - Assorbimento Atomico/I.C.P. del medesimo Dipartimento.

Si ringrazia il personale degli Uffici Tecnici del Comune di Carignano per la collaborazione prestata.

INDICE

Figura 1: mezzo mobile in Carignano	1
Figura2: pianta del comune di Carignano	2
INDICE	3
NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO.....	6
INQUINANTI PREVISTI DALLA NORMATIVA	7
MONOSSIDO DI CARBONIO.....	9
Danni alla Salute.....	9
Analisi della campagna 2003	9
Tabella 1 : elaborazione statistica dei dati di monossido di carbonio misurati.....	10
Grafico 1: medie orarie del monossido di carbonio	11
Grafico 2: medie mobili di 8 ore del monossido di carbonio.....	11
OSSIDI DI AZOTO	13
Danni alla Salute.....	13
Analisi della campagna 2003	13
Tabella 2: elaborazione statistica dei dati di monossido di azoto misurati.....	15
Grafico 3: medie orarie del monossido di azoto.....	15
Tabella 3: elaborazione statistica dei dati di biossido di azoto misurati	16
Grafico 4:medie orarie del biossido di azoto	16
BIOSSIDO DI ZOLFO.....	17
Danni alla Salute.....	17
Analisi della campagna 2003	17
Tabella 4: elaborazione statistica dei dati di biossido di zolfo misurati.....	18
Grafico 5: medie giornaliere del biossido di zolfo.....	19
OZONO	20
Danni alla Salute.....	20
Analisi della campagna 2003	21
Tabella 5: elaborazione statistica dei dati di ozono misurati	21
Grafico 6: medie orarie dell'ozono	22
Grafico 7: medie mobili di 8 ore del parametro ozono.....	22
Grafico 8:numero superamenti limite orario di 180mcg/m3 di ozono nelle varie stazioni di Torino e Provincia	23
PARTICOLATO SOSPESO PM ₁₀ "POLVERI INALABILI"	24
Danni alla salute	24
Analisi della campagna 2003	25
Tabella 6: elaborazione statistica dei dati di Particolato Sospeso PM10 misurati	25
POLVERI PM10 - BASSO VOLUME	25
Grafico 9: medie giornaliere del PM10a confronto con il PM10 rilevato presso il comune di Carmagnola.....	26

Grafico 10: percentuale relativa dei superamenti del limite giornaliero di PM10 nel periodo considerato	26
IL BENZENE.....	27
Danni alla salute	27
Metodo di misura	28
Analisi della campagna 2003	28
Tabella 1:valori medi di benzene rilevati nei quattro siti prescelti.....	28
Grafico 11:andamento delle concentrazioni rilevate nei quattro siti monitorati nella campagna a confronto con quello di via della Consolata	29
ELABORAZIONE DATI METEOCLIMATICI	31
Tabella 7: Valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel periodo della campagna.....	31
PARAMETRO.....	31
TEMPERATURA ARIA	31
PERIODO	31
Grafico 12:confronto tra temperatura e umidità relativa	32
Grafico 13:confronto tra pressione atmosferica e radiazione solare globale.....	32
CONCLUSIONI.....	33

OBIETTIVO DELLA CAMPAGNA DI MISURE

Il Comune di Carignano ha richiesto una campagna di misura della qualità dell'aria in un punto di elevate emissioni da traffico al fine di verificare le strategie adottate sulla limitazione del traffico urbano.

Definite le procedure di attività le campagna di monitoraggio hanno avuto corso nei periodi 10/06/03 –17/07/03 e 21/10/03-18/11/03.

* NOTA: per ragioni tecniche, le elaborazioni sono state effettuate considerando solo i giorni di campionamento completi, pertanto non vi è corrispondenza con le date di inizio e fine campagna.

NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Per una migliore valutazione critica del lavoro qui riportato, segue un breve richiamo dei principali riferimenti normativi:

- **D.M. 60 del 2/04/02** che recepisce la Direttiva 1999/30 CE del 22/04/99 e la Direttiva 2000/69/CE e detta i valori limite di qualità dell'aria ambiente per CO (monossido di carbonio), NO₂ (biossido di Azoto), NO (monossido di azoto), SO₂ (biossido di zolfo), C₆H₆ (benzene), Pb (piombo) e PM₁₀ (materiale particellare in sospensione, noto anche come "polveri fini" ed avente diametro aerodinamico inferiore o uguale a 10 micron)
- **D.M. del 16/5/96** che definisce l'attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono, di scambio di informazioni, di gestione degli stati di attenzione e di allarme per la popolazione. A tali fini sono definiti dal presente decreto:

livello per la protezione della salute, ossia la concentrazione di ozono, pari a 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolato come media sulle otto ore, che non deve essere superata ai fini della protezione della salute umana.

livello per la protezione della vegetazione: ossia la concentrazione di ozono, pari a 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato come media sulle otto ore, oltre il quale la vegetazione può subire danni.

livello per l'informazione alla popolazione (o di attenzione): ossia la concentrazione di ozono, pari a 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolato come media oraria, oltre il quale si possono verificare effetti limitati e transitori per la salute umana, in caso di esposizione anche di breve durata di gruppi di soggetti particolarmente sensibili;

livello di allarme: ossia la concentrazione di ozono, pari a 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolato come media oraria, oltre il quale esiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione anche di breve durata.

- **Direttiva 2002/3CE** del 12/02/2002 in materia di inquinamento da ozono, che non essendo ancora stata recepita nel nostro paese, lascia tuttora in vigore i livelli del DM. 16/05/96

INQUINANTI PREVISTI DALLA NORMATIVA

L'identificazione delle sorgenti di emissione delle innumerevoli sostanze contaminanti dell'aria ed i fenomeni che danno origine alla loro dispersione sono oggi ben noti.

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- 1) Emissioni veicolari;
- 2) Emissioni industriali;
- 3) Combustione da impianti termoelettrici;
- 4) Combustione da riscaldamento domestico;
- 5) Smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

INQUINANTE	EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE	EMISSIONI INDUSTRIALI	EMISSIONI RISCALDAMENTO DOMESTICO
SO ₂	◆	◆	◆
NO ₂ (1)	◆	◆	◆
O ₃ (2)	◆	◆	
CO	◆		
PM ₁₀	◆	◆	◆
As. Pb, Cd, Ni...	◆	◆	
BENZENE	◆	◆	
IPA	◆	◆	

In relazione alla loro origine gli inquinanti possono essere di massima suddivisi in due gruppi:

- **inquinanti primari:** gruppo cui appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche;
- **inquinanti secondari:** gruppo cui appartengono gli inquinanti che si formano a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera con o senza fotoattivazione.

Gli inquinanti come il SO₂ hanno un tempo medio di residenza di 5 giorni, il NO₂ da 2 a 8 giorni ed il CO di 4 mesi.

L'elevato tempo di persistenza in atmosfera, ovvero il tempo che la molecola impiega a trasformarsi, spiega come mai in condizioni di accumulo il fondo degli inquinanti resti elevato e mascheri sovente le variazioni legate alle emissioni locali.

Nelle pagine seguenti sono riportate notizie di carattere descrittivo generale per ciascun inquinante misurato con le elaborazioni statistiche dei dati ottenuti nel corso della campagna di monitoraggio ed i rispettivi grafici.

MONOSSIDO DI CARBONIO

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

L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3) infatti, si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione.

Tale situazione è la causa dei valori relativamente elevati nelle ore di maggior traffico. Si deve comunque sottolineare che l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel hanno contribuito ad una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli.

Danni alla Salute

Vista la sua grande affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare. Nei casi peggiori con concentrazioni elevatissime di CO si può arrivare anche alla morte per asfissia.

La carbossiemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

Analisi della campagna 2003

Nel periodo considerato il monossido di carbonio rilevato non ha presentato valori superiori ai $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ (*Grafico 2*) che, secondo il DM 60 del 2/04/02, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive. Considerato che tali concentrazioni non

si sono avute neppure come media oraria, il massimo orario ha raggiunto il valore di 4.7mg/m^3 (Grafico 1) si può ritenere tale risultato, seppur indicativo, del tutto positivo.

Tabella 1 : elaborazione statistica dei dati di monossido di carbonio misurati

Monossido di Carbonio (CO) (milligrammi/ metro cubo)	Dal 10/6/03 al 16/7/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03
Minima media giornaliera	0.4	0.6
Massima media giornaliera	1.2	1.7
Media delle medie giornaliere	0.6	1.1
Giorni validi	31	21
Percentuale giorni validi	86%	78%
Massima media oraria	3.2	4.7
Ore valide	777	501
Percentuale ore valide	90%	77%
Minimo delle medie 8 ore	0.1	0.3
Media delle medie 8 ore	0.7	1.1
Massimo delle medie 8 ore	1.7	2.6
Percentuale medie 8 ore valide	90%	77%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore(10)	0	0

(1) I dati sono normalizzati ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101.3 kPa

(2) Il valore limite è riferito alla media massima giornaliera su 8 ore che viene individuata esaminando le medi mobili su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora.

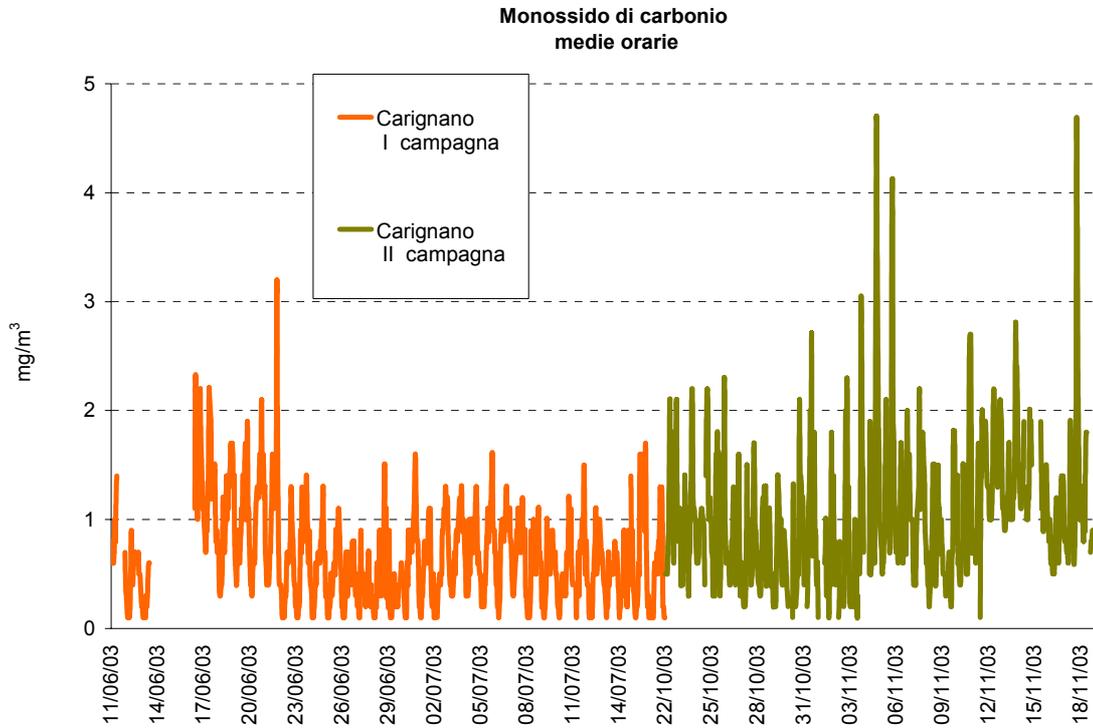
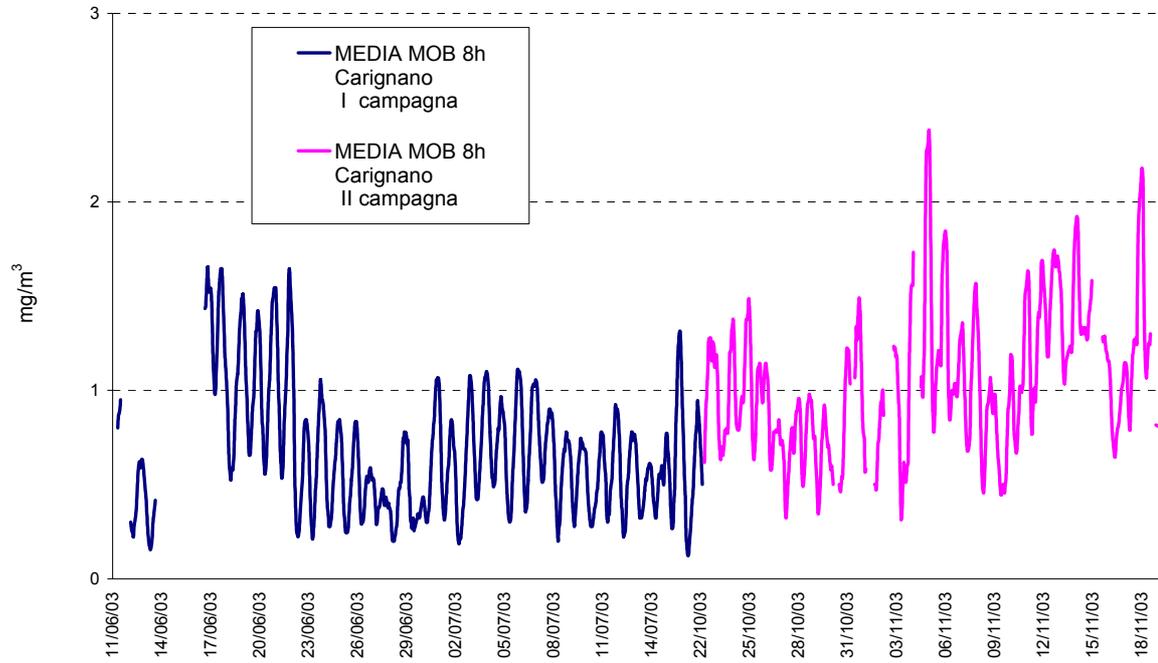


Grafico 1: medie orarie del monossido di carbonio

Grafico 2: medie mobili di 8 ore del monossido di carbonio

Monossido di Carbonio
media mobile 8 ore



OSSIDI DI AZOTO

Il biossido di azoto si presenta sotto forma di un gas di colore rossastro di odore forte e pungente.

Tutti i processi di combustione ottenuta utilizzando come combustibile l'aria, qualsiasi sia il tipo di combustibile utilizzato, generano gli ossidi di azoto (NO, N₂O, NO₂).

Tra questi il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla costituzione di sostanze inquinanti, come l'ozono, complessivamente indicate con il termine di "*smog fotochimico*".

Un apporto fondamentale all'inquinamento da biossido di azoto nelle città è causato dai gas di scarico degli autoveicoli. In particolare la quantità di ossidi di azoto emessa può variare in funzione delle caratteristiche costruttive, dello stato del motore e dalle modalità di utilizzo dello stesso, (valore della velocità, accelerazione ecc.).

