

Prot. 43186 / SC10

Cuneo, 26 maggio 2015

Ill.mi Sig. Sindaci dei Comuni di
SAN MICHELE MONDOVI'
LESEGNO

Spett.le Assessorato Ambiente
PROVINCIA di CUNEO

Spett.le Dipartimento Prevenzione
Azienda ASL CN1 Cuneo

e p.c. Spett.le Regione Piemonte
Assessorato Ambiente
Settore Risanamento Atmosferico

Documento Inviato esclusivamente via PEC

Riferimenti: Richiesta Sindaco di San Michele Mondovì prot.708 del 13/02/2014, prot. Arpa 13378 del 17/02/2014

Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi al monitoraggio ambientale nei Comuni di San Michele Mondovì e Leseugno nel periodo compreso dal 24 settembre al 3 novembre 2014.

Con la presente si inviano le risultanze dei monitoraggi dell'inquinamento atmosferico effettuati nel territorio dei Comuni di San Michele Mondovì e Leseugno nel periodo compreso tra il 24 settembre ed il 3 novembre 2014.

Al fine di ottemperare alle disposizioni normative vigenti e contribuire al risparmio energetico ed ambientale la presente nota sarà inviata esclusivamente via PEC; congiuntamente la relazione tecnica verrà contemporaneamente messa a disposizione di tutta l'utenza alla pagina internet:

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

Distinti saluti

Allegati:
Relazione tecnica (pagine 29)
Allegati I e II (pagine 13)

Dipartimento Provinciale Arpa di Cuneo
Il Dirigente Responsabile
Dr. Silvio CAGLIERO



STRUTTURA COMPLESSA DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI CUNEO

OGGETTO: *Monitoraggio della qualità dell'aria nei Comuni di San Michele Mondovì e Lesegno nel periodo compreso dal 24 settembre al 3 novembre 2014*

Realizzazione del monitoraggio	Bardi Luisella Martini Sara Pellutiè Aurelio	Corino Flavio Pascucci Luca Tosco Marco
Redazione	Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Bardi Luisella Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Martini Sara	Firma: Firmato in originale
Verifica	Nome: Battezzatore Maurizio	Firma: Firmato in originale
Approvazione Data: 26/05/2015	Funzione: Responsabile Dipartimento Nome: Cagliero Silvio	Firma: Firmato in originale

INDICE

INTRODUZIONE	3
ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA	8
BIOSSIDO DI AZOTO – NO ₂	8
MATERIALE PARTICOLATO – PM ₁₀	11
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO ₂ , MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE.....	15
OZONO – O ₃	17
METALLI PESANTI e IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	19
MICROINQUINANTI ORGANICI	22
MONITORAGGIO DELL'ARIA AMBIENTE.....	22
SITUAZIONE METEOROLOGICA E DATI LOCALI	26
CONCLUSIONI.....	29
ALLEGATO I.....	1
Sintesi dei risultati della campagna	1
ALLEGATO II.....	3
Gli inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi	3

INTRODUZIONE

La relazione illustra le risultanze analitiche relative ai monitoraggi effettuati nel Comune di San Michele Mondovì e nel territorio del Comune di Lesegno nel periodo compreso tra il 24 settembre ed il 3 novembre 2014.

Il monitoraggio è stato programmato in seguito alla richiesta del Comune di San Michele di ottenere informazioni in merito agli inquinanti dell'aria, anche in ragione della presenza e della vicinanza di aziende produttive di grosse dimensioni. Il laboratorio mobile della qualità dell'aria del Dipartimento Arpa di Cuneo è stato installato nel sito reso disponibile dal Comune di San Michele, ovvero in piazza Umberto I, dove era stato svolto un precedente monitoraggio nel 2008. Grazie alla collaborazione del Comune di Lesegno e di alcuni sui privati cittadini, è stato inoltre possibile approfondire le analisi ambientali in prossimità dell'industria di seconda fusione dell'acciaio, infatti un campionatore trasportabile per il monitoraggio delle polveri PM₁₀ è stato installato nella località Stazione, al confine con il Comune di San Michele, ovvero nella zona, che i risultati dell'indagine svolta nel 2012-2013 hanno individuato come posta sottovento all'azienda nelle ore diurne. Il monitoraggio è stato completato con l'utilizzo di due campionatori ad alto volume per microinquinanti organici, messi a disposizione dal Polo Microinquinanti dell'Arpa, posizionati nel sito di Località Stazione e in Località Prata, nelle strette vicinanze del punto in cui era stato eseguito il precedente campionamento del 2012 e che era risultato sottovento all'azienda nelle ore notturne.

Il laboratorio mobile permette di analizzare i principali inquinanti per i quali sono fissati dei limiti dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa (ozono O₃, ossidi di azoto NO-NO₂-NO_x, monossido di carbonio CO, biossido di zolfo SO₂, benzene e materiale particolato PM₁₀). Sui filtri di PM₁₀ campionati nei siti di San Michele e Lesegno-Stazione è stata successivamente eseguita in laboratorio la determinazione delle concentrazioni dei metalli e degli Idrocarburi Policiclici Aromatici.

Si ricorda che le indagini che si svolgono con il 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 meteorologiche 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.

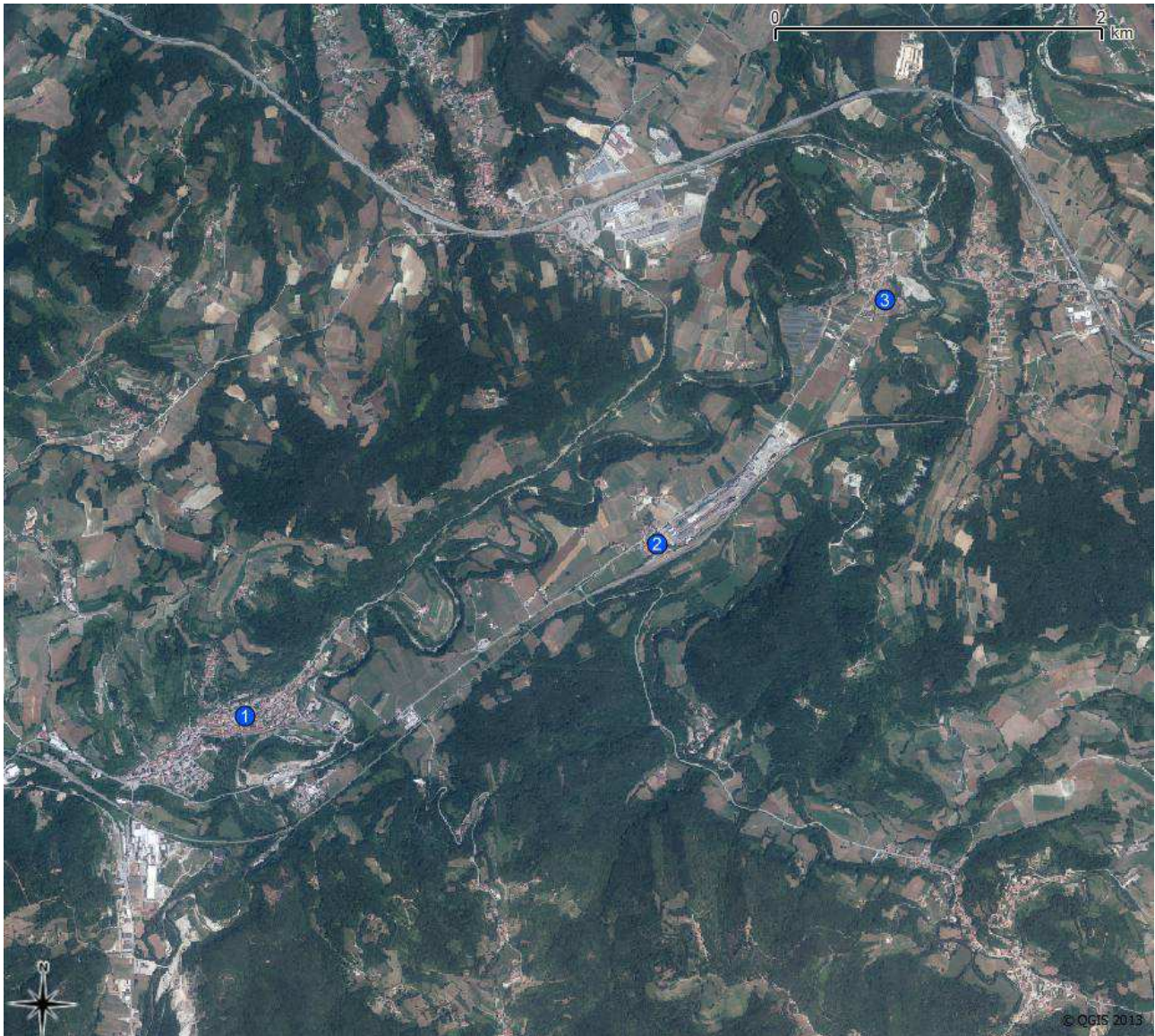
Nella mappa rappresentata nella pagina seguente, sono indicate le posizioni dei siti di monitoraggio, mentre nelle tabelle successive sono presenti per ciascun sito le indicazioni sui tipi di campionamenti.

In allegato è riportata 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.

Comuni

SAN MICHELE MONDOVI' e LESEGNO

Ortofoto - indicazione dei siti di monitoraggio



Sito	N°1
Localizzazione	San Michele Mondovì, piazza Umberto I
Coordinate UTM WGS84	X= 413169 m; Y= 4914293 m
Periodo	dal 24 settembre al 3 novembre 2014

LABORATORIO MOBILE



Strumentazione Laboratorio mobile:

PARAMETRO MISURATO	STRUMENTO	MODELLO	METODO DI MISURA
NO – NO ₂	Analizzatore API	200E	Chemiluminescenza
CO	Analizzatore API	300E	Spettrometria a infrarossi
Benzene, Toluene, Xilene	Analizzatore SYNTECH SPECTRAS	GC955 BTX ANALYSER	Gascromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
SO ₂	Analizzatore API	100E	Fluorescenza
O ₃	Analizzatore API	400E	Assorbimento UV
PM ₁₀	Analizzatore UNITECH	LSPM10	Nefelometria
PM ₁₀	Campionatore TCR TECORA	Charlie HV-Sentinel PM	Gravimetria
Velocità e direzione vento, radiazione solare globale, temperatura, umidità, pressione	Stazione meteorologica LSI-Lastem		

Sito	N°2
Localizzazione	Lesegno, località Stazione n°17
Coordinate UTM WGS84	X= 415693 m; Y= 4915348 m



CAMPIONATORE TRASPORTABILE PM₁₀:

Periodo: dal 24 settembre al 3 novembre 2014

PARAMETRO MISURATO	STRUMENTO	MODELLO	METODO DI MISURA
PM ₁₀	Campionatore TCR TECORA	SKYPOST PM HV	Gravimetria

CAMPIONATORE ALTO VOLUME MICROINQUINANTI:

Periodo: dal 24 settembre al 22 ottobre 2014

PARAMETRO MISURATO	STRUMENTO	MODELLO	METODO DI MISURA
Microinquinanti organici PCB e PCDD/DF	Campionatore TCR TECORA	ECHO HiVol	EPA1613B EPA1668C

Sito	N°3
Localizzazione	Lesegno, frazione Prata, via Nazionale n°23
Coordinate UTM WGS84	X= 417089 m; Y= 4916840 m



CAMPIONATORE ALTO VOLUME MICROINQUINANTI:

Periodo: dal 24 settembre al 22 ottobre 2014

PARAMETRO MISURATO	STRUMENTO	MODELLO	METODO DI MISURA
Microinquinanti organici PCB e PCDD/DF	Campionatore TCR TECORA	ECHO HiVol	EPA1613B EPA1668C

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 e 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 nel sito di San Michele Mondovì sono riportate nella tabella 1, insieme ai valori ottenuti, negli stessi periodi, dalle centraline della rete fissa della provincia di Cuneo. 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. Nella tabella è indicata anche la tipologia delle diverse stazioni (TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale) definite secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo n. 155 del 2010.

