

Prot. 79793 /SC10

Cuneo, 2 settembre 2013

Documento Inviato esclusivamente via PEC

Ill. mo Sindaco del Comune di CANALE
ufficioprotocollo@certcomunecanale.it

Spett.le Assessorato Ambiente
PROVINCIA di CUNEO
protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it

Spett.le Dipartimento Prevenzione
Azienda ASL CN2 Alba-Bra
aslcn2@legalmail.it

Oggetto: Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Canale nel periodo 10 gennaio ÷ 18 marzo 2013

Con la presente si invia un'analisi di quanto rilevato nel corso della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, svolta nel comune di Canale nel periodo compreso tra il 10 gennaio ed il 18 marzo 2013.

Dal settembre 2010 al marzo 2011 era stato svolto un precedente e approfondito monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio del Roero, con epicentro nel comune di Canale, programmato in seguito alle richieste delle comunità locali preoccupate per l'ipotesi di realizzazione di un impianto a biomasse solide per la produzione di energia elettrica e termica in tale comune. L'iter amministrativo di tale centrale a cogenerazione si era nel frattempo concluso con un parere negativo, e l'azienda si era pertanto orientata su un diverso impianto limitato alla sola produzione di energia termica a servizio delle lavorazioni interne. Messo originariamente in esercizio a inizio 2012 era stato oggetto di segnalazioni da parte del sindaco in fase di avviamento. Il monitoraggio realizzato nei primi mesi del 2013, e di cui si illustrano le risultanze nel seguito, si pone quindi a completamento di quello ante-operam del 2010-2011.

Al fine di ottemperare alle disposizioni normative vigenti e contribuire al risparmio energetico ed ambientale il presente lavoro sarà inviato alle Amministrazioni interessate via PEC e contemporaneamente messo a disposizione dell'utenza alla pagina internet:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

Distinti saluti

Allegati:
Relazione tecnica (pagine 24, Allegati I e II pagine 13)

Il Dirigente Responsabile

Dr. Silvio CAGLIERO



STRUTTURA COMPLESSA DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI CUNEO

OGGETTO: *Monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Canale nel periodo compreso dal 10 gennaio al 18 marzo 2013*

Realizzazione del monitoraggio	Riccardi Ivo Bianchi Cinzia Martini Sara Pellutiè Aurelio	Bardi Luisella Corino Flavio Pascucci Luca Tosco Marco
Redazione	Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Bardi Luisella Funzione: Collab. Prof. San. Esperto Nome: Bianchi Cinzia Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Martini Sara	Firma: firmato in originale
Verifica	Nome: Cagliero Silvio	Firma: firmato in originale
Approvazione Data: 02/09/2013	Funzione: Responsabile Dipartimento Nome: Cagliero Silvio	Firma: firmato in originale

INDICE

INTRODUZIONE	3
ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA	7
BIOSSIDO DI AZOTO – NO ₂	7
MATERIALE PARTICOLATO – PM ₁₀	12
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO ₂ , MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE.....	16
OZONO – O ₃	19
DATI METEO.....	21
CONCLUSIONI.....	24
ALLEGATO I.....	1
Sintesi dei risultati della campagna	1
ALLEGATO II.....	5
Gli inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi	5

INTRODUZIONE

La relazione illustra le risultanze analitiche relative ai monitoraggi della qualità dell'aria effettuati nel territorio del comune di Canale nel periodo compreso tra il 10 gennaio ed il 18 marzo 2013.

Nel comune di Canale, ed in altri comuni del territorio del Roero circostante, era già stato svolto un approfondito monitoraggio tra il settembre 2010 ed il marzo 2011, dal quale erano emersi valori in linea con il periodo stagionale di indagine e l'assenza di criticità locali. Il monitoraggio a Canale è stato ripetuto nel 2013 per completare le indagini a seguito della messa a regime della caldaia a biomassa di un'azienda locale entrata in esercizio nel 2012.

Il monitoraggio è stato eseguito con il laboratorio mobile del Dipartimento Arpa di Cuneo, che permette di analizzare i principali inquinanti per i quali sono fissati limiti normativi: ozono (O_3), ossidi di azoto ($NO-NO_2-NO_x$), monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO_2), benzene e materiale particolato PM_{10} , e con un campionatore portatile di PM_{10} .

Durante il primo periodo il laboratorio mobile è stato installato nel concentrico di Canale, in piazza Martiri della Libertà all'angolo con via Roma, nel medesimo sito in cui era stato posizionato nelle precedenti campagne, mentre il campionatore portatile di PM_{10} è stato posizionato nella zona industriale, in corso fratelli Maccagno. Laboratorio mobile e campionatore di polveri sono stati poi invertiti di posizione per la seconda parte del periodo di campionamento, ovvero dal 18 febbraio al 18 marzo.

Nella mappa rappresentata nella pagina seguente sono indicate le posizioni dei due siti di monitoraggio, mentre nelle pagine successive sono riportate per ciascun sito le indicazioni sui tipi di campionamenti ed i relativi periodi di monitoraggio.

Si ricorda che le indagini che si svolgono con laboratorio mobile e con la strumentazione portatile descrivono in modo puntuale le situazioni di un limitato periodo temporale di acquisizione, producendo dati ovviamente influenzati dalle condizioni meteo climatiche presenti nel periodo di osservazione. Per questo motivo, sebbene la scelta della collocazione dei punti di campionamento venga effettuata, in genere, in base a criteri di media esposizione alle differenti fonti di inquinamento, la descrizione corretta della qualità dell'aria di una specifica località, non può far riferimento ai soli monitoraggi eseguiti in loco con campagne effettuate con mezzi mobili.

Il ventaglio delle differenti tipologie di qualità dell'aria che si possono incontrare nelle varie zone degli agglomerati urbani della provincia di Cuneo sono invece rappresentate dai dati raccolti da una rete complessa di centraline fisse, quale la rete provinciale di riferimento, facente parte del Sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria.

In allegato è riportata, per ciascun sito, una reportistica con le principali informazioni statistiche di ogni inquinante monitorato (concentrazione media, massima oraria ecc...) e, ove possibile, il confronto con i limiti normativi.

Un secondo allegato contiene delle schede descrittive delle caratteristiche di ciascuno degli inquinanti monitorati, insieme ai riferimenti normativi in vigore.

Comune

CANALE

Ortofoto - indicazione (in blu) dei siti di monitoraggio



Sito	n°1
Localizzazione	Piazza Martiri della Libertà, angolo via Roma
Coordinate UTM WGS84	X= 420364 m Y= 4960885 m
<p>LABORATORIO MOBILE</p> <p>Misura di: NO_x, O₃, BTX, SO₂, CO, PM₁₀, dati meteo (velocità e direzione vento, radiazione solare globale, temperatura, umidità, pressione)</p> <p>Periodo del monitoraggio: dal 10 gennaio al 18 febbraio 2013</p>	
<p>CAMPIONATORE PORTATILE DI PM₁₀</p> <p>Periodo del monitoraggio: dal 18 febbraio al 18 marzo 2013</p>	

Sito	n°2
Localizzazione	Zona industriale, corso Fratelli Maccagno
Coordinate UTM WGS84	X= 421329 m Y= 4960609 m
<p>CAMPIONATORE PM₁₀</p> <p>Periodo del monitoraggio: dal 10 gennaio al 18 febbraio 2013</p>	
<p>LABORATORIO MOBILE</p> <p>Misura di: NO_x, O₃, BTX, SO₂, CO, PM₁₀, dati meteo (velocità e direzione vento, radiazione solare globale, temperatura, umidità, pressione)</p> <p>Periodo del monitoraggio: dal 18 febbraio al 18 marzo 2013</p>	

ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA

BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂

La normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, due limiti di concentrazione che, per gli ossidi di azoto, riguardano il biossido: uno relativo alla media annuale e l'altro alla media su un'ora, rispettivamente pari a 40 µg/m³ come media annua ed a 200 µg/m³ come media oraria, da non superare più di 18 volte per anno civile.

Le concentrazioni medie e massime orarie di NO₂ rilevate dal laboratorio mobile durante il monitoraggio nei due siti di Canale sono rappresentate nei due grafici di figura 1 e confrontate con quelle ottenute, negli stessi periodi, dalle centraline della rete fissa della provincia di Cuneo e da quella di traffico urbano di Asti Baussano che, insieme a quelle di Alba e Bra è tra le più prossime, e in zona orograficamente simile, al sito in esame. Il biossido di azoto viene infatti monitorato in tutte le centraline della rete fissa le quali, ognuna rappresentativa di una realtà specifica, forniscono nell'insieme un intervallo di concentrazioni che ben descrive la qualità dell'aria media incidente sul territorio.

Per le concentrazioni massime orarie è possibile un confronto diretto con il limite normativo e si può affermare che, relativamente al periodo di monitoraggio, a Canale, come in tutta la provincia di Cuneo, i valori orari sono sempre stati inferiori al limite.

Per quanto riguarda la concentrazione media del periodo, fare un confronto diretto con il limite annuale non è corretto, poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno. Per valutare l'entità di tali valori medi è indispensabile esaminare il confronto con i valori registrati dalle centraline della rete fissa. Dalla figura si osserva come i valori medi registrati nei due siti di Canale siano superiori a quelli relativi alle centraline fisse della provincia di Cuneo, ma inferiori a quanto rilevato presso la stazione di traffico di Asti Baussano. Emerge inoltre come, ovunque, le concentrazioni siano diminuite nel periodo della seconda campagna, questo a causa del miglioramento delle condizioni dispersive che l'atmosfera subisce avanzando verso la bella stagione.

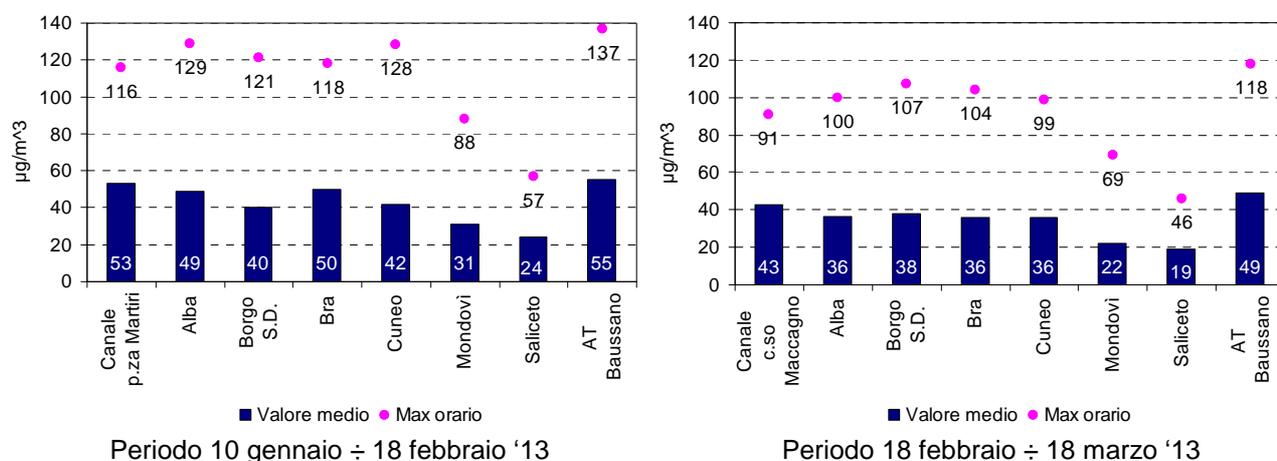


Figura 1) NO₂: concentrazioni medie (in blu) e massime concentrazioni orarie (in viola) delle due campagne di monitoraggio di Canale confrontate con quelle delle centraline della provincia di Cuneo e della centralina di Asti Baussano.

Nella figura 2 sono rappresentate, su tutto il periodo di monitoraggio, le concentrazioni medie giornaliere di NO₂ misurate a Canale confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa della provincia di Cuneo e da quella di Asti Baussano. Da questo grafico emerge come, in entrambi i siti di Canale, i valori medi giornalieri riscontrati siano sempre nella parte alta dell'intervallo dei valori delle stazioni della rete considerate e in alcuni casi ne siano anche superiori.