Si può ragionevolmente sostenere che l'emissione di ossidi di azoto è maggiore quando il motore funziona ad elevato numero di giri tanto da renderlo maggiormente presente nei pressi di arterie urbane a scorrimento veloce e delle autostrade.

L'unità di misura con la quale vengono espresse le concentrazioni di tale composto è il microgrammo per metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Danni alla Salute

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).

Analisi della campagna 2003

Di seguito sono riportati i risultati delle elaborazioni statistiche dei dati per entrambi i parametri ed i grafici delle medie orarie misurate (Grafico 3 e *Grafico 4*).

Si rammenta che per il monossido di azoto non esistono valori limite di riferimento nella legislazione italiana.

Per quel che riguarda il biossido di azoto non si sono verificati superamenti del limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il D.M. 60 del 2/4/2002 prevede anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Visto che la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto con le misure dirette. Si può però considerare un *valore stimato* di media annuale ricavato dal rapporto fra la media delle medie giornaliere del periodo, pari a $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e un fattore ricavato come descritto nella nota. Applicando tale procedimento, la media annuale stimata è pari a $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore superiore al limite previsto. Tale risultato è coerente con il valore della media dell'anno 2003 di tutte le 6 stazioni di Torino che è di $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Infatti il sito monitorato in questo comune può ben rappresentare una situazione urbana tipicamente definita di "canion stradale" e pertanto paragonabile con la città di Torino.

La normativa in vigore prevede inoltre per il parametro ossidi di azoto totali, dato dalla somma del monossido e biossido ed espressi come biossido, un valore limite annuale per la protezione della vegetazione. Tale limite non è stato preso in considerazione in quanto si riferisce a siti remoti, lontani dai centri abitati e industrializzati.

Nota

Si sono calcolate le medie di NO_2 , per il periodo della campagna, di tutte le stazioni della provincia con l'esclusione di quelle delle città di Torino; dal rapporto con la media dell'anno 2003 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio della campagna a Carignano permette di ricavare la stima annuale:

$$M_c = (M_p / m_p) \times m_c$$

dove

m_c : media periodo campagne NO_2 Carignano

M_c : media anno 2003 NO_2 Carignano

m_p : media periodo campagne NO_2 Torino

M_p : media anno 2003 NO_2 Torino

Tabella 2: elaborazione statistica dei dati di monossido di azoto misurati

Monossido di Azoto (NO) ⁽¹⁾ (microgrammi /metrocubo)	Dal 10/6/03 al 16/7/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03
Minima media giornaliera	5	28
Massima media giornaliera	24	175
Media delle medie giornaliere	14	86
Giorni validi	31	27
Percentuale giorni validi	86%	93%
Media dei valori orari	15	86
Massima media oraria	122	483
Ore valide	776	659
Percentuale ore valide	90%	95%

⁽¹⁾ Non esistono valori limite di riferimento nella legislazione italiana

⁽²⁾ I dati sono normalizzati ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101.3 kPa

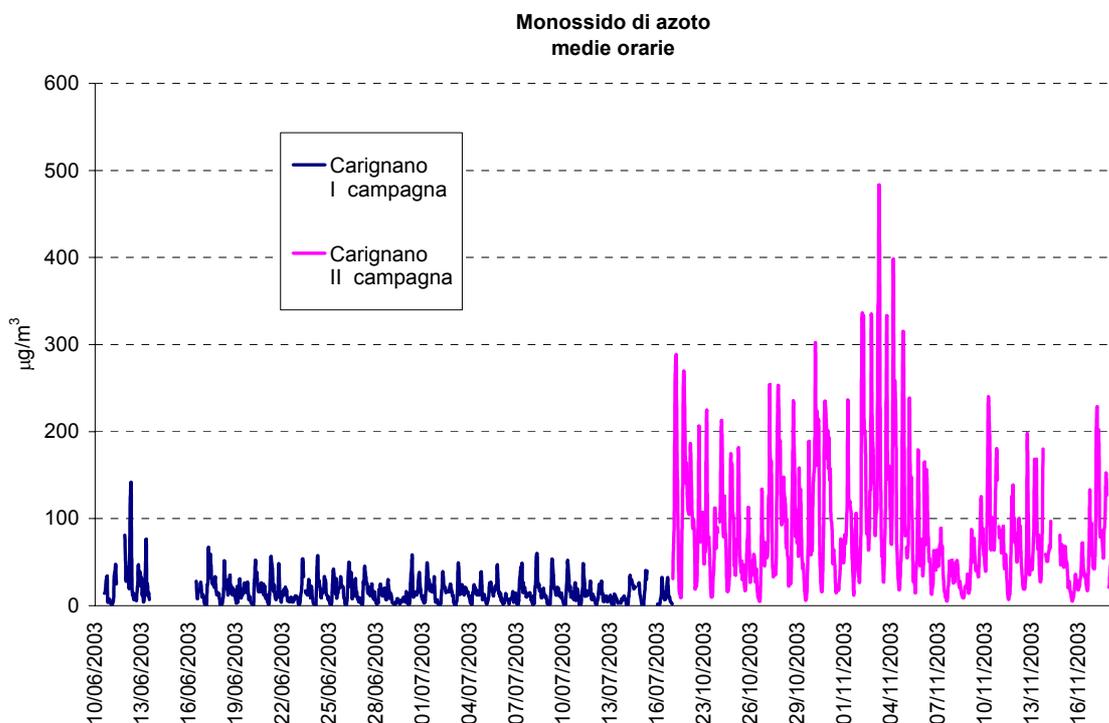


Grafico 3: medie orarie del monossido di azoto

Tabella 3: elaborazione statistica dei dati di biossido di azoto misurati

Biossido di Azoto (NO ₂) ⁽¹⁾ (microgrammi /metrocubo)	Dal 11/6/03 al 16/7/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03
Minima media giornaliera	30	30
Massima media giornaliera	73	86
Media delle medie giornaliere	43	60
Giorni validi	31	20
Percentuale giorni validi	86%	74%
Media dei valori orari	44	60
Massima media oraria	133	137
Ore valide	770	487
Percentuale ore valide	89%	75%
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200) ⁽²⁾	0	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0	0

⁽¹⁾ I dati sono normalizzati ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101.3 kPa

⁽²⁾ Tale valore non deve essere superato più di 18 volte per anno civile

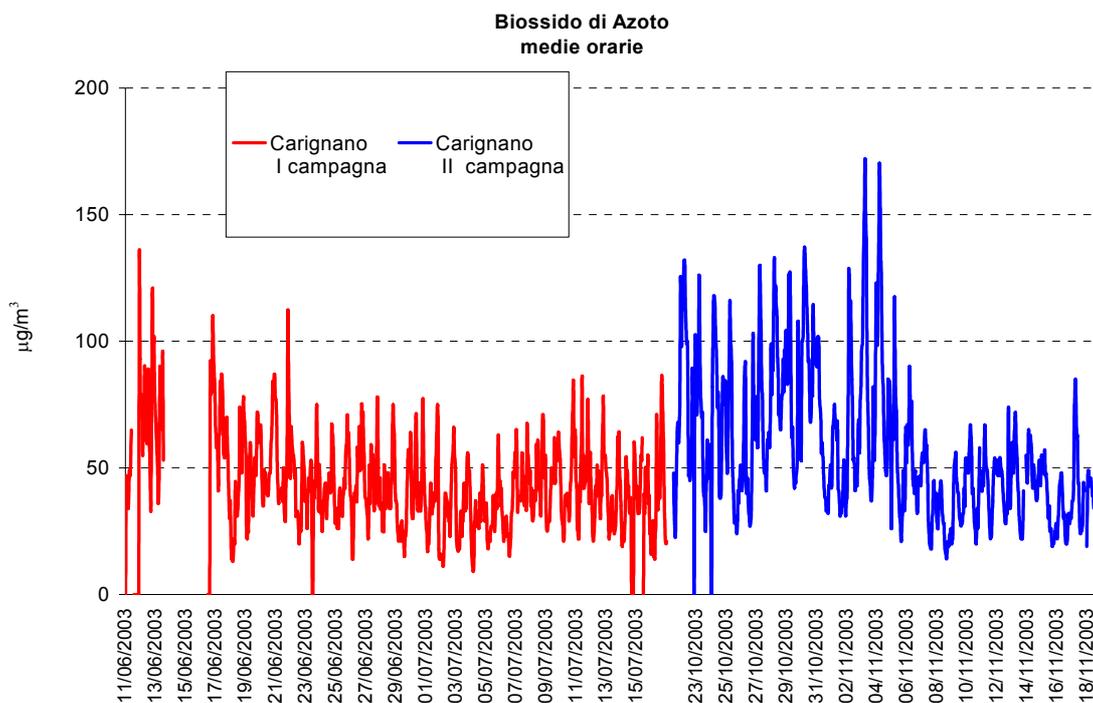
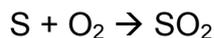