Per le concentrazioni massime orarie è possibile un confronto diretto con il limite normativo e si può affermare che, relativamente ai periodi di monitoraggio, nel sito di San Michele, come in tutta la provincia di Cuneo, i valori orari sono sempre stati ampiamente inferiori al limite di 200 µg/m³.

Per quanto riguarda le concentrazioni medie, 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. Nel raffronto dei dati in tabella si osserva come il valore medio registrato a San Michele sia tra i più bassi a livello provinciale.

NO ₂ (µg/m ³)	San Michele	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Cuneo (FU)	Borgo S.D. (TU)	Alba (FU)	Bra (TU)
24 settembre ÷ 3 novembre '14							
Media	19	32	11	25	26	22	25
Massimo	49	99	44	89	93	151	86

Tabella 1) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie e massime orarie rilevate a San Michele Mondovì e presso le centraline della provincia di Cuneo.

Le distribuzioni di tutti i valori delle concentrazioni orarie di NO₂ rilevate dal laboratorio mobile durante il monitoraggio a San Michele Mondovì sono rappresentate, nella figura 1, con grafici a box e confrontate con quelle ottenute, negli stessi periodi, dalle centraline della rete fissa della provincia di Cuneo.

I box plot sintetizzano la posizione dei circa 1000 dati orari ottenuti durante la campagna di misura: la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75° percentile¹), la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i "baffi",

¹ Percentile di ordine k (P_k) è il numero che suddivide la successione dei valori ordinati in senso crescente in due parti, tali che i valori minori o uguali a P_k siano una percentuale uguale a k%. La mediana corrisponde al 50° percentile.

delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) ed esprimono l'asimmetria della distribuzione dei dati degli inquinanti.

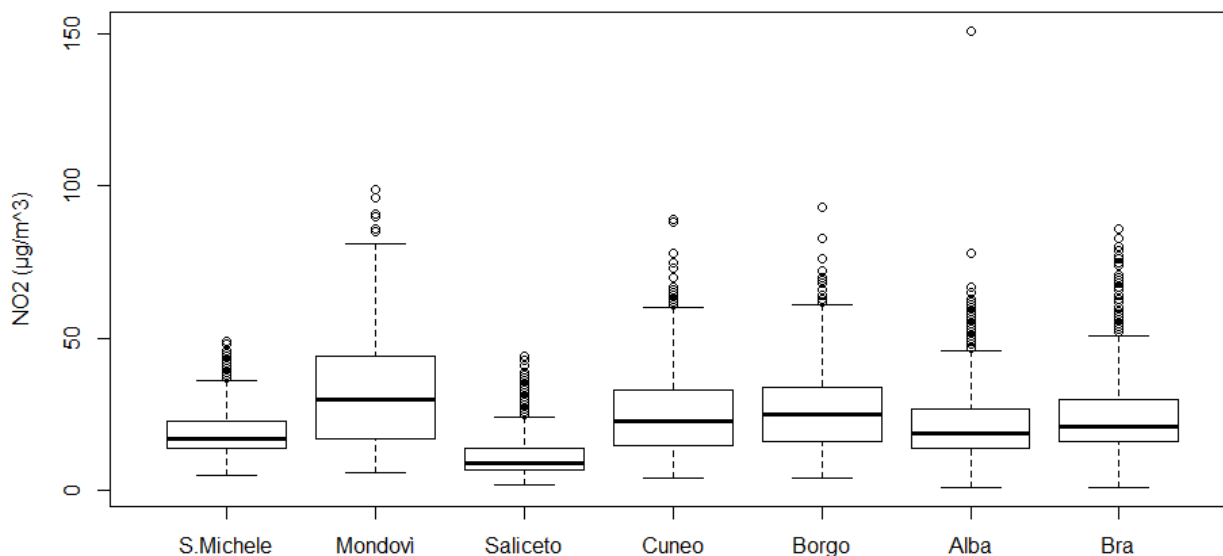


Figura 1) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate a San Michele Mondovi e dalle centraline della provincia di Cuneo (periodo 24 settembre ÷ 3 novembre '14)

Nella figura 2 si possono osservare le concentrazioni medie giornaliere di NO₂ misurate a San Michele confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa della provincia di Cuneo. Da questo grafico emerge come le variazioni nel tempo delle concentrazioni rilevate dal laboratorio mobile siano simili a quelle che si sono verificate nelle stazioni della rete, con una evidente riduzione nei giorni festivi; i valori medi giornalieri sono quasi sempre inferiori alla media della rete.

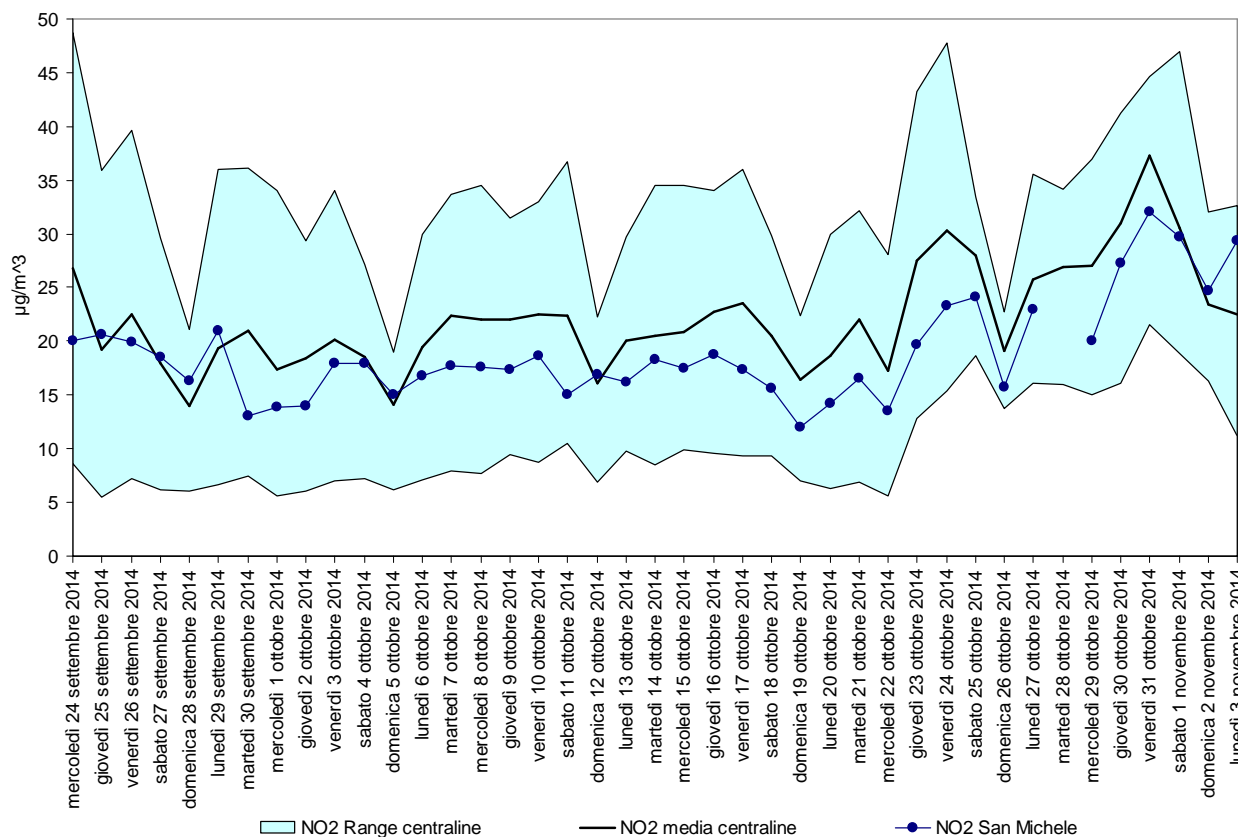


Figura 2) NO₂: concentrazioni medie giornaliere rilevate a San Michele Mondovi, confrontate con l'intervallo di concentrazioni di NO₂ definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo.

Per questo inquinante gli andamenti dei giorni medi e delle settimane medie, ottenuti mediando i dati rilevati alla stessa ora di ogni giorno, e nello stesso giorno di ciascuna settimana (figura 3), dimostrano 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) e una riduzione nei giorni di fine settimana.

L'influenza delle emissioni del traffico è particolarmente rilevante presso la stazione di Mondovì Aragno, posta a ridosso di una via con elevata frequentazione. Per San Michele Mondovì le concentrazioni del giorno medio crescono nelle prime ore del mattino raggiungendo un picco intorno alle ore 7 - 8 per scendere nelle ore centrali della giornata ed aumentare nuovamente nel tardo pomeriggio-sera. La settimana media di San Michele è analoga, ma con valori inferiori, a quella relativa alla stazione di fondo urbano di Alba.

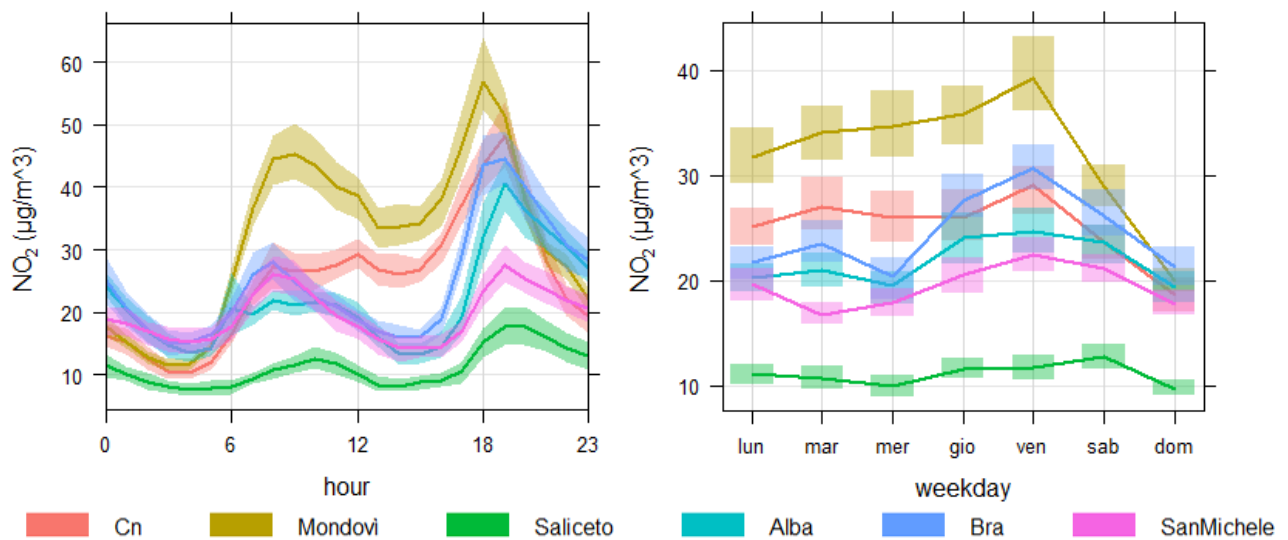


Figura 3) NO₂: giorno medio (a sinistra) e settimana media (a destra) della campagna di monitoraggio di San Michele Mondovì confrontati con quelli delle centraline fisse della provincia di Cuneo (periodo 29 settembre ÷ 3 novembre '14).

MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀

La normativa vigente per la qualità dell'aria prevede la determinazione della concentrazione media giornaliera di PM₁₀ 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 in analisi, in aggiunta alle determinazioni di PM₁₀ eseguite con le due metodiche dal laboratorio mobile posizionato a San Michele Mondovì, è stato utilizzato uno strumento portatile gravimetrico che consente di campionare giornalmente su filtri la frazione PM₁₀. Tale campionatore, grazie alla collaborazione del Comune di Lesegno e di alcuni suoi privati cittadini, è stato installato in località Stazione, al confine con il territorio di San Michele, ovvero nella zona, che i risultati dell'indagine svolta nel 2012-2013 hanno individuato come posta sottovento all'industria di lavorazione dell'acciaio nelle ore diurne.