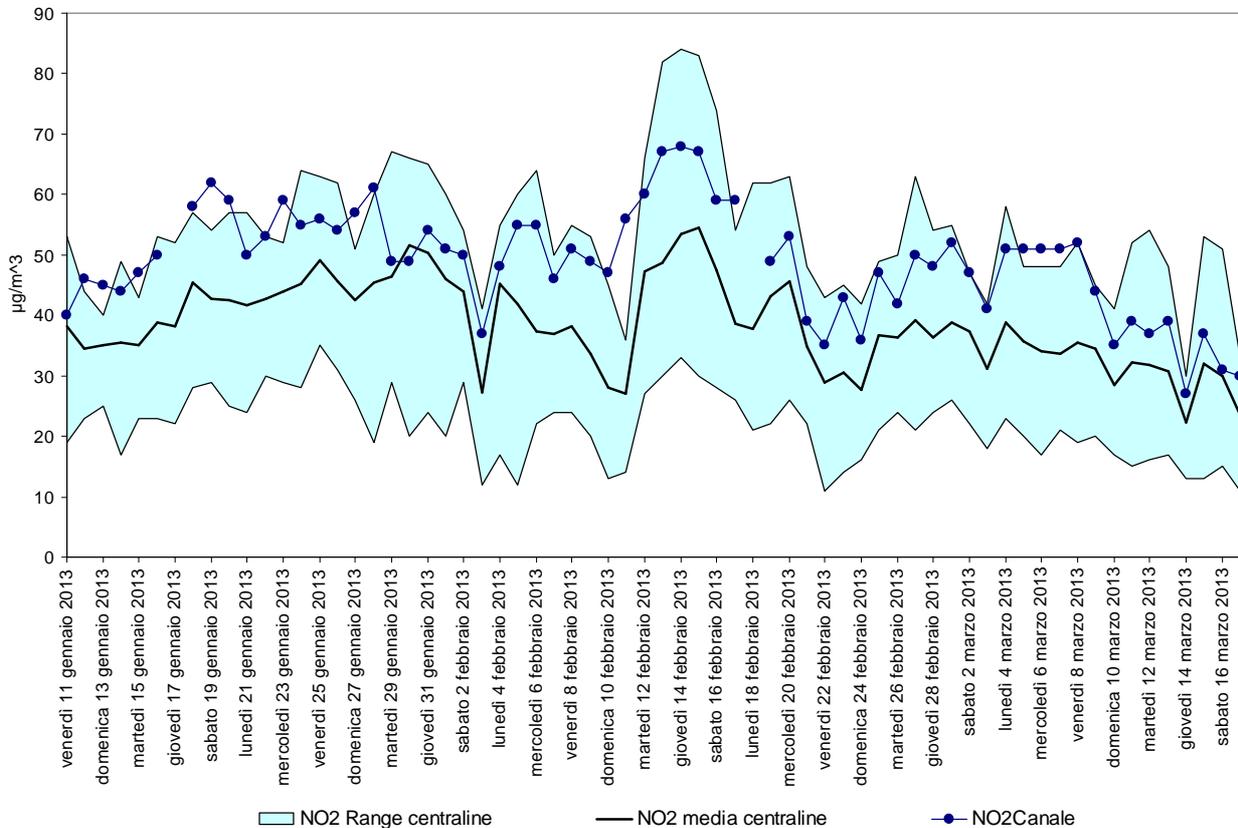


Figura 2) NO₂: concentrazioni medie giornaliere delle campagne di monitoraggio di Canale e intervallo di concentrazioni definito dalle centraline fisse della provincia di Cuneo e da quella di Asti Baussano.

Per questo inquinante l'andamento dei giorni medi, ottenuti mediando i dati rilevati alla stessa ora di ogni giorno (figura 3), dimostra l'importanza del contributo antropico, che determina un aumento delle concentrazioni durante le ore diurne, generalmente con picchi nelle ore di punta del traffico (si noti che i grafici e le considerazioni nel seguito sono riferiti all'ora solare).

In particolare a Canale le concentrazioni crescono durante la giornata per raggiungere il massimo assoluto verso le ore 19, scendono nelle ore notturne mantenendosi però a valori di fondo non trascurabili. I picchi massimi, in entrambi i siti di Canale, sono inferiori a quelli relativi alla stazione di Asti, mentre la differenza principale con gli andamenti di Alba si riscontra nelle ore pomeridiane, quando le concentrazioni della stazione di Alba registrano un minimo che nei due siti di Canale è meno accentuato.

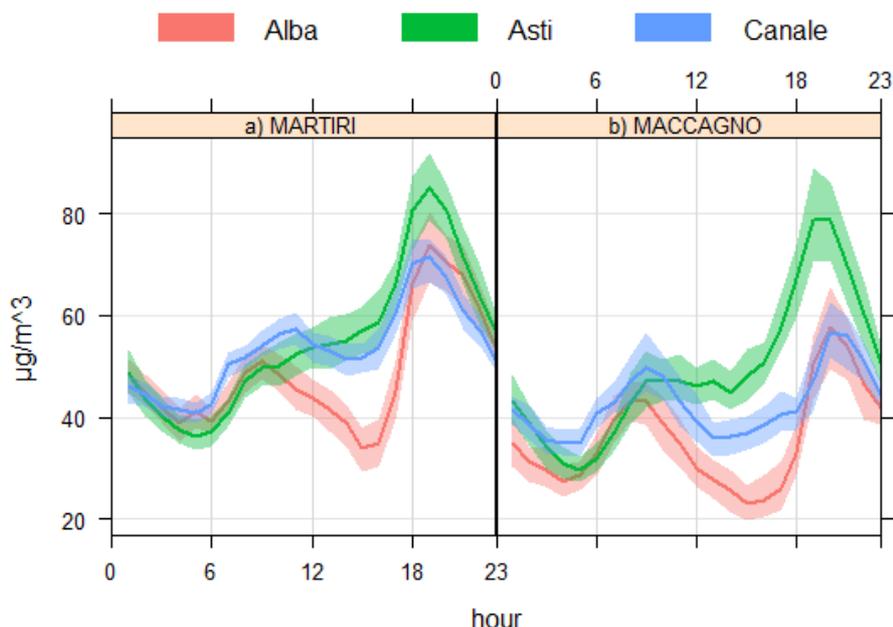


Figura 3) NO₂: giorni medi delle campagne di monitoraggio di Canale confrontati con quelli delle centraline fisse di Alba ed Asti Bussano (a: piazza Martiri, 10 gennaio ÷ 18 febbraio '13; b: corso Maccagno, 18 febbraio ÷ 18 marzo '13).

Nel grafico seguente sono rappresentate le settimane medie per ogni sito di misura, ottenute mediando i dati rilevati nello stesso giorno di ciascuna settimana. Relativamente ai dati della campagna di piazza Martiri si può osservare come, in tale sito di Canale, a differenza degli andamenti registrati ad Alba ed Asti, le concentrazioni abbiano una riduzione inferiore durante le domeniche, mentre nel sito di corso Maccagno l'andamento settimanale sia del tutto analogo a quanto riscontrato presso le due stazioni di confronto. La riduzione dei valori evidenziata in corrispondenza del giovedì in tutti e tre i siti sicuramente è attribuibile a particolari condizioni meteo casualmente verificatesi in tali giorni della settimana.

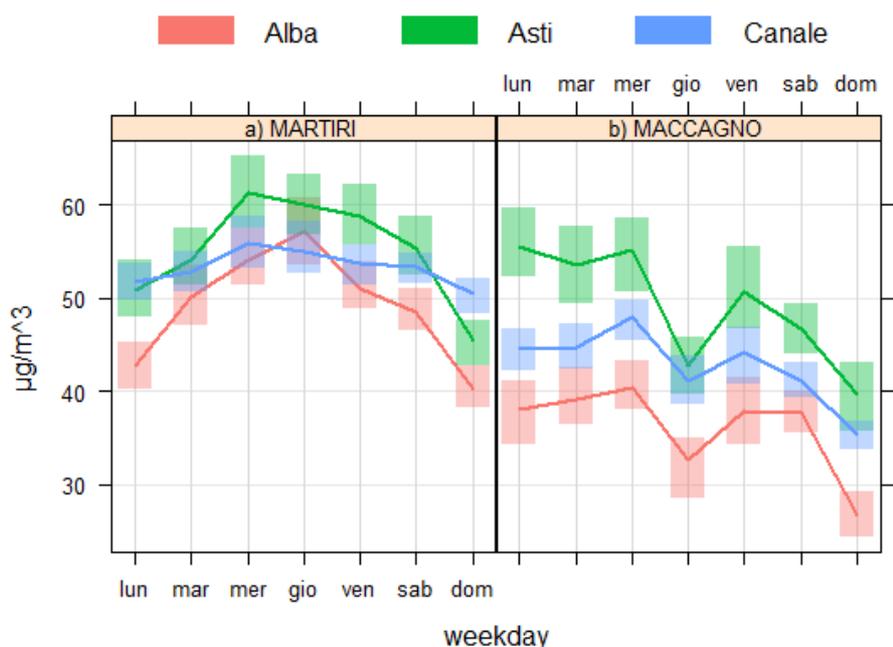


Figura 4) NO₂: settimane medie delle campagne di monitoraggio di Canale confrontate con quelli delle centraline fisse di Alba ed Asti Bussano (a: piazza Martiri, 10 gennaio ÷ 18 febbraio '13; b: corso Maccagno, 18 febbraio ÷ 18 marzo '13).

Sebbene la normativa di riferimento per la qualità dell'aria stabilisca dei limiti solamente per il composto più critico degli ossidi di azoto, ovvero il biossido, sono stati elaborati i giorni medi dei periodi delle due campagne anche per il monossido di azoto (NO - figura 5) in quanto è il primo prodotto dell'ossidazione dell'azoto che si verifica nelle combustioni. Anche per questo parametro per tutti i siti è chiara la riduzione tra i valori del primo e del secondo periodo a causa delle condizioni meteoroclimatiche. A differenza dell'NO₂, l'andamento del giorno medio dell'NO in entrambi i siti di Canale presenta il massimo nella mattinata, anziché nella sera.

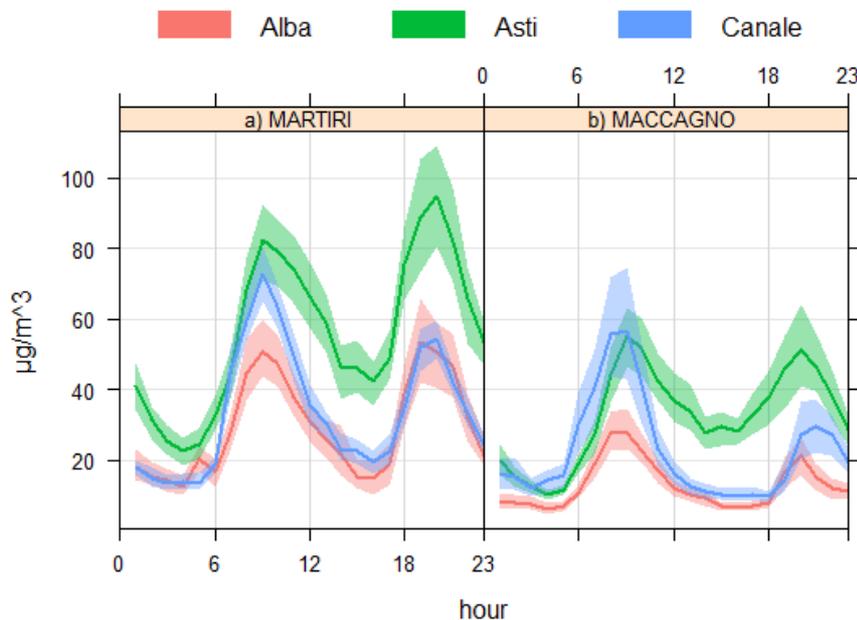


Figura 5) NO: giorni medi delle campagne di monitoraggio di Canale confrontati con quelli delle centraline fisse di Alba ed Asti Bussano (a: piazza Martiri, 10 gennaio ÷ 18 febbraio '13; b: corso Maccagno, 18 febbraio ÷ 18 marzo '13).

Nella figura seguente sono rappresentate le concentrazioni medie di biossido di azoto ottenute, sia dal laboratorio mobile sia dalle centraline fisse prese a confronto, nei periodi delle campagne del 2010 e 2011 svolte in piazza Martiri della Libertà insieme a quelle del monitoraggio del 2013.