Grafico 4: medie orarie del biossido di azoto

BIOSSIDO DI ZOLFO

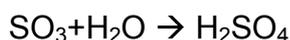
È un gas incolore, di odore pungente che si origina come prodotto di ossidazione dello zolfo e dei composti che lo contengono allo stato ridotto secondo la reazione:



Il biossido di zolfo nell'aria è presente in minima parte come sottoprodotto emesso dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel, e per la maggior parte 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. Tuttavia oggi, il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili con il sempre più diffuso uso del gas metano, hanno diminuito sensibilmente la presenza di SO₂ nell'aria. Infatti la concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento domestici non a metano.

Nell'atmosfera il biossido di zolfo (SO₂) è ossidato a triossido di zolfo (SO₃).

Il triossido di zolfo successivamente, in presenza di umidità, è convertito in acido solforico secondo la reazione:



Danni alla Salute

Il SO₂ contribuisce attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole d'acqua in atmosfera, all'acidificazione delle precipitazioni, con effetti fitotossici sui vegetali e di acidificazione dei corpi idrici, in particolare a debole ricambio, con conseguente compromissione della vita acquatica. Le precipitazioni acide possono avere effetti corrosivi anche sui materiali da costruzione, manufatti lapidei, vernici e metalli, mentre per l'uomo è molto irritante per gli occhi, la gola e le vie respiratorie.

Analisi della campagna 2003

I valori di questo inquinante si sono mantenuti ampiamente nei limiti della normativa, confermando la tendenza osservata negli ultimi anni sul territorio provinciale.

Tabella 4: elaborazione statistica dei dati di biossido di zolfo misurati

Biossido di Zolfo (SO₂) (microgrammi/ metro cubo)	Dal 10/6/03 al 16/7/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03
Minima media giornaliera	2	3
Massima media giornaliera	4	13
Media delle medie giornaliere	3	9
Giorni validi	31	18
Percentuale giorni validi	86%	67%
Media dei valori orari	3	9
Massima media oraria	8	36
Ore valide	771	451
Percentuale ore valide	89%	70%
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350) ⁽²⁾	0	0
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125) ⁽³⁾	0	0
Numero di superamenti livello allarme (500)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)	0	0

⁽¹⁾ I dati sono normalizzati ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101.3 kPa

⁽²⁾ Tale valore non deve essere superato più di 24 volte per anno civile

⁽³⁾ Tale valore non deve essere superato più di 3 volte per anno civile

Biossido di zolfo

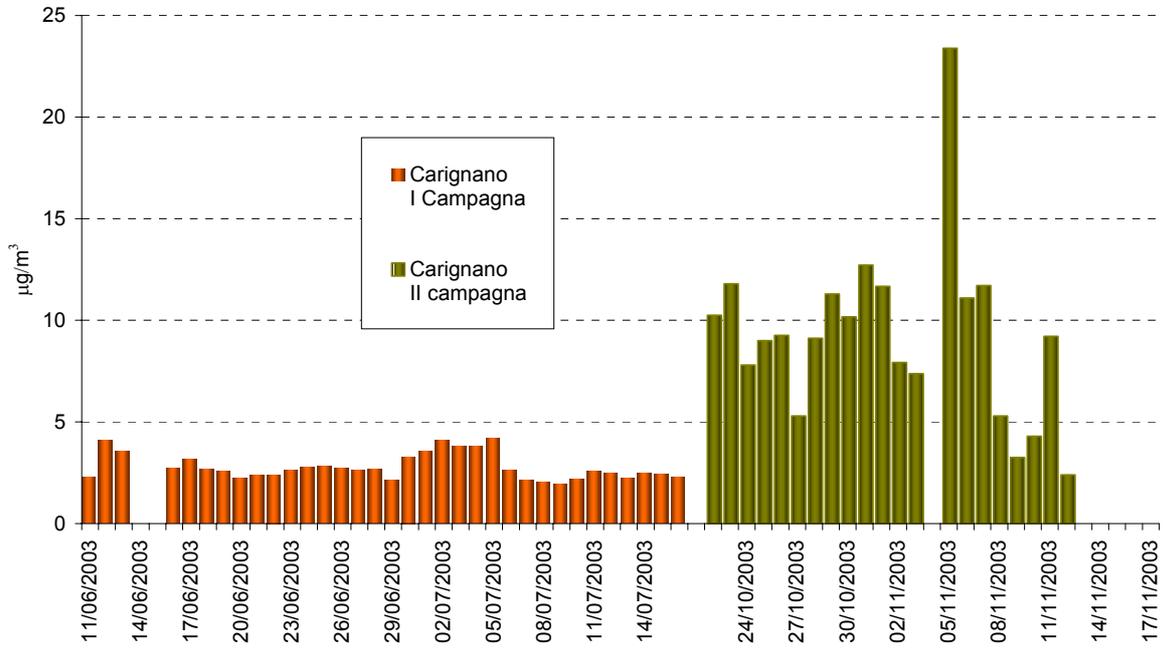


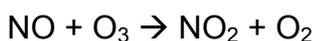
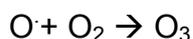
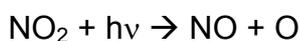
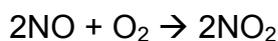
Grafico 5: medie giornaliere del biossido di zolfo

OZONO

L'ozono è un gas altamente reattivo, di odore pungente e ad elevate concentrazioni di colore blu, dotato di un elevato potere ossidante. In natura non ha sorgenti dirette, ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto.

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

Tali reazioni sono così riassumibili:



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

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

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

Danni alla Salute

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 formazione di smog fotochimico).

Analisi della campagna 2003

L'analisi dei valori del parametro ozono mette in evidenza una situazione non soddisfacente in quanto, trattandosi di un inquinante tipicamente estivo, nei mesi considerati per la prima campagna (giugno-luglio), si sono verificate situazioni con superamenti del livello di protezione della salute umana ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media mobile di 8 ore), per 87% dei giorni monitorati e per il 37% anche del livello di attenzione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria). Andamenti molto simili, e quindi critici, si sono ritrovati anche per le altre stazioni della rete fissa a conferma del fatto che il fenomeno di inquinamento da ozono è omogeneamente distribuito sul territorio provinciale (*Grafico 8*).