Nella figura 4 sono rappresentate le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate nei due siti di San Michele Mondovì e Lesegno-Stazione, 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.

Da questi grafici si può osservare come, sia gli andamenti sia i valori delle concentrazioni registrate nelle due postazioni di monitoraggio, siano in buon accordo tra loro e con i dati misurati nello stesso periodo dalle centraline della rete fissa.

Ciò è legato alle caratteristiche che contraddistinguono il particolato sottile, in particolare 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 peculiarità 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 da questa figura si può osservare come, su tutto il territorio coperto dalle centraline considerate, e anche nei siti di San Michele Mondovì e Lesegno, le concentrazioni maggiori si siano verificate nei giorni del 30 e 31 ottobre, quando l'accumulo degli inquinanti è stato favorito, oltre che dalla riduzione dell'altezza dello strato di rimescolamento dovuta alle minori temperature del periodo, dalla presenza di inversioni termiche determinate da un promontorio anticiclonico.

Nel grafico sono riportati anche i millimetri di precipitazione cumulata registrati dalla stazione pluviometrica sita presso l'Istituto Agrario di Mondovì. Si osserva come generalmente le precipitazioni atmosferiche determinino la riduzione delle concentrazioni delle polveri sottili: una particolare efficacia nell'abbattimento si riscontra nel giorno seguente, o nel giorno stesso, in cui si accumulano quantitativi di precipitazione di almeno 5 mm. Nel periodo in analisi, oltre alle riduzioni delle concentrazioni che si sono verificate in corrispondenza delle precipitazioni di fine settembre e del 13 ottobre, un netto calo si è verificato a livello regionale dal 22 ottobre a causa dell'azione di rimozione del vento, che ha avuto intensità particolarmente elevate in tale giorno a causa delle condizioni di foehn (si veda il capitolo dedicato alla situazione meteorologica).

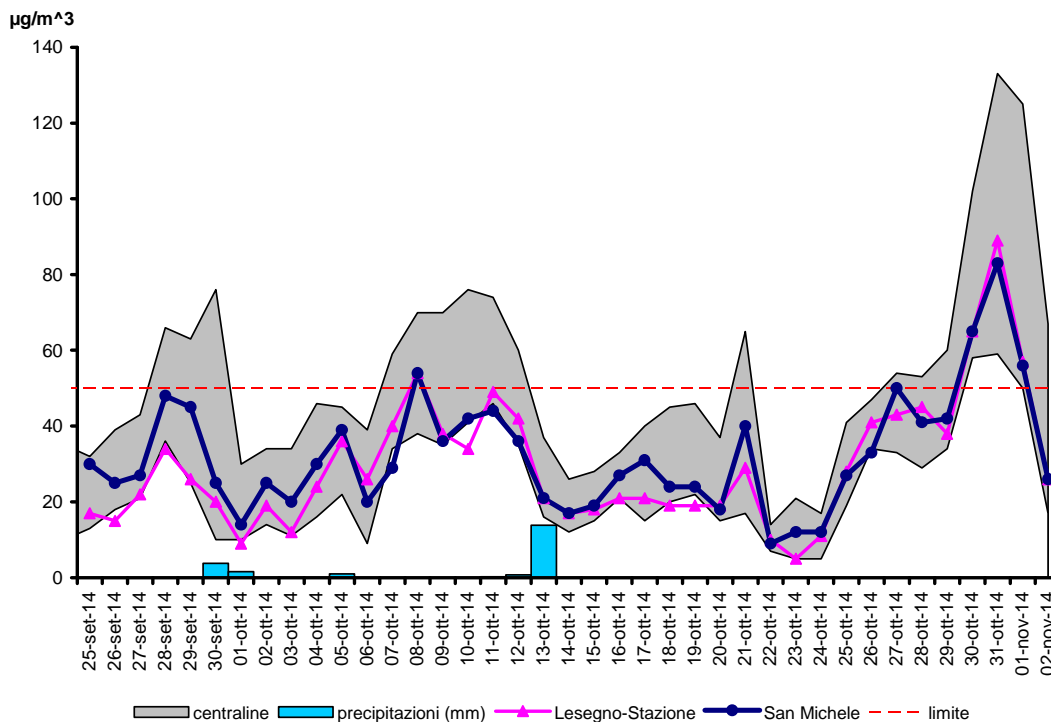


Figura 4) PM_{10} : concentrazioni medie giornaliere rilevate a San Michele e in Località Stazione – Lesegno, dal 25 settembre al 2 novembre, insieme all'intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo; precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Mondovì.

Nella tabella seguente sono riportate le concentrazioni medie di PM_{10} ed il numero di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrati nelle postazioni di San Michele e Lesegno insieme a quelle relative a ciascuna stazione fissa della provincia di Cuneo; nella figura 5 le distribuzioni dei dati di tutte le concentrazioni giornaliere misurate sono confrontate mediante box plot.

Generalmente, tra le centraline della provincia, quelle di Cuneo e Borgo San Dalmazzo, grazie alla loro collocazione geografica, sono caratterizzate da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per le quali il superamento, anche nel 2014, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere conferma una situazione di criticità per il PM_{10} . Presso la stazione di Saliceto le concentrazioni, inferiori a quelle di Cuneo e Borgo San Dalmazzo nel periodo estivo, ne superano i valori nei periodi invernali, probabilmente a causa dell'utilizzo del riscaldamento con biomassa legnosa. La stazione di Mondovì, sebbene sia caratterizzata dalle concentrazioni di fondo contenute tipiche della zona pedemontana, risente fortemente delle emissioni locali del traffico veicolare a causa della posizione a ridosso di una strada percorsa da un intenso traffico anche di tipo pesante.

Relativamente al periodo in esame, sia i valori medi del PM_{10} che il numero di superamenti del limite giornaliero riscontrati nei due siti di San Michele e Lesegno sono tra i più contenuti a livello provinciale.

PM₁₀ (µg/m³) 25 settembre ÷ 2 novembre '14	San Michele Piazza Umberto I	Lesegno Località Stazione	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Cuneo (FU)	Borgo S.D. (TU)	Alba (FU)	Bra (TU)
Media	32	30	41	27	34	34	43	50
Superamenti limite giornaliero	4	4	10	3	7	7	12	14

Tabella 2) PM₁₀: confronto tra le concentrazioni medie e il numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ rilevati nei siti di San Michele Mondovì e Lesegno e dalle centraline della provincia di Cuneo nel periodo 25 settembre ÷ 2 novembre '14 (tra parentesi è indicata la tipologia delle diverse stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

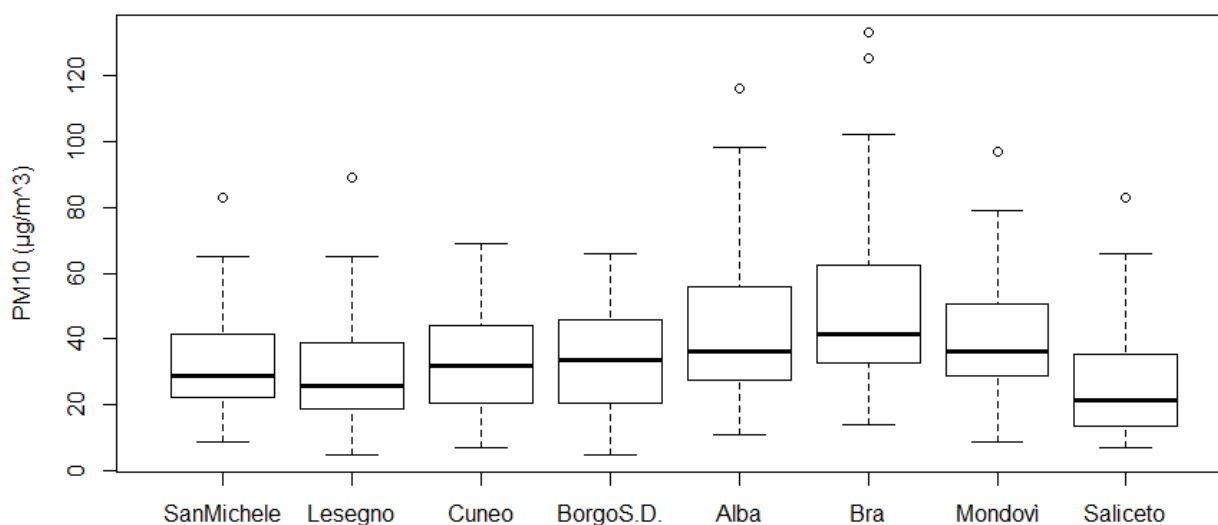


Figura 5) PM₁₀: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a San Michele e a Lesegno e dalle centraline della provincia di Cuneo (periodo 25 settembre ÷ 2 novembre '14)

I dati di PM₁₀ acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare la settimana media su base oraria per il sito di San Michele, rappresentata, nella figura seguente, insieme a quella dell'NO₂. Per i PM₁₀ la maggiore ampiezza dell'intervallo di confidenza al 95%, rappresentato dalla fascia colorata, è indice della rilevante influenza che questo inquinante subisce da parte delle condizioni meteorologiche, che determinano le principali variazioni nel tempo delle concentrazioni. Sebbene quindi meno significative dal punto di vista statistico, si possono comunque osservare variazioni ricorrenti delle concentrazioni di PM₁₀ in corrispondenza delle ore in cui l'attività antropica influenza anche il biossido di azoto.

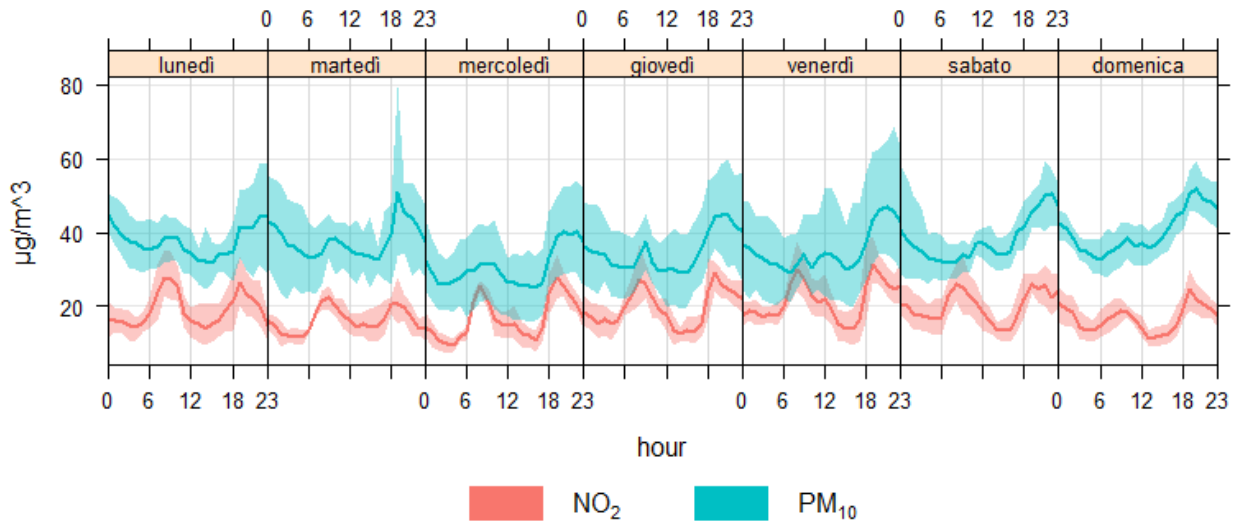


Figura 6) PM_{10} e NO_2 : settimane medie della campagna di monitoraggio svolta a San Michele Mondovì (periodo 24 settembre ÷ 3 novembre '14).

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 San Michele Mondovì, analogamente a quanto rilevato nei medesimi periodi presso le altre centraline della qualità dell'aria della provincia dove l'SO₂ viene monitorato, sono stati generalmente 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 cinque anni a valori inferiori a 2 mg/m³.