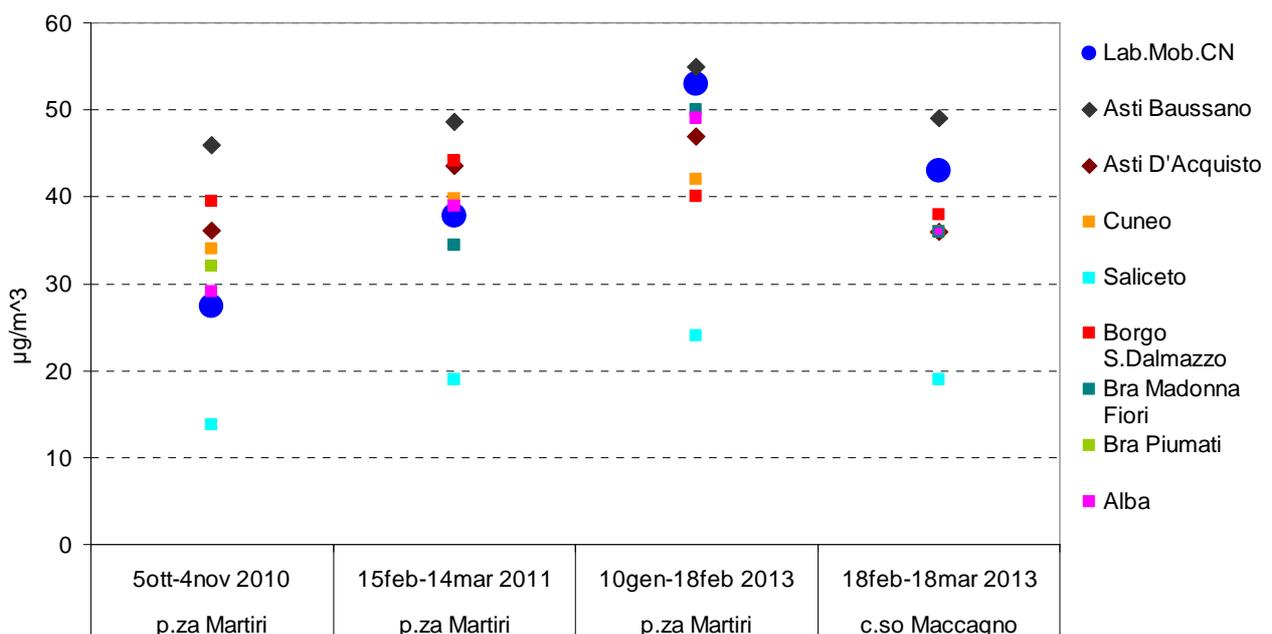


Figura 6) NO₂: concentrazioni medie (in blu) registrate con il laboratorio mobile a Canale nelle campagne svolte dal 2010 al 2013 in relazione alle concentrazioni medie rilevate presso le centraline della provincia di Cuneo e delle centraline di Asti negli stessi periodi.

I risultati delle diverse campagne non vanno confrontati direttamente poiché riferiti a periodi differenti, ma va valutata la situazione rispetto ai dati delle centraline fisse. In particolare, dal confronto con i valori delle centraline più prossime alla zona in analisi, si può osservare che i livelli di NO₂ di Canale anche nelle ultime campagne si sono mantenuti inferiori a quelli registrati nella stazione di traffico di Asti Baussano, ma hanno superato quelli delle stazioni di fondo urbano di Asti D'Acquisto ed Alba.

MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀

La normativa vigente per la qualità dell'aria prevede che la determinazione della concentrazione media giornaliera di PM₁₀ venga eseguita con metodo gravimetrico (condizionamento e pesatura dei filtri con bilancia di precisione prima e dopo il campionamento). Sul laboratorio mobile oltre ad un campionatore gravimetrico, è presente uno strumento che utilizza la metodica nefelometrica, che si basa sulla determinazione dell'intensità della luce diffusa dagli aerosol e consente di ottenere misure con cadenza oraria.

Nella campagna di monitoraggio di Canale, oltre alle determinazioni di PM₁₀ eseguite con le due metodiche dal laboratorio mobile, è stato utilizzato uno strumento portatile gravimetrico che consente di campionare giornalmente su filtri la frazione PM₁₀. Installato dal 10 gennaio al 18 febbraio in corso Maccagno (sito 2 indicato a pagina 4) è stato poi invertito di posizione con il laboratorio mobile. In tal modo è stato possibile avere dati di PM₁₀ contemporaneamente acquisiti in entrambi i siti per tutto il periodo dell'indagine.

Nel grafico di figura 7 sono rappresentate le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate nei due siti del comune di Canale, confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa della provincia di Cuneo in cui il particolato viene misurato, dalle due di Asti e da quella di Carmagnola che, insieme a quelle di Alba e Bra, delimitano l'area in esame e ne sono le più prossime.

Da questo grafico si può osservare come, sia l'andamento sia i valori delle concentrazioni registrate nelle due postazioni di Canale, siano in buon accordo tra loro e con i dati misurati nello stesso periodo dalle centraline della rete fissa.

Ciò è legato al lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) di questo inquinante che ne consente il trasporto su grandi distanze e lo rende ubiquitario su vasta scala. Questa caratteristica fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. Concentrazioni maggiori sono riscontrate, proprio per questo, nei periodi freddi dell'anno; in particolare, i periodi invernali con situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, favoriscono l'accumulo delle polveri atmosferiche e sono perciò caratterizzati da concentrazioni elevate, mentre nei periodi estivi la consistente altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera consente la diluizione degli inquinanti in volumi molto più ampi e pertanto determina valori di concentrazione più bassi.

Sempre dalla figura 7 si può osservare come, su tutto il territorio coperto dalle centraline considerate, e anche nel comune di Canale, si siano verificati diversi periodi di accumulo delle polveri sottili che hanno portato al superamento del limite giornaliero di 50 µg/m³.

Nel grafico sono riportati anche i millimetri di precipitazione cumulata registrati dalla stazione meteorologica più prossima a Canale, sita nel comune di Castellinaldo. Si osserva come generalmente le precipitazioni atmosferiche determinino la riduzione delle concentrazioni delle polveri sottili: una particolare efficacia nell'abbattimento si riscontra nei casi con quantitativi di precipitazione di almeno 5 mm.

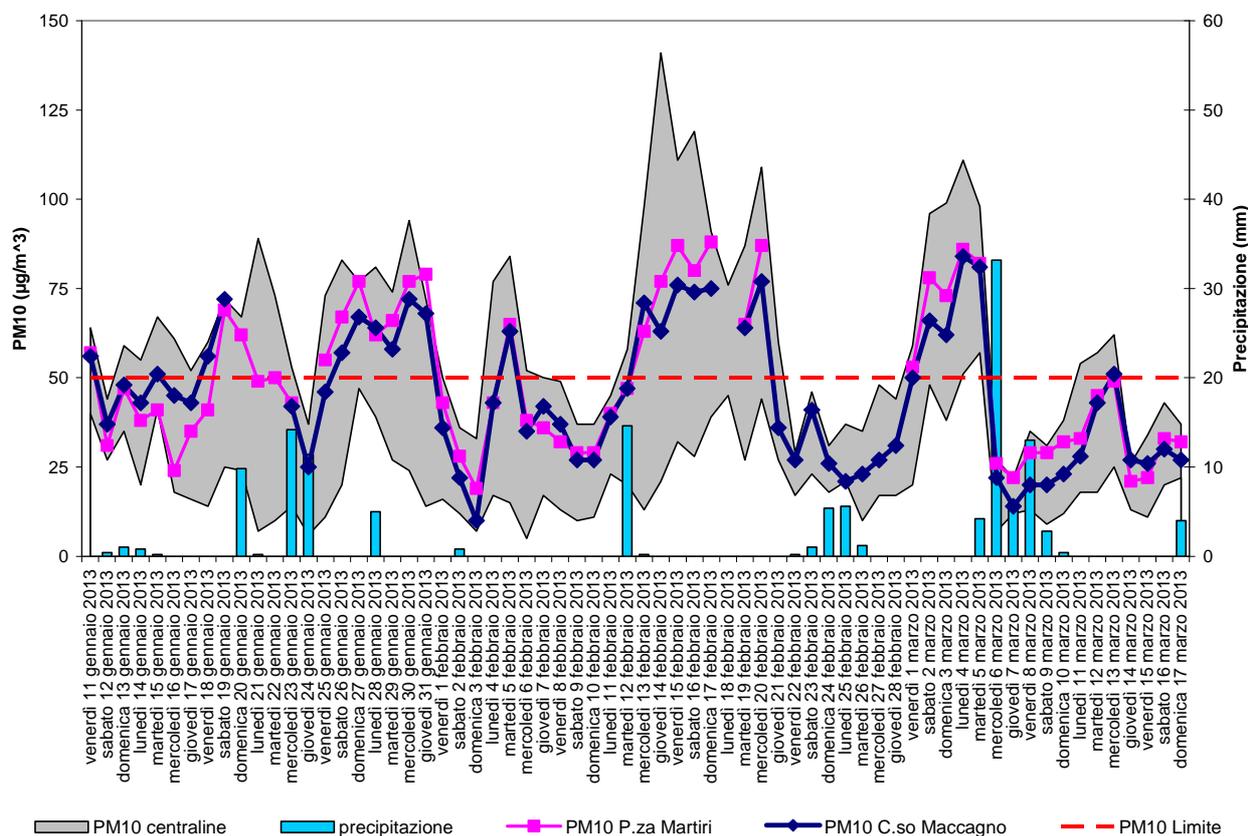


Figura 7) PM_{10} : concentrazioni medie giornaliere rilevate nella campagna di Canale dai campionatori posti in piazza Martiri e in corso Maccagno, insieme all'intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo, di Carmagnola ed Asti; precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Castellinaldo.

La figura 8 confronta i valori medi di PM_{10} ed il numero di giorni in cui si è verificato il superamento del limite giornaliero di $50 \mu g/m^3$ nelle postazioni di Canale e presso le centraline fisse durante l'intero periodo di monitoraggio. Nell'eseguire il confronto occorre considerare che il numero di giorni con dati validi (indicato tra parentesi), a causa di problemi tecnici subiti dai campionatori, è differente nei diversi siti. Nel sito di piazza Martiri, ad esempio, un guasto ha impedito il campionamento dal 21 al 28 febbraio, periodo in cui le precipitazioni hanno determinato l'abbattimento delle polveri (si veda figura 8), pertanto l'assenza di 8 dati con concentrazione contenuta hanno sicuramente determinato, nel calcolo della concentrazione media del periodo, una sovrastima rispetto agli altri siti in cui tali dati sono stati misurati.

I valori degli indicatori ottenuti nel comune di Canale rientrano nell'intervallo dei valori misurati dalle centraline ed in particolare sono analoghi a quanto ottenuto presso le vicine stazioni di Alba, Bra ed Asti. Si ricorda che, tra le centraline della provincia di Cuneo, quelle di Cuneo e Borgo San Dalmazzo, grazie alla loro collocazione geografica, sono generalmente caratterizzate da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento del bacino padano.

Tra i due siti di Canale non si riscontrano differenze sostanziali nei valori ottenuti e gli episodi con concentrazioni maggiori riscontrati nel concentrico, visibili in figura 7, possono essere attribuiti al contributo del maggior traffico veicolare del centro cittadino.

Data la somiglianza con i valori registrati presso le centraline della rete prossime alla zona di indagine, ed il permanere della situazione di criticità per il PM_{10} su tutta la regione ed in particolare in tale zona prossima alla pianura padana, si può sicuramente desumere che anche per il territorio di Canale sussista il superamento del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere e la media annua sia prossima al valore limite.

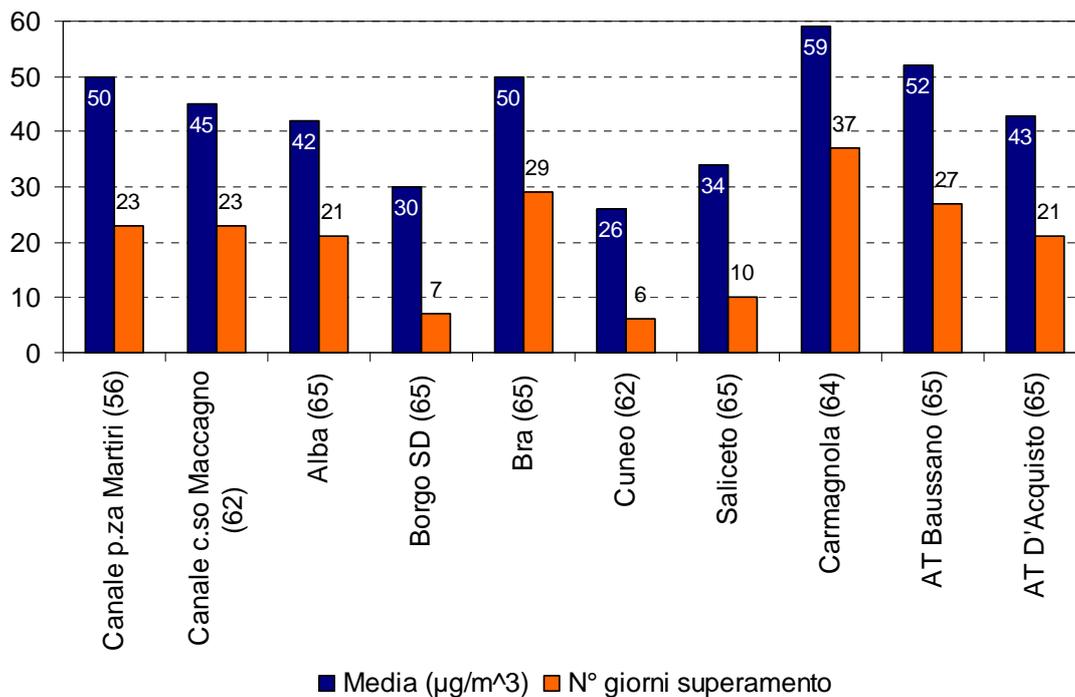


Figura 8) PM₁₀: confronto tra le concentrazioni medie ed i numeri di superamenti del limite giornaliero della campagna di Canale e delle centraline della provincia di Cuneo e delle limitrofe Carmagnola ed Asti (periodo 11 gennaio ÷ 17 marzo '13)

I dati di PM₁₀ acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile permettono di valutare l'andamento del giorno medio per questo inquinante. Come si può osservare dal grafico di figura 9, nelle ore del giorno medio di piazza Martiri, ottenuto dai dati del periodo dal 10 gennaio al 18 febbraio, l'andamento delle concentrazioni del PM₁₀ presenta una forte modulazione nel tempo con due massimi relativi centrati intorno alle ore 10 e alle ore 20, ore di punta dell'attività antropica. Nella zona industriale il giorno medio ha innanzitutto valori inferiori a quello di piazza Martiri, ma non per la diversa posizione quanto per il diverso periodo di monitoraggio (18 febbraio ÷ 18 marzo), caratterizzato da livelli di inquinamento inferiori rispetto ai primi mesi dell'inverno. Nell'andamento orario in questo caso non è possibile individuare contributi evidenti di sorgenti, ma piuttosto una riduzione delle concentrazioni nelle ore pomeridiane, ore in cui la diluizione degli inquinanti è favorita da una maggiore altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera.

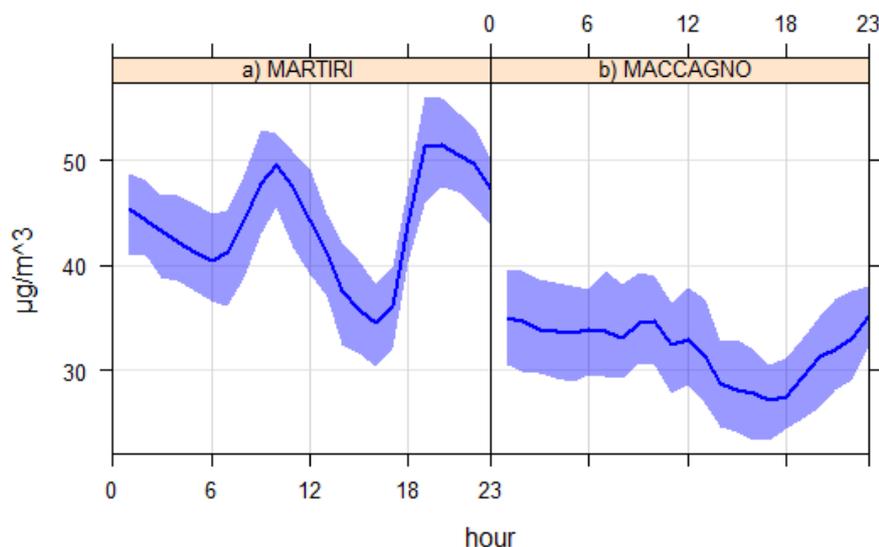


Figura 9) PM₁₀: giorni medi delle campagne di monitoraggio di Canale (a: piazza Martiri, 10 gennaio ÷ 18 febbraio '13; b: corso Maccagno, 18 febbraio ÷ 18 marzo '13).

La corrispondenza tra gli andamenti orari delle concentrazioni di PM₁₀ e di benzene nella campagna di monitoraggio di piazza Martiri della Libertà (figura 10 a sinistra, valori normalizzati) conferma come il principale contributo locale alle polveri sottili derivi dal traffico veicolare.

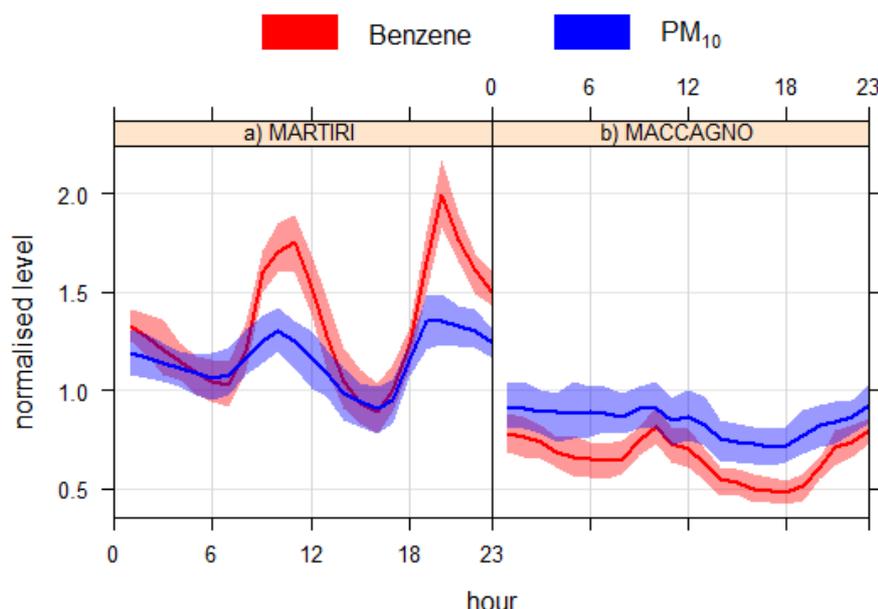


Figura 10) PM₁₀ e Benzene: giorni medi delle campagne di monitoraggio di Canale con valori normalizzati (a: piazza Martiri, 10 gennaio ÷ 18 febbraio '13; b: corso Maccagno, 18 febbraio ÷ 18 marzo '13).

I confronti tra le concentrazioni medie riscontrate nelle campagne dell'autunno 2010 e dell'inverno 2011 in piazza Martiri della Libertà, in relazione alle centraline della rete fissa, sono rappresentati nella figura seguente insieme alla situazione ottenuta nel periodo dell'ultimo monitoraggio nelle due postazioni di Canale. Si può osservare come la situazione di Canale segua sempre abbastanza bene quella registrata dalle centraline di Alba e Bra.

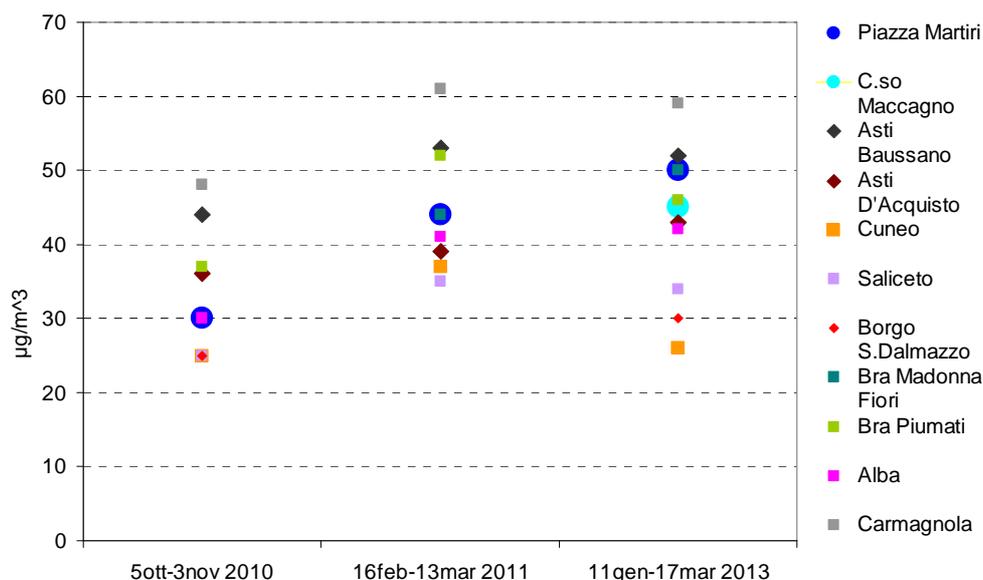


Figura 11) PM₁₀: concentrazioni medie registrate con il laboratorio mobile a Canale in piazza Martiri della Libertà (in blu) e in corso Maccagno (in azzurro - solo per il 2013) nelle campagne svolte dal 2010 al 2013 in relazione alle concentrazioni medie rilevate presso le centraline della provincia di Cuneo e delle centraline di Asti e Carmagnola negli stessi periodi.

BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE

Il benzene ed il monossido di carbonio sono due inquinanti la cui emissione è legata principalmente al traffico veicolare, ma i cui quantitativi si sono notevolmente ridotti negli anni grazie ai miglioramenti tecnologici nei sistemi di combustione e le modifiche qualitative delle benzine. Sensibili miglioramenti sono stati riscontrati anche per il biossido di zolfo, che ha tra le sue sorgenti il traffico veicolare (6-7%), in particolare i motori diesel, e che era ritenuto fino agli anni '80 il principale inquinante atmosferico; con il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili dovuto al minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffineria, ed il sempre più diffuso uso del gas metano, è diminuita sensibilmente la presenza di SO₂ nell'aria.

Per il **biossido di zolfo** il Decreto Legislativo 155/2010 prevede due classi di limiti per la protezione della salute umana: uno, relativo alla media oraria, pari a 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile e l'altro, per la media giornaliera, di 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile.

I valori misurati con il laboratorio mobile a Canale, analogamente a quanto rilevato nel medesimo periodo presso le altre centraline della qualità dell'aria della provincia dove l'SO₂ viene monitorato, sono stati per lo più inferiori a 10 µg/m³, pertanto oltre ad essere di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, sono confrontabili con i limiti di rilevabilità strumentali.

Per il **monossido di carbonio** la normativa stabilisce un valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m³ come media massima giornaliera calcolata su 8 ore.

In provincia di Cuneo i valori di CO registrati dalla rete delle centraline fisse, molto al di sotto del limite sin dall'inizio delle misure, sono andati diminuendo e le concentrazioni medie su 8 ore si sono assestate negli ultimi tre anni a valori inferiori a 2 mg/m³.

In entrambe le campagne di Canale i valori sono assolutamente contenuti (prossimi a 1 mg/m³) e analoghi a quanto rilevato negli stessi periodi sia dalla centralina di Alba che dalle altre centraline della rete. Anche per questo inquinante i livelli sono confrontabili ormai con i limiti di rilevabilità degli strumenti di analisi.

Relativamente al **benzene** il Decreto Legislativo 155/2010 riprende il valore limite per la protezione della salute umana, su base annuale, di 5 µg/m³ già specificato dalla legislazione precedente. Tale limite è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le stazioni di traffico. A differenza delle centraline fisse, siccome il monitoraggio eseguito con il laboratorio mobile riguarda un intervallo di tempo limitato dell'anno, non è possibile trarre conclusioni dirette sul rispetto del limite annuale. Si può tuttavia osservare (figura 12) che nel sito di piazza Martiri il valore medio e la massima concentrazione oraria sono intermedi tra quelli ottenuti presso la stazione di fondo urbano di Alba e quelli della stazione di traffico urbano di Asti Baussano; nel sito di corso Maccagno invece i valori sono del tutto simili a quelli ottenuti presso la stazione di Alba. Si può pertanto desumere che anche nei due siti di Canale non sussistano rischi di superamento dei limiti per tale inquinante. Dal confronto dei due grafici della figura si può inoltre osservare come, durante la seconda campagna, anche per il benzene i livelli delle concentrazioni siano ovunque diminuiti grazie alle migliori condizioni dispersive del periodo.

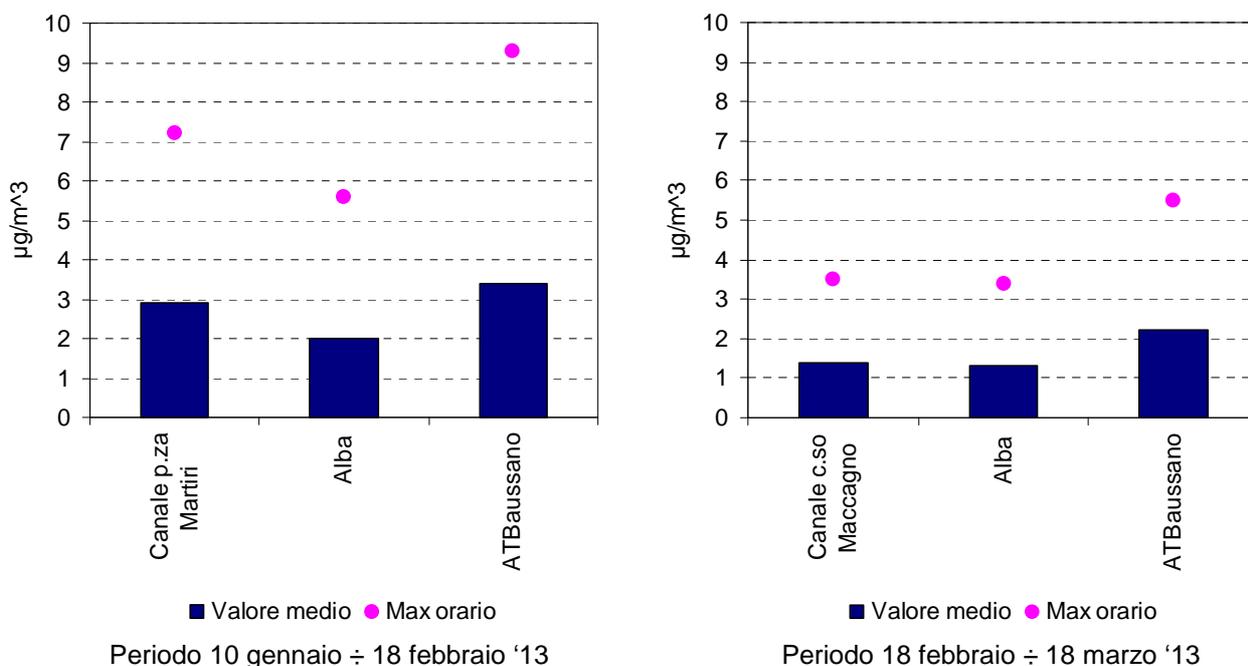


Figura 12) Benzene: concentrazioni medie (in blu) e valore massimo orario (in viola) delle due campagne di monitoraggio di Canale confrontati con quelli delle centraline.

Tale riduzione è ben visibile anche dal confronto dei giorni medi dei due periodi rappresentati in figura 13. Dall'andamento orario del giorno medio relativo al sito di piazza Martiri e dalla sua somiglianza con quello della centralina di traffico di Asti Baussano, si deduce come i valori maggiori qui ottenuti siano attribuibili ad un traffico più intenso che determina massimi di concentrazione intorno alle ore 10 e alle ore 20.

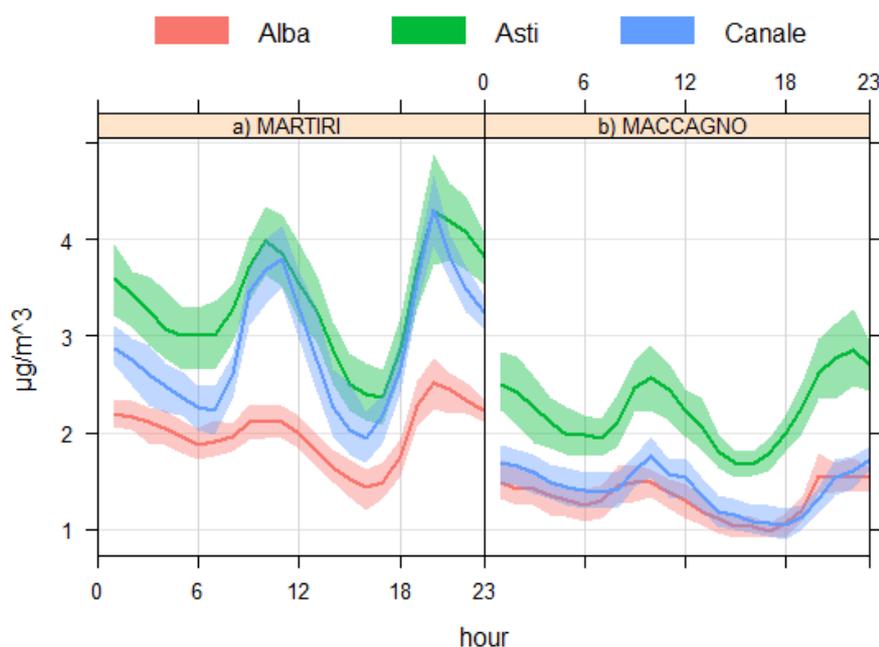


Figura 13) Benzene: giorni medi della campagna di monitoraggio di Canale confrontati con quelli delle centraline di Alba ed Asti Baussano (a: piazza Martiri, 10 gennaio ÷ 18 febbraio '13; b: corso Maccagno, 18 febbraio ÷ 18 marzo '13).

Gli andamenti simili di benzene e monossido di carbonio nei grafici della figura seguente confermano la sorgente comune di questi due inquinanti e la sua maggiore influenza nel sito di piazza Martiri.

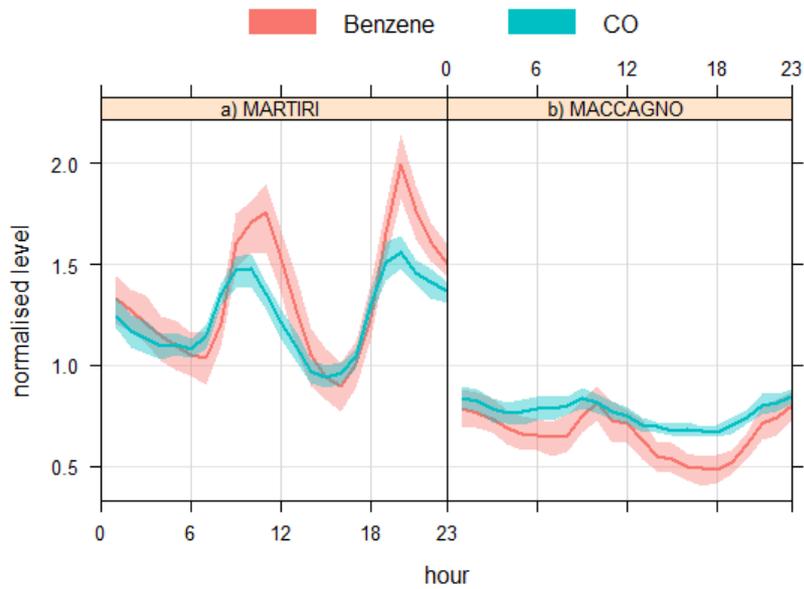


Figura 14) Benzene e CO: giorni medi delle campagne di monitoraggio di Canale (a: piazza Martiri, 10 gennaio ÷ 18 febbraio '13; b: corso Maccagno, 18 febbraio ÷ 18 marzo '13).

OZONO – O₃

L'ozono presente nella parte bassa dell'atmosfera è un inquinante secondario, ovvero la sua formazione è legata alla presenza di altri inquinanti (precursori), quali ossidi di azoto e composti organici volatili, che reagiscono catalizzati da fattori meteorologici, in particolare dalla radiazione solare e dalla temperatura dell'aria. Conseguentemente questa molecola ha un andamento caratteristico nell'arco della giornata: concentrazioni più basse nelle ore notturne e nelle prime ore del mattino, che aumentano con l'innalzarsi della temperatura e della radiazione solare dalla tarda mattinata al pomeriggio. Analogamente l'ozono presenta un andamento stagionale in cui la concentrazione inizia a crescere in primavera per raggiungere valori massimi nei mesi estivi.

Il comportamento giornaliero si può appurare in ciascuno dei due grafici della figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile nei due siti di Canale, ottenuti mediando i dati rilevati alla stessa ora di ogni giorno. I grafici riportano il confronto con i dati ottenuti negli stessi periodi nelle centraline fisse più vicine dove tale inquinante viene misurato, ovvero quelle di Alba e Asti D'Acquisto. Le maggiori concentrazioni del grafico di destra sono dovute alla crescita stagionale dell'ozono che si verifica con l'aumento di temperatura e radiazione solare.

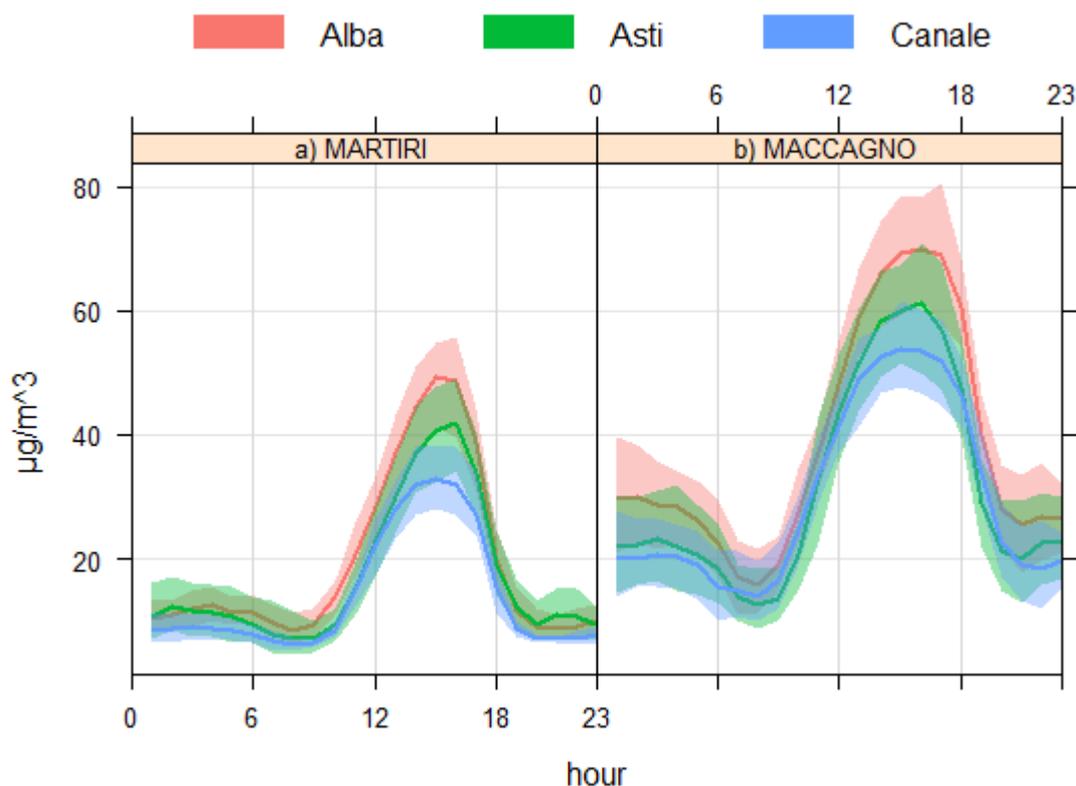


Figura 15) O₃: giorni medi delle campagne di Canale confrontati con quelli delle centraline di Alba ed Asti D'Acquisto (a: piazza Martiri, 10 gennaio ÷ 18 febbraio '13; b: corso Maccagno, 18 febbraio ÷ 18 marzo '13).

Nel grafico di figura 16 sono riportate le concentrazioni medie giornaliere misurate nei siti di monitoraggio di Canale, Alba e Asti D'Acquisto. Il buon accordo tra gli andamenti consente di affermare che i valori delle centraline della rete sono rappresentativi anche del territorio oggetto dell'indagine ambientale. Ciò si può attribuire alla peculiarità dell'inquinamento da ozono, considerato un fenomeno di mesoscala o addirittura transfrontaliero; le principali variazioni delle sue concentrazioni interessano pertanto non la scala locale ma distanze di centinaia e migliaia di chilometri.

Nello stesso grafico si possono confrontare gli andamenti delle concentrazioni di ozono con quello della radiazione solare media giornaliera misurata dal laboratorio mobile: sebbene la radiazione non sia l'unica variabile da cui dipende l'ozono, emerge abbastanza chiaramente una corrispondenza tra gli andamenti della radiazione e della concentrazione di ozono, e la sua crescita stagionale.

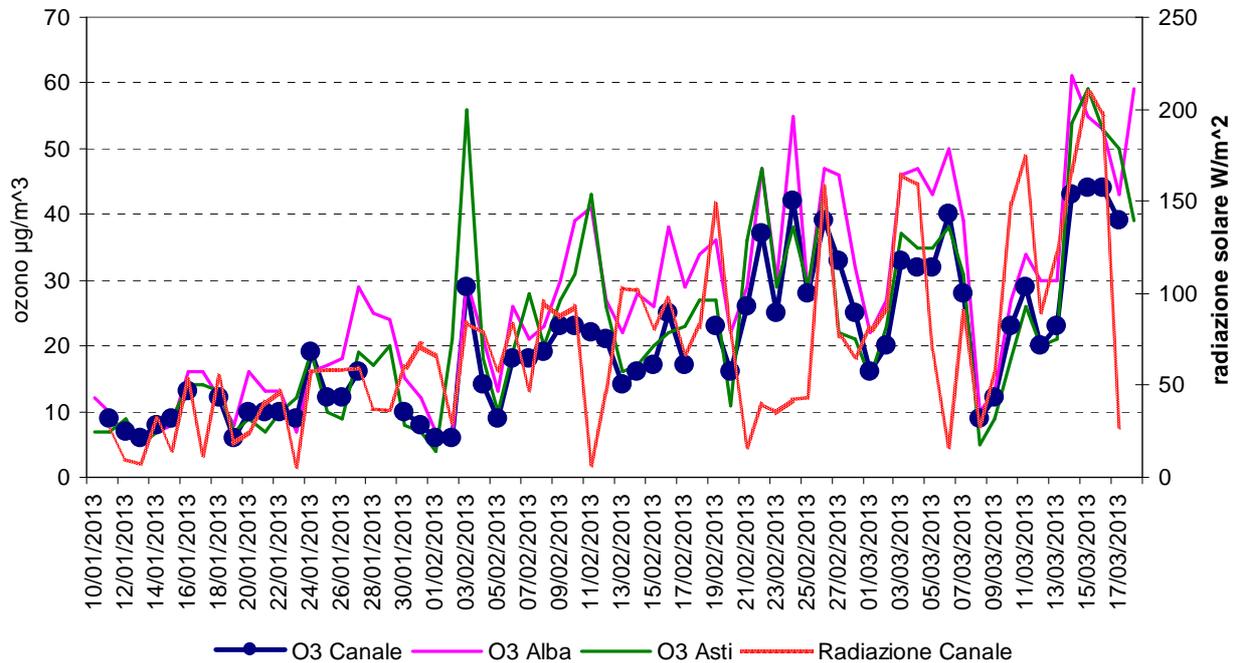


Figura 16) O₃: concentrazioni medie giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Canale (dal 10 gennaio al 18 febbraio in piazza Martiri, dal 18 febbraio al 18 marzo 2013 in corso Maccagno) e dalle centraline di Alba e Asti D'Acquisto. Radiazione solare media giornaliera misurata dal laboratorio mobile a Canale.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 prevede per le concentrazioni medie orarie di ozono soglie di informazione e di allarme pari a 180 µg/m³ e 240 µg/m³ rispettivamente. Stabilisce inoltre un valore obiettivo per la protezione della salute umana, che fa riferimento ad una media massima giornaliera su 8 ore, e che è pari a 120 µg/m³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni, e che attualmente viene disatteso in tutte le centraline sia della nostra provincia che in quella di Asti. Coerentemente con il periodo invernale in cui è stata svolta la campagna di monitoraggio, non sono stati registrati superamenti o situazioni critiche per l'ozono né a Canale né presso le centraline della rete fissa.

DATI METEO

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio in piazza Martiri della Libertà è stata di $-8.6\text{ }^{\circ}\text{C}$, la massima di $16.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e la media di $1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Durante il monitoraggio in corso Maccagno la temperatura minima è stata di $-5.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, la massima di $15.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ e la media di $4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Nel grafico della figura 17 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo di monitoraggio.

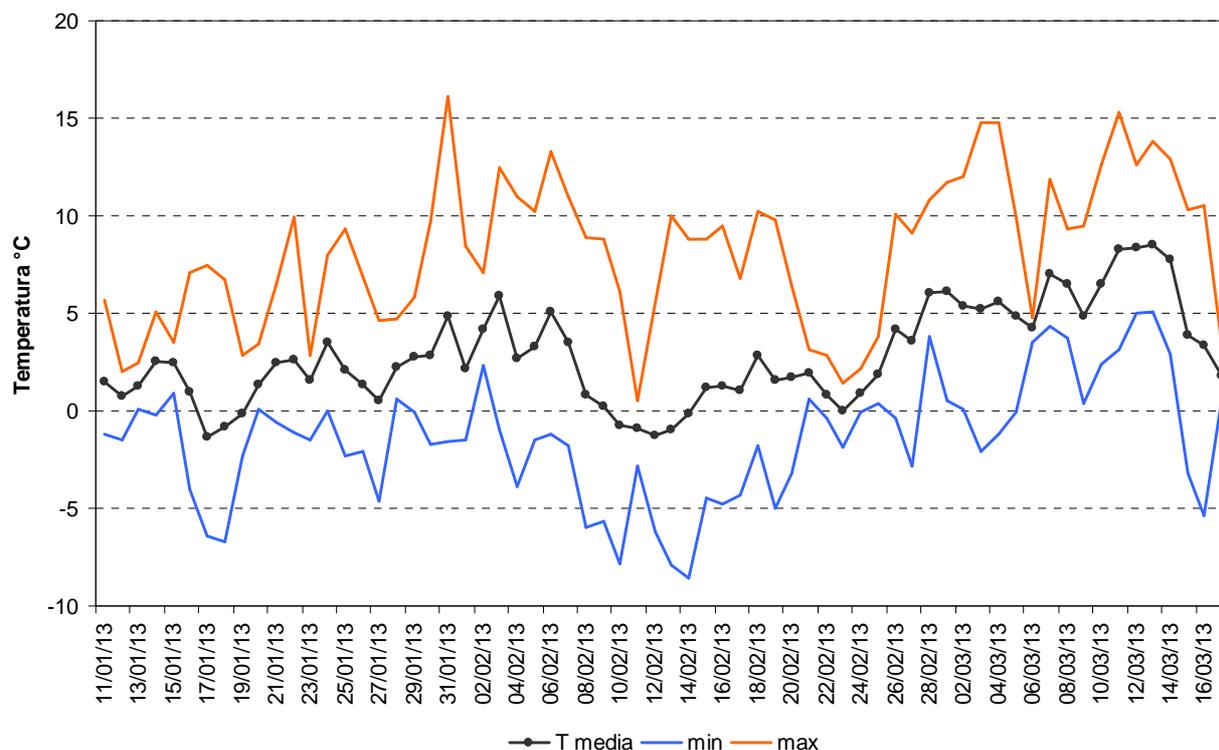


Figura 17) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile (dal 10 gennaio al 18 febbraio in piazza Martiri della Libertà, dal 18 febbraio al 18 marzo 2013 in corso Maccagno)

Nella figura 18 sono riportati, per ciascun giorno, i valori della radiazione solare globale media e massima, ottenuti a partire dai dati misurati dal laboratorio mobile, insieme ai dati di precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Castellinaldo. Diversi sono stati gli eventi con precipitazioni, l'apporto maggiore si è verificato nei giorni intorno al 6 e 8 marzo, mentre i giorni del 20 e 23 gennaio sono stati caratterizzati da precipitazioni di carattere nevoso su tutto il basso Piemonte.

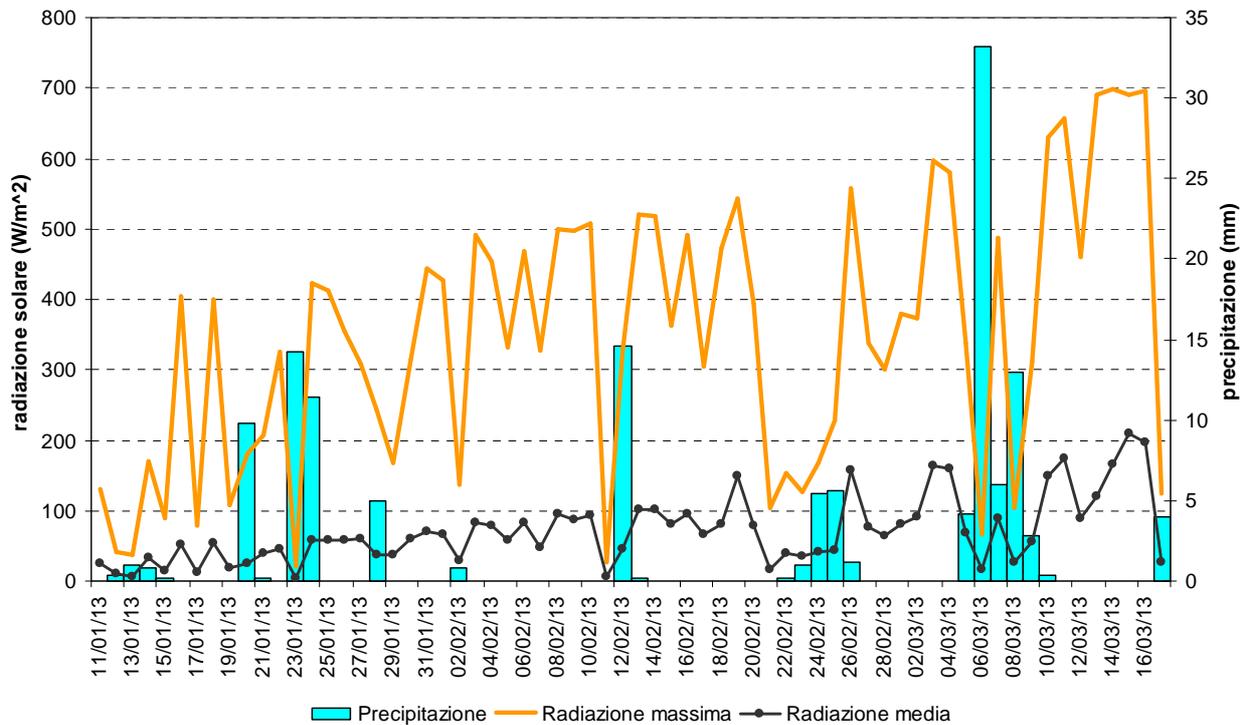


Figura 18) Radiazione solare globale: medie e massime giornaliere (dal 10 gennaio al 18 febbraio in piazza Martiri della Libertà, dal 18 febbraio al 18 marzo 2013 in corso Maccagno). Precipitazione cumulata giornaliera registrata a Castellinaldo.

La figura 19 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nelle due postazioni di monitoraggio. Nell'abitato di Canale, condizionato dalla presenza e dalla vicinanza al punto di misura degli edifici, è praticamente sempre stata presente calma di vento, ovvero vento con intensità inferiore a 0.5 m/s. Nel sito di corso Maccagno le calme di vento hanno invece avuto un'occorrenza del 17% e la classe di velocità riscontrata con maggior frequenza è stata quella compresa tra 1 e 2 m/s.

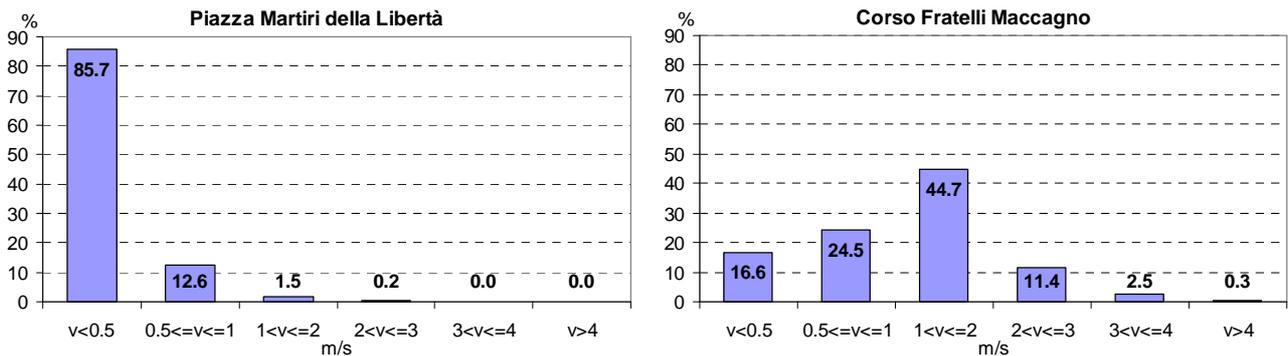


Figura 19) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento nei due siti di Canale (dal 10 gennaio al 18 febbraio in piazza Martiri della Libertà, dal 18 febbraio al 18 marzo 2013 in corso Maccagno).

Nella figura seguente è rappresentata la rosa dei venti ottenuta dai dati registrati dal laboratorio mobile in corso Maccagno. Per quanto riguarda i dati di piazza Martiri, data la predominanza delle calme, non ha significato parlare di direzione di provenienza del vento. I dati registrati nel sito industriale evidenziano direzioni prevalenti di provenienza del vento allineate sull'asse WSW-ENE, ovvero sull'asse vallivo del Borbore, in particolare nelle ore notturne il vento proviene prevalentemente da WSW e SW.