Tabella 5: elaborazione statistica dei dati di ozono misurati

Ozono (O₃) (microgrammi/ metro cubo)	Dal 10/6/03 al 16/7/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03
Minima media giornaliera	50	10
Massima media giornaliera	128	31
Media delle medie giornaliere	78	15
Giorni validi	30	19
Percentuale giorni validi	83%	70%
Massima media oraria	249	63
Ore valide	739	454
Percentuale ore valide	86%	70%
Minimo delle medie 8 ore	5	7
Media delle medie 8 ore	78	15
Massimo delle medie 8 ore	196	48
Percentuale medie 8 ore valide	84%	70%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(110)	177	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore(110)	26	0
Numero di superamenti livello attenzione (180)	34	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello attenzione (180)	11	0
Numero di superamenti livello allarme (360)	0	0
Numero di superamenti livello protezione della vegetazione (65)	24	0

⁽¹⁾ I dati sono normalizzati ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101.3 kPa

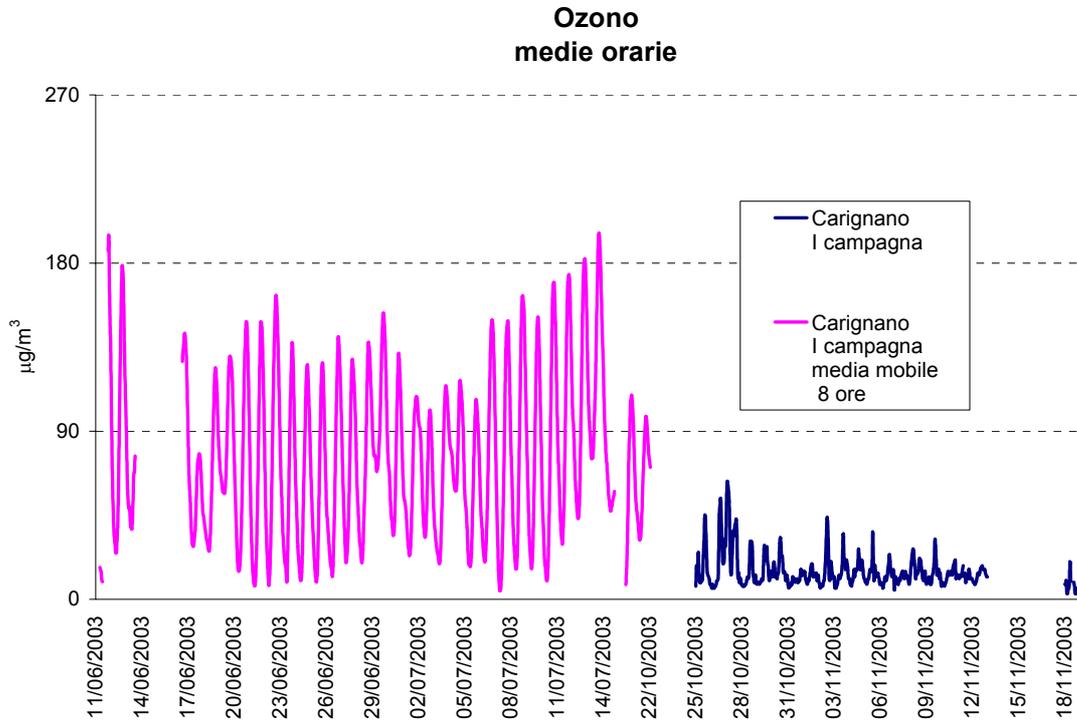


Grafico 6: medie orarie dell'ozono

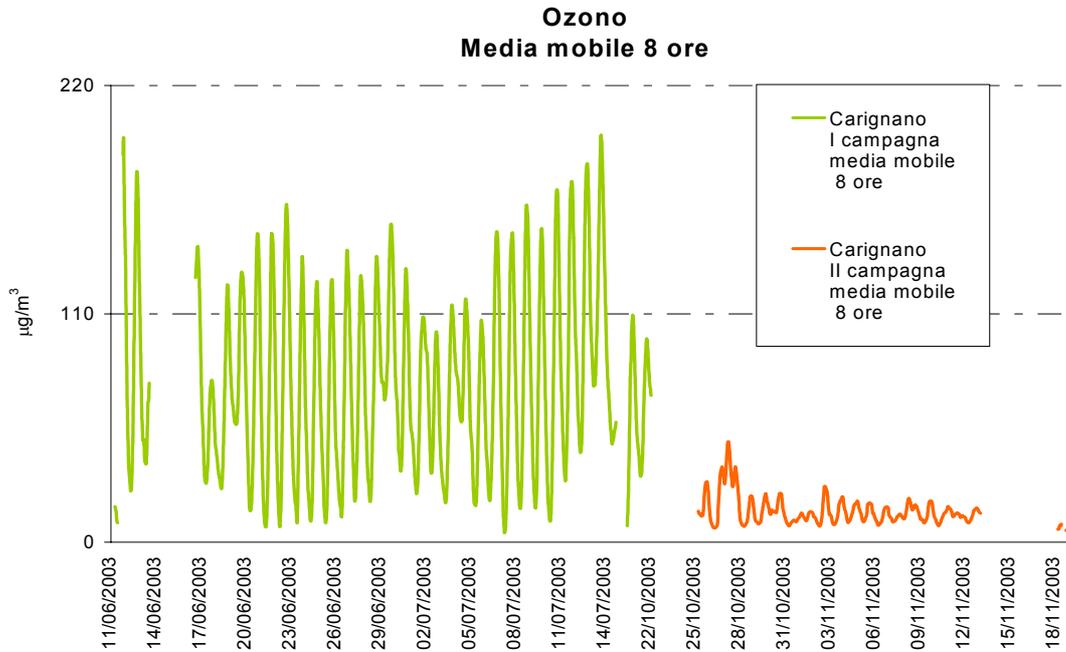


Grafico 7: medie mobili di 8 ore del parametro ozono

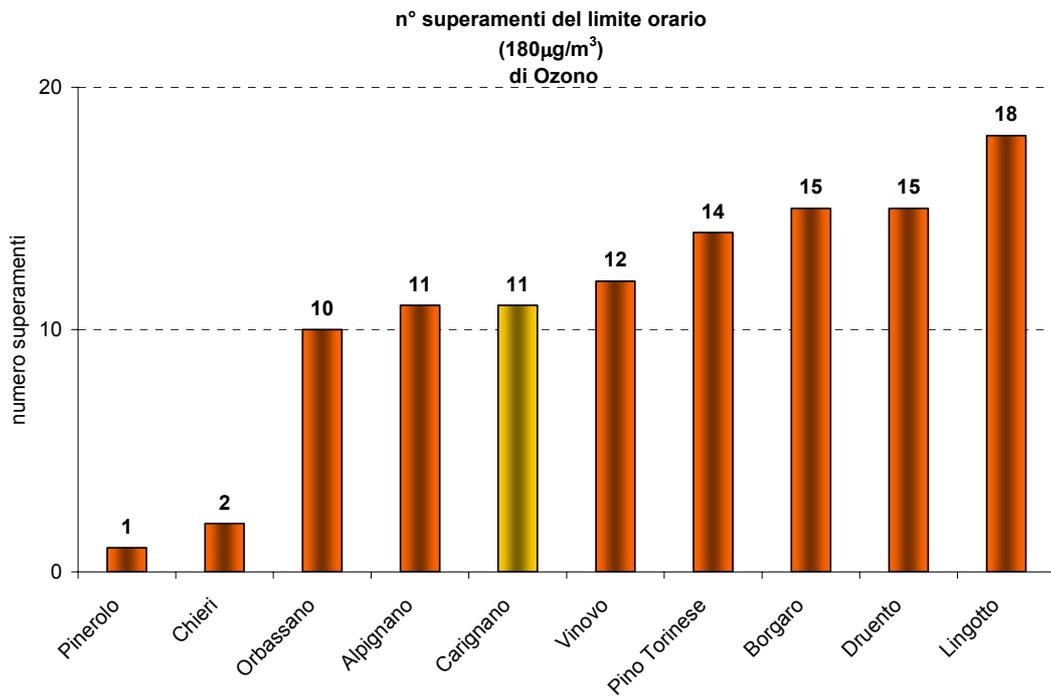


Grafico 8: numero superamenti limite orario di 180mcg/m³ di ozono nelle varie stazioni di Torino e Provincia

PARTICOLATO SOSPESO PM₁₀ “POLVERI INALABILI”

Per particolato atmosferico si intende l'insieme di particelle atmosferiche solide e liquide con diametro compreso fra 0,1 e 100 micron. Le particelle più grandi generalmente raggiungono il suolo in tempi piuttosto brevi e causano fenomeni di inquinamento su scala molto ristretta.