Nella campagna di San Michele Mondovì i valori rilevati sono assolutamente contenuti (inferiori a 1.5 mg/m³) e analoghi a quanto rilevato nello stesso periodo dalle centraline della rete. Anche per questo inquinante i livelli sono ormai confrontabili 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 già specificato dalla legislazione precedente di 5 µg/m³ su base annuale. 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. Tuttavia, dal confronto con quanto rilevato nello stesso periodo presso le altre stazioni della provincia dove questo inquinante viene monitorato, si può desumere che anche nel sito di San Michele Mondovì non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. Infatti la concentrazione media ottenuta, pari a 0.9 µg/m³ è del tutto analoga a quelle ottenute nello stesso periodo presso le altre stazioni.

Nei giorni medi rappresentati nella figura seguente, sono bene evidenti i picchi di benzene nelle ore di punta tipiche del traffico veicolare. Nonostante il ritardo nella crescita del benzene, il confronto tra gli andamenti orari dei giorni medi dell'NO₂, (valori normalizzati), conferma come, durante il periodo del monitoraggio, il principale apporto locale agli ossidi di azoto sia derivato dal traffico veicolare.

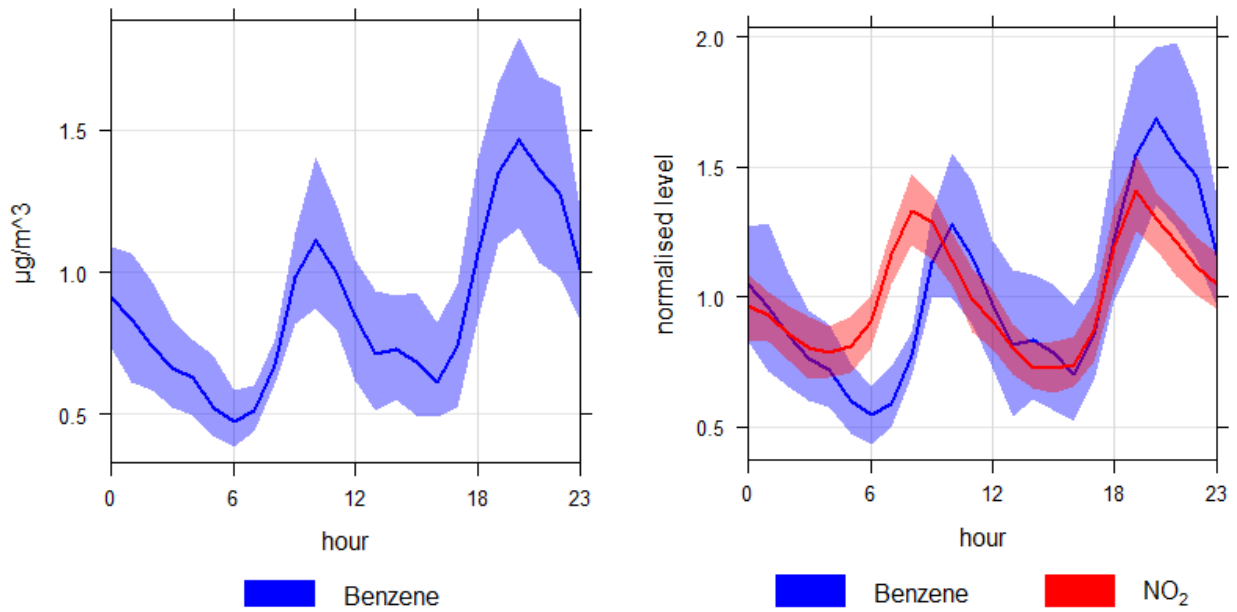


Figura 7) Benzene: a sinistra giorno medio della campagna di monitoraggio svolta a San Michele in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; a destra confronto con quello del biossido di azoto- valori normalizzati (periodo 24 settembre ÷ 3 novembre '14).

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 riscontra nel grafico della figura seguente, dove è rappresentato il giorno medio delle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile a San Michele Mondovì. Il grafico riporta il confronto con i dati ottenuti nello stesso periodo nelle centraline fisse di Alba, Cuneo e Saliceto.

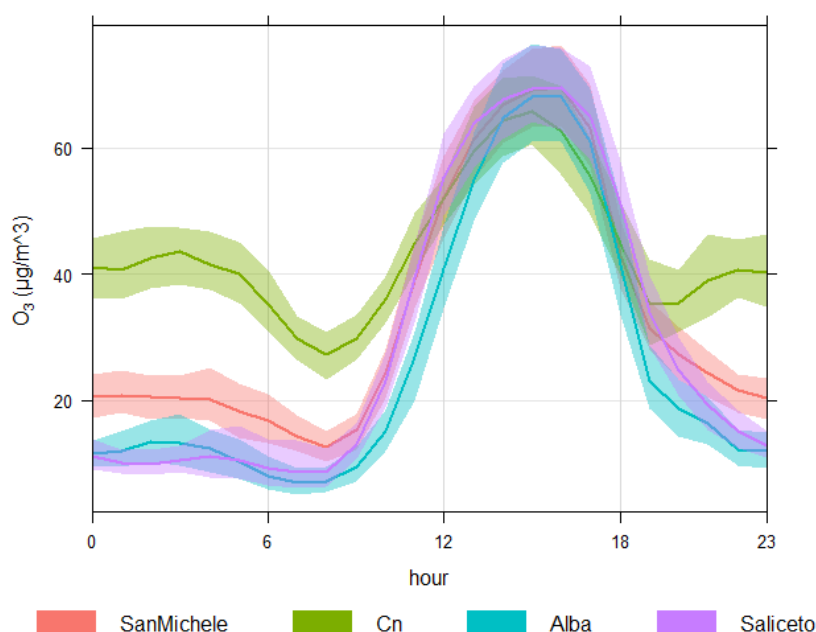


Figura 8) O₃: giorni medi delle campagne di San Michele Mondovì confrontati con quelli delle centraline fisse (periodo: 24 settembre ÷ 3 novembre '14).

Nel grafico di figura 9 sono riportate le concentrazioni massime giornaliere di ozono misurate a San Michele Mondovì, confrontate con l'intervallo dei valori massimi giornalieri misurati dalle tre centraline fisse considerate. 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 temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile: sebbene la temperatura non sia l'unica variabile da cui dipende l'ozono, emerge abbastanza chiaramente una corrispondenza tra gli andamenti della temperatura e della concentrazione di ozono.

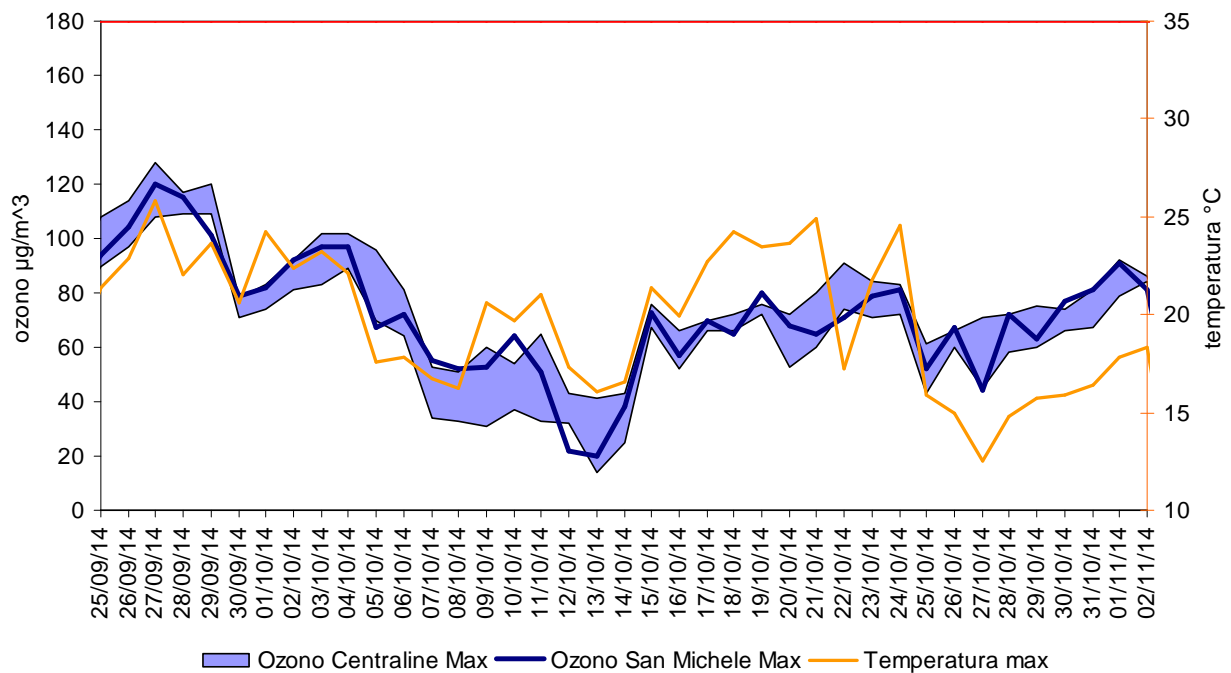


Figura 9) O_3 : concentrazioni massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a San Michele Mondovì in tutto il periodo di monitoraggio e intervallo delle concentrazioni massime delle centraline fisse della provincia di Cuneo. Temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 prevede, per le concentrazioni medie orarie di ozono, soglie di informazione e di allarme pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni, che attualmente viene disatteso in tutte le centraline della provincia.

Nonostante le temperature superiori alla norma, coerentemente con il periodo autunnale in cui è stata svolta la campagna di monitoraggio, non sono stati registrati superamenti o situazioni critiche per l'ozono né a San Michele né presso le stazioni della rete fissa provinciale.

METALLI PESANTI e IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

I metalli pesanti e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono veicolati nell'aria dal particolato atmosferico. Tra i metalli quelli di maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel; per essi la normativa stabilisce dei valori limite o valori obiettivo. Tra gli IPA, il benzo(a)pirene è classificato dallo IARC² come "cancerogeno per l'uomo" e, per la sua concentrazione media annua, è fissato un valore obiettivo.

Le membrane in fibra di quarzo su cui è stata campionata giornalmente la frazione sottile del particolato (PM₁₀) nei siti di San Michele e Lesegno Stazione, sono state opportunamente trattate e sottoposte ad analisi chimiche per la determinazione delle concentrazioni di metalli pesanti (Arsenico, Antimonio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Manganese, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Titanio, Vanadio e Zinco) e di idrocarburi policiclici aromatici (Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b+j+k)fluorantene, Crisene, Pirene e Indeno(1,2,3-cd)pirene).

Per motivi di limiti di quantificazione delle tecniche analitiche le concentrazioni sono state determinate con risoluzione temporale di 5 giorni.

Per poter avere dei termini di confronto, le concentrazioni relative al periodo compreso dal 2 al 31 ottobre 2014 sono state mediate e nelle due tabelle seguenti sono riportate insieme alle concentrazioni ottenute, per il mese di ottobre 2014, nelle stazioni della rete della qualità dell'aria dove le determinazioni di tali molecole sono state eseguite.

Per Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo e benzo(a)pirene, per i quali la norma vigente per la qualità dell'aria stabilisce dei valori obiettivo, la determinazione è costantemente eseguita, su base mensile, per le centraline dove il campionamento del PM₁₀ viene effettuato. Degli altri metalli si è recentemente iniziata, a scopo di studio, la determinazione per un numero limitato di centraline. I risultati riportati nelle tabelle sono preliminari e non ancora sottoposti a validazione.

Per alcune sostanze le concentrazioni, indicate in tabella con asterisco, sono sempre state inferiori o prossime³ al limite di quantificazione del metodo analitico (LCL). Per le altre sostanze sono stati evidenziati in arancione i valori della campagna che superano il valore massimo della rete e in verde quelli che ne sono al di sotto.