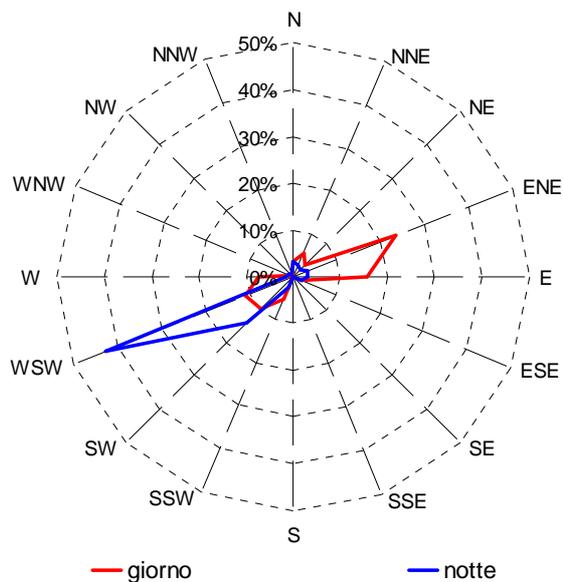


Figura 20) Direzioni di provenienza del vento in corso Maccagno (periodo dal 18 febbraio al 18 marzo 2013).

CONCLUSIONI

I risultati del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel comune di Canale evidenziano, per il sito di piazza Martiri della Libertà, la situazione tipica di una zona da traffico urbana. Gli andamenti orari dei principali inquinanti emessi dai veicoli, quali ossidi di azoto, polveri e benzene, mostrano due massimi di concentrazione nelle ore di punta del traffico: uno al mattino intorno alle ore 9-10 ed uno alla sera intorno alle ore 19-20. Come era prevedibile l'influenza del traffico è risultata meno evidente nel sito industriale di corso Maccagno.

Analogamente a tutto il territorio regionale, in nessuno dei due siti di monitoraggio, sono evidenziate criticità per il benzene, il monossido di carbonio e il biossido di zolfo; e, coerentemente con il periodo invernale in cui è stata svolta la campagna di monitoraggio, non sono state riscontrate situazioni critiche per l'ozono.

Per quanto riguarda il biossido di azoto in entrambi i siti sono stati registrati livelli medi superiori a quelli riscontrati, durante il periodo della campagna, dalle centraline fisse della provincia di Cuneo, ma inferiori a quanto rilevato presso la stazione di traffico urbano di Asti Baussano, presa in considerazione per la prossimità geografica alla zona di analisi. Tale situazione non era stata riscontrata nelle precedenti misure dell'autunno 2010 ed inverno 2011, quando le concentrazioni medie di Canale erano risultate inferiori a quelle delle stazioni di fondo urbano di Asti D'Acquisto ed Alba.

In particolare, nel monitoraggio del 2013 a Canale, non sono emersi massimi orari particolarmente elevati (si veda la figura 1), quanto valori minimi, o di fondo, non trascurabili, che determinano l'innalzamento delle medie giornaliere.

Relativamente alle polveri sottili, la cosiddetta frazione PM_{10} , i valori degli indicatori ottenuti in entrambi i siti del comune di Canale rientrano nell'intervallo dei valori misurati dalle centraline della rete fissa ed in particolare sono analoghi a quanto ottenuto presso le vicine stazioni di Alba, Bra ed Asti.

Tra le due postazioni di Canale non sono state riscontrate differenze sostanziali nei valori ottenuti e gli episodi con concentrazioni maggiori riscontrati nel concentrico possono essere attribuiti al contributo del maggior traffico veicolare del centro cittadino.

L'accordo con i dati delle centraline della rete prossime alla zona di indagine, ed il permanere della situazione di criticità per il PM_{10} su tutta la regione ed in particolare in tale zona prossima alla pianura padana, indicano che anche per il territorio di Canale la situazione rimanga critica per l'inquinamento da polveri sottili; si ritiene pertanto che sussista il superamento del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere e la media annua sia prossima al valore limite.

ALLEGATO I

Sintesi dei risultati della campagna

Canale, piazza Martiri della Libertà 11/01/2013 ÷ 17/02/2013	
	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	9
Media dei valori orari	7
Massima media oraria	28
Percentuale ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
	CO (mg/m³)
Minima media giornaliera	1.0
Massima media giornaliera	1.5
Media dei valori orari	1.2
Massima media oraria	2.3
Percentuale ore valide	99%
Minimo medie 8 ore	0.7
Media delle medie 8 ore	1.2
Massimo medie 8 ore	1.8
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	1.7
Massima media giornaliera	4.3
Media dei valori orari	2.9
Massima media oraria	7.2
Percentuale ore valide	80%
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	37
Massima media giornaliera	68
Media dei valori orari	53
Massima media oraria	116
Percentuale ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0

	O₃ (µg/m³)
Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	29
Media dei valori orari	14
Massima media oraria	77
Percentuale ore valide	96%
Minimo medie 8 ore	3
Media delle medie 8 ore	14
Massimo medie 8 ore	55
Percentuale medie 8 ore valide	95%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Canale, piazza Martiri della Libertà 11/01/2013 ÷ 17/03/2013

	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	19
Massima media giornaliera	88
Media delle medie giornaliere:	50
Numero giorni validi	56
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	23

Canale, corso Fratelli Maccagno 19/02/2013 ÷ 17/03/2013

	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	7
Media dei valori orari	6
Massima media oraria	11
Percentuale ore valide	76%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
	CO (mg/m³)
Minima media giornaliera	0.6
Massima media giornaliera	0.9
Media dei valori orari	0.8
Massima media oraria	1.2
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	0.5
Media delle medie 8 ore	0.8
Massimo medie 8 ore	1.1
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	2.3
Media dei valori orari	1.4
Massima media oraria	3.5
Percentuale ore valide	100%
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	27
Massima media giornaliera	53
Media dei valori orari	43
Massima media oraria	91
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0

	O₃ (µg/m³)
Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	44
Media dei valori orari	29
Massima media oraria	88
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	4
Media delle medie 8 ore	29
Massimo medie 8 ore	76
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Canale, corso Fratelli Maccagno 11/01/2013 ÷ 17/03/2013

	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	10
Massima media giornaliera	84
Media delle medie giornaliere:	45
Numero giorni validi	62
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	23

ALLEGATO II

Gli inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi

Il Decreto Legislativo n° 155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”, definisce “inquinante: qualsiasi sostanza presente nell'aria ambiente” (cioè l'aria esterna presente nella troposfera), “che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso”.

Il quadro normativo sulla qualità dell'aria, a partire da evidenze scientifiche e con approccio conservativo, identifica gli inquinanti per i quali è necessario il monitoraggio al fine di perseguire gli obiettivi di tutela della salute umana e degli ecosistemi.

I parametri analizzati nelle campagne di monitoraggio con mezzo mobile sono i seguenti:

- materiale particolato - PM₁₀
- biossido di azoto (NO₂)
- ozono
- biossido di zolfo (SO₂)
- monossido di carbonio (CO)
- benzene

Le pagine seguenti presentano per ogni inquinante oggetto di monitoraggio, le principali informazioni, facendo riferimento ai seguenti punti:

Caratteristiche: elementi distintivi dell'inquinante

Tipologia: suddivisione in base all'origine in

- **primario** → emesso direttamente in atmosfera da specifiche fonti
- **secondario** → prodotto come risultato di reazioni chimico-fisiche degli inquinanti primari

Fonte:

- **naturale**, emesso in atmosfera ad opera di fenomeni naturali
- **antropica**, generato da attività umane (industriali, civili, ecc...)

Permanenza spazio-temporale: ovvero i tempi e l'estensione territoriale coinvolti nella “dispersione” dell'inquinante. Infatti a seguito della loro emissione in atmosfera i composti sono soggetti a processi di diffusione, trasporto e deposizione (secca e umida), e possono subire nel contempo processi di trasformazione chimico-fisica, che possono determinarne la rimozione o la generazione di inquinanti secondari; tutti questi processi condizionano la variabilità nello spazio e nel tempo degli inquinanti in atmosfera.

Effetti: descrizione dei principali bersagli sui quali può agire l'inquinante e gli effetti da esso prodotti. Gli inquinamenti atmosferici possono produrre effetti nocivi, che variano in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'inquinante, delle sue concentrazioni e dei tempi di permanenza in atmosfera.

Misura: indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

Situazione generale: condizione attuale e l'andamento negli anni dell'inquinante

Limiti normativi: i limiti indicati dalla normativa cogente, identificati in relazione ai livelli di riferimento così descritti:

Soglia di informazione: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.

Soglia di allarme: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

Valore limite: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato.

Valori obiettivo: livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.

Obiettivo a lungo termine: livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀

Caratteristiche <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i>	Il particolato atmosferico è formato da particelle, solide o aerosol, sospese in aria. Con il termine PM₁₀ si intende il particolato formato da particelle con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 µm (micrometri), mentre il termine PM_{2,5} comprende la frazione di particolato costituito da particelle aventi diametro inferiore a 2.5 µm.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Nell'aria viene generato da processi naturali quali eruzioni vulcaniche, incendi boschivi, azione del vento sulla polvere e sul terreno, aerosol marino , ecc, e dall'attività dell'uomo a cui se ne attribuisce l'apporto principale. Le emissioni industriali , particelle di polveri, ceneri, e combustioni incomplete, e il traffico veicolare (gas di scarico, usura di pneumatici, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade) rappresentano le fonti più significative.
Tipologia <i>primario</i> <i>secondario</i>	Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", imnesso direttamente in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO₂, NO_x, COVs, NH₃ .
Permanenza spazio temporale	Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) che ne consente il trasporto su grandi distanze . Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	Il rischio sanitario legato al particolato sospeso nell'aria dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle. Le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Infatti: <ul style="list-style-type: none"> - il PM₁₀, polvere inalabile, è in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (laringe e faringe), e le particelle con diametro compreso fra circa 5 e 2.5 µm giungono sino a livello dei bronchi principali. - Il PM_{2,5}, polvere respirabile, è in grado di penetrare profondamente nei polmoni giungendo sino ai bronchi secondari; le frazioni con diametro inferiore possono giungere sino a livello alveolare. Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di malattie dell'apparato respiratorio , quali asma, bronchiti ed enfisemi . Il PM può inoltre adsorbire sulla sua superficie e quindi veicolare nell'apparato respiratorio dei microinquinanti, quali metalli e IPA, ai quali possono essere associati effetti tossicologici rilevanti. <p>La deposizione del materiale particolato può causare effetti negativi sulla vegetazione costituendo, sulla superficie fogliare, una pellicola non dilavabile dalle piogge, che può inibire il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante; inoltre il danneggiamento per abrasione meccanica può rendere le foglie più esposte agli attacchi degli insetti.</p> I materiali subiscono danni diretti legati a fenomeni di imbrattamento e fenomeni di corrosione in relazione alla composizione chimica del particolato.
Misura <i>gravimetrica</i>	Il PM ₁₀ e il PM _{2,5} sono determinati mediante campionamento su filtro in condizioni ambiente e successiva determinazione gravimetrica delle polveri filtrate. La testa del campionatore ha una geometria standardizzata che permette il solo passaggio della frazione di polveri avente dimensioni aerodinamiche inferiori a 10µm o 2.5µm.
 Situazione generale <i>critica</i>	La situazione nell'ultimo decennio, per il particolato PM ₁₀ , è in miglioramento anche se continua a rappresentare una delle criticità più significative . Le condizioni meteo climatiche influenzano fortemente l'andamento.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
PM10	24 ore	50 µg/m ³	35 per anno civile	1 gennaio 2005
	anno civile	40 µg/m ³		1 gennaio 2005

BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂

Caratteristiche NO ₂	Gli ossidi di azoto (NO, NO ₂ , N ₂ O ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente; infatti ad elevate temperature l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria atmosferica reagiscono, con le seguenti reazioni principali : $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$. L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO ₂ è infatti un gas tossico, di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente, con grande potere irritante ed è un energico ossidante, molto reattivo. Gli ossidi di azoto sono da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, anche perché in presenza di forte irraggiamento solare, danno inizio ad una serie di reazioni secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti, quali l'ozono, acido nitrico, ecc, complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico" che sono importanti precursori del PM ₁₀ .
Fonte naturale antropica	In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall' attività batterica sui composti dell'azoto, dall' attività vulcanica e dai fulmini : ciò produce un apporto minimo ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione : ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il traffico veicolare ne rappresenta la fonte più significativa .
Tipologia primario secondario	Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al massimo il 5% degli ossidi di azoto emessi direttamente dalle combustioni in aria . La maggior parte dell' NO ₂ presente in atmosfera deriva invece dall'ossidazione del monossido di azoto , ed è quindi di natura secondaria.
Permanenza spazio temporale	Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO ₂ e quattro giorni per l'NO.
Effetti salute ambiente materiali	Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO ₂ sono dovuti alla sua azione irritante sugli occhi e sulle le mucose dell'apparato respiratorio . Gli effetti acuti sull'apparato respiratorio comprendono riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie , quali bronchite cronica e asma, e riduzione della funzionalità polmonare . Gli ossidi di azoto contribuiscono, per circa il 30%, al fenomeno delle "piogge acide", con conseguenti danni alla vegetazione e alterazioni degli equilibri degli ecosistemi coinvolti , e producono fenomeni corrosivi sui metalli e scolorimento e perdita di resistenza dei tessuti e delle fibre tessili. L'azione sulle superfici degli edifici e dei monumenti comporta un invecchiamento più rapido delle strutture .
Misure chemiluminescenza	Gli ossidi di azoto sono determinati con il metodo a chemiluminescenza , che si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono in grado di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Per misurare il biossido è necessario ridurlo a monossido tramite un convertitore al molibdeno. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo (µg/m ³).
Situazione generale stabile  	L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO ₂ che, nell'ultimo decennio, non ha avuto un calo tanto netto quanto il CO. Ciò è dovuto anche al fatto che i motori a benzina non sono l'unica fonte di NO ₂ , ma altrettanto importanti sono i veicoli diesel e gli impianti per la produzione d'energia. Nel settore industriale miglioramenti tecnologici hanno permesso di ridurre parzialmente gli apporti emissivi.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
Biossido di Azoto	1 ora	200 µg/m ³	18 per anno civile	1 gennaio 2010
	anno civile	40 µg/m ³	-	1 gennaio 2010

OZONO

Caratteristiche O_3	L'Ozono è un gas molto reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente caratteristico, la cui molecola è costituita da tre atomi di ossigeno.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	E' un gas presente nell'atmosfera la cui origine e concentrazione dipende dalla porzione di atmosfera a cui le osservazioni si riferiscono. Negli strati alti dell'atmosfera, la stratosfera, esso è presente naturalmente e svolge un'importante azione protettiva per la salute umana e per l'ambiente, assorbendo un'elevata percentuale delle radiazioni UV provenienti direttamente dal sole. A questo livello l'ozono si produce a partire dalla reazione dell'ossigeno con l'ossigeno nascente (O), prodotto dalla scissione della molecola di ossigeno ad opera delle radiazioni ultraviolette. Negli strati di atmosfera più prossimi alla superficie terrestre, la troposfera, l'ozono si può originare dalla presenza di precursori sia naturali (composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante), che antropici (ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane), in condizioni meteorologiche caratterizzate da forte irraggiamento, oppure da scariche elettriche in atmosfera.
Tipologia <i>secondario</i>	A livello troposferico l'ozono è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una sorgente, ma è prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche che avvengono in atmosfera tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili. L'insieme dei prodotti di queste reazioni costituiscono il cosiddetto inquinamento fotochimico o smog fotochimico.
Permanenza spazio temporale	L'inquinamento secondario trae generalmente origine da contesti fortemente antropizzati, dove può essere elevata l'emissione di precursori, durante episodi estivi caratterizzati da condizioni meteorologiche stagnanti, quando persistono forte insolazione ed elevate temperature. Gli inquinanti secondari prodotti in queste condizioni possono dar luogo a grandi concentrazioni e fenomeni di accumulo anche a notevole distanze dalle zone di immissione. Per tale motivo l'inquinamento da ozono rappresenta un fenomeno su scala regionale e/o transfrontaliero.
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	I principali effetti sulla salute si riscontrano a carico delle vie respiratorie dove, all'aumentare della concentrazione, possono essere indotti effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare. Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante. I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono alterazione chimiche che ne compromettono le caratteristiche e la resistenza.
Misura <i>assorbimento</i> <i>caratteristico</i>	La misura dell'ozono sfrutta il metodo basato sull'assorbimento caratteristico che questa molecola presenta verso le radiazioni ultraviolette (UV) ad una lunghezza d'onda di 254 nm (nanometri). La variazione dell'intensità luminosa è direttamente correlata alla concentrazione di O_3 ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di O_3 è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
Situazione generale  stabile 	Nonostante l'attuale stabilità del trend delle concentrazioni in atmosfera dei precursori, tra i quali gli ossidi di azoto, l'influenza determinante delle condizioni meteorologiche, fa sì che l'andamento delle concentrazioni di O_3 possa variare considerevolmente e sia difficilmente controllabile.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	valore	N° superamenti ammessi
Soglia informazione Protezione della salute umana	Media oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Soglia di allarme Protezione della salute umana	Media oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	non più di 3 ore consecutive
Valore obiettivo Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (*)	25 volte per anno civile come media su 3 anni
Valore obiettivo Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ come media sui 5 anni (*)	
Obiettivo a lungo termine Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Obiettivo a lungo termine Protezione della vegetazione		AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	

(*) il raggiungimento dell'obiettivo sarà valutato nel 2013 (riferimento triennio 2010-2012) per il valore obiettivo di protezione della salute umana e nel 2015 (riferimento quinquennio 2010-2015, per la protezione della vegetazione)

(**) Per AOT40 (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (=40 parti per miliardo) e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET)

BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂

Caratteristiche SO ₂	Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas incolore, di odore pungente, prodotto dell'ossidazione dello zolfo.			
Fonte : <i>naturale</i> <i>antropica</i>	La fonte principale degli ossidi di zolfo (SO ₂ e SO ₃) presenti in atmosfera è di origine <i>naturale</i> . Infatti una percentuale variabile dal 62% all'89% delle emissioni prodotte in Italia ¹ è attribuita all' <i>attività vulcanica</i> . Le principali emissioni <i>antropiche</i> di SO ₂ derivano invece dai processi di combustione che utilizzano combustibili fossili (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità. In città una fonte significativa è rappresentata dal riscaldamento domestico , mentre solo una percentuale molto bassa di SO ₂ proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.			
Tipologia <i>primario</i>	L'ossido di zolfo è un inquinante primario.			
Permanenza spazio temporale	Il tempo medio di permanenza in atmosfera del biossido di zolfo varia da alcuni giorni a settimane e l'estensione dei fenomeni interessa la scala locale e regionale.			
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	Il biossido di zolfo è un forte irritante delle vie respiratorie . Un'esposizione prolungata a concentrazioni basse può causare patologie all'apparato respiratorio (asma, tracheiti, bronchiti) mentre esposizioni di breve durata a concentrazioni elevate possono provocare aumento della frequenza respiratoria e del ritmo cardiaco oltre a irritazione agli occhi, gola e naso. Gli ossidi di zolfo sono i principali responsabili dell'acidificazione delle precipitazioni meteorologiche (piogge acide) che comporta la compromissione degli equilibri degli ecosistemi coinvolti. Sulle piante l'aumento delle concentrazioni di SO ₂ provoca danni via via crescenti agli apparati fogliari sino alla necrosi tessutale . L'azione sui materiali interessa maggiormente i metalli , nei quali viene accelerato il fenomeno di corrosione , ed i materiali da costruzione (in particolare di natura calcarea) sui quali l'azione acida, comportando una trasformazione dei carbonati in solfati solubili, diminuisce la resistenza meccanica dei materiali , da cui i conseguenti danneggiamenti dei monumenti e delle facciate degli edifici.			
Misura <i>fluorescenza</i>	Il biossido di zolfo è misurato con un metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale sono inviate radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di SO ₂ presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rivelatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO ₂ presente nell'aria. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di zolfo è il microgrammo al metro cubo (µg/m ³).			
Situazione <i>buona</i>  	Il biossido di zolfo ha rappresentato per molti anni uno dei principali inquinanti dell'aria. Oggi il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffinazione) ed il sempre più diffuso uso del gas metano hanno diminuito nettamente la sua presenza.			

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
Ossido di Zolfo	1 ora	350 µg/m ³	24 per anno civile	1 gennaio 2005
	1 giorno	125 µg/m ³	3 per anno civile	1 gennaio 2005

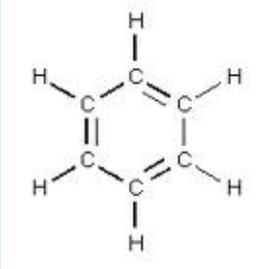
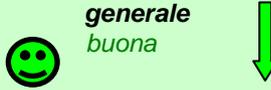
¹ ISPRA -inventario emissioni in atmosfera-CONAIR IPPC- dati 1980-2008

MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

Caratteristiche CO	Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore e insapore, infiammabile, e molto tossico. Viene generato durante la combustione di materiali organici, come intermedio di reazione, quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Le principali fonti naturali sono agli incendi boschivi , le eruzioni dei vulcani , le emissioni da oceani e paludi . La fonte antropica più significativa è rappresentata dal traffico veicolare , in particolare dalle emissioni prodotte dagli autoveicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo, fasi di decelerazione, ecc...): per questi motivi viene identificato come tracciante di inquinamento veicolare. Altre fonti sono gli impianti di riscaldamento domestico , le centrali termoelettriche , gli inceneritori di rifiuti , per i quali il contributo emissivo risulta minore in quanto la combustione avviene in condizioni più controllate.
Tipologia <i>primario</i>	Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.
Permanenza spazio temporale	Nonostante il tempo di permanenza in atmosfera sia elevato (anni), meccanismi di rimozione naturali (assorbimento da parte di terreno, delle piante, ossidazione in atmosfera) limitano prevalentemente a scala locale, urbana, l'azione inquinante del monossido di carbonio.
Effetti <i>salute</i>	Sull'uomo il monossido di carbonio ha effetti particolarmente pericolosi in quanto forma con l'emoglobina del sangue la carbossiemoglobina, un composto fisiologicamente inattivo, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti, ed è in grado di produrre, ad elevate concentrazioni, esiti letali . A basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza . Essendo inodore e incolore, è un inquinante insidioso soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni elevate. Sull'ambiente ha effetti trascurabili.
Misure <i>Assorbimento IR</i>	Il CO è analizzato mediante assorbimento di Radiazioni Infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR e la variazione dell'intensità delle IR è proporzionale alla concentrazione di CO. L'unità di misura utilizzata per esprimere la concentrazione di Monossido di Carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m ³).
 Situazione generale <i>buona</i> 	Il CO ha avuto, negli ultimi trent'anni, un nettissimo calo delle concentrazioni rilevate in atmosfera dovuto allo sviluppo tecnologico nel settore automobilistico che ha portato ad un aumento dell'efficienza nei motori e l'introduzione delle marmitte catalitiche. Ciò ha fatto sì che nonostante il numero crescente degli autoveicoli in circolazione, e quindi un aumento delle emissioni, la concentrazione si riducesse in modo significativo. Ulteriori miglioramenti si otterranno quando le auto a benzina non catalizzate saranno completamente sostituite con veicoli dotati di marmitta catalitica.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
Monossido di carbonio	Media massima giornaliera calcolata sulle 8 ore	10 mg/m ³	-	1 gennaio 2005

BENZENE

<p>Caratteristiche C_6H_6</p> 	<p>Il benzene è un idrocarburo aromatico, che si presenta a temperatura ambiente come un liquido incolore, dal tipico odore aromatico, in grado di evaporare velocemente. Si ottiene prevalentemente come prodotto della distillazione del petrolio. Viene impiegato come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta impiegati per produrre plastiche, resine, detersivi, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. E' utilizzato per conferire proprietà antidetonanti nelle benzine "verdi".</p>
<p>Fonte naturale antropica</p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli incendi boschivi e durante le eruzioni vulcaniche, ma le concentrazioni in atmosfera prodotte da queste fonti sono quantitativamente irrilevanti. La fonte principale è di natura antropica. 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. Una fonte importante, in ambienti indoor, è rappresentato dal fumo di tabacco.</p>
<p>Tipologia primario</p>	<p>E' un inquinante primario.</p>
<p>Permanenza spazio temporale</p>	<p>Il benzene rilasciato in atmosfera si trova prevalentemente in fase vapore, non è soggetto direttamente a fotolisi, ma reagisce con gli idrossi-radicali prodotti fotochimicamente. Il tempo teorico di dimezzamento della concentrazione è di circa 13 giorni, ma in atmosfera inquinata, in presenza di ossidi di azoto o zolfo, l'emivita si riduce a 4 – 6 ore.</p>
<p>Effetti salute</p>	<p>Il benzene è tossico, molto irritante per pelle, occhi e mucose ed è inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra le sostanze con sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo. La principale via di esposizione per l'uomo è l'inalazione, a causa della notevole volatilità del benzene.</p>
<p>Misura Gascromatografia PID</p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).</p>
<p>Situazione generale buona</p> 	<p>Le concentrazioni di benzene in atmosfera si sono significativamente ridotte nell'ultimo decennio a seguito delle pesanti limitazioni al suo uso come solvente, alla riduzione del suo contenuto nella benzina nonché all'aumento della percentuale di auto catalizzate sul totale di quelle circolanti.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
Benzene	Anno civile	$5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1 gennaio 2010