L'esperienza comune insegna che ciò che va in alto deve poi ricadere e ciò vale certamente anche per le particelle solide o liquide sospese nell'aria. Tuttavia l'aria esercita un effetto ritardante con una forza verso l'alto che è proporzionale alla velocità di caduta ed al raggio delle particelle. Inoltre il tempo di permanenza nell'aria dipenderà dalla natura dei venti e dalle precipitazioni. Le particelle più piccole possono rimanere nell'aria per molto tempo; alla fine gli urti casuali e la reciproca attrazione fanno ingrossare le stesse al punto da far loro raggiungere una velocità di caduta sufficiente a farle depositare al suolo. Oltre a questo meccanismo di deposizione a secco l'eliminazione dall'atmosfera avviene anche per effetto della pioggia.

Il particolato si origina generalmente sia da fonti antropiche che da fonti naturali.

Sia quelle antropiche che quelle naturali possono dar luogo a particolato primario (emesso direttamente nell'atmosfera) o secondario (formatasi in atmosfera attraverso reazioni chimiche di trasformazione dei precursori).

Danni alla salute

Gli effetti maggiori sono dovuti principalmente alle sostanze che veicolano. Infatti trattandosi di dimensioni così ridotte sono in grado di raggiungere gli alveoli polmonari e rilasciare le sostanze tossiche adsorbite, quali ad esempio IPA e metalli.

Esse possono provocare aggravamenti di malattie asmatiche, aumento di tosse e persino convulsioni, oltre agli effetti tossici diretti sui bronchi e sugli alveoli polmonari.

Il particolato provoca danni ai materiali, come la corrosione dei metalli, danneggiamento ai circuiti elettrici ed elettronici, sia per azione chimica che meccanica, insudiciamento di edifici e opere d'arte, ridotta durata dei tessuti.

La polvere (per esempio quella dei cementifici) può provocare sulle piante delle

incrostazioni che interferiscono con il processo di fotosintesi, in quanto intercettano la radiazione solare.

Analisi della campagna 2003

La situazione che si osserva dai dati delle campagne, oggetto della relazione, non è inaspettata, poiché conferma che il fenomeno dell'inquinamento da PM₁₀ è un problema che riguarda anche le zone periferiche rispetto il capoluogo della provincia torinese (Grafico 10). Si nota infatti che si sono verificati dei superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana di 50 µg/m³, come da DM 60 del 2/04/02 in entrambe le campagne. Per un confronto diretto i dati sono stati riportati nel *Grafico 9* con quelli rilevati dalla stazione fissa ubicata in Carmagnola, sito prossimo al territorio del comune di Carignano e definito come tipologia da "traffico" in quanto in zona soggetta a fonti primarie di emissione quali in traffico veicolare.

Tabella 6: elaborazione statistica dei dati di Particolato Sospeso PM10 misurati

Polveri PM10 - Basso Volume (microgrammi/ metro cubo)	Dal 10/6/03 al 16/7/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03
Minima media giornaliera	13	21
Massima media giornaliera	84	113
Media delle medie giornaliere	42	64
Giorni validi	30	27
Percentuale giorni validi	83%	100%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	7	17

⁽¹⁾ I dati sono stati calcolati a temperatura ambiente

⁽²⁾ Tale valore non deve essere superato più di 35 volte per anno civile

**PM10
valori giornalieri**

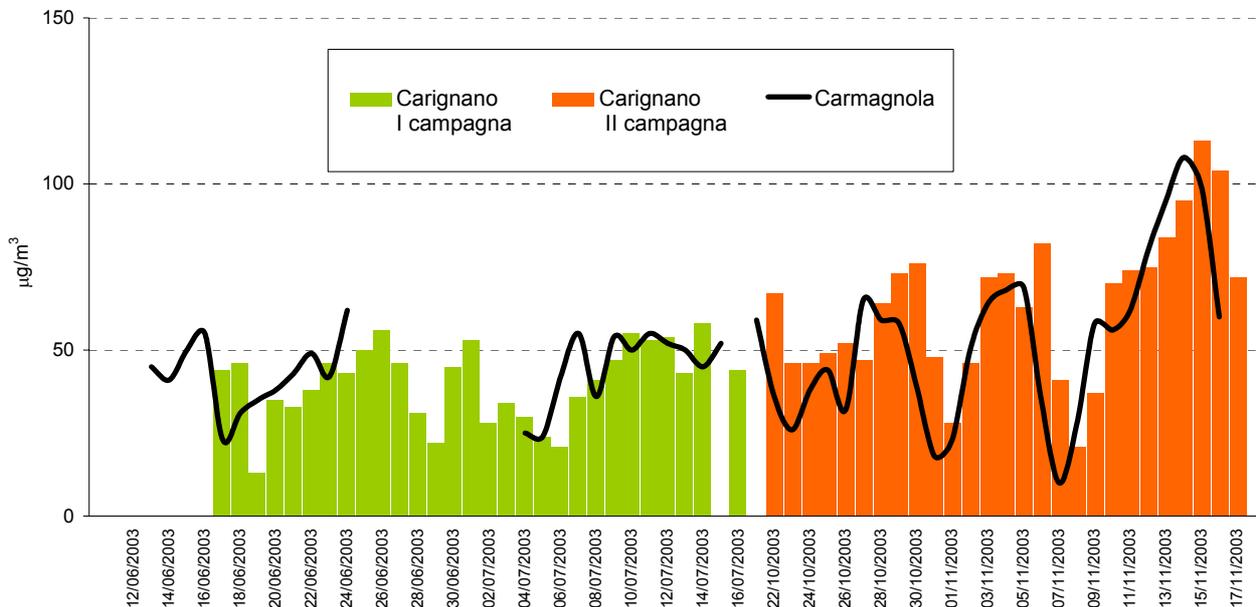


Grafico 9: medie giornaliere del PM10a confronto con il PM10 rilevato presso il comune di Carmagnola