	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Ni ng/m ³	Pb µg/m ³	Co ng/m ³	Cr ng/m ³	Cu ng/m ³	Mn ng/m ³	Se ng/m ³	Sb ng/m ³	Ti ng/m ³	V ng/m ³	Zn ng/m ³
<i>Valore obiettivo (media su anno civile)</i>	6.0	5.0	20.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Michele	0.7*	0.1*	1.5	0.004	0.4*	4.5	4.2	4.1	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	17.5
Lesegno Stazione	0.7*	0.1*	1.0*	0.004	0.4*	7.0	3.3	5.9	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	34.2
Alba	0.7	0.1	2.4	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Borgo	0.7	0.1	1.2	0.003	0.4	2.1	6.0	6.0	0.7	0.7	1.5	0.7	25.9
Bra	0.7	0.1	2.1	0.007	0.4	4.2	18.6	10.7	0.7	1.4	3.2	0.8	62.7
Cuneo	0.7	0.1	1.4	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mondovì	0.7	0.1	1.7	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saliceto	0.7	0.1	1.2	0.005	0.4	2.0	2.7	4.3	0.7	0.7	5.5	1.0	33.2

*minori di LCL o minori di LCL + bianco

Tabella 3) Concentrazioni medie dei metalli nel periodo 2 ÷ 31 ottobre 2014 nei due siti di San Michele e Lesegno Stazione. Concentrazioni medie del mese di ottobre 2014 per le centraline della provincia di Cuneo ove i metalli sono determinati.

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

³ Massa campione < LCL + bianco

	BaP ng/m ³	BaA ng/m ³	BbjkF ng/m ³	BghiP ng/m ³	Crisene ng/m ³	I123cdP ng/m ³	Pirene ng/m ³
<i>Valore obiettivo (media su anno civile)</i>	1.0	-	-	-	-	-	-
San Michele	0.4	0.1	1.0	0.5	0.2	0.4	0.1
Lesegno Stazione	0.4	0.2	1.0	0.4	0.3	0.4	0.1
Alba	0.2	0.1	0.7	0.3	0.2	0.3	0.1
Borgo	0.2	0.2	0.8	0.3	0.3	0.3	0.1
Bra	0.3	0.2	0.9	0.3	0.2	0.3	0.1
Cuneo	0.1	0.1	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1
Mondovì	0.3	0.2	0.8	0.3	0.2	0.3	0.1
Saliceto	0.5	0.4	1.3	0.6	0.4	0.6	0.1

Tabella 4) Concentrazioni medie degli idrocarburi policiclici aromatici nel periodo 2 ÷ 31 ottobre 2014 nei due siti di San Michele e Lesegno Stazione. Concentrazioni medie del mese di ottobre 2014 per le centraline ove gli IPA sono determinati.

Nelle tabelle 5 e 6 sono riportati i valori ottenuti di metalli e IPA per tutti i singoli campioni analizzati (ciascuno riferito a 5 giorni) dei due siti.

San Michele	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Ni ng/m ³	Pb µg/m ³	Co ng/m ³	Cr ng/m ³	Cu ng/m ³	Mn ng/m ³	Se ng/m ³	Sb ng/m ³	Ti ng/m ³	V ng/m ³	Zn ng/m ³
27set-1ott	0.7*	0.1*	1.6	0.005	0.4*	2.8	4.1	4.5	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	36.9
2-6 ott	0.7*	0.1*	0.7*	0.005	0.4*	4.4	3.4	1.5*	0.7*	-	1.5*	0.7*	15.6
7-11 ott	0.7*	0.1*	2.1	0.006	0.4*	4.7	6.0	5.0	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	21.2
12-16 ott	0.7*	0.1*	1.6	0.002	0.4*	4.5	2.3	3.4	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	18.0
17-21 ott	0.7*	0.1*	2.2	0.003	0.4*	4.8	5.6	4.1	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	17.5
22-26 ott	0.7*	0.1*	0.4*	0.002	0.4*	3.5	1.8	4.1	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	11.3
27-31 ott	0.7*	0.1*	1.9	0.01	0.4*	4.8	6.3	6.7	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	21.2
Lesegno Stazione	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Ni ng/m ³	Pb µg/m ³	Co ng/m ³	Cr ng/m ³	Cu ng/m ³	Mn ng/m ³	Se ng/m ³	Sb ng/m ³	Ti ng/m ³	V ng/m ³	Zn ng/m ³
27set-1ott	0.7*	0.1*	0.7*	0.005	0.4*	6.0	4.4	8.2	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	29.2
2-6 ott	0.7*	0.1*	0.7*	0.003	0.4*	5.4	1.6	1.5	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	14.1
7-11 ott	0.7*	0.1*	2.4	0.005	0.4*	15.7	4.8	5.9	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	41.1
12-16 ott	0.7*	0.1*	0.7*	0.003	0.4*	3.7	0.7*	5.3	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	29.0
17-21 ott	0.7*	0.1*	0.7*	0.003	0.4*	3.8	2.1	6.7	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	22.3
22-26 ott	0.7*	0.1*	0.7*	0.003	0.4*	7.0	4.1	6.5	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	16.4
27-31 ott	0.7*	0.1*	0.7*	0.006	0.4*	6.2	6.7	9.8	0.7*	0.7*	1.5*	0.7*	82.2

*minori di LCL o minori di LCL + bianco

Tabella 5) Concentrazioni medie dei metalli nei singoli campioni analizzati nei siti di San Michele e Lesegno Stazione.

San Michele	BaP ng/m ³	BaA ng/m ³	BbjkF ng/m ³	BghiP ng/m ³	Crisene ng/m ³	I123cdP ng/m ³	Pirene ng/m ³
27set-1ott	0.14	0.05	0.45	0.21	0.11	0.18	0.04
2-6 ott	0.23	0.05	0.58	0.27	0.10	0.26	0.05
7-11 ott	0.31	0.10	0.88	0.42	0.17	0.37	0.08
12-16 ott	0.49	0.12	1.16	0.59	0.20	0.53	0.08
17-21 ott	0.27	0.07	0.72	0.43	0.12	0.37	0.07
22-26 ott	0.52	0.21	1.29	0.65	0.36	0.56	0.12
27-31 ott	0.52	0.21	1.31	0.64	0.36	0.55	0.12
Lesegno Stazione	BaP ng/m ³	BaA ng/m ³	BbjkF ng/m ³	BghiP ng/m ³	Crisene ng/m ³	I123cdP ng/m ³	Pirene ng/m ³
27set-1ott	0.14	0.04*	0.49	0.23	0.07	0.23	0.04*
2-6 ott	0.12	0.04*	0.37	0.20	0.08	0.18	0.04
7-11 ott	0.30	0.07	0.86	0.39	0.15	0.36	0.05
12-16 ott	0.42	0.11	0.99	0.51	0.20	0.46	0.07
17-21 ott	0.21	0.05	0.52	0.29	0.11	0.27	0.07
22-26 ott	0.45	0.23	1.14	0.49	0.37	0.46	0.11
27-31 ott	0.74	0.42	1.93	0.77	0.65	0.70	0.23

*minori di LCL o minori di LCL + bianco

Tabella 6) Concentrazioni medie degli IPA nei singoli campioni analizzati nei due siti di San Michele e Lesegno Stazione.

I risultati ottenuti per metalli ed idrocarburi policiclici aromatici nei siti di San Michele e Lesegno Stazione nel confronto con i dati della rete delle centraline fisse non presentano criticità particolari. Solamente il Cromo, sia nel sito di San Michele che in quello di Lesegno, è risultato superiore ai valori riscontrati nel mese di ottobre dalle centraline della rete fissa provinciali, le concentrazioni medie sono tuttavia inferiori ai valori registrati nel mese di ottobre presso le stazioni di traffico di Torino Rebaudengo e Torino Grassi. Per il benzo(a)pirene, idrocarburo per il quale la norma stabilisce un limite normativo, i valori ottenuti sono inferiori solamente a quelli misurati presso la centralina di Saliceto, dove il limite annuale viene costantemente disatteso, verosimilmente a causa dell'ampio utilizzo della legna negli impianti di riscaldamento.

MICROINQUINANTI ORGANICI

MONITORAGGIO DELL'ARIA AMBIENTE

Al fine di aggiornare i dati relativi alla presenza di microinquinanti organici in sospensione nell'aria ambiente ottenuti con il monitoraggio del 2012, un nuovo campionamento è stato eseguito con l'utilizzo di due campionatori ad alto volume (mod. ECHO PUF) messi a disposizione dal Polo Microinquinanti dell'Arpa Piemonte.

Il monitoraggio si è potuto realizzare grazie alla collaborazione del Comune di Lesegno e di alcuni sui privati cittadini, presso le cui abitazioni sono stati installati i due campionatori. In particolare uno è stato installato in Località Prata, nelle strette vicinanze del punto in cui era stato eseguito il precedente campionamento del 2012 e che risulta sottovento all'azienda nelle ore notturne ed il secondo in Località Stazione dove è stato posizionato anche il campionatore di PM₁₀, al confine con il territorio di San Michele, ovvero nella zona, che i risultati dell'indagine svolta nel 2012-2013 hanno individuato come posta sottovento all'industria di lavorazione dell'acciaio nelle ore diurne. Il campionamento è durato quattro settimane, dal 24 settembre al 22 ottobre 2014.

Il campionamento dell'aria mediante Echo puf viene effettuato per aspirazione della stessa attraverso un dispositivo che permette di intrappolare i microinquinanti organici sia in forma di vapore che come particolato.

Le concentrazioni complessive delle policlorodibenzodiossine (PCDD o "diossine") e policlorodibenzofurani (PCDF o "furani") rilevate nei campionamenti dell'aria ambiente vengono espresse in femtogrammo⁴ (fg) di tossicità equivalente (TE) per unità di volume campionato espresso in condizioni standard (Nm³).

I valori di PCDD/DF ottenuti nella campagna di monitoraggio eseguita a Lesegno sono pari a **3.82 fgTE/Nm³** in Località Prata e **3.04 fgTE/Nm³** in Località Stazione. I precedenti valori del 2012, ottenuti con due settimane di misura, erano pari a 9.24 fgTE/Nm³ in località Prata e 14.1 fgTE/Nm³ in via Nazionale.

Siccome non esistono valori limite per i microinquinanti nell'aria ambiente, per poter valutare l'entità dei valori riscontrati si può fare riferimento al valore guida indicato per PCDD/DF dalla Germania, pari a 150 fg TE/m³. Tale valore è riportato come riferimento nel grafico di figura 10 dove, le concentrazioni ottenute nelle due campagne del comune di Lesegno sono confrontate con i valori minimi, medi e massimi che sono stati registrati a Robilante, preso come riferimento in quanto sito della provincia di Cuneo che viene periodicamente monitorato dal 2011.