**% superamenti
giorni di superamento del limite di 50 mcg/mc**

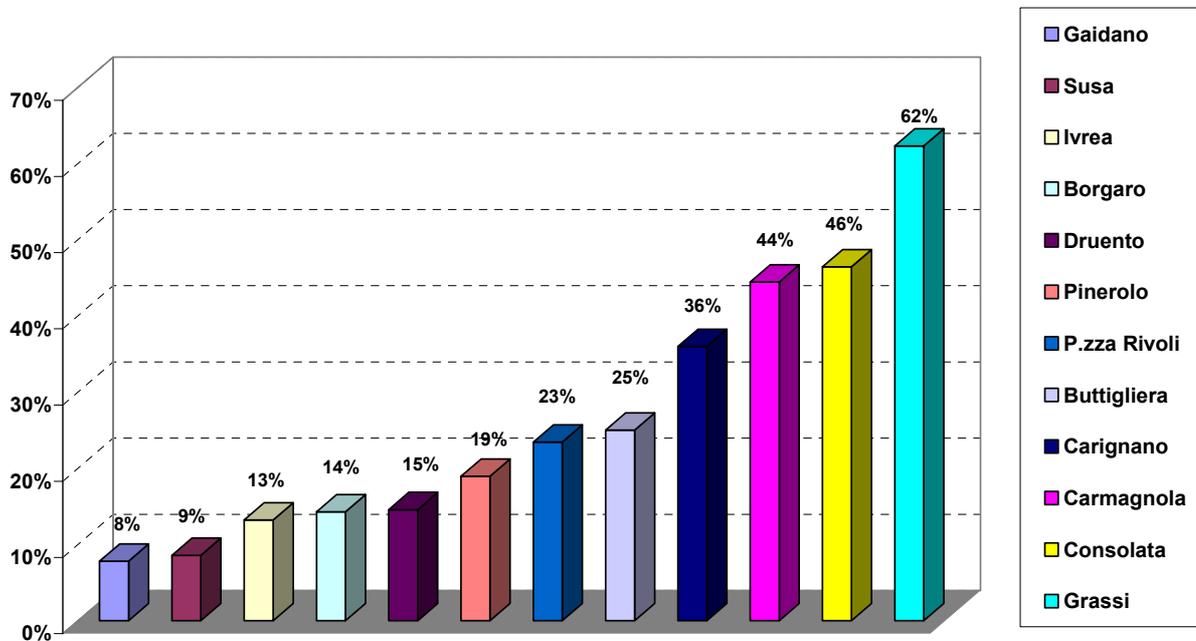


Grafico 10: percentuale relativa dei superamenti del limite giornaliero di PM10 nel periodo considerato

IL BENZENE

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 questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

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

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e l'obiettivo di qualità, su base annua secondo il DM 25/11/94 n.159, è di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Danni alla salute

Il benzene è una sostanza classificata

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

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

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

Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

Metodo di misura

Le misure effettuate in questa campagna sono state effettuate mediante una serie di campionatori diffusivi a simmetria radiale, più noti col nome commerciale di “Radielli. Il Radiello consta di un corpo diffusivo cilindrico in policarbonato e polietilene microporoso che contiene al suo interno una cartuccia in rete di acciaio riempita da materiale adsorbente (carbone attivo). Tale sistema di campionamento permette l’analisi di sostanze organiche volatili, tra cui il benzene, con un errore non superiore a 0.2 mcg/m^3 in seguito ad esposizioni di 5 giorni. Tali campionatori sono stati esposti per una media di sette giorni in quattro punti della città definiti critici per la mole di traffico veicolare da cui sono usualmente interessati. Successivamente al periodo di esposizione sono stati analizzati in laboratorio mediante desorbimento in CS_2 ed analisi gascromatografica.

Analisi della campagna 2003

La normativa vigente (D.M.60 del 2/4/2002) prevede per il benzene un valore limite annuale di $0.5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. La concentrazione media rilevata in questa campagna è di $2.0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, pertanto inferiore a tale limite. Un risultato simile, seppur relativo ad un arco temporale non coerente con quello del limite, è del tutto positivo ed inoltre confrontabile con la media di benzene rilevata presso la stazione fissa di via della Consolata in Torino nello stesso periodo ($2.6 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) come si evince dalla Tabella 1.

Tabella 1: valori medi di benzene rilevati nei quattro siti prescelti

Periodo di campionamento	p.zza Liberazione	Via Savoia-via Villastellone	Via IV novembre- p.zza C.Alberto	C.so c.Battisti- via Valdocco	Via Vinovo- via Alfieri
Dal 16-06-03 al 23-06-03	3.2	1.6	3.6	1.7	0.5
Dal 23-06-03 al 30-06-03	3.0	1.5	1.7	1.5	0.6
Dal 30-06-03 al 7-07-03	3.3	1.7	1.5	1.5	0.6
Dal 7-07-03 al 14-07-03	4.2	2.2	2.5	1.7	0.9

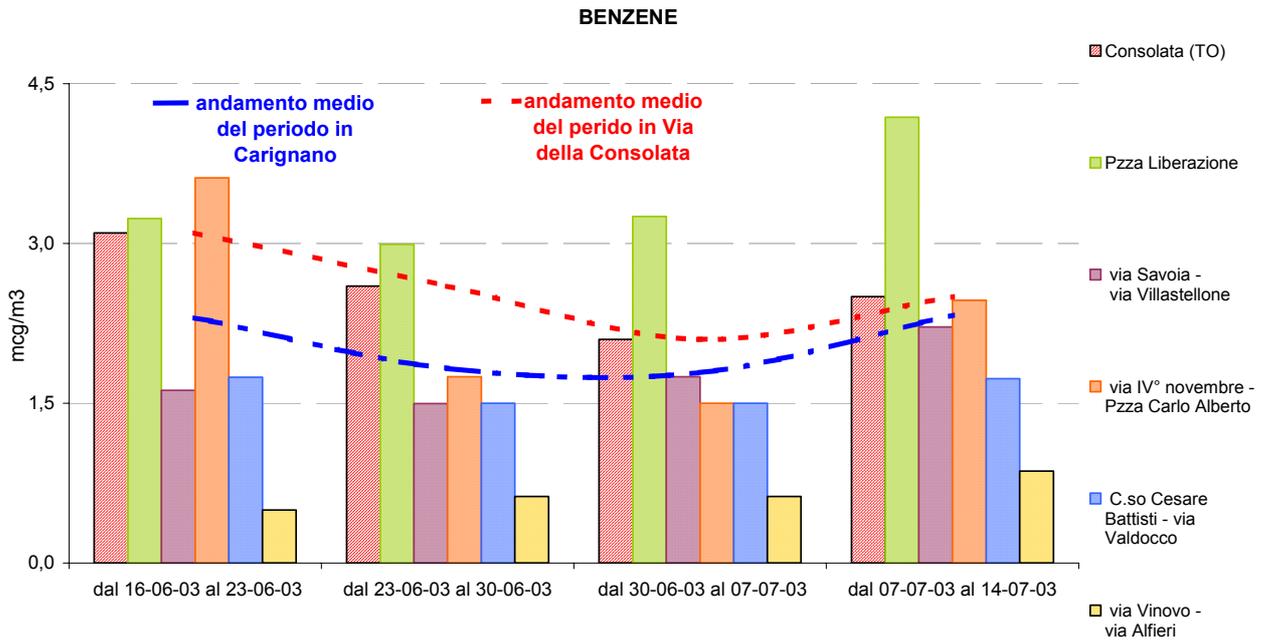


Grafico 11: andamento delle concentrazioni rilevate nei quattro siti monitorati nella campagna a confronto con quello di via della Consolata

Se si osserva il

Grafico 11 si nota come vi sia un netto distacco tra i quattro siti prescelti. In particolare l'incrocio tra via Alfieri con via Vinovo risulta essere quello meno esposto a questo tipo di inquinamento. Tale evidenza risulta del tutto plausibile dal momento che si tratta del sito più esterno al centro urbano.

ELABORAZIONE DATI METEOCLIMATICI

Si riportano nelle pagine seguenti le elaborazioni e i grafici dei dati meteo climatici registrati dalla centrale meteorologica presente sul laboratorio mobile nel periodo in cui si è stata effettuata la campagna.

Tabella 7: Valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel periodo della campagna

Parametro	Temperatura aria (°C)		Umidità relativa aria (%)	
	Dal 10/06/03 al 16/07/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03	Dal 10/06/03 al 16/07/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03
Media oraria massima	34.5	16.8	97.5	97.2
Media giornaliera minima	21.8	3.9	34.8	75.7
Media giornaliera media	25.9	7.2	56.0	83.2
Media giornaliera massima	28.5	9.3	74.1	90.7
Percentuale dati validi	89%	96%	89%	96%

Parametro	Radiazione solare globale (W/m ²)		Pressione atmosferica (mbar)	
	Dal 10/06/03 al 16/07/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03	Dal 10/06/03 al 16/07/03	Dal 22/10/03 al 17/11/03
Media oraria massima	600.5	582.3	995.6	1.013
Media giornaliera minima	49.9	11.2	973.7	974.3
Media giornaliera media	125.7	68.0	985.1	996.7
Media giornaliera massima	160.5	130.4	993.7	1.011
Percentuale dati validi	89%	99%	89%	99%

Tempertura medie orarie-% Umidità relativa

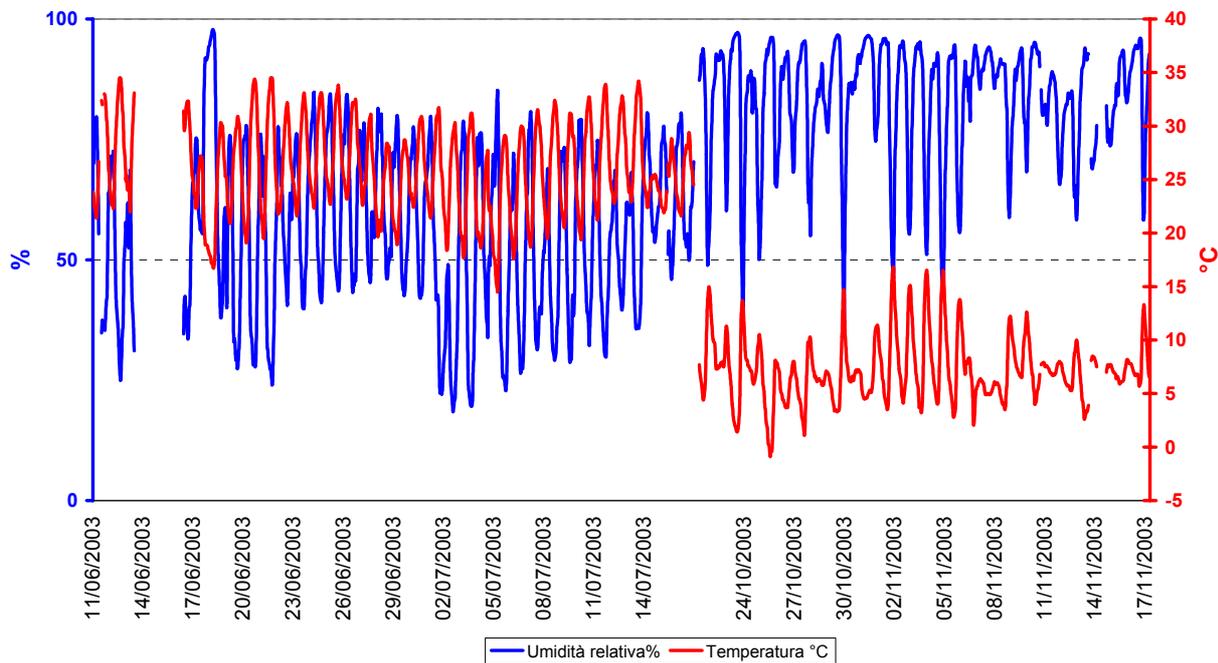


Grafico 12: confronto tra temperatura e umidità relativa

Pressione - Radiazione solare

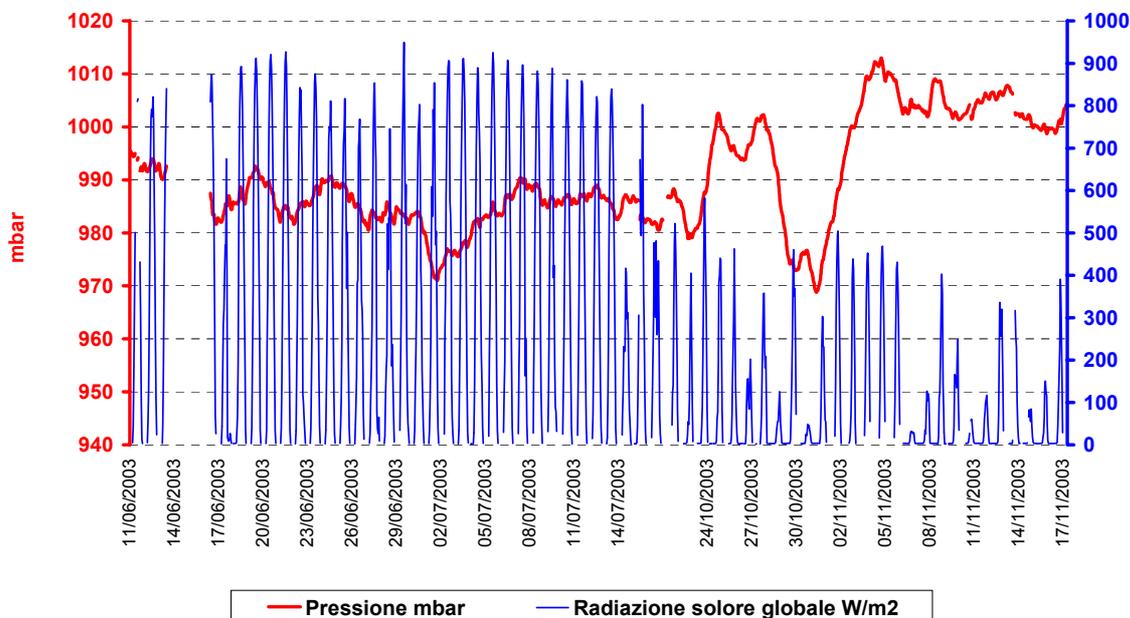


Grafico 13: confronto tra pressione atmosferica e radiazione solare globale.

CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati misurati nella recente campagna, alla luce delle considerazioni fatte precedentemente in queste pagine, si può ragionevolmente sostenere che lo stato della qualità dell'aria nel sito oggetto dell'indagine, Comune di Carignano, non sia sostanzialmente differente da quello misurato su altri assi viari nella provincia.

In particolare per il monossido di carbonio ed il biossido di zolfo sono stati misurati valori decisamente bassi. Purtroppo non si può estendere questa considerazione se si osservano i valori relativi al biossido di azoto, al PM₁₀ e all'ozono.

Per il biossido di azoto ed PM₁₀ i valori misurati non sono trascurabili, considerato il periodo preso in considerazione, e non pare facile intervenire sulle numerose fonti primarie in questo caso verosimilmente da individuare nel trasporto su strada.

Tale problema si riscontra sul territorio metropolitano, o comunque nei siti caratterizzati da elevati volumi di traffico, e solo in contesti rurali e relativamente remoti la situazione presenta dei valori nettamente migliori.

Invece per quanto riguarda l'ozono la sua origine secondaria comporta interventi energici su tutte le fonti di emissioni dei precursori, almeno su scala regionale, senza che questo peraltro escluda che comportamenti virtuosi siano adottati da amministrazioni locali.

Componente di Tematismo
"Qualità dell'aria"
Dr. Loretta Badan

Il Responsabile di Tematismo
"Qualità dell'aria"
Dr. Mauro Maria Grosa