⁴ Femtogrammo: unità di misura pari ad un milionesimo di miliardesimo di grammo.
1 fg = 10⁻¹⁵ g = 0.000000000000001 g

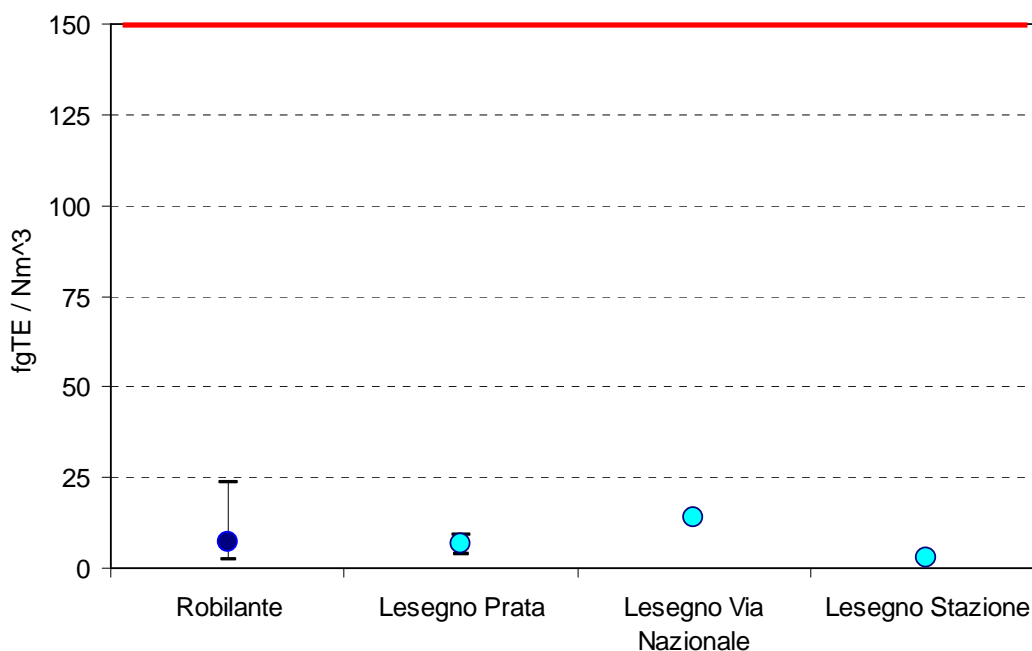


Figura 10) Concentrazioni complessive di PCDD/DF nell'aria ambiente misurate nelle due campagne di Lesegno confrontate con i valori medi, minimi e massimi delle campagne eseguite a Robilante (il pallino indica il valor medio o l'unico valore, le linee i valori minimo e massimo, che per Lesegno Prata coincidono con gli unici due valori ottenuti).

Si può osservare come i valori di PCDD/DF ottenuti nel comune di Lesegno siano ampiamente inferiori al valore presente nelle linee guida della Germania, e del tutto confrontabili con quelli trovati nelle campagne eseguite nel sito della Valle Vermenagna.

E' possibile inoltre fare riferimento alle concentrazioni minime, medie e massime riscontrate su campioni analoghi realizzati dal Polo Microinquinanti presso due siti industriali del territorio della regione Piemonte, uno dei quali risente particolarmente delle ricadute industriali: i congeneri ritrovati nelle deposizioni sono infatti in questo caso correlabili all'attività dell'azienda locale. I valori di confronto per PCDD/DF sono riportati nella tabella 7 e rappresentati nella figura 11 insieme alle concentrazioni ottenute nel comune di Lesegno.

PCDD/DF fgTE / Nm ³	Robilante	Sito rif. 1	Sito rif. 2 (*)	Lesegno Prata	Lesegno Via Nazionale	Lesegno Stazione
Minimo	2.18	0.31	15.5	3.82		
Media	7.27	11.4	638	6.53	14.10	3.04
Max	23.50	70.80	3959	9.24		

(*) Dati riferiti sia a situazioni di emergenza (prelievi di circa 3 ore e 35 Nm³), che a prelievi condotti con i volumi e i tempi abitualmente previsti dal monitoraggio.

Tabella 7) Valori minimo, medio e massimo di PCDD/DF nell'aria ambiente delle campagne eseguite a Robilante e nei siti di riferimento regionali confrontati con le concentrazioni ottenute a Lesegno nelle campagne del 2012 e del 2014.

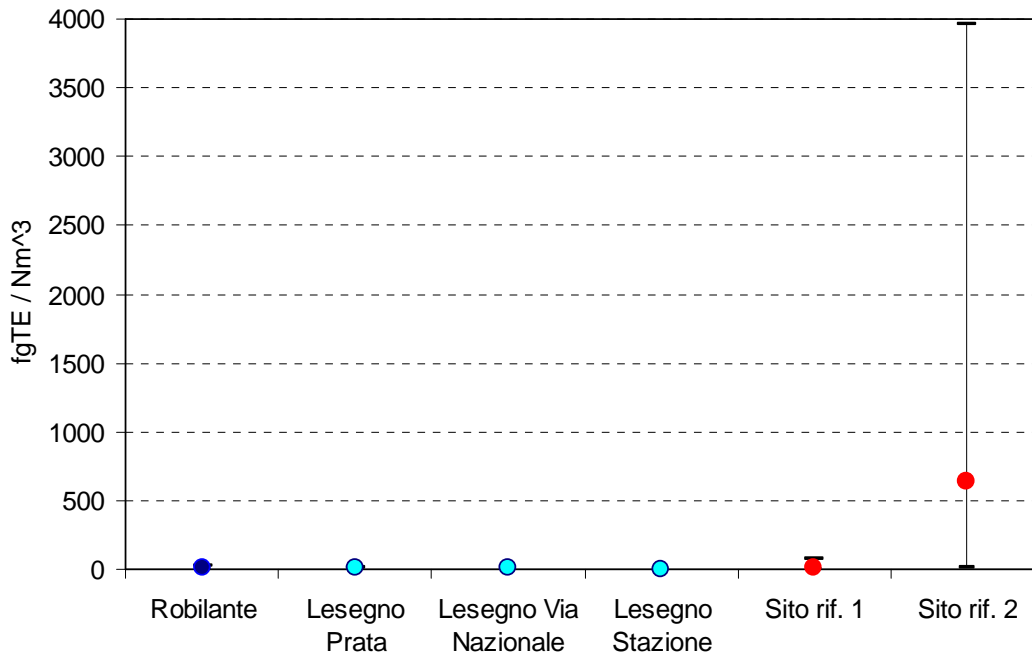


Figura 11) Concentrazioni complessive di PCDD/DF nell'aria ambiente misurate nelle due campagne di Lesegno confrontate con i valori medi, minimi e massimi delle altre campagne eseguite a Robilante e nei siti di riferimento regionali (il pallino indica il valor medio o l'unico valore, le linee i valori minimo e massimo).

Nei campioni di aria ambiente sono state determinate anche le concentrazioni dei policlorobifenili - PCB⁵.

Le concentrazioni complessive di PCB rilevate nei campionamenti dell'aria ambiente sono espresse in picogrammo (pg) per unità di volume campionato espresso in condizioni standard (Nm³). I valori ottenuti nella campagna di monitoraggio eseguita a Lesegno sono pari a **65.8 pg/Nm³** in località Prata e **76.3 pg/Nm³** in località Stazione. I precedenti valori del 2012, ottenuti con due settimane di misura, erano pari a 58.6 fgTE/Nm³ in località Prata e 68.5 fgTE/Nm³ in via Nazionale.

Purtroppo in letteratura non sono presenti valori guida per i PCB, pertanto per valutare l'entità delle concentrazioni riscontrate si dovrà fare riferimento solamente ai valori riscontrati presso il sito di Robilante e nei due siti di riferimento della regione. Tali valori sono riportati nella tabella 8 e rappresentati nelle due figure seguenti.

PCB pg / Nm ³	Robilante	Sito rif. 1	Sito rif. 2 (*)	Lesegno Prata	Lesegno Via Nazionale	Lesegno Stazione
Minimo	49.6	33	2997	58.6		
Media	101.0	138	17073	62.2	68.5	76.3
Max	293.0	482	35950	65.8		

(*) Dati riferiti sia a situazioni di emergenza (prelievi di circa 3 ore e 35 Nm³), che a prelievi condotti con i volumi e i tempi abitualmente previsti dal monitoraggio.

Tabella 8) Valori minimo, medio e massimo dei PCB nell'aria ambiente delle campagne eseguite a Robilante e nei siti di riferimento regionali confrontati con le concentrazioni ottenute a Lesegno nelle campagne del 2012 e del 2014.

⁵ Dei 209 congeneri dei policlorobifenili 12, i cosiddetti coplanari, presentano caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili alle diossine e ai furani: questi vengono definiti PCB dioxin-like (cioè simili alle diossine).

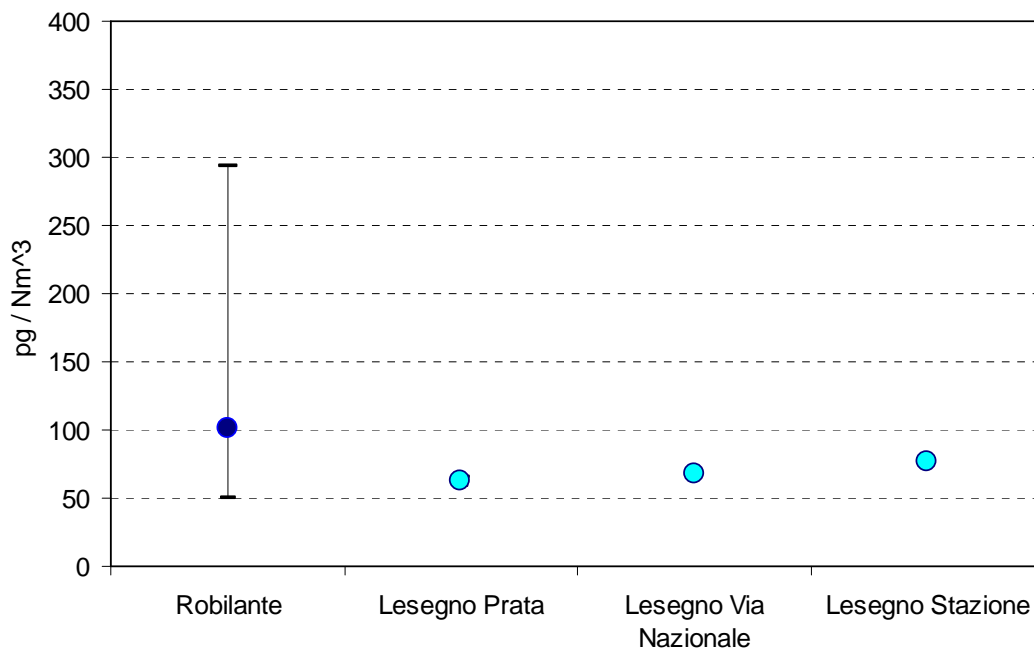


Figura 12) Concentrazioni di PCB nell'aria ambiente misurate nelle due campagne di Leseigno confrontate con i valori medi, minimi e massimi delle campagne eseguite a Robilante (il pallino indica il valor medio o l'unico valore, le linee i valori minimo e massimo).

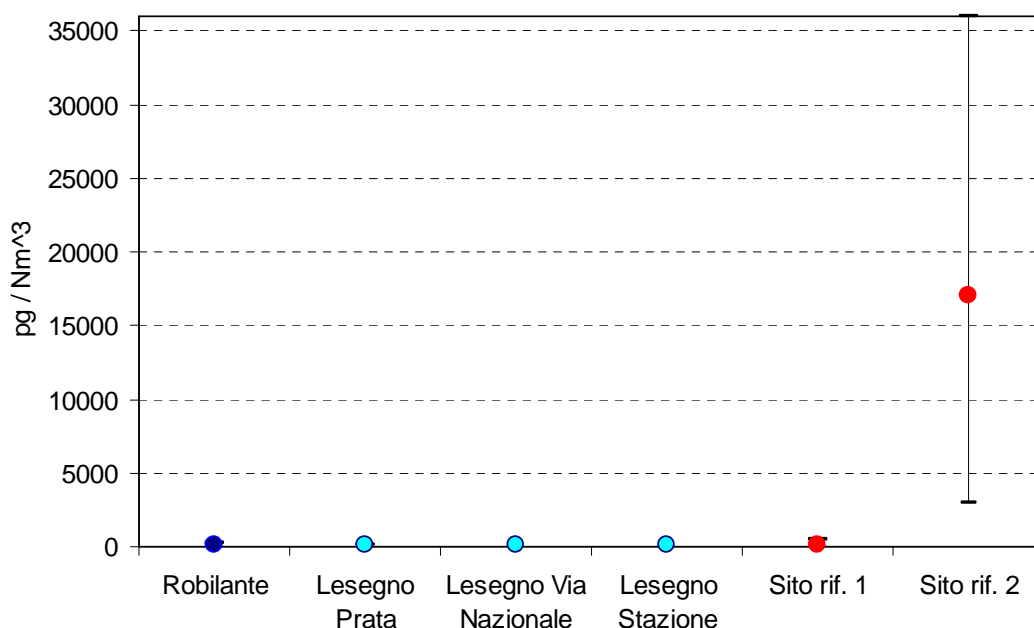


Figura 13) Concentrazioni di PCB nell'aria ambiente misurate nelle due campagne di Leseigno confrontate con i valori medi, minimi e massimi delle campagne eseguite a Robilante e nei siti di riferimento regionali (il pallino indica il valor medio o l'unico valore, le linee i valori minimo e massimo).

Dai risultati sia dei PCDD/DF che dei PCB riscontrati nei campioni di aria ambiente prelevati nei due siti del comune di Leseigno, e dal confronto con i dati degli altri siti della provincia e della regione, non emergono criticità locali.

SITUAZIONE METEOROLOGICA E DATI LOCALI

In Piemonte il mese di Ottobre 2014 è stato caratterizzato da temperature superiori alla norma, fino all'inizio della terza decade del mese le condizioni climatiche sono state di carattere tardo-estivo, però non sono stati registrati picchi termometrici di rilievo. Le precipitazioni registrate sulla regione sono state inferiori del 40% rispetto alla media mensile, rendendo Ottobre 2014 il 21° mese ottobrinò più secco nella distribuzione storica degli anni 1958-2014. Tuttavia tra i giorni 9 e 13 Ottobre si sono verificate precipitazioni molto forti sul Verbano e soprattutto sull'Alessandrino, con conseguenti frane ed allagamenti, mentre sul resto del territorio piemontese i quantitativi sono stati molto più bassi. Il cambio di circolazione atmosferica che si è avuto il giorno 22 Ottobre ha determinato sul territorio piemontese diffuse condizioni di foehn. Dopo tale giornata il valore medio delle temperature minime in pianura si è localizzato al di sotto dei 10°C per la prima volta nel corso del mese rimanendo tale fino alla sua conclusione. Il forte calo di temperatura registrato negli ultimi giorni del mese, con condizioni tipicamente autunnali, ha favorito il ritorno dei fenomeni di nebbia fitta.⁶

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a San Michele Mondovì si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio è stata di 1.2 °C, la massima di 25.8 °C e la media di 13.9 °C.

Nel grafico della figura 14 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo di monitoraggio.

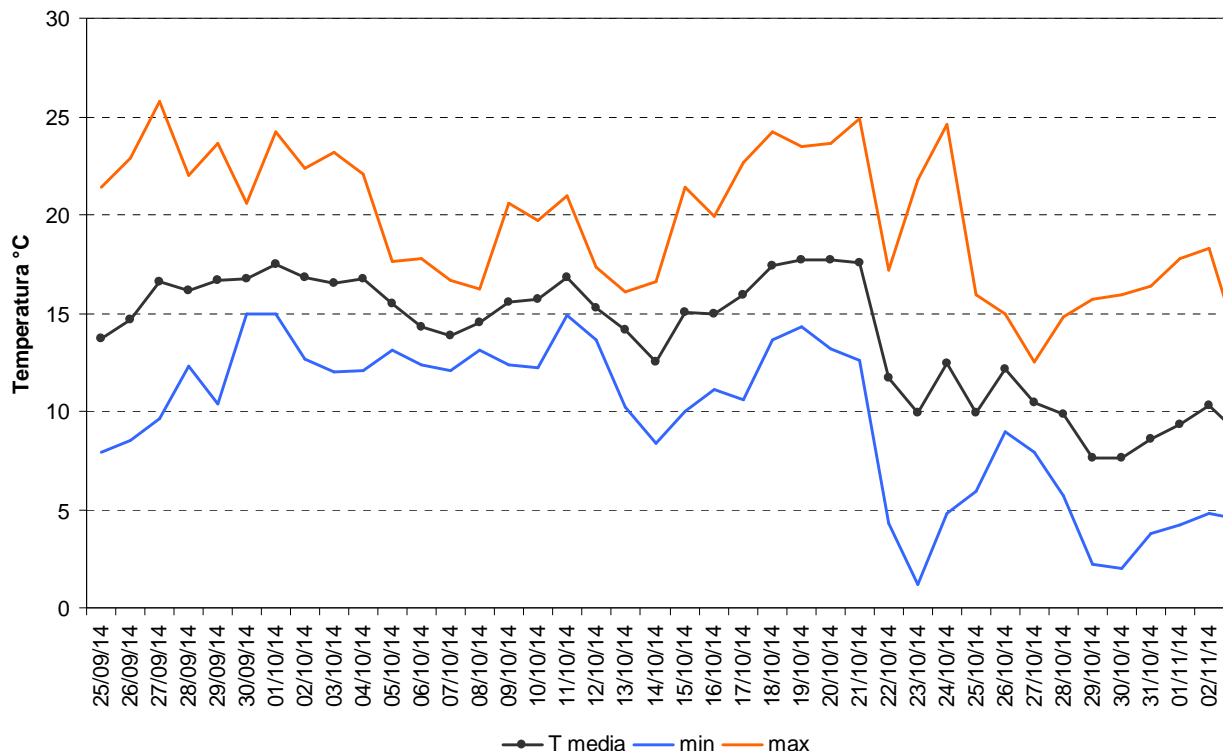


Figura 14) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a San Michele Mondovì.

Nella figura 15 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica, ottenuta a partire dai dati misurati dal laboratorio mobile, insieme ai dati della radiazione totale giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Cuneo – Camera di Commercio (i dati misurati dalla laboratorio mobile non sono stati utilizzati poiché per alcune ore del giorno lo strumento era in ombra), e della precipitazione giornaliera cumulata registrati

⁶ Il clima in Piemonte. Ottobre 2014. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

dalla stazione meteorologica di Mondovì – Istituto Agrario. Nonostante i valori locali contenuti, il giorno più piovoso si è verificato il 13 ottobre, in corrispondenza dell'evento alluvionale che ha interessato in particolare l'alessandrino.

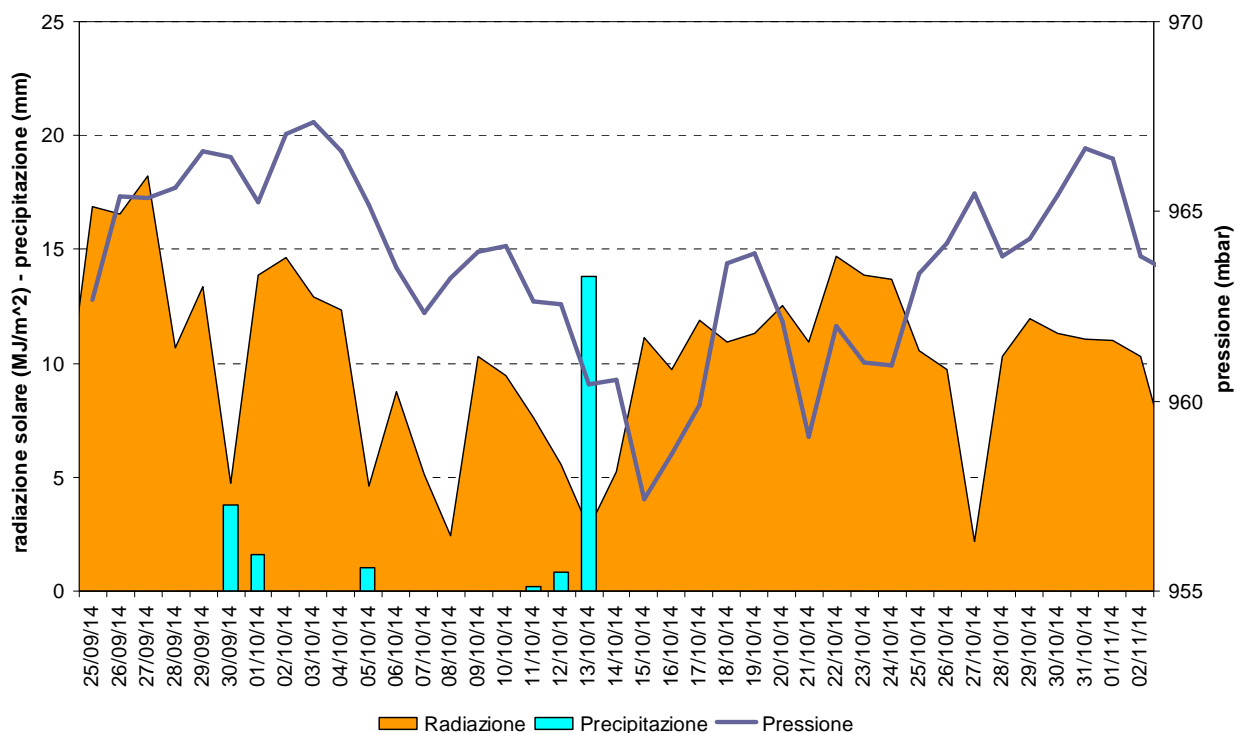


Figura 15) Totale giornaliero della radiazione solare globale (Stazione di Cuneo – Camera di Commercio), precipitazione cumulata giornaliera (Stazione di Mondovì – Istituto di Agraria) e pressione atmosferica misurata dal laboratorio mobile a San Michele Mondovì.

Il grafico di figura 16 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile a San Michele Mondovì. Nel sito posto nell'abitato le calme di vento (velocità inferiore a 0.5 m/s) hanno avuto un'occorrenza molto elevata, pari al 53.5%. Sebbene le velocità non abbiano raggiunto valori elevati, la giornata più ventosa è stata quella del 22 ottobre quando il territorio piemontese è stato caratterizzato da diffuse condizioni di foehn.

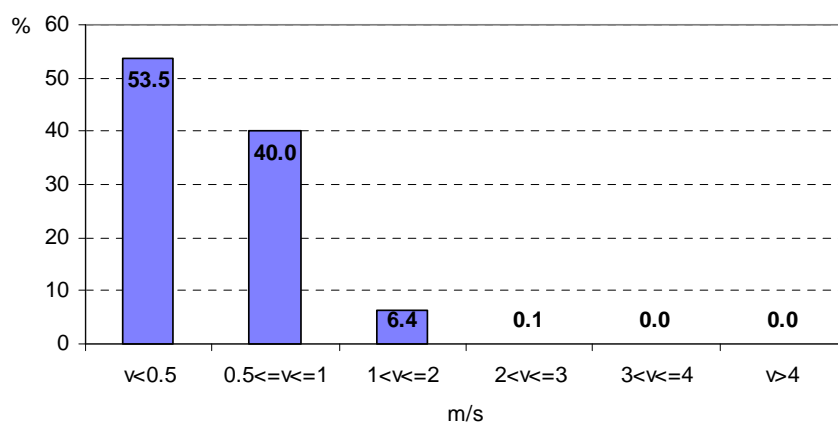


Figura 16) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (periodo: 24 settembre ÷ 3 novembre '14).

Nella figura seguente è rappresentata la rosa dei venti ottenuta per il periodo di misura nel sito di San Michele. Il settore prevalente di provenienza dei venti risulta quello Ovest, in particolare nelle ore notturne.

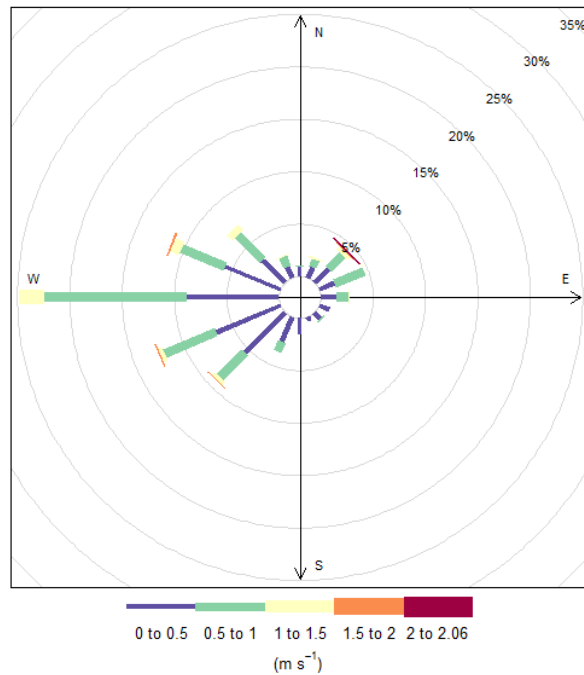


Figura 17) Rosa dei venti nel sito di San Michele (periodo: 24 settembre ÷ 3 novembre '14).

CONCLUSIONI

In conclusione per tutti gli inquinanti rilevati con il laboratorio mobile nel comune di San Michele Mondovì per i quali sono fissati dei limiti dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, è possibile affermare che, rispetto ai dati di riferimento della rete di centraline fisse della qualità dell'aria, non sono stati riscontrati valori critici o anomali.

Si ritiene pertanto che la qualità dell'aria del comune di San Michele Mondovì sia ben rappresentata dai dati raccolti dalla rete fissa provinciale, i cui dati e le relative relazioni sono disponibili al pubblico sui siti internet di indirizzo:

<http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/conoscidati.shtml>

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

Infatti per il benzene, il monossido di carbonio e il biossido di zolfo, inquinanti le cui concentrazioni si sono notevolmente ridotte negli anni, i valori misurati sono del tutto analoghi a quanto riscontrato nei siti fissi di monitoraggio provinciale.

Tra gli inquinanti per i quali persistono a livello regionale ed europeo criticità nel rispetto dei limiti normativi, i valori misurati a San Michele per il biossido di azoto sono risultati tra i più bassi a livello provinciale.

Per l'ozono, coerentemente con il periodo autunnale in cui è stata svolta la campagna di monitoraggio, non sono stati registrati superamenti o situazioni critiche per l'ozono né a San Michele né presso le stazioni della rete fissa provinciale, i cui valori si sono dimostrati rappresentativi anche del territorio oggetto di analisi.

Per quanto riguarda le concentrazioni di polveri sottili (PM₁₀) che sono state campionate nel sito di San Michele e in quello di Lesegno - località Stazione, relativamente al periodo in esame, sia i valori medi, che il numero di superamenti del limite giornaliero sono stati tra i più contenuti a livello provinciale. Tuttavia, sebbene negli ultimi due anni le maggiori precipitazioni abbiano contribuito a ridurre i livelli delle concentrazioni delle polveri sottili ed i limiti normativi siano stati rispettati in una porzione del territorio provinciale, permane una situazione di criticità, soprattutto durante il periodo invernale; pertanto, per analogia con i dati della rete, anche per i comuni di San Michele Mondovì e Lesegno, non si può escludere il rischio di superamento dei limiti imposti dalla normativa sulla concentrazione giornaliera.

Le concentrazioni di metalli ed idrocarburi policiclici aromatici, presenti nella frazione PM₁₀ campionata nei siti di San Michele e Lesegno Stazione, nel confronto con i dati della rete delle centraline fisse non presentano criticità particolari. Solamente per il Cromo, metallo per il quale la normativa vigente non stabilisce limiti per la qualità dell'aria, sia nel sito di San Michele che in quello di Lesegno la concentrazione media è risultata superiore ai valori riscontrati nel mese di ottobre dalle centraline della rete fissa provinciali; le concentrazioni sono tuttavia inferiori ai valori registrati nel mese di ottobre presso le stazioni di traffico di Torino Rebaudengo e Torino Grassi.

Per alcuni IPA, tra cui il benzo(a)pirene, idrocarburo per il quale la norma stabilisce un limite normativo, i valori ottenuti sono inferiori solamente a quelli misurati presso la centralina di Saliceto. Nel sito di tale centralina il limite annuale del benzo(a)pirene viene costantemente disatteso, verosimilmente a causa dell'ampio utilizzo della legna negli impianti di riscaldamento.

Dai risultati sia dei PCDD/DF che dei PCB riscontrati nei campioni di aria ambiente prelevati nei due siti del comune di Lesegno di località Stazione e località Prata, e dal confronto con i dati degli altri siti della provincia e della regione, non emergono criticità locali.

ALLEGATO I

Sintesi dei risultati della campagna

San Michele Mondovì, piazza Umberto I 25/09/2014 ÷ 2/11/2014

	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	7
Media dei valori orari	5
Massima media oraria	12
Percentuale ore valide	100%
<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	0.2
Massima media giornaliera	1.0
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	1.5
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo medie 8 ore	1.3
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	2.6
Media dei valori orari	0.9
Massima media oraria	5.9
Percentuale ore valide	99%
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	12
Massima media giornaliera	32
Media dei valori orari	19
Massima media oraria	49
Percentuale ore valide	98%
<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	12
Massima media giornaliera	55
Media dei valori orari	33
Massima media oraria	120
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	5
Media delle medie 8 ore	33
Massimo medie 8 ore	99
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
	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	83
Media delle medie giornaliere:	32
Numero giorni validi	39
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	4

Lesegno, località Stazione 25/09/2014 ÷ 2/11/2014

	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	89
Media delle medie giornaliere:	30
Numero giorni validi	39
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	4

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 <i>smog fotochimico</i> .
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 ($\mu g/m^3$).
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 ⁷ 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

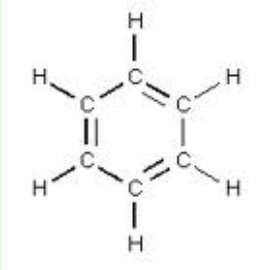
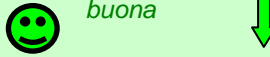
⁷ ISPRA -inventario emissioni in atmosfera-CONAIR IPPC- dati 1980-2008

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 carbossemoglobina, 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	<i>Periodo di mediazione temporale</i>	Valore limite	<i>N° superamenti ammessi</i>	<i>Data di raggiungimento limite</i>
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 <i>naturale</i> <i>antropica</i></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 <i>primario</i></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 <i>salute</i></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 <i>Gasromatografia PID</i></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 <i>buona</i></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

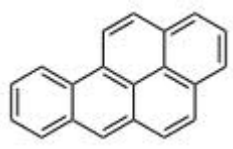


METALLI PESANTI: Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

Caratteristiche Metalli pesanti	I metalli pesanti sono costituenti naturali della crosta terrestre e molti di essi, in determinate forme e a concentrazioni opportune, sono essenziali alla vita. Non venendo però degradati dai processi naturali e tendendo ad accumularsi negli organismi biologici (bioaccumulo) possono causare effetti negativi, anche gravi, sulla salute umana e sull'ambiente in generale. La scelta normativa di monitorare Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel discende dalla rilevanza che essi manifestano sotto il profilo tossicologico. In atmosfera sono rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	I metalli pesanti rappresentano un gruppo di inquinanti particolarmente diffuso nella biosfera, legato sia a fenomeni naturali (<i>eruzioni vulcaniche, fenomeni di erosione</i>) sia all'attività antropica; nell'atmosfera le sorgenti antropiche sono rappresentate principalmente dalle <i>combustioni</i> , dai <i>processi industriali (industrie minerarie, metallurgiche e siderurgiche)</i> e dalle <i>abrasioni dei materiali</i> .
Tipologia <i>primario</i>	I metalli pesanti sono inquinanti primari.
Permanenza spazio temporale	Essendo rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso, l'inquinamento da metalli pesanti presenta distribuzione spazio temporale analoga a quella dei PM ₁₀ .
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i>	I metalli pesanti entrano nell'organismo umano principalmente con l'assunzione di cibo e acqua, ma l'apporto dovuto ad inalazione, in determinate realtà, può risultare estremamente significativo. All'esposizione ai metalli pesanti sono associati molteplici effetti sulla salute, con diversi gradi di gravità e condizioni: <i>problemi ai reni ed alle ossa, disordini neurocomportamentali e dello sviluppo, elevata pressione sanguigna e</i> , potenzialmente, anche cancro al polmone. Nell'ambiente, il fenomeno dell'accumulo sui terreni può <i>danneggiare la fertilità del suolo e favorire l'ingresso dei metalli nella catena alimentare</i> .
Misura <i>ICP-MS da filtro PM₁₀</i>	La frazione fine del particolato (PM ₁₀) campionato su filtri in fibra di quarzo è sottoposta a mineralizzazione mediante soluzione acida ossidante e sulla soluzione ottenuta si determina la concentrazione dei metalli mediante tecnica ICP-MS (spettrometria di massa abbinata al plasma accoppiato induttivamente).
 Situazione <i>buona</i> 	Tutti questi metalli sono presenti in concentrazioni molto basse. Con l'introduzione delle benzine verdi (senza piombo) l'inquinamento urbano da piombo, significativo negli anni '70, ha visto una drastica riduzione.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	Data di raggiungimento valore obiettivo
Piombo	Anno civile	0.5 µg/m ³	1 gennaio 2005
	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)	Data di raggiungimento valore obiettivo
Arsenico	Anno civile	6.0 ng/m ³	31 dicembre 2012
Cadmio	Anno civile	5.0 ng/m ³	31 dicembre 2012
Nichel	Anno civile	20.0 ng/m ³	31 dicembre 2012

(*) valore riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

IPA - Benzo(a)pirene

<p>Caratteristiche Benzo(a)pirene</p> 	<p>Il benzo(a)pirene - B(a)P - è stato scelto come marker dell'esposizione agli IPA nell'aria ambiente.</p> <p>Il termine IPA è l'acronimo di Idrocarburi Policiclici Aromatici, una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro. Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida.</p> <p>Gli IPA sono generalmente composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico.</p>
<p>Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>Queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi di pirolisi e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano.</p> <p>La fonte naturale di questi inquinanti è rappresentata dalle eruzioni vulcaniche e dagli incendi boschivi.</p> <p>Le fonti antropiche sono dovute ai processi di combustione incompleta di materiale organico e all'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia e riscaldamento. Anche l'utilizzo dei vari carburanti produce una notevole quantità di queste sostanze. Le emissioni dovute al traffico stradale sono infatti una componente dominante nella emissione di IPA e di B(a)P nelle aree urbane.</p>
<p>Tipologia <i>primario</i></p>	<p>E' un inquinante primario.</p>
<p>Permanenza spazio temporale</p>	<p>In genere gli idrocarburi policiclici aromatici presenti nell'aria possono degradarsi reagendo con la luce del sole e con altri composti chimici nel giro di qualche giorno o settimana; quelli di massa maggiore aderiscono al particolato aerodisperso. Per questa loro relativa stabilità gli IPA si possono riscontrare anche a grandi distanze in località remote e molto lontane dalle zone di produzione.</p>
<p>Effetti <i>salute</i></p>	<p>Gli studi condotti sulla pericolosità degli IPA sembrano dimostrare che l'esposizione a concentrazioni significative di queste sostanze comporti vari danni a livello ematico, immunosoppressione e problemi al sistema polmonare; essendo dotate di effetto mutageno e pertanto cancerogeno l'organo legislativo ha stabilito obiettivi di qualità del tutto cautelativi per il benzo(a)pirene (peraltro l'unico IPA che finora è stato studiato approfonditamente).</p>
<p>Misura <i>GC da filtro PM₁₀</i></p>	<p>La frazione fine del particolato (PM₁₀) contenuta in un volume noto di aria è raccolta su membrana in fibra di vetro o di quarzo; tale membrana è sottoposta ad estrazione con solvente e nell'estratto i singoli composti degli IPA sono quantificati mediante tecnica gascromatografica.</p>
<p>Situazione <i>stabile</i></p>  	<p>L'andamento rileva una forte dipendenza stagionale e una situazione peggiore nelle stazioni non urbane rispetto a quelle urbane a causa del contributo ascrivibile all'uso del legno come combustibile. L'andamento nel corso degli anni rileva comunque un miglioramento.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)	Data di raggiungimento valore obiettivo
Benzo(a)pirene	Anno civile	1.0 ng/m ³	31 dicembre 2012

(*) valore riferito al tenore totale di Benzo(a)pirene presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile