

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST
Struttura semplice “Attività di Produzione”

**OGGETTO: CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL
 LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI CONDOVE**
RELAZIONE 1^a e 2^a CAMPAGNA
(18 marzo – 8 aprile 2016 e 15 settembre – 6 ottobre 2017)



CODICE DOCUMENTO: F06_2017_01182_007

Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Roberto Sergi	Data: 23/05/2018	Firma: 
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data: 23/05/2018	



L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Gruppo di Lavoro di "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" nel Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest di Arpa Piemonte, d.ssa Annalisa Bruno, d.ssa Elisa Calderaro, sig.ra Maria Leogrande, d.ssa Marilena Maringo, d.ssa Laura Milizia, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, d.ssa Claudia Strumia coordinati dal Dirigente con incarico professionale dott. Francesco Lollobrigida.

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

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO....	5
<i>L'Aria e i suoi Inquinanti</i>	<i>6</i>
IL LABORATORIO MOBILE.....	8
IL QUADRO NORMATIVO	8
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	11
OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.....	12
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	<i>16</i>
<i>Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Condove</i>	<i>23</i>
<i>Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge.....</i>	<i>24</i>
<i>Giorno medio</i>	<i>24</i>
<i>Biossido di zolfo.....</i>	<i>25</i>
<i>Ossidi di Azoto</i>	<i>28</i>
<i>Monossido d'azoto</i>	<i>28</i>
<i>Biossido d'azoto.....</i>	<i>31</i>
<i>Monossido di Carbonio.....</i>	<i>37</i>
<i>Benzene e Toluene</i>	<i>40</i>
<i>Particolato Sospeso (PM₁₀) e (PM_{2.5}).....</i>	<i>44</i>
<i>PM₁₀</i>	<i>44</i>
<i>PM_{2.5}.....</i>	<i>46</i>
<i>Ozono</i>	<i>56</i>

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI.....	61
METALLI.....	65
Conclusioni.....	69
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	71



CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'Aria e i suoi Inquinanti

Per inquinamento dell'aria si intende qualsiasi variazione nella sua composizione - determinata da fattori naturali e/o artificiali - dovuta all'immissione di sostanze la cui natura e concentrazione sono tali da costituire pericolo, o quantomeno pregiudizio, per la salute umana o per l'ambiente in generale.

Oggigiorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo (ng/m^3) al milligrammo per metro cubo (mg/m^3).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- emissioni veicolari;
- emissioni industriali;
- combustione da impianti termoelettrici;
- combustione da riscaldamento domestico;
- smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera. Si possono dividere tali sostanze in due grandi gruppi: al primo gruppo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera, con o senza fotoattivazione (inquinanti secondari).

Nella **Tabella 1** sono indicate le fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei punti presi in esame; pertanto, per una completa caratterizzazione della qualità dell'aria in un determinato sito, occorre conoscere l'andamento dei principali parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare).

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2016", elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Città metropolitana di Torino e da Arpa, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della Provincia.

Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

Tabella 1: Fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

INQUINANTE	Traffico autoveicolare veicoli a benzina	Traffico autoveicolare veicoli diesel	Emissioni industriali	Combustioni fisse alimentate con combustibili liquidi o solidi	Combustioni fisse alimentate con combustibili gassosi
BIOSSIDO DI ZOLFO					
BIOSSIDO DI AZOTO					
BENZENE					
MONOSSIDO DI CARBONIO					
PARTICOLATO SOSPESO					
PIOMBO					
BENZO(a)PIRENE					

 = fonti primarie

 = fonti secondarie

IL LABORATORIO MOBILE

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio provinciale viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dalle sedi provinciali di Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile in dotazione al Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico PM₁₀ e PM_{2.5}, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

IL QUADRO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria impone dei limiti per quegli inquinanti che risultano essere quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 155/2010 che ha abrogato e sostituito le normative precedenti senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati. I limiti di legge possono essere classificati in tre tipologie:

- **valore limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM₁₀, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo;
- **valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto (NO_x), PM₁₀, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di zolfo (SO₂), il biossido di azoto (NO₂) e l'ozono (O₃), superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Per quanto riguarda il parametro ozono (O₃) il D.Lgs 155/2010 ha abrogato il D.Lgs. n. 183 del 21 maggio 2004. Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme come medie orarie, mentre a lungo termine sono previsti obiettivi per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

Il D.Lgs 155/2010 ha inserito nuovi indicatori relativi al PM_{2.5} e in particolare:

- **un valore limite**, espresso come media annuale, pari 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;

- **un valore obiettivo**, espresso come media annuale, pari $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1 gennaio 2010.

Inoltre, il D.Lgs 155/2010 prevede per il $\text{PM}_{2.5}$ un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che sono state definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (D.M. 13.3.2013, art. 2). Questi due ultimi indicatori esulano quindi dall'ambito della presente relazione.

Nella **Tabella 2**, nella **Tabella 3** e nella **Tabella 4** sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente.

Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2016".

Tabella 2 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici.

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	$350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	$125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott ÷ 31 mar)			
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	$500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	--	--
BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) e OSSIDI DI AZOTO (NO_x)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	$400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_x)	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	$10 \text{ mg}/\text{m}^3$	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM_{10})	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	---	1-gen-2010

Tabella 3 – Valori limite per ozono e benzo(a)pirene.

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
OZONO (O ₃) (D.Lgs. n.155/10)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m ³	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m ³	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m ³ ⁽¹⁾	25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2010
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni ⁽²⁾		2010
	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h ⁽²⁾		
BENZO(a)PIRENE (D.Lgs. n.155/10)	OBIETTIVO DI QUALITÀ	media mobile valori giornalieri ⁽³⁾	1 ng/m ³ ⁽⁴⁾	-	-

⁽¹⁾ La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h÷(h-8)

⁽²⁾ Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e il valore di 80 µg/m³, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.

⁽³⁾ La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

⁽⁴⁾ Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

Tabella 4 – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 13/08/2010 n.155).

INQUINANTE	VALORI OBIETTIVO ⁽¹⁾
Arsenico	6.0 ng/m ³
Cadmio	5.0 ng/m ³
Nichel	20.0 ng/m ³

⁽¹⁾ Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Condove da Arpa Piemonte - Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest, è stata effettuata in seguito alle richieste dell'Amministrazione comunale, inviate con prot. n. 5642 il 24/11/2014 e con prot. n. 6034 il 16/10/2015 in relazione alle segnalazioni di molestie olfattive da parte di alcuni cittadini che lamentano odori di catrame, zolfo, plastica bruciata e indicano, quale origine delle molestie, le attività della cava sita nel comune limitrofo di Caprie e di proprietà della Società Ing. Vito Rotunno Spa.

Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati della campagna si ricorda che il monitoraggio effettuato permette di verificare se nell'area di indagine la concentrazione degli inquinanti oggetto di misura è significativamente diversa da quella di altre zone del territorio provinciale, ma non di quantificare il contributo di una determinata fonte (nel caso specifico la cava di Caprie) rispetto alle altre sorgenti di inquinanti atmosferici presenti.

Le strumentazioni di misura in aria ambiente come quelle installate sulla stazione mobile, infatti rilevano per loro natura la concentrazione complessiva di un determinato inquinante, vale a dire la somma dei contributi delle sorgenti inquinanti (traffico veicolare, impianti di riscaldamento civile, impianti industriali ecc.).

Come già evidenziato dalla nostra comunicazione prot. 102550/2014, inoltre, la stazione mobile è attrezzata per rilevare gli inquinanti previsti dalla normativa di qualità dell'aria (PM₁₀, PM_{2.5}, ozono, ossidi di azoto e di zolfo ecc.), i quali sono caratterizzati da una significativa e accertata tossicità e da un'ampia diffusione territoriale, ma non da particolari caratteristiche odorogene; di conseguenza per quanto riguarda gli elementi di molestia indicati nella richiesta di intervento avanzata dall'Amministrazione Comunale, l'indagine di Arpa Piemonte è in grado di fornire indicazioni in relazione alla polverosità, ma non alle sostanze odorogene.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato in via Papa Giovanni XXIII all'altezza del civico 28 durante il sopralluogo del 14/03/2016, al quale era presente personale dell'Ufficio Tecnico del comune di Condove.

Nelle **Figura 1**, **Figura 2** e **Figura 3** viene meglio rappresentato il sito nel quale è stato posizionato il laboratorio mobile.

Il sito anzidetto è stato scelto in considerazione delle richieste pervenute da codesto Ente e delle esigenze tecniche e di sicurezza legate alla tipologia delle indagini ambientali effettuate.

Le campagne di misura vengono in generale calendarizzate in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteo-climatiche. Nello specifico sono state previste due campagne di misura: una prima campagna nel periodo primaverile ed una seconda campagna nel periodo autunnale, tra settembre e ottobre.

La campagna primaverile è stata condotta tra il **18 marzo** e l'**8 aprile 2016** (22 giorni), quella autunnale dal **15 settembre** al **6 ottobre 2017** (22 giorni). Si rammenta che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. I dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 19 marzo al 7 aprile,

per un totale di 20 giorni, per quanto riguarda la prima campagna, e dal 16 settembre al 5 ottobre (20 giorni) per la seconda.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso della campagna condotta con il Laboratorio Mobile non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico relativa ai siti in esame.

Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del D.Lgs. 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana in modo che le misure siano uniformemente distribuite durante l'anno, oppure otto settimane di misurazione distribuite in modo regolare nell'arco dell'anno).

I dati presentati forniscono quindi, unicamente un quadro generale della situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame; il confronto con i dati rilevati nello stesso periodo della campagna dalle stazioni fisse della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria permette, inoltre, di effettuare considerazioni di tipo comparativo.

Figura 1: Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Condove .



Figura 2: Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Condove .

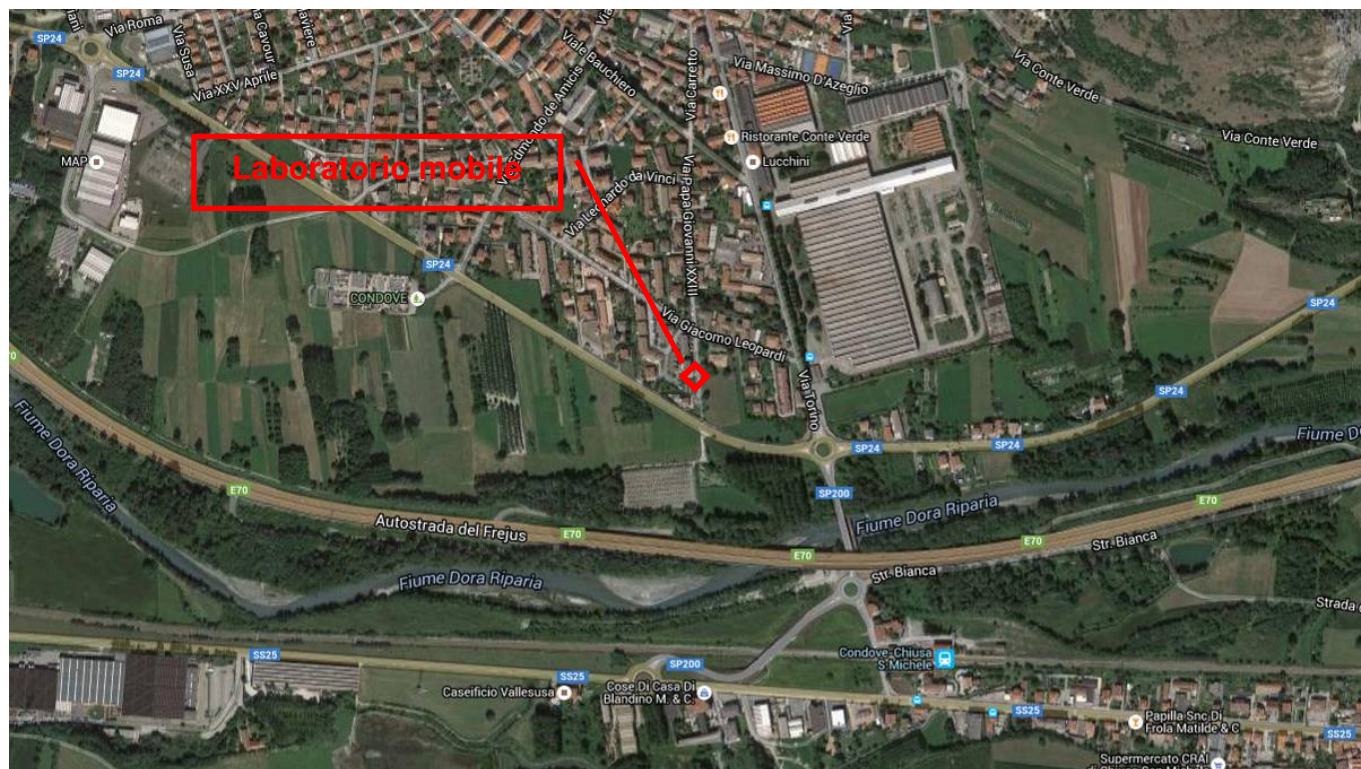
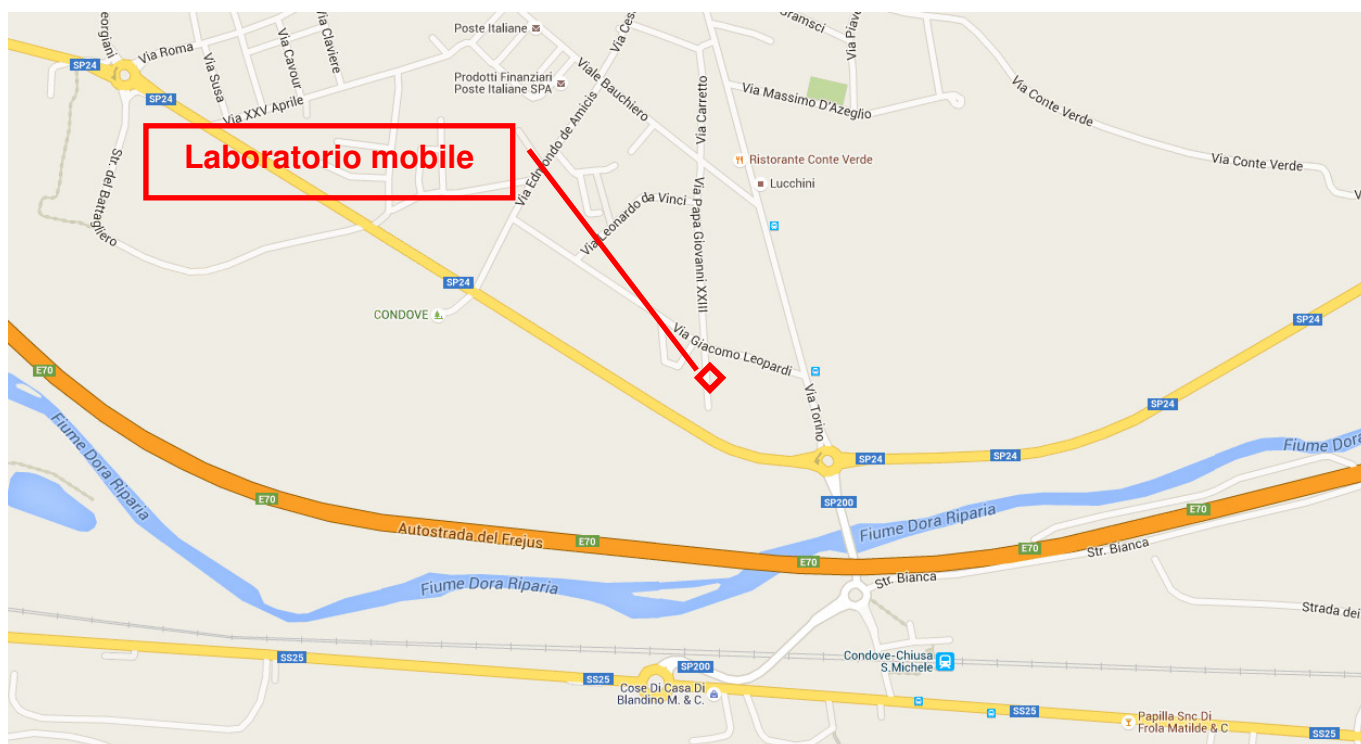


Figura 3: Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Condove .



Elaborazione dei dati meteorologici

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante la campagna di monitoraggio. In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

I parametri meteorologici determinati sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura:

pressione atmosferica	P	hPa
direzione vento	D.V.	gradi sessagesimali
velocità vento	V.V.	m/s
temperatura	T	°C
umidità relativa	U.R.	%
radiazione solare globale	R.S.G.	W/m ²
pioggia	Pioggia	mm/h

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche locali, l'anemologia della val di Susa, è caratterizzata, come in ogni valle montana, da un regime caratteristico con ciclo giornaliero che dà origine ai fenomeni della brezza di valle e della brezza di monte.

Brezza di valle: al mattino le pareti dei monti si scaldano per effetto dell'insolazione e l'aria ad essi adiacente si scalda, forma cumuli e sale lungo i pendii della valle.

Questa brezza ascendente di aria calda è fortemente turbolenta con capacità di diluizione effettiva degli inquinanti e ha uno spessore notevole (circa 100 metri).

Brezza di monte: di notte l'aria a contatto con la terra si raffredda e scivola verso la valle lungo il fianco delle montagne.

Questa brezza discendente è una lama d'aria molto sottile (circa 10 metri di spessore) che scende lungo i fianchi delle montagne verso il centro della valle e poi si dirige verso lo sbocco della valle stessa con velocità in funzione della pendenza del fondo valle.

Quando vi è una situazione di vento di valle che trascina in quota gli inquinanti vi è un rimescolamento rapido con le masse d'aria presenti in quota che disperdono gli inquinanti, questa situazione è fondamentale per la pulizia dell'aria della valle.

E' importante osservare che la configurazione e la direzione di tali brezze non sono necessariamente conformi con il vento di quota che sposta le masse su grande scala territoriale.

La situazione sopra descritta è comprovata con i grafici relativi al vento (**Figure 4, 5, 6 e 7**) e in particolare le rose del vento evidenziano come il vento abbia due direzioni di provenienza dominanti: Est-NordEst, Est-SudEst nelle ore diurne e da Ovest-NordOvest, Ovest-SudOvest nelle

ore notturne; la maggioranza delle calme di vento si verifica in ore notturne. Le rose dei venti rappresentate nelle citate figure sono solo quelle della prima campagna in quanto durante la seconda i dati raccolti non sono sufficienti per un'adeguata elaborazione a causa di un problema tecnico del relativo sensore meteo.

Durante la prima campagna il campo pressorio si è attestato tra 960 e 975 mbar (**Figura 8**), con picco minimo il 23 marzo con 955 mbar e picco massimo il 2 aprile con 978 mbar. Nei giorni autunnali il campo pressorio ha oscillato tra 970 e 980 mbar, con un picco massimo di 983 mbar raggiunto il 28 e 29 settembre e un minimo di 965 il 16 settembre.

Nel comune di Condove, il valore medio della temperatura di tutto il periodo primaverile è stata di 11 °C (**Tabella 5**); il valore massimo orario si è raggiunto il 6 aprile con un valore pari a 19,7°C, quello minimo il 24 marzo con 1,2°C; nella campagna autunnale la media registrata è stata di 15 °C con un massimo di 23,2°C il 28 settembre ed un minimo di 5,8°C raggiunto il 19 settembre. In **Figura 9** insieme all'andamento orario della temperatura è riportata anche l'umidità relativa, da cui emerge che hanno andamenti speculari: durante il giorno il forte irraggiamento porta ad un abbassamento dei valori di vapore acqueo presente nell'atmosfera, che torna ad aumentare nelle ore notturne; nelle giornate piovose della prima campagna (28-29 marzo e primi giorni di aprile) si sono registrati i picchi più elevati di umidità, con un calo significativo delle temperature.

La **Figura 10** mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) e delle precipitazioni nel corso della campagna di monitoraggio: il periodo tra il 31 marzo ed il 5 aprile è stato caratterizzato da una piovosità diffusa con tre giornate (31/3 e 4-5/4) in cui si sono verificati significativi eventi piovosi; durante questo periodo è corrisposto un notevole abbassamento della radiazione solare globale con valore diurno pari a circa 230 W/m² a causa della copertura nuvolosa. In assenza di copertura nuvolosa i valori massimi di radiazione solare, che si osservano nelle ore centrali della giornata, variano tra gli 650 e 800 W/m² ca. Nella seconda campagna non si sono registrati particolari fenomeni piovosi, mentre i valori massimi di radiazione solare variano da 200 a 840 W/m² ca.

Tabella 5: Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso delle campagne di monitoraggio

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE		TEMPERATURA		UMIDITA' RELATIVA		PRESSIONE ATMOSFERICA		VELOCITA' VENTO	
	W/m ²		°C		%		hPa		m/s	
	Primavera 2016	Autunno 2017	Primavera 2016	Autunno 2017	Primavera 2016	Autunno 2017	Primavera 2016	Autunno 2017	Primavera 2016	Autunno 2017
Minima media giornaliera	22.8	37.9	8.9	12.5	40.5	33.4	957.6	966.5	0.38	0.44
Massima media giornaliera	257.3	248.1	15.0	16.8	95.3	79.6	976.6	981.8	1.82	1.70
Media delle medie giornaliere	125.5	148.7	11.0	15.0	71.8	67.6	970.3	975.6	1.27	0.97
Giorni validi	17	20	20	20	20	20	20	20	20	7
Percentuale giorni validi	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	35%
Media dei valori orari	125.5	148.7	11.0	15.0	71.8	67.6	970.3	975.6	1.27	0.86
Massima media oraria	819.0	839.0	19.7	23.2	100.0	97.0	978.0	983.0	4.50	3.00
Ore valide	408	480	480	480	480	480	480	480	472	340
Percentuale ore valide	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	71%

Figura 4: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità – totale

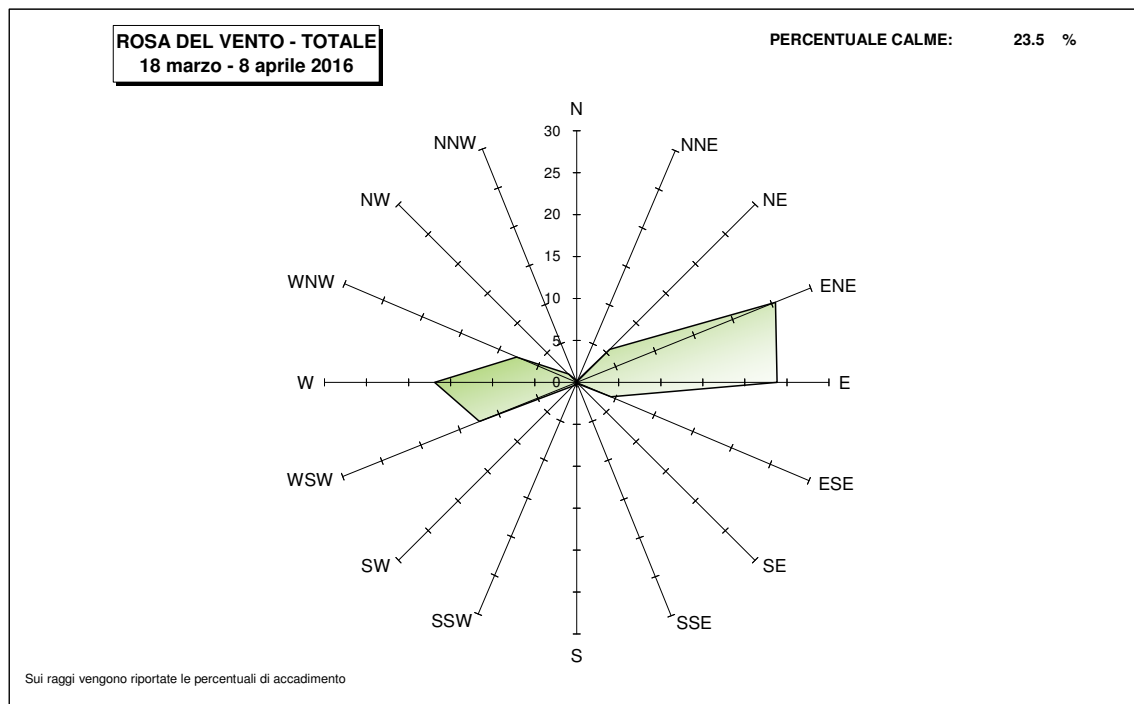


Figura 5: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità – diurna

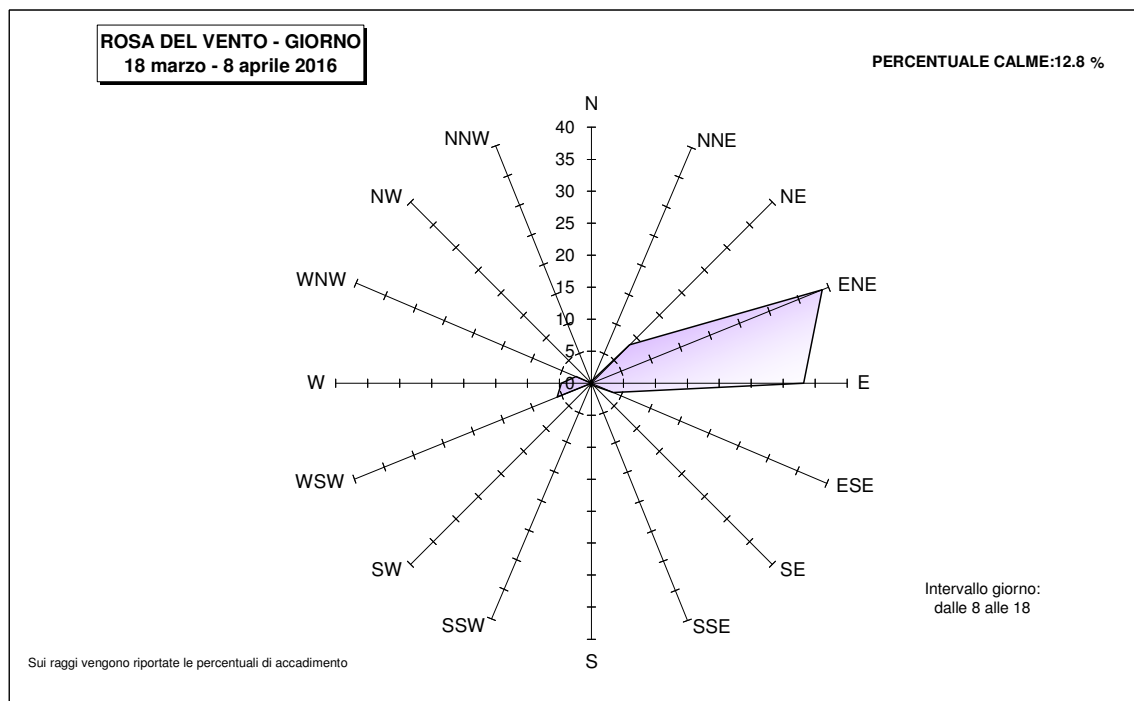


Figura 6: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità – notturna

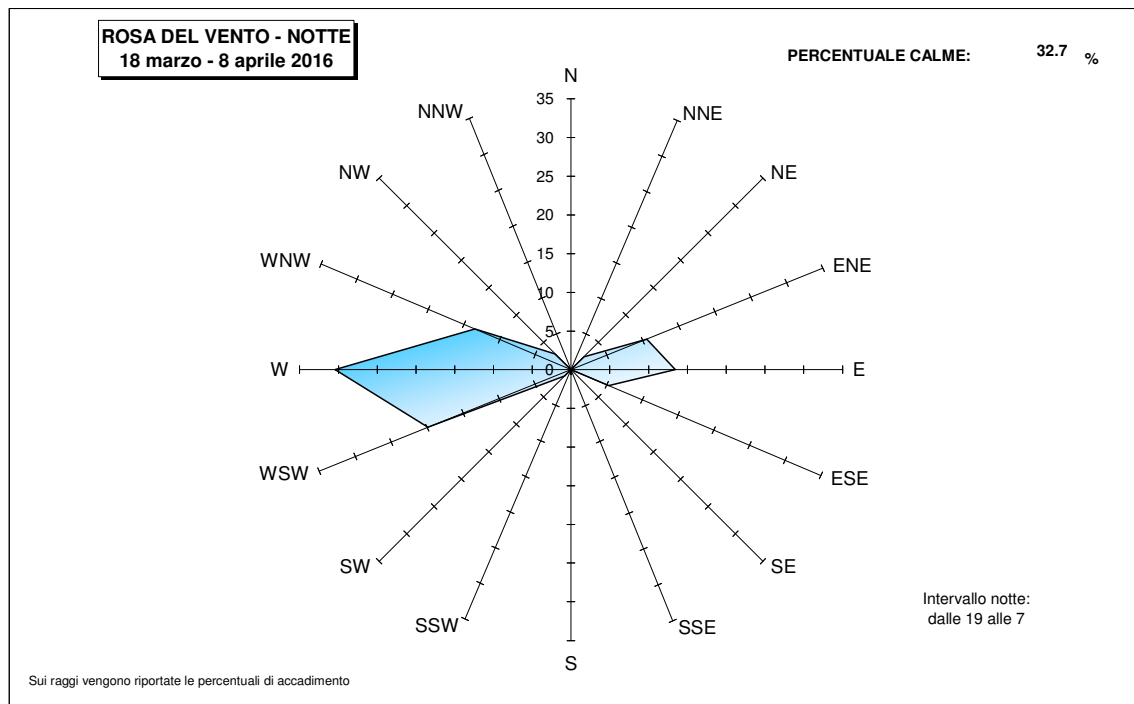


Figura 7: Velocità Vento

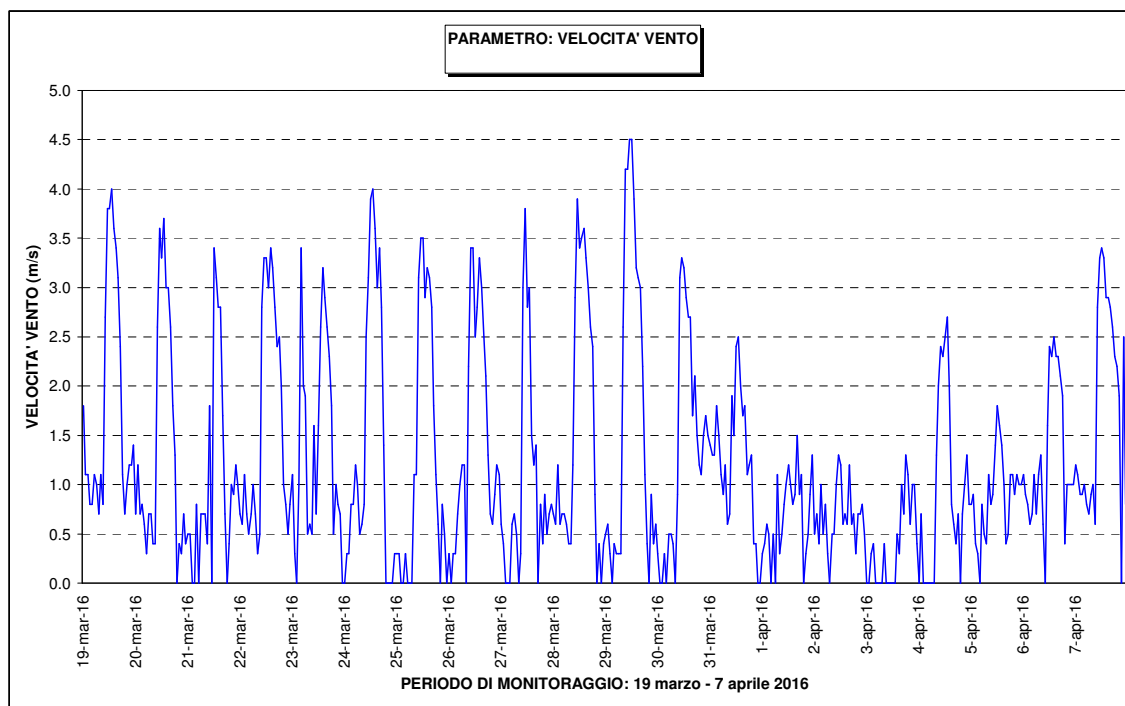


Figura 8: Pressione Atmosferica

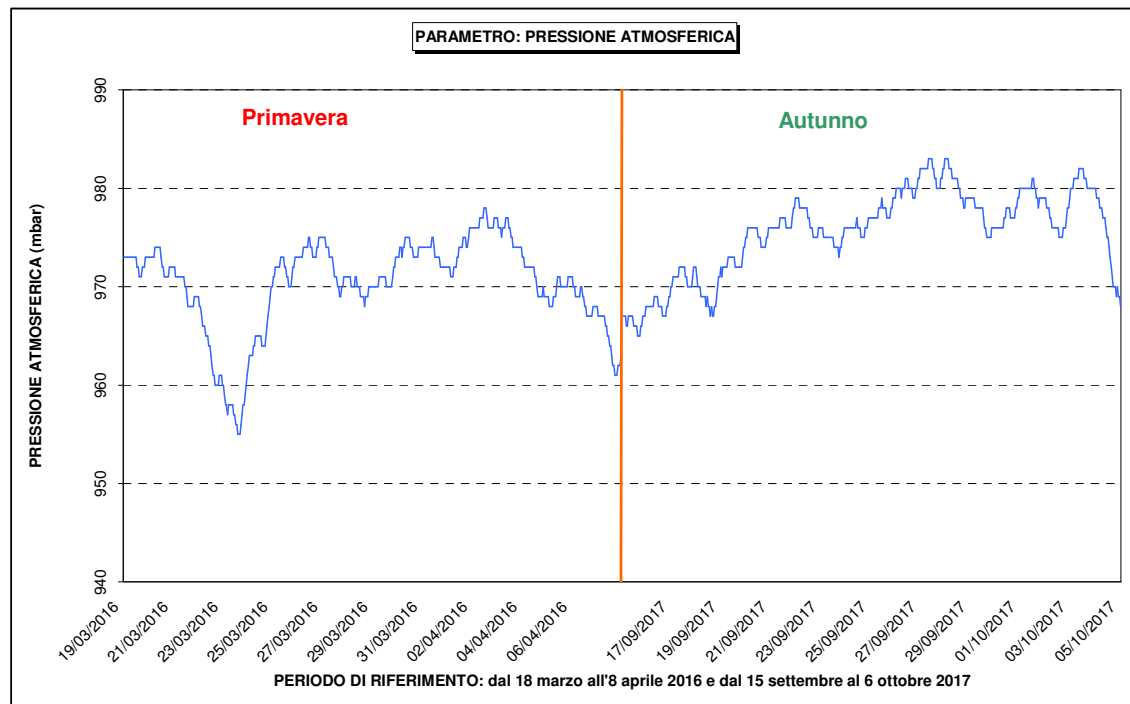


Figura 9: Umidità Relativa - Temperatura aria

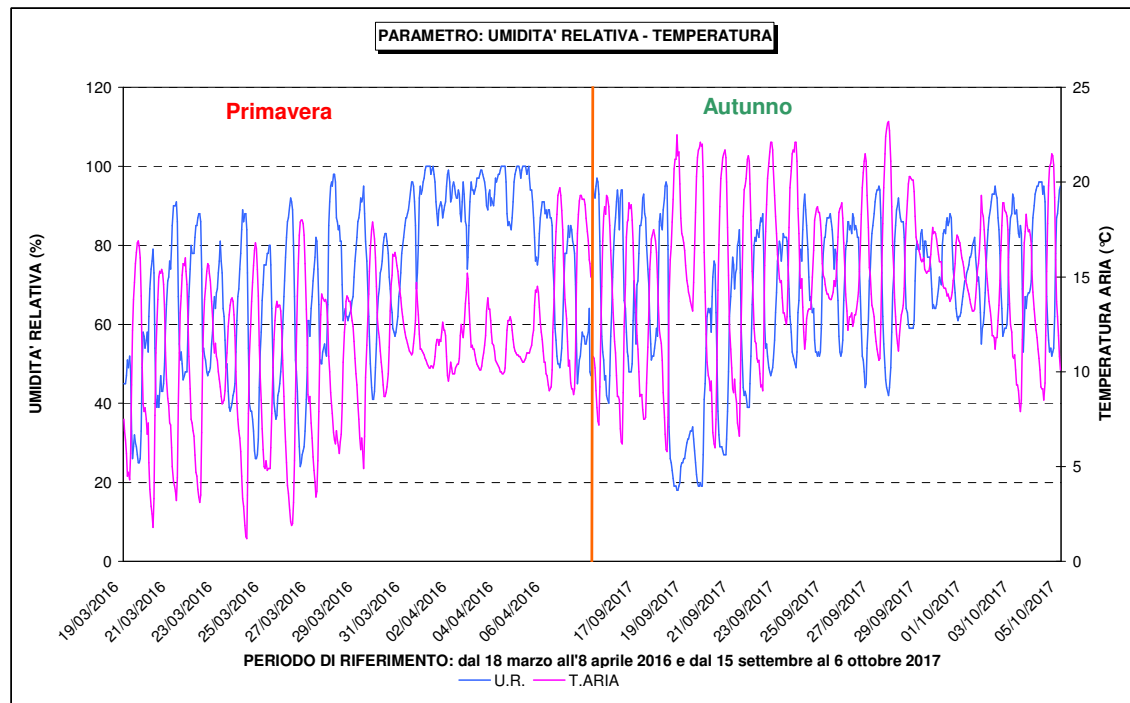
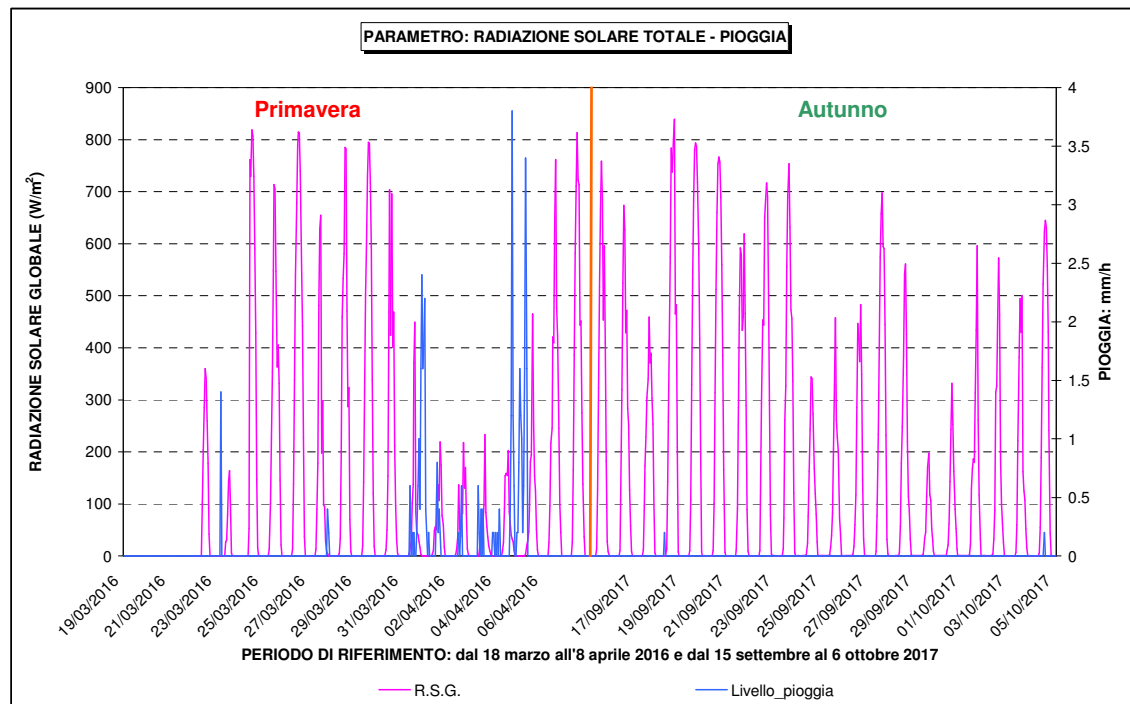


Figura 10: Radiazione Solare Globale e pioggia



Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Condove

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento. Si riportano di seguito le formule chimiche degli inquinanti, utilizzate come abbreviazioni:

SO ₂	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO ₂	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
O ₃	OZONO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
C ₆ H ₆	BENZENE
C ₆ H ₅ CH ₃	TOLUENE
PM ₁₀	PARTICOLATO SOSPESO PM ₁₀
PM _{2.5}	PARTICOLATO SOSPESO PM _{2.5}

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all' indirizzo: <http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/datiarea2.htm> a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, in un diagramma concentrazione-tempo, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio. La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti.

Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse delle ordinate rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio e può essere inviata su richiesta specifica.

Giorno medio

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è stato calcolato il giorno medio: questo si ottiene determinando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 1:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 1:00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. Nel grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente si verifichi un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO₂ derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) nei quali lo zolfo è presente come impurità.

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

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa del riscaldamento domestico.

Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti più problematici, per le elevate concentrazioni rilevate nell'aria e per i suoi effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, con la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili imposta dalla normativa, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante con concentrazioni che si posizionano ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

La non problematicità di questo inquinante è confermata dai dati ottenuti durante le campagne di monitoraggio di Condove; infatti i valori sia giornalieri sia orari sono ampiamente al di sotto dei limiti (**Tabella 6** e **Figura 11**). Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 7 µg/m³ nella campagna primaverile e 8 µg/m³ in quella autunnale, di molto inferiori al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è stata di 10 µg/m³ sia in primavera che in autunno, quindi è ampiamente rispettato il livello orario per la protezione della salute fissato dal D.M. 60/2002 in 350 µg/m³.

Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di SO₂ sono sempre al di sotto dei limiti. Tali risultati positivi si osservano anche a livello provinciale dai dati ottenuti con le centraline fisse di monitoraggio.

Tabella 6: Dati relativi al biossido di zolfo (SO_2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Primavera 2016	Autunno 2017
Minima media giornaliera	2	3
Massima media giornaliera	7	8
Media delle medie giornaliere:	5	5
Giorni validi	19	15
Percentuale giorni validi	95%	75%
Media dei valori orari	5	6
Massima media oraria	10	10
Ore valide	463	368
Percentuale ore valide	96%	77%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0	0

Figura 11: SO_2 - confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)

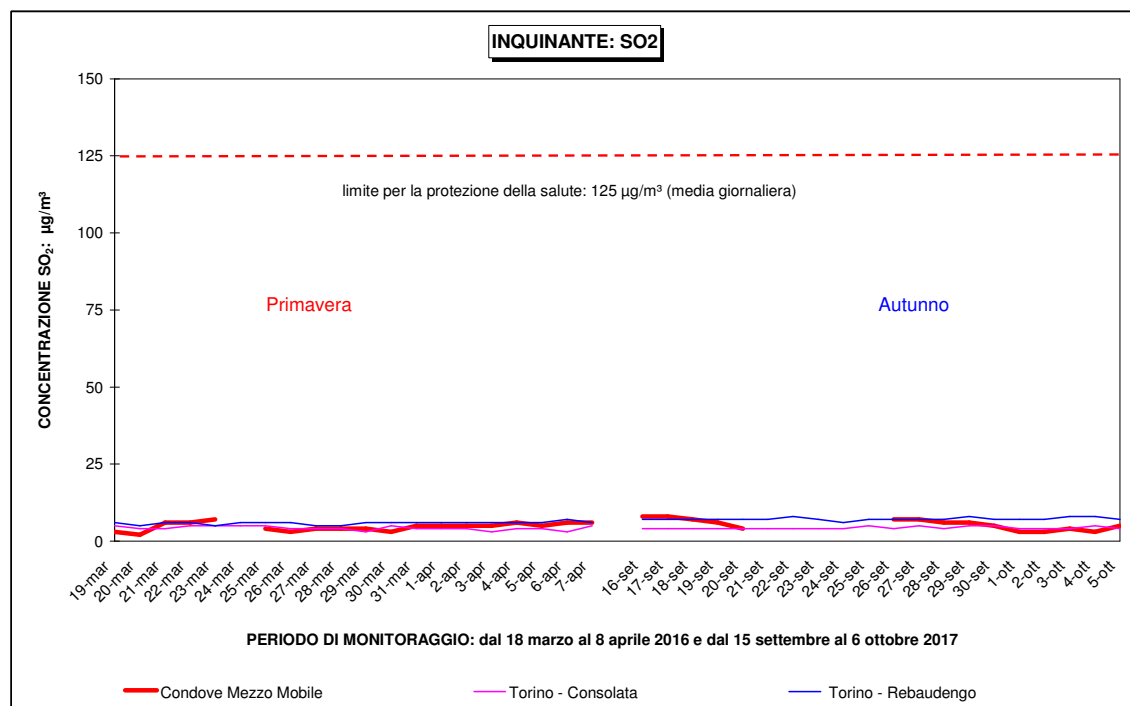
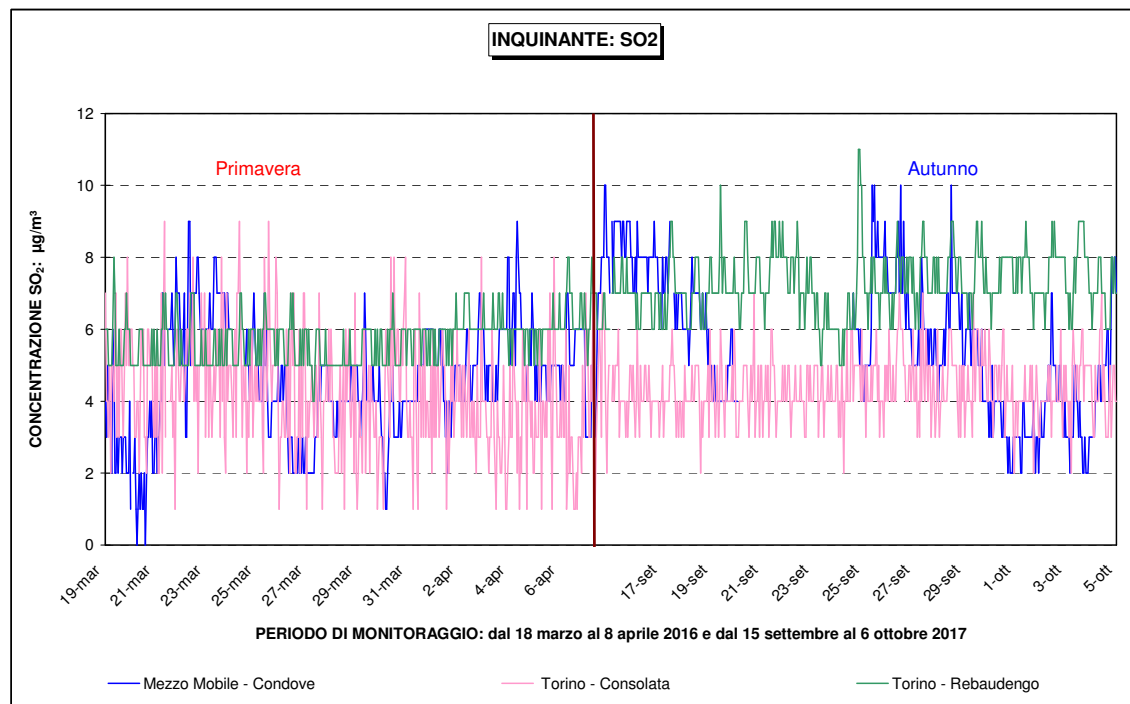


Figura 12: SO_2 - medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa



Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile usato.

Monossido d'azoto

Benché la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell'aria, il monossido di azoto (NO), viene comunque misurato perché, trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresenta uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico.

Nel corso della prima campagna di monitoraggio i livelli di NO (**Tabella 7**) sono risultati generalmente inferiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore che è stato superato in sei occasioni durante tutta la campagna; durante questi eventi per due volte è stato superato il valore di 100 e una volta i $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il 25 marzo con $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che costituisce il massimo orario raggiunto nel corso del monitoraggio. In generale la campagna è stata caratterizzata da elevata dinamicità atmosferica, con eventi pluviometrici e presenza di vento con velocità superiori ai 3 m/s, fattori questi ultimi che hanno influito sulla dispersione/trasporto degli inquinanti. La media dei valori orari è risultata pari a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nella seconda campagna le concentrazioni sono rimaste generalmente al di sotto dei $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ad eccezione del 22, 27, 29 settembre e 4 ottobre rispettivamente con 102, 66, 70 e $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$; la media del periodo è stata di 11.

La **Figura 13** evidenzia come generalmente sia l'andamento, sia i livelli di fondo di monossido di azoto presso il sito di monitoraggio nel comune di Condove, sono in generale confrontabili con quelli della stazione di monitoraggio fissa ubicata a Torino-Lingotto, classificata come fondo urbano, mentre nelle giornate in cui si sono registrate le concentrazioni più elevate i valori sono confrontabili, e in alcuni casi superiori, con quelli di TO-Consolata (stazione di traffico urbano).

L'andamento del giorno medio, rappresentato in **Figura 14**, mostra il tipico aspetto con due massimi giornalieri; nella prima campagna il primo che si registra alle 8 del mattino è uguale a quello di Torino-Consolata; nelle ore successive decresce più rapidamente con un andamento più simile a quello di Torino-Lingotto e di Borgaro, mentre il massimo della sera che si registra alle 21 è più alto di queste cabine e più basso di quello di Torino-Consolata; il tracciato della seconda campagna mostra un andamento simile a quello descritto per la prima, con la differenza che il picco del mattino, che si registra tra le 7 e le 8, risulta più basso sia di Torino-Consolata che di Torino-Lingotto.

Tabella 7: Dati relativi al monossido di azoto (NO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Primavera 2016	Autunno 2017
Minima media giornaliera	8	5
Massima media giornaliera	37	23
Media delle medie giornaliere:	16	11
Giorni validi	20	20
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	15	11
Massima media oraria	124	102
Ore valide	478	478
Percentuale ore valide	100%	100%

Figura 13: NO - medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa

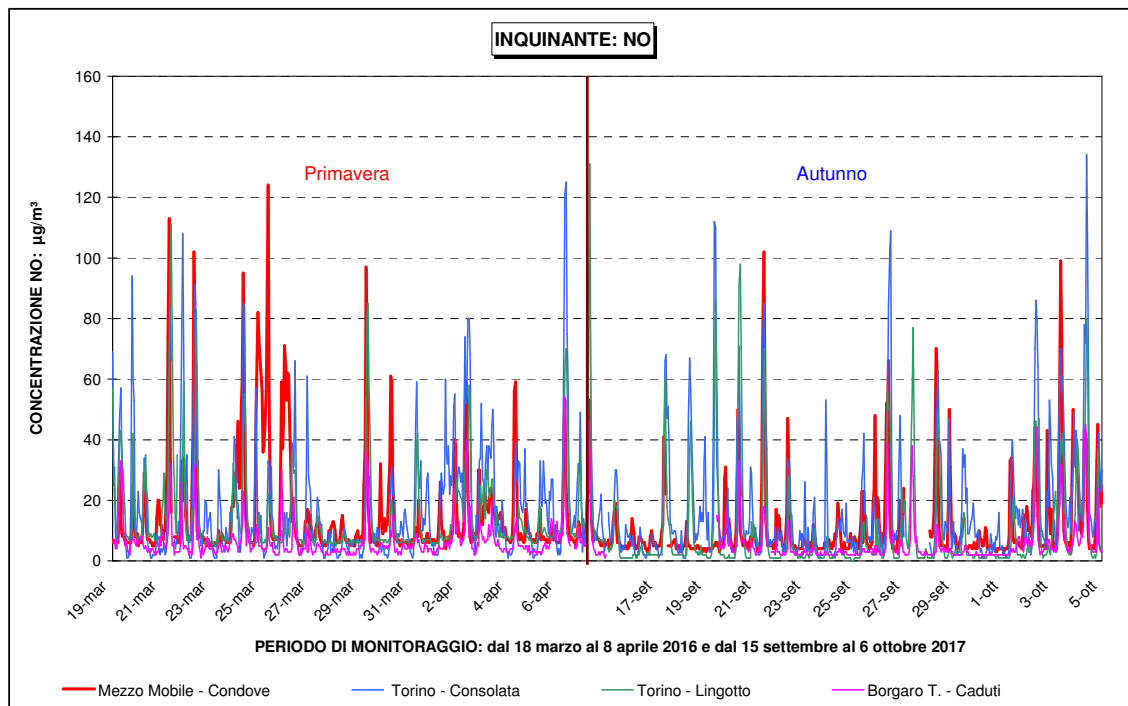
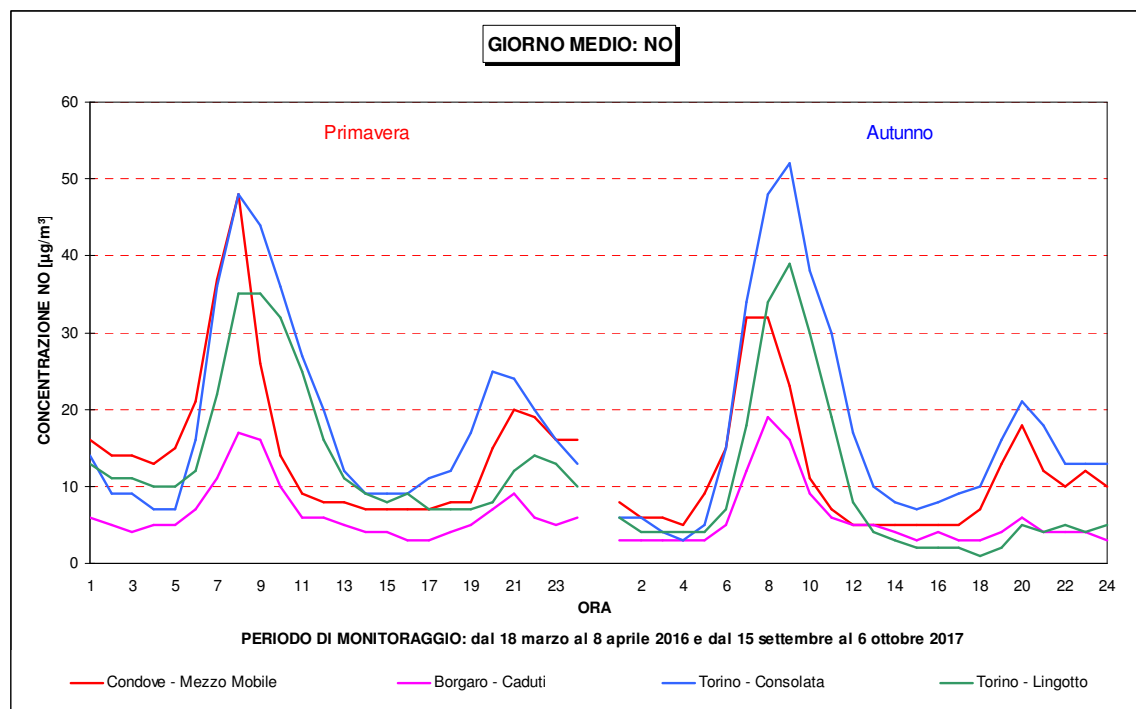


Figura 14: NO - giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



Biossido d'azoto

Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di “smog fotochimico”.

La formazione di NO_2 è piuttosto complessa, infatti oltre ad essere originato direttamente dal traffico veicolare, soprattutto quando si raggiungono elevate velocità e la combustione nei motori è più completa, tale inquinante ha un'importante origine secondaria, essendo originato anche attraverso complesse reazioni fotochimiche che hanno luogo in aria ambiente.

Il contributo dell'inquinamento veicolare alle emissioni di ossidi di azoto è diverso a seconda del tipo di veicolo. Da una stima dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, (*“Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000”*, APAT 2003), risulta che nell'anno 2000 il fattore di emissione medio di NO_x su percorso urbano stimato per le autovetture ammonta a 1,070 g/veic*km, per i veicoli commerciali leggeri è 2,338 g/veic*km, mentre per i veicoli commerciali pesanti (>3,5 t) e i bus il fattore di emissione è pari a 12,014 g/veic*km.

Per quello che riguarda l' NO_2 (**Tabella 10**), durante le campagne di monitoraggio nel comune di Condove non si sono registrati superamenti del limite orario di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ né tantomeno del livello di allarme di 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, essendo la massima media oraria misurata di 104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagna primaverile) e di 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagna autunnale). La concentrazione media oraria di NO_2 nella prima campagna si è generalmente attestata al di sotto degli 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (se si escludono alcune giornate dove i massimi orari misurati risultano lievemente superiori ma comunque al di sotto dei 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), con una media oraria dell'intero periodo pari a 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche durante la seconda campagna i valori si sono mantenuti al di sotto degli 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ad eccezione del 22 e 29 settembre quando si sono registrati valori massimi orari rispettivamente di 89 e 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; la media oraria dell'intero periodo è stata di 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le **Figura 15** e **Figura 16** permettono di confrontare i dati delle campagne condotte con il mezzo mobile con quelli provenienti da alcune stazioni della rete fissa di monitoraggio. Per la campagna primaverile, ad eccezione di qualche giornata di picco già evidenziate nella trattazione del monossido d'azoto, i valori orari registrati presso il sito di Condove presentano maggiori analogie con quelli di Torino-Lingotto e Borgaro, rispettivamente classificate di fondo urbano e fondo suburbano, mentre rispetto a Torino-Consolata (stazione di traffico urbano) i valori sono mediamente inferiori. Queste caratteristiche risultano ancora più evidenti nel grafico del giorno medio (**Figura 12**). Nella campagna autunnale si notano concentrazioni ed andamenti medi inferiori a Torino-Lingotto e prossimi a quelli di Borgaro.

Il D.Lgs. 155/2010 prevede per il biossido di azoto anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Visto che la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato con la metodologia descritto nella nota.

Considerando che le due campagne sono state realizzate in due anni diversi, si sono effettuate due stime utilizzando come riferimento rispettivamente le medie annuali del 2016 e del 2017.

Dal confronto della **Tabella 8** (elaborazioni riferite al 2016) e della **Tabella 9** (elaborazioni riferite al 2017), osserviamo che le medie di quasi tutte le cabine della rete provinciale risultano più elevate nel 2017 determinando un dato più elevato anche per la media stimata di Condove.

Le medie più alte del 2017 sono legate alle particolari condizioni atmosferiche che hanno caratterizzato il corso dell'anno e che hanno determinato fenomeni di stabilità atmosferica che favoriscono la concentrazione degli inquinanti negli strati più bassi dell'atmosfera.

Il valore di media annuale stimata per il sito di Condove è inferiore al limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per entrambe le elaborazione: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (stima 2016); $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (stima 2017).

Come risulta dalla **Figura 17** e dalla **Figura 18** le medie annuali stimate per il sito di Condove sono risultate molto simili a quelle di Borgaro, Leinì, Orbassano, Vinovo e Torino-Rubino, cabine di fondo urbano o sub-urbano che nel corso dei due anni considerati non hanno superato il limite annuale.

Nota

Si sono calcolate le medie di NO_2 , per i due periodi della campagna (primaverile e autunnale), di tutte le stazioni della provincia con l'esclusione di quella di Ceresole, quest'ultima tipica di una situazione non interessata da traffico; dal rapporto con la medie degli anni 2016 e 2017 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne a Condove permette di ricavare la stima annuale:

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

dove

m_c : media periodo campagne NO_2 Condove

M_c : media stimata anno 2016 e 2017 NO_2 Condove

m_p : media periodo campagne NO_2 Provincia di Torino

M_p : media anno 2016 e 2017 NO_2 Provincia di Torino

Tabella 8: NO₂ - confronto medie del periodo di monitoraggio con medie annuali 2016 nella provincia di Torino

Stazione	Media NO ₂ (µg/m ³)			
	I° Campagna	II° Campagna	Media I° e II° Campagna	Media Anno 2016
Ceresole Reale - Diga	5	6	6	4
Druento - La Mandria	9	7	8	11
Baldissero T.(ACEA) - parco	5	11	8	12
Oulx - Roma	16	13	15	18
Chieri - Bersezio	15	16	16	19
Susa - Repubblica	20	14	17	20
Ivrea - Liberazione	21	17	19	23
Leini'(ACEA) - Grande Torino	23	26	25	24
Borgaro T. - Caduti	27	23	25	30
Mezzo Mobile - Condove (*)	31	27	29	30
Orbassano - Gozzano	35	28	32	32
Vinovo - Volontari	36	30	33	33
Torino - Rubino	32	33	33	35
Settimo T. - Vivaldi	37	30	34	36
Carmagnola - I Maggio	36	38	37	39
Torino - Lingotto	35	39	37	40
Beinasco (TRM) - Aldo Mei	44	41	43	41
Collegno - Francia	39	59	49	46
Torino - Consolata	51	53	52	50
Torino - Rebaudengo	72	71	72	70

(*)= medie annuali stimate

Tabella 9: NO₂ - confronto medie del periodo di monitoraggio con medie annuali 2017 nella provincia di Torino

Stazione	Media NO ₂ (µg/m ³)			
	I° Campagna	II° Campagna	Media I° e II° Campagna	Media Anno 2017
Ceresole Reale - Diga	5	6	6	5
Druento - La Mandria	9	7	8	12
Baldissero T.(ACEA) - parco	5	11	8	15
Oulx - Roma	16	13	15	17
Susa - Repubblica	20	14	17	19
Chieri - Bersezio	15	16	16	22
Ivrea - Liberazione	21	17	19	24
Borgaro T. - Caduti	27	23	25	30
Leini'(ACEA) - Grande Torino	23	26	25	32
Mezzo Mobile - Condove (*)	31	27	29	34
Orbassano - Gozzano	35	28	32	34
Torino - Rubino	32	33	33	35
Vinovo - Volontari	36	30	33	36
Settimo T. - Vivaldi	37	30	34	36
Torino - Lingotto	35	39	37	40
Carmagnola - I Maggio	36	38	37	42
Beinasco (TRM) - Aldo Mei	44	41	43	48
Collegno - Francia	39	59	49	58
Torino - Consolata	51	53	52	59
Torino - Rebaudengo	72	71	72	83

(*)= medie annuali stimate

Tabella 10: Dati relativi al biossido di azoto (NO_2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Primavera 2016	Autunno 2017
Minima media giornaliera	21	9
Massima media giornaliera	49	41
Media delle medie giornaliere	31	27
Giorni validi	20	20
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	31	27
Massima media oraria	104	97
Ore valide	478	476
Percentuale ore valide	100%	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0	0

Figura 15: NO_2 - confronto con i limiti di legge e con i dati delle stazioni fisse di Borgaro, Torino-Consolata e Torino-Lingotto

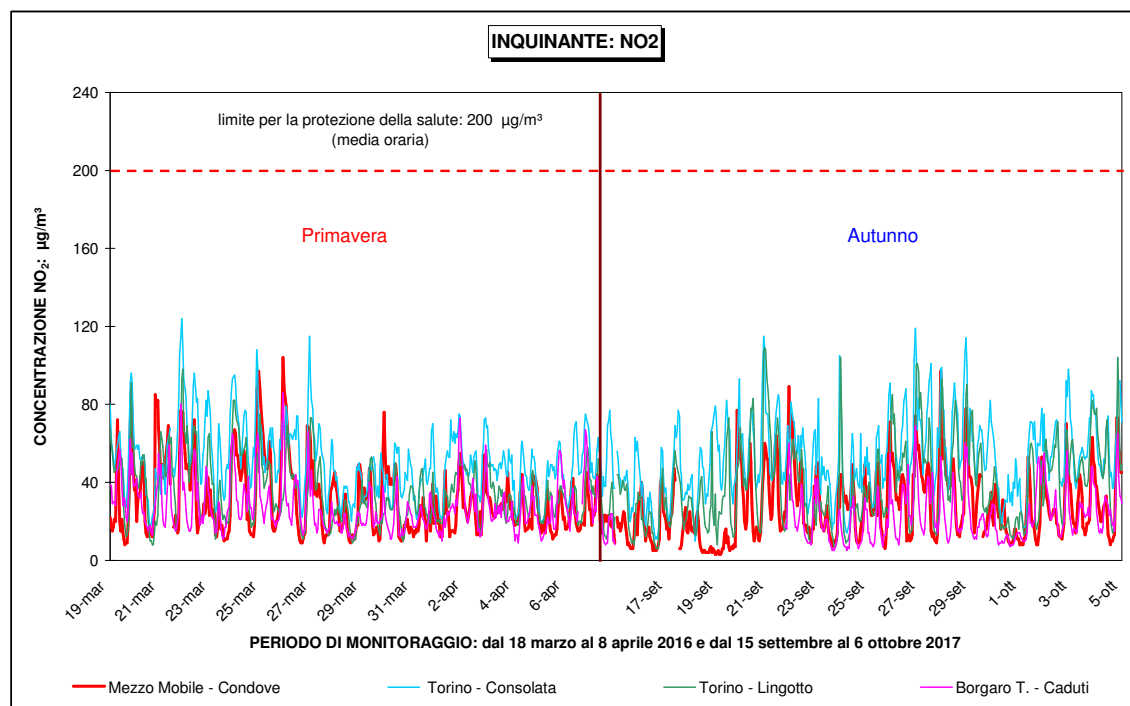


Figura 16: NO_2 - andamento del giorno medio

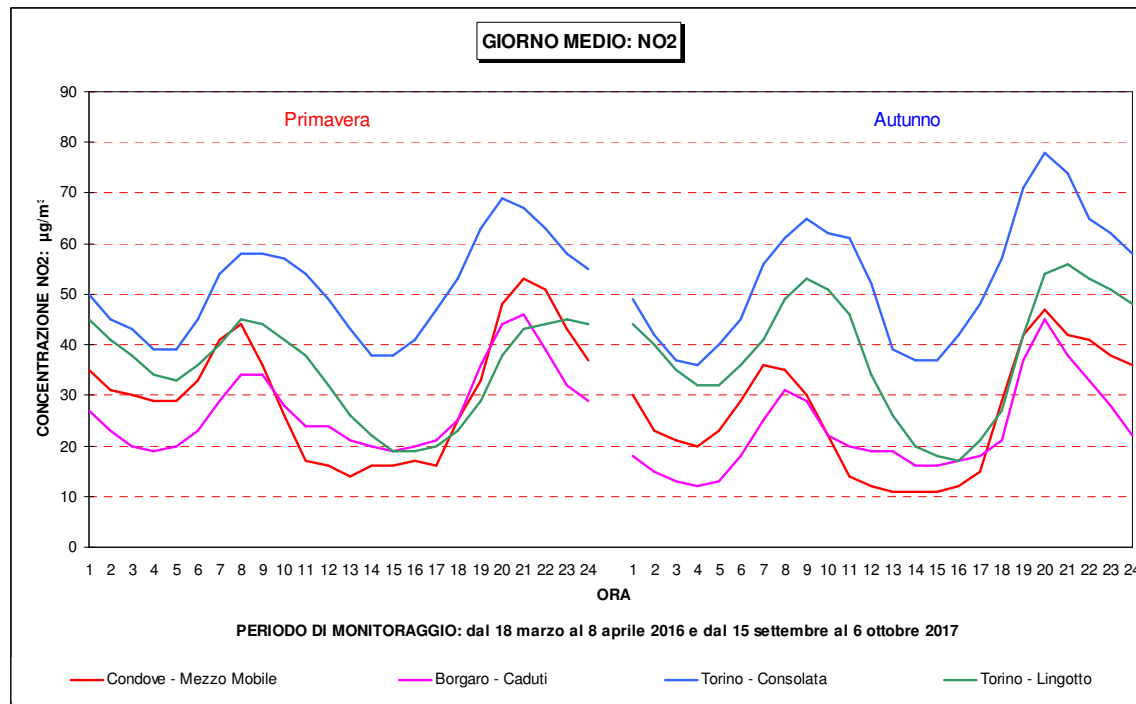


Figura 17: NO_2 - confronto medie annuali 2016 e medie del periodo nella provincia di Torino (la media annuale per il sito di Condove è stata stimata)

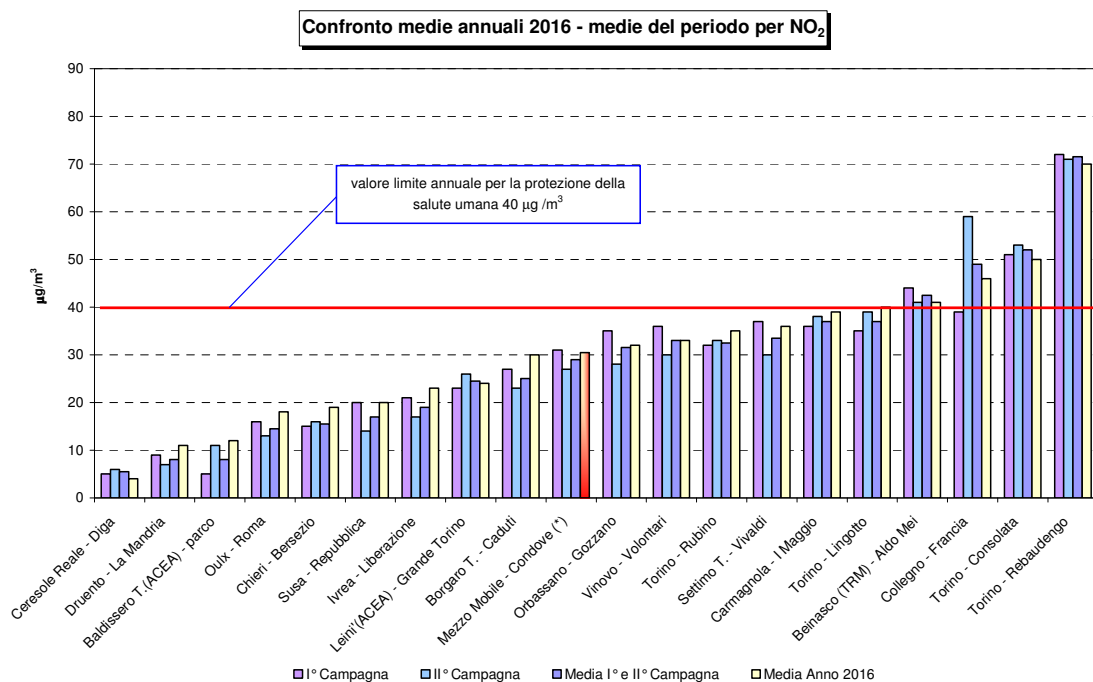
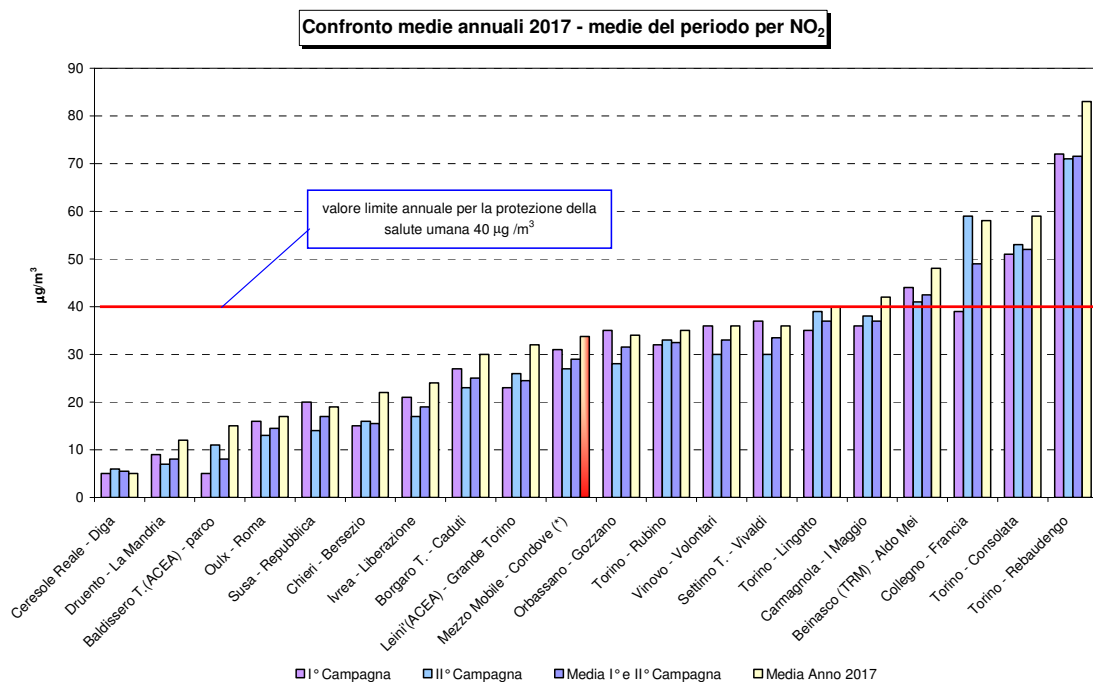


Figura 18: NO₂ - confronto medie annuali 2017 e medie del periodo nella provincia di Torino (la media annuale per il sito di Condove è stata stimata)



Monossido di Carbonio

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3); infatti, si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione, per cui i valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato.

Il monossido di carbonio è caratterizzato da un'elevata affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), pertanto la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare. Nei casi peggiori con concentrazioni elevatissime di CO si può arrivare anche alla morte per asfissia. La carbossiemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

Nell'ultimo ventennio, con l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel, si è osservata una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli ed i valori registrati attualmente rispettano ampiamente i limiti normativi.

I dati misurati durante le campagne di Condove (**Tabella 11**) confermano tale andamento osservato su scala regionale. La normativa prevede un limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, calcolato come media su otto ore consecutive, il quale è ampiamente rispettato visto che il valore massimo su otto ore è pari a $0.7 \text{ mg}/\text{m}^3$, nel periodo primaverile, e $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ in quello autunnale (**Figura 19**); questo limite non è raggiunto neppure su base oraria (il massimo valore orario è stato di 0.8 e $0.6 \text{ mg}/\text{m}^3$ nelle due rispettive campagne). La **Figura 20** mostra l'andamento medio delle concentrazioni del CO nel corso della giornata. Il confronto con i dati di alcune stazioni della rete provinciale fissa (**Figura 20** e **Figura 21**) indica concentrazioni inferiori rispetto a Torino-Rebaudengo, stazione di traffico urbano, e molto simili a quelle di Oulx, stazione classificata di traffico suburbano nella prima campagna; nella seconda le concentrazioni risultano inferiori anche a quelle di Oulx.

Tabella 11: Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m³)

	Primavera 2016	Autunno 2017
Minima media giornaliera	0.2	0.2
Massima media giornaliera	0.4	0.4
Media delle medie giornaliere (b):	0.3	0.3
Giorni validi	20	20
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	0.3	0.3
Massima media oraria	0.8	0.6
Ore valide	478	478
Percentuale ore valide	100%	100%
Minimo medie 8 ore	0.2	0.1
Media delle medie 8 ore	0.3	0.3
Massimo medie 8 ore	0.7	0.5
Percentuale medie 8 ore valide	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0	0

Figura 19: CO - confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

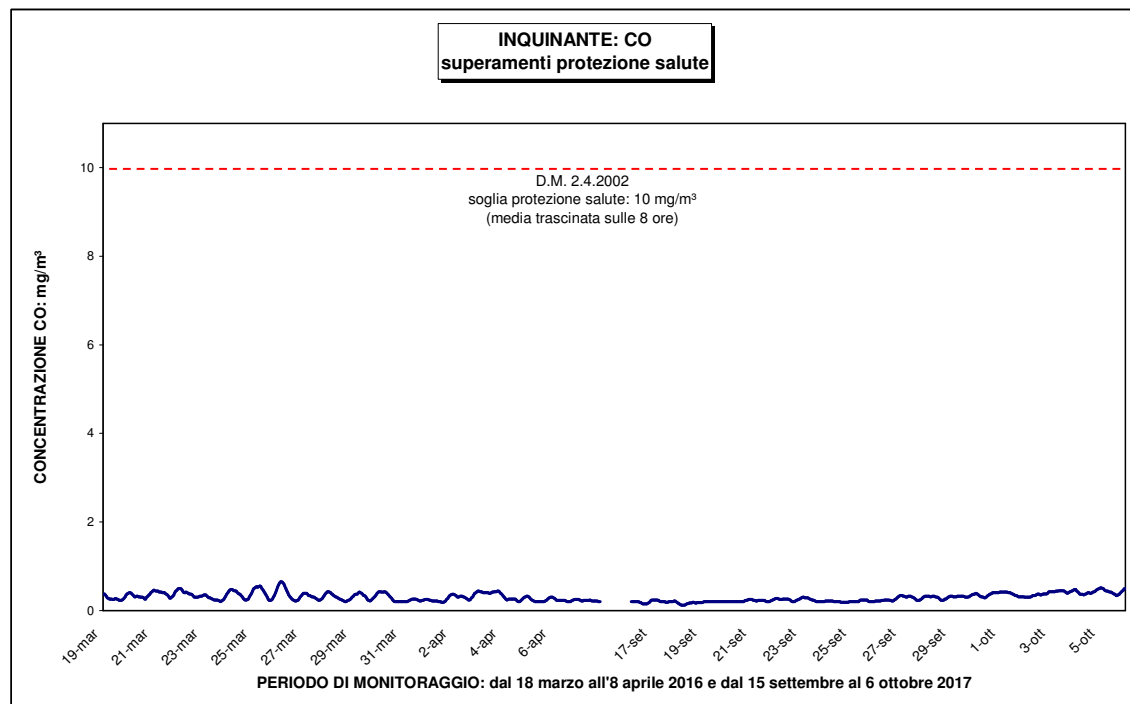


Figura 20: CO - andamento medie orarie

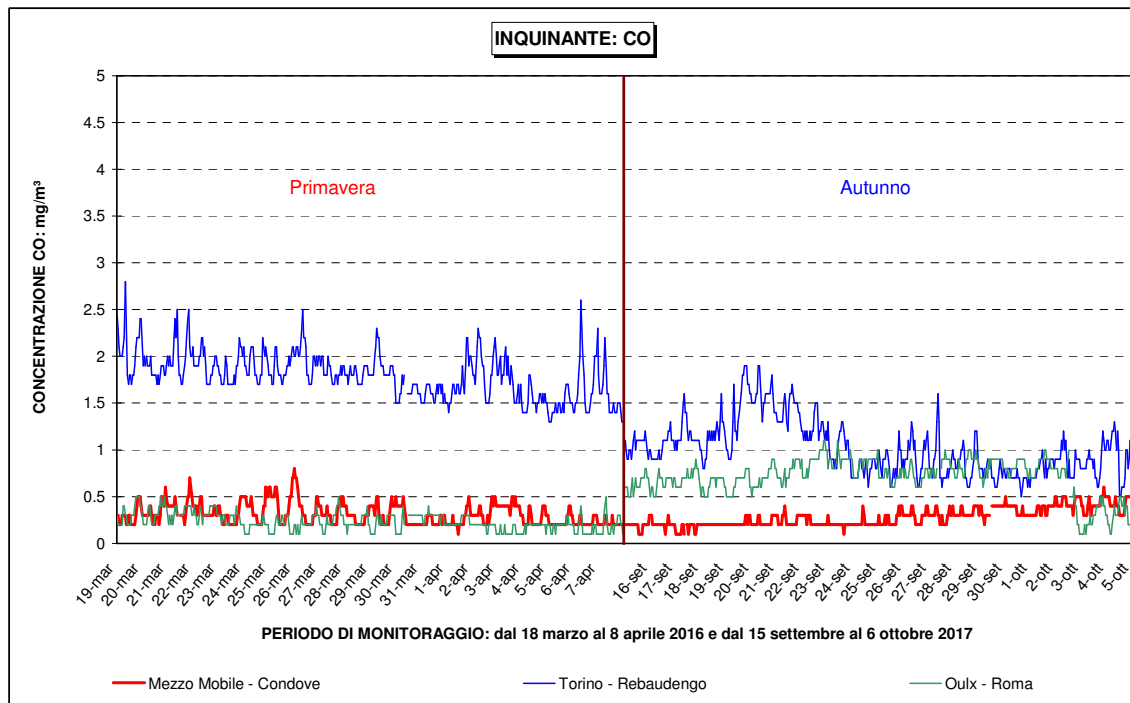
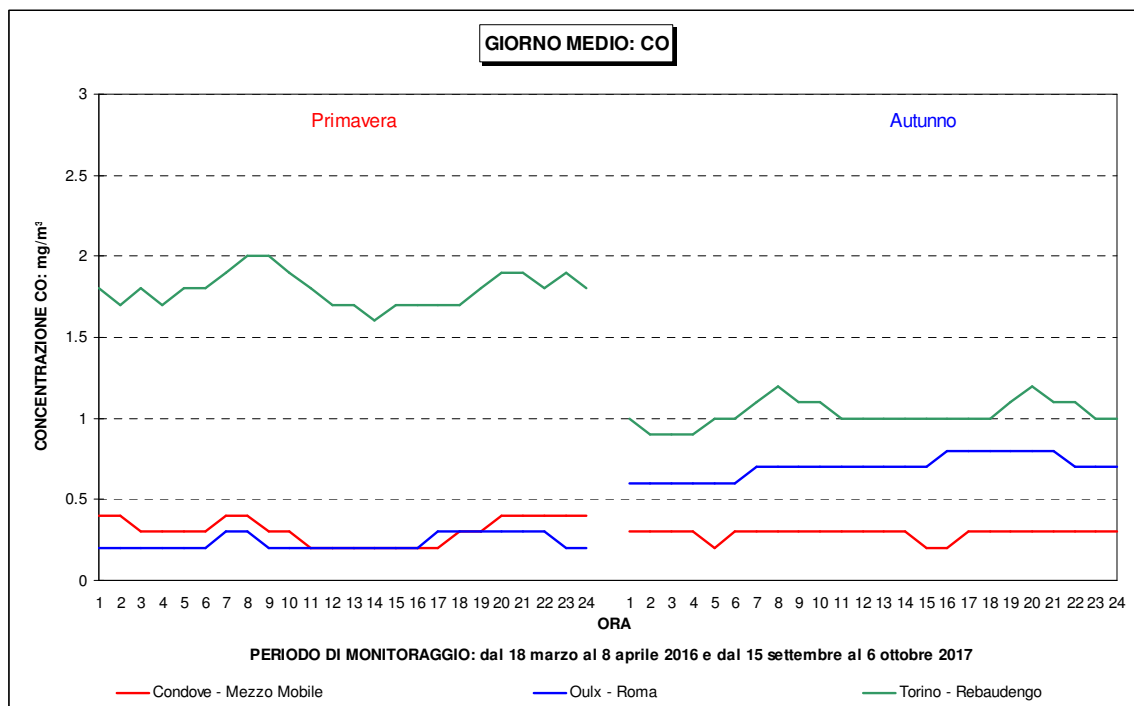


Figura 21: CO - andamento del giorno medio



Benzene

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

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

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

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

Il benzene è una sostanza classificata:

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

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule. Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo. Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

A causa di problemi tecnici durante la prima campagna non è stato possibile monitorare questo inquinante.

Nel corso della seconda campagna la concentrazione media è stata di $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un valore massimo di $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, come riportato in **Tabella 12**.

Dalla **Figura 22** e dalla **Figura 23** osserviamo che le concentrazioni orarie del benzene nel sito monitorato mostrano livelli più bassi sia delle centraline fisse da traffico ubicate in Torino – Via della Consolata e piazza Rebaudengo, sia di quelli registrati nella cabina di fondo urbano di Torino - Lingotto.

La normativa vigente (D.Lgs. 155/2010) prevede per il benzene un valore limite annuale di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; poiché la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate.

Nella **Figura 24** vengono messe a confronto le medie relative al periodo di monitoraggio con le medie annuali delle stazioni fisse della rete provinciale evidenziando che il limite annuale è stato ampiamente rispettato in tutte centraline. La concentrazione media registrata a Condove è stata la più bassa, confermando la non problematicità di questo inquinante nel sito monitorato.

Tabella 12: Dati relativi al benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Autunno 2017
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.9
Media delle medie giornaliere	0.6
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.6
Massima media oraria	1.4
Ore valide	473
Percentuale ore valide	99%

Figura 22: Benzene - andamento orario e confronto con i dati delle stazioni di Torino – Consolata, Torino – Lingotto e Torino- Rebaudengo

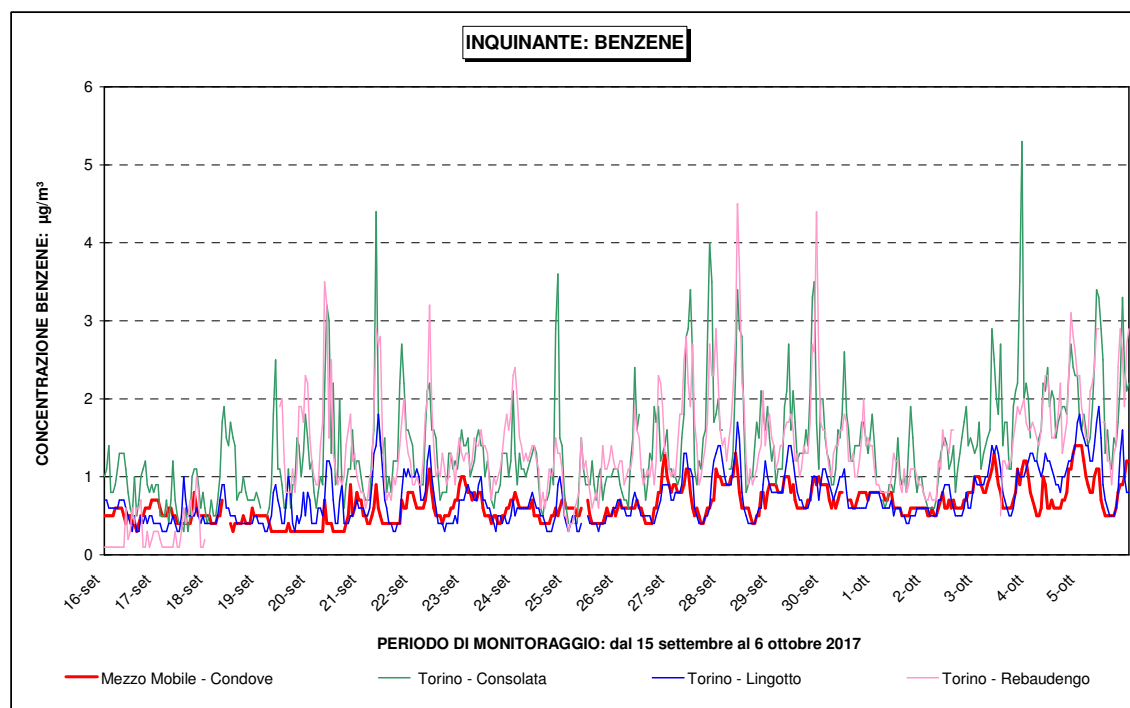


Figura 23: Benzene - giorno medio e confronto con i dati delle stazioni di Torino - Consolata, Torino - Rebaudengo e Torino – Lingotto

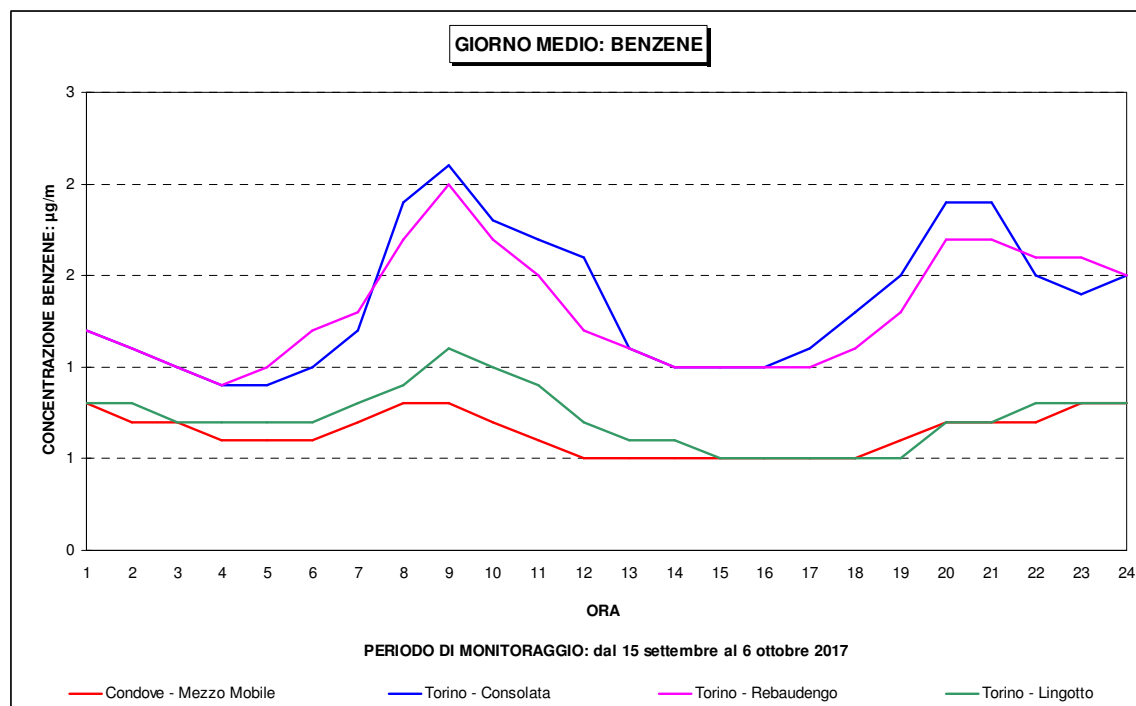
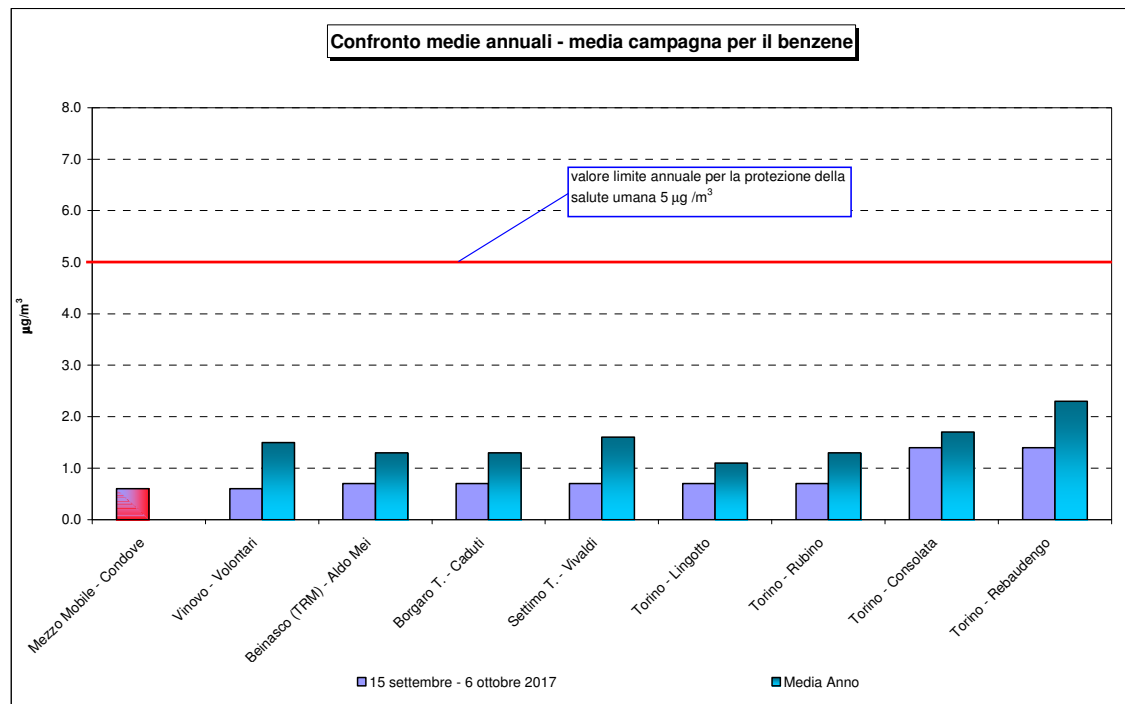


Figura 24: Benzene - confronto medie annuale 2017 e medie del periodo



Particolato Sospeso (PM_{10}) e ($PM_{2.5}$)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc... Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il particolato è costituito anche da una componente secondaria, che si forma in atmosfera a seguito di complessi fenomeni chimico-fisici a carico di precursori originariamente emessi in forma gassosa.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazioni di polveri nell'aria e le manifestazioni di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciate negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma a partire dal DM 60/2002 ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM_{10} , cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a $10\ \mu m$, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi e mettere inoltre a contatto l'apparato respiratorio con sostanze ad elevata tossicità adsorbite sul particolato stesso.

Inoltre il D.Lgs. 155/2010 ha introdotto, come descritto nel capitolo relativo alla normativa, un valore limite e un valore obiettivo annuale anche per il $PM_{2.5}$ (particolato con diametro aerodinamico inferiore ai $2.5\ \mu m$) .

PM_{10}

Durante la campagna primaverile per il particolato PM_{10} sono disponibili 19 misurazioni su 20 giornate di monitoraggio (95% di dati validi) e nel periodo autunnale le misurazioni disponibili sono 20 (100% dei dati validi); la campagna primaverile non ha registrato superamenti del valore limite giornaliero di $50\ \mu g/m^3$ (da non superare più di 35 volte per anno civile), mentre in autunno si sono verificati 5 superamenti come indicato in **Tabella 13** in **Figura 25**.

La media della prima campagna dei valori di particolato PM_{10} è stata di $33\ \mu g/m^3$, con un valore massimo giornaliero di $45\ \mu g/m^3$ registrato il 25 marzo, giornata nella quale si è registrato il massimo di $PM_{2.5}$ e degli ossidi di azoto. Nella seconda campagna la media è stata di $31\ \mu g/m^3$, con un valore massimo giornaliero di $66\ \mu g/m^3$ registrato il 30 settembre, giornata nella quale si è registrato il massimo di $PM_{2.5}$.

In **Figura 25** vengono confrontati i valori di PM_{10} registrati a Condove con quelli misurati nelle altre stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria: per entrambi i periodi monitorati si osserva in generale un andamento confrontabile con quello di Torino-Grassi e di Borgaro T.se, mentre le concentrazioni risultano più alte della stazione di Susa.

Come già accennato, durante il monitoraggio autunnale vi sono stati 5 superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su 39 giorni validi (totale dei giorni validi delle due campagne), pari al 13% dei giorni validi.

In **Figura 30** e **Figura 31** si osserva che, in termini percentuali, il numero di superamenti rilevati nel sito di Condove è superiore alle cabine della Val di Susa, uguale a quello di Borgaro, Collegno e Carmagnola, e leggermente più basso di quello dei siti di Torino. Risulta inoltre molto evidente, rispetto alle percentuali di superamenti su base annua, la differenza tra il 2016 ed il 2017. Come precedentemente espresso tale differenza è da attribuire in buona parte alle differenti condizioni atmosferiche che hanno caratterizzato i due anni.

Rispetto al numero di superamenti nel corso dell'anno non è possibile effettuare stime che abbiano un'approssimazione statistica accettabile, come nel caso dei valori medi; vengono pertanto considerati per analogia le stazioni della rete fissa che, durante il periodo delle campagne, hanno registrato un numero di superamenti uguali o molto vicini. Nel caso in oggetto le stazione più simile come numero di superamenti del livello giornaliero risultano Borgaro, Collegno, Torino-Lingotto e Torino-Rubino che durante le campagne hanno avuto 6 superamenti rispetto ai 5 registrati a Condove; tutte queste cabine nel corso sia dell'anno 2016 che del 2017 hanno avuto un totale di superamenti superiore al limite di 35 stabilito dalla legge. È dunque presumibile che se si fosse effettuato un monitoraggio esteso all'intero anno anche nel sito di Condove ci sarebbe stato il superamento del limite preso in esame.

Il valore medio del periodo rilevato nel sito di Condove è pari a $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 15** e **Tabella 16**; **Figura 28** e **Figura 29**). In termini puramente numerici tale valore è inferiore al valore limite previsto dalla normativa per la protezione della salute umana ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) che però va calcolata su base annuale. Poiché la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato come descritto nella nota.

Considerando che le due campagne di monitoraggio si sono svolte in due anni differenti tale procedimento è stato applicato sia tenendo conto delle medie annuali del 2016 che quelle del 2017; nel primo caso, la media annuale stimata è pari a $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (vedi **Figura 28**); la stima ottenuta computando le medie annuali del 2017 è di $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vedi **Figura 29**). Entrambe le stime risultano pertanto inferiori al valore limite di legge ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La diversità dei risultati ottenuti confrontando le medie dei rispettivi anni è dovuta alle particolari condizioni atmosferiche che hanno caratterizzato il 2017 determinando un generale aumento delle medie degli inquinanti atmosferici, come risulta evidente dalle tabelle e figura sopra citati.

Si precisa inoltre che negli elaborati grafici e nel calcolo delle stime non sono state inserite le medie della cabina di Settimo in quanto per il periodo nel monitoraggio non sono presenti dati in numero significativo.

La stima della media annuale conferma inoltre quanto già evidenziato in relazione al rispetto del valore limite giornaliero. La correlazione statistica per il PM_{10} tra media annuale e numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero⁽¹⁾, infatti, evidenzia che sul territorio piemontese il limite di 35 superamenti del valore limite giornaliero viene rispettato per valori di media annuale inferiori a $24,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²⁾.

Nota

Si sono calcolate le medie delle concentrazioni del PM_{10} per il periodo delle campagne, di tutte le stazioni della provincia in cui viene monitorato tale parametro ad eccezione della cabina di Ceresole in quanto stazione remota esente da apporti di particolato da traffico veicolare significativi; dal rapporto con la media dell'anno 2016 e dell'anno 2017 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne a Condove permette di ricavare la stima annuale:

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

dove

m_c : media periodo campagne PM_{10} Condove

M_c : media stimata anno 2016 e 2017 PM_{10} Condove

m_p : media periodo campagne PM_{10} Provincia di Torino

M_p : media anno 2016 e 2017 PM_{10} Provincia di Torino

$PM_{2.5}$

Il parametro $PM_{2.5}$ segue, come andamento temporale e valori medi di concentrazione giornaliera, il PM_{10} (vedi **Figura 27**).

Il valore medio del periodo primaverile è stato di $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un minimo di 10 ed un massimo di $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$; nella seconda campagna il valore medio è stato di $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un minimo di 5 ed un massimo di $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 14**). Dalla **Figura 26** notiamo che, in termini relativi, i valori di $PM_{2.5}$ nel sito di Condove sono risultati sia nella prima campagna che nella seconda mediamente molto vicini a quelle delle altre stazioni provinciali prese a riferimento. In termini assoluti la media dei due periodi di monitoraggio, pari a $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è inferiore al valore limite previsto dalla normativa di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che però va calcolato su base annuale.

Visto che la durata del monitoraggio a Condove è pari a 40 giorni distribuiti nel corso di due anni in stagioni diverse, la media dei valori non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo; non è quindi possibile in termini formali un confronto diretto con il limite stesso.

Si può però considerare un valore stimato di media annuale come descritto nella nota. Applicando tale procedimento, si ottengono i valori di media annuale che sono stati messi a confronto con i valori delle altre centraline della rete di monitoraggio della provincia di Torino in cui si determina il $PM_{2.5}$. Anche nel caso di questo inquinante sono state effettuate due stime considerando

⁽¹⁾ Bertello et, al Analisi della correlazione fra media annuale e numero di superamenti del valore limite per il PM_{10} – La situazione del Piemonte nel quadro europeo – Atti del VII Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico, Roma 2016

⁽²⁾ Ciò significa che nel sito di Condove è presumibile un rispetto del numero massimo di giorni di superamento del valore limite giornaliero di PM_{10} solo in anni caratterizzati da condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli alla dispersione degli inquinanti (come il 2016, per il quale la stima della concentrazione media annuale è inferiore a $24,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

rispettivamente le medie annuali delle stazioni della provincia del 2016 e quelle del 2017 per le medesime considerazioni già espresse per le stime del PM₁₀.

Nota

Si sono calcolate le medie di PM_{2,5} per il periodo della campagna, per le stazioni della provincia in cui si misura il PM_{2,5}; dal rapporto con la media dell'anno 2016 e dell'anno 2017 della provincia si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne di Condove permette di ricavare la stima annuale;

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

dove

m_c : media periodo campagne PM_{2,5} Condove

M_c : media stimata anno 2016 e 2017 PM_{2,5} Condove

m_p : media periodo campagne PM_{2,5} Provincia di Torino

M_p : media anno 2016 e 2017 PM_{2,5} Provincia di Torino

La stima annuale ottenuta tenendo conto delle medie del 2016 è pari a 24 µg/m³ (**Tabella 17, Figura 34**) mentre quella riferita al 2017 (**Tabella 18, Figura 35**) è risultata di 28 µg/m³; nel primo caso risulta inferiore ma molto vicina al valore limite annuale per la protezione della salute di 25 µg/m³ imposto dal D.Lgs. 155/2010; la stima del 2017 supera in modo evidente questo limite. Il confronto delle medie annuali di entrambi gli anni considerati, mostra dei valori molto ravvicinati su tutte le stazioni della provincia, ad eccezione di quella di Ivrea che risulta leggermente inferiore e nel 2017 è stata l'unica a non aver superato il limite annuale (**Tabella 17, Tabella 18**).

In termini generali per PM_{2,5} e PM₁₀, che sono due tra gli inquinanti più critici nell'intero bacino padano, sono necessari interventi strutturali a livello provinciale e regionale per la riduzione delle fonti primarie di polveri e dei precursori della componente secondaria del particolato.

Tabella 13: Dati relativi al particolato sospeso PM₁₀ (µg/m³)

	Primavera 2016	Autunno 2017
Minima media giornaliera	22	6
Massima media giornaliera	45	66
Media delle medie giornaliere	33	31
Giorni validi	19	20
Percentuale giorni validi	95%	100%
<u>Numero di superamenti livello Giornaliero protezione della salute (50)</u>	0	5

Tabella 14: Dati relativi al particolato sospeso PM_{2,5} (µg/m³)

	Primavera 2016	Autunno 2017
Minima media giornaliera	10	5
Massima media giornaliera	31	43
Media delle medie giornaliere	23	21
Giorni validi	20	20
Percentuale giorni validi	100%	100%

Tabella 15: PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) confronto numero di superamenti limite giornaliero, concentrazioni medie del periodo e anno 2016

Stazione	periodo I° campagna (estivo)		periodo II° campagna (invernale)		periodo I° e II° campagna		anno 2016	
	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media anno 2016 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)
Oulx - Roma	22	0	18	0	20	0	16	0
Susa - Repubblica	23	0	25	2	24	2	17	10
Druento - La Mandria	22	0	25	2	24	2	21	22
Mezzo Mobile – Condove*	25	0	31	5	28	5	24	
Ivrea - Liberazione	33	1	26	1	30	2	26	41
Borgaro T. - Caduti	35	1	38	5	37	6	31	54
Collegno - Francia	38	1	35	5	37	6	32	61
Torino - Rubino	36	1	38	5	37	6	32	65
Torino - Lingotto	39	1	35	5	37	6	34	62
Torino - Consolata	39	2	55	5	47	7	35	75
Carmagnola - I Maggio	41	2	42	5	42	7	37	73
Torino - Grassi	45	3	41	7	43	10	42	89

* = media annuale stimata

Tabella 16: PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) confronto numero di superamenti limite giornaliero, concentrazioni medie del periodo e anno 2017

Stazione	periodo I° campagna (estivo)		periodo II° campagna (invernale)		periodo I° e II° campagna		anno 2017	
	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media anno 2017 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)
Oulx - Roma	22	0	18	0	20	0	18	8
Susa - Repubblica	23	0	25	2	24	2	22	27
Druento - La Mandria	22	0	25	2	24	2	27	41
Mezzo Mobile - Condove*	25	0	31	5	28	5	29	
Ivrea - Liberazione	33	1	26	1	30	2	31	60
Borgaro T. - Caduti	35	1	38	5	37	6	38	90
Torino - Lingotto	39	1	35	5	37	6	39	92
Torino - Rubino	36	1	38	5	37	6	39	97
Collegno - Francia	38	1	35	5	37	6	40	102
Torino - Consolata	39	2	55	5	47	7	43	108
Carmagnola - I Maggio	41	2	42	5	42	7	45	122
Torino - Grassi	45	3	41	7	43	10	47	112

* = media annuale stimata

Tabella 17: $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2016

Stazione	I° campagna	II° campagna	Media I° e II° Campagna	Media Anno 2016
	media periodo [$\mu g/m^3$]	media periodo [$\mu g/m^3$]	media periodo [$\mu g/m^3$]	media anno 2016 [$\mu g/m^3$]
Ivrea - Liberazione	24	17	21	20
Chieri - Bersezio	23	12	18	22
Torino - Lingotto	24	21	23	23
Borgaro T. - Caduti	23	23	23	23
Mezzo Mobile - Condove*	23	21	22	24
Settimo T. - Vivaldi	25	20	23	26

* = media annuale stimata

Tabella 18: $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2017

Stazione	I° campagna	II° campagna	Media I° e II° Campagna	Media Anno 2017
	media periodo [$\mu g/m^3$]	media periodo [$\mu g/m^3$]	media periodo [$\mu g/m^3$]	media anno 2017 [$\mu g/m^3$]
Ivrea - Liberazione	24	17	21	24
Chieri - Bersezio	23	12	18	27
Torino - Lingotto	24	21	23	27
Borgaro T. - Caduti	23	23	23	27
Mezzo Mobile - Chiomonte*	23	21	22	28
Settimo T. - Vivaldi	25	20	23	30

* = media annuale stimata

Figura 25: Particolato sospeso PM_{10} - confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute e con i dati di alcune stazioni della rete fissa

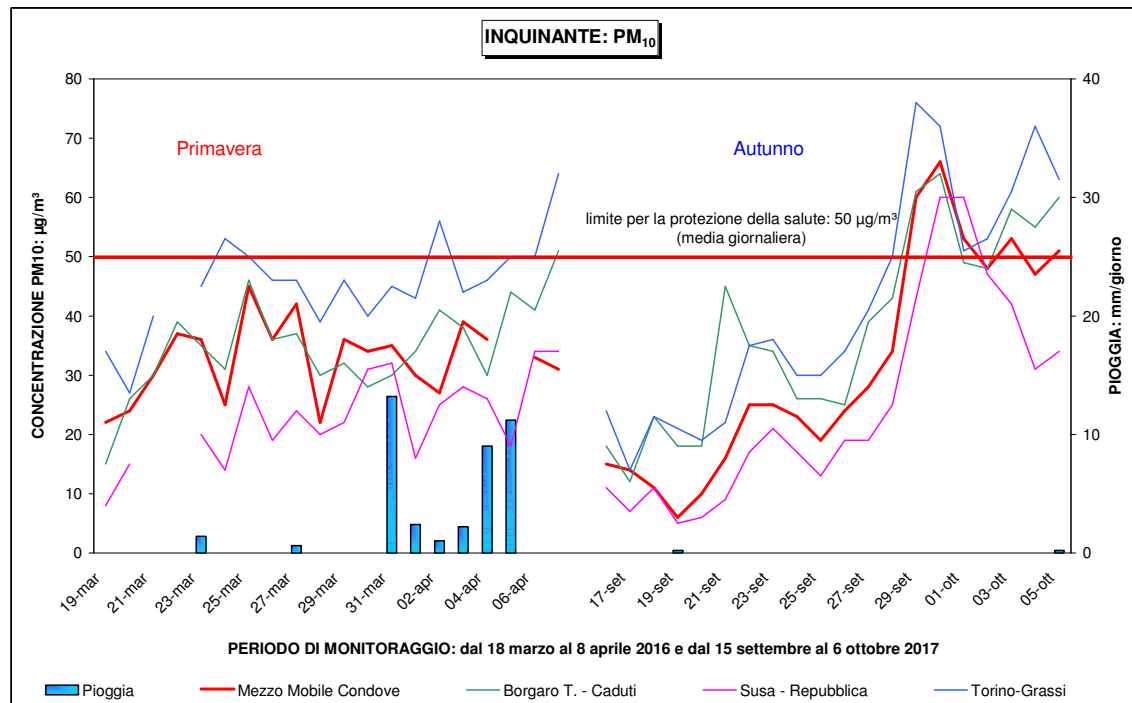


Figura 26: Particolato sospeso $PM_{2.5}$ - confronto con i dati di alcune stazioni della rete fissa

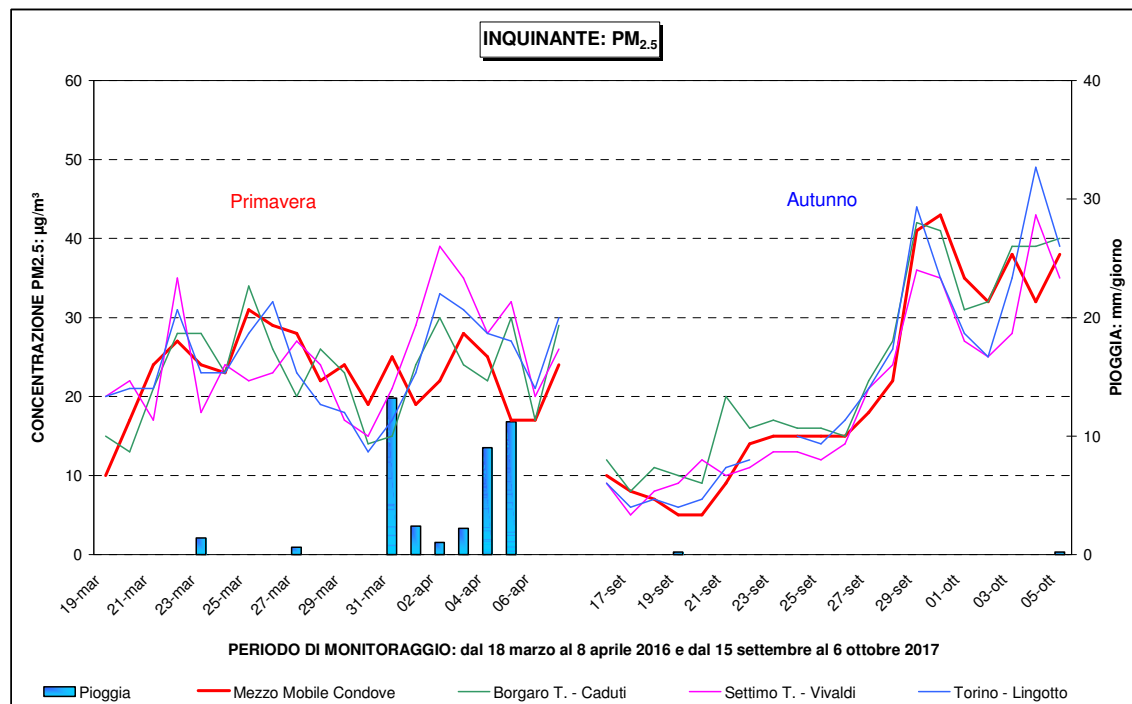


Figura 27: Particolato sospeso PM_{10} e $PM_{2.5}$: confronto

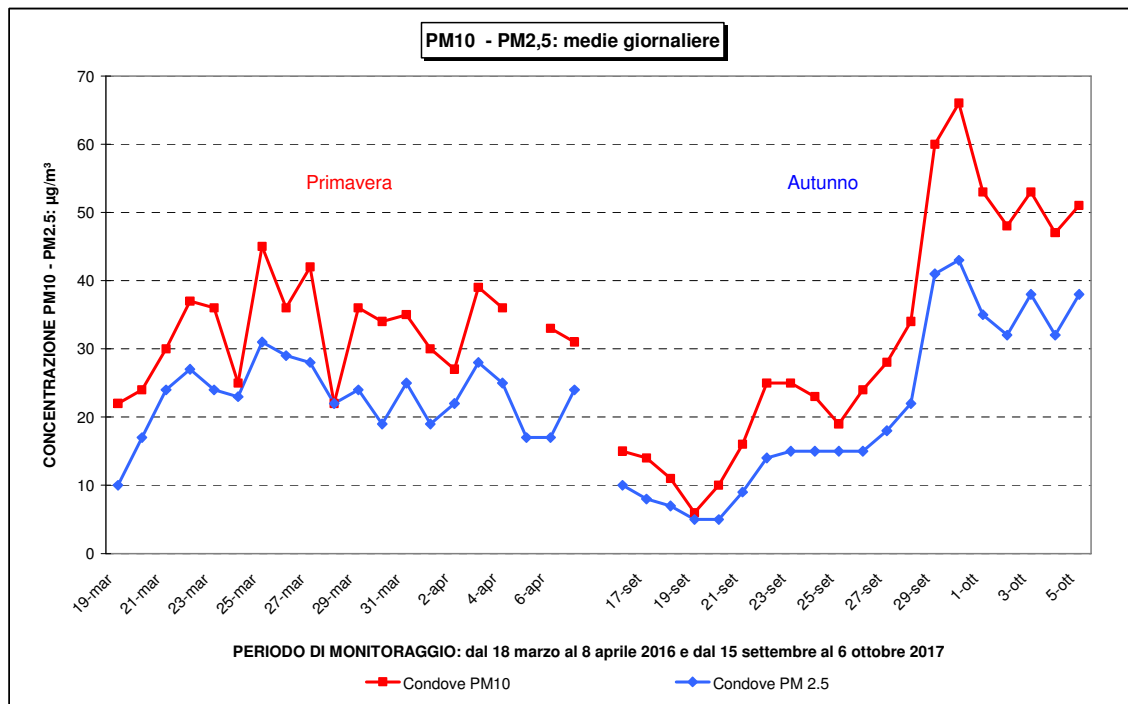


Figura 28: Particolato sospeso PM_{10} confronto medie anno 2016 e medie del periodo nella provincia di Torino

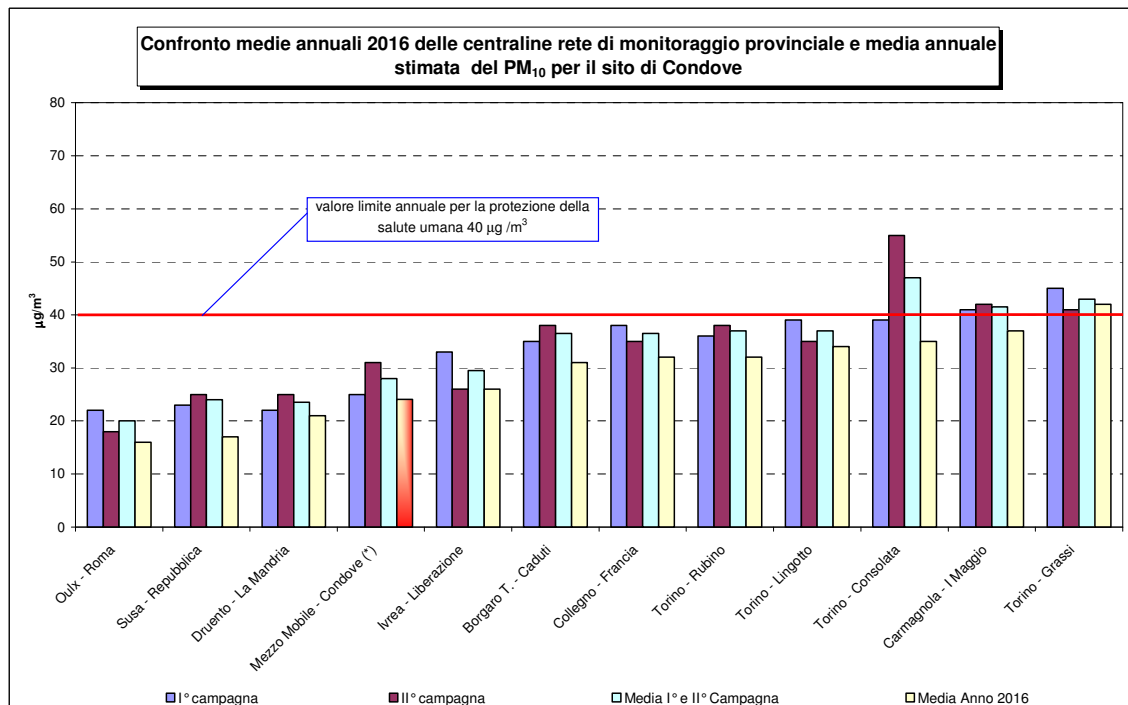


Figura 29: Particolato sospeso PM_{10} confronto medie anno 2017 e medie del periodo nella provincia di Torino

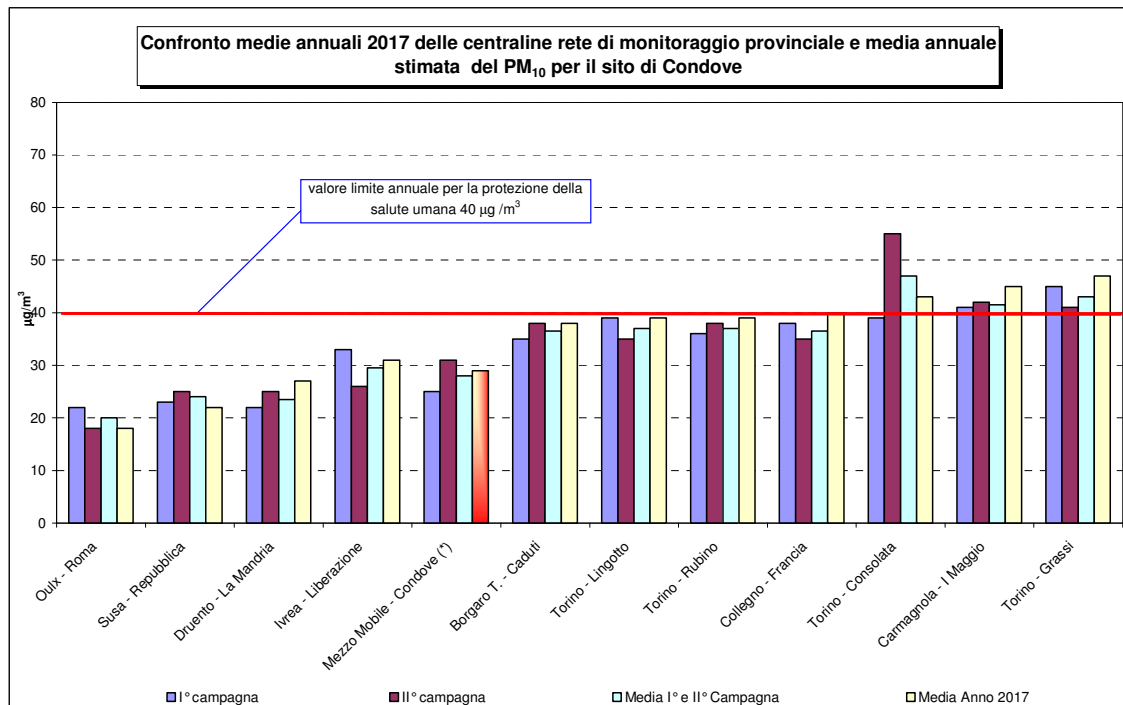


Figura 30: Particolato sospeso PM_{10} confronto percentuali di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del periodo nella provincia di Torino e nell'anno 2016

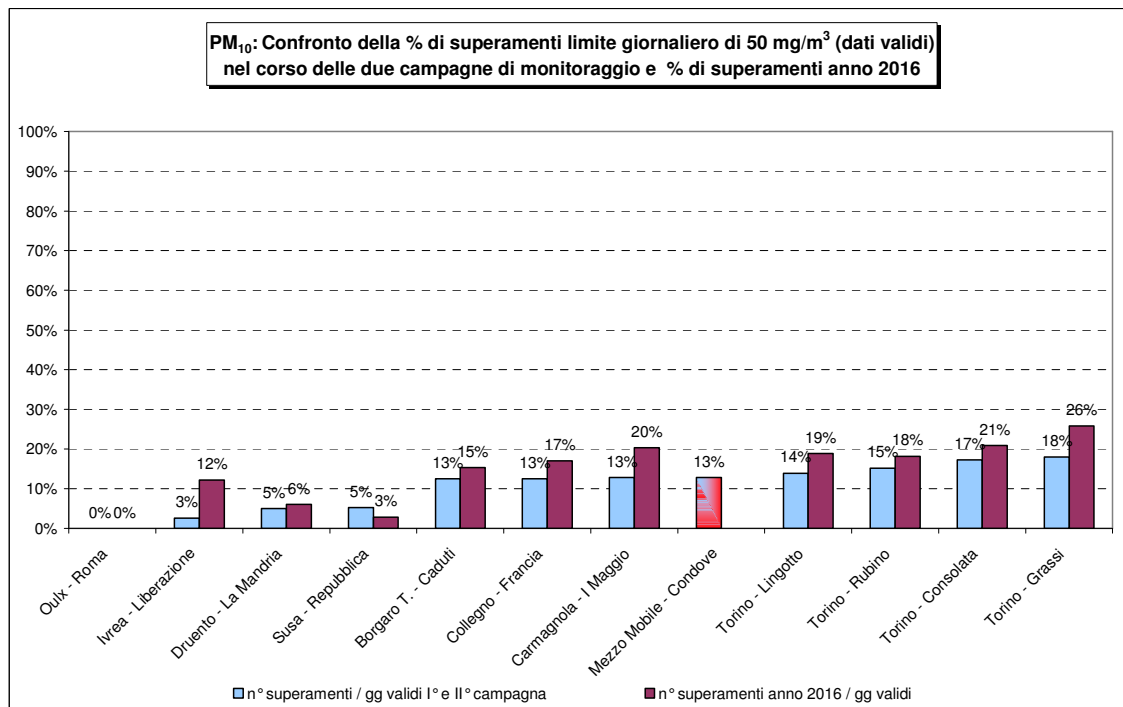


Figura 31: Particolato sospeso PM_{10} confronto percentuali di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu g/m^3$ del periodo nella provincia di Torino e nell'anno 2017

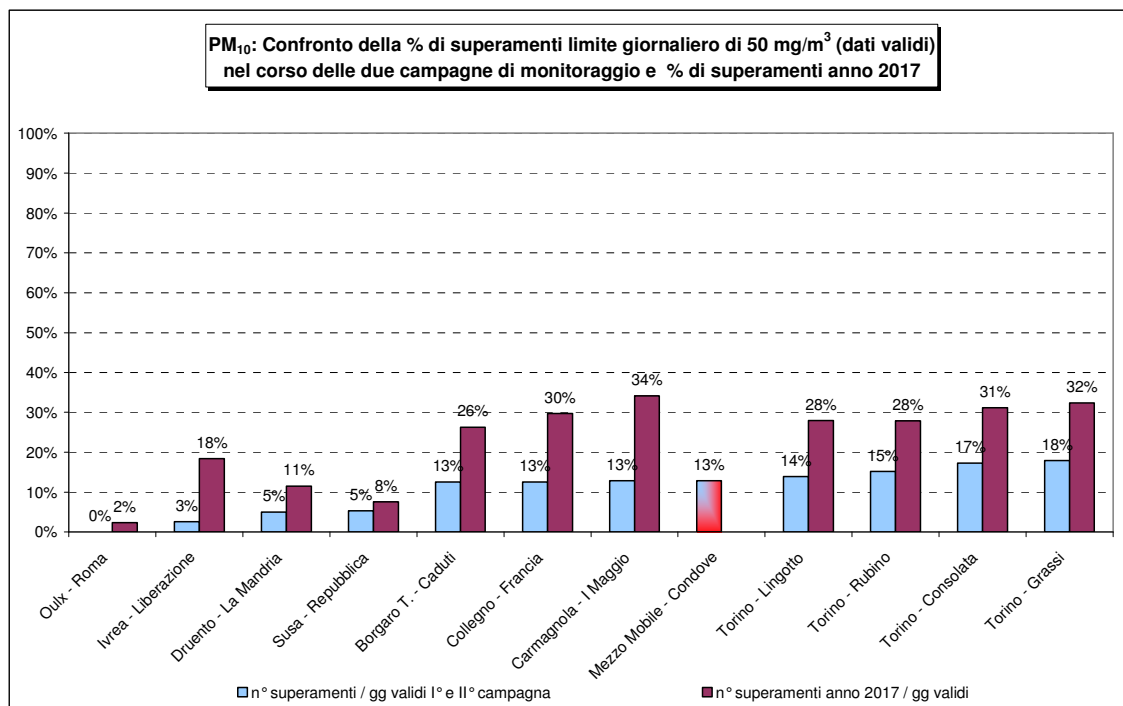


Figura 32: confronto del numero di superamenti limite giornaliero del periodo nella provincia di Torino e nell'anno 2016

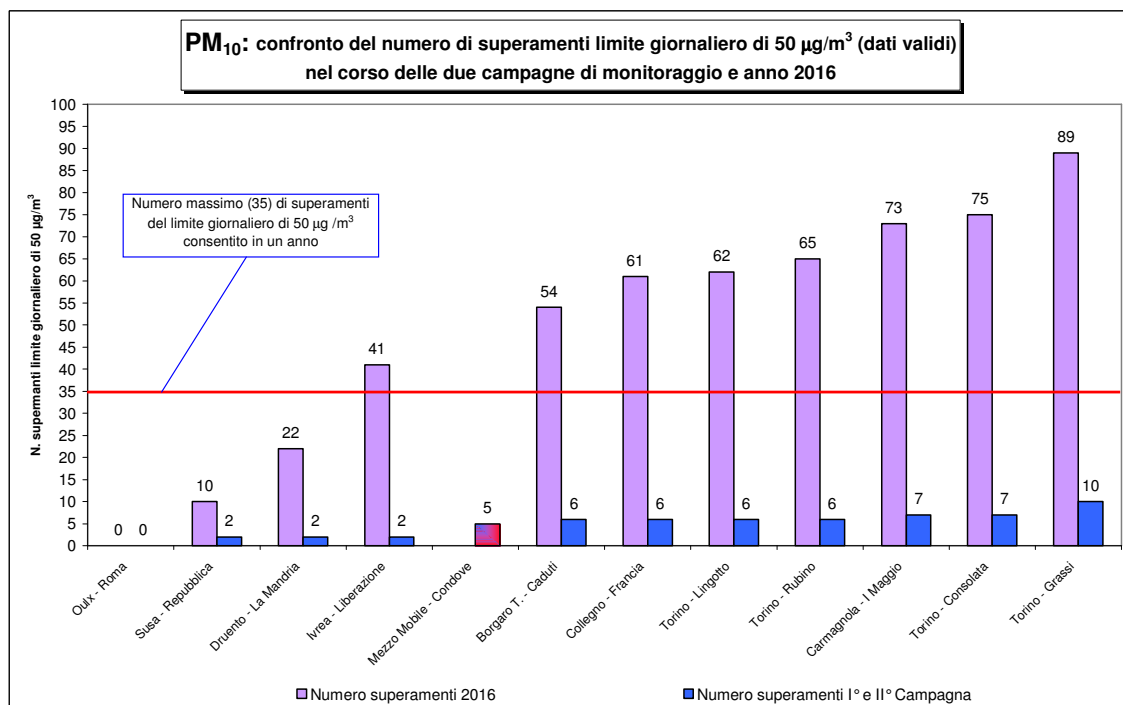


Figura 33: confronto del numero di superamenti limite giornaliero del periodo nella provincia di Torino e nell'anno 2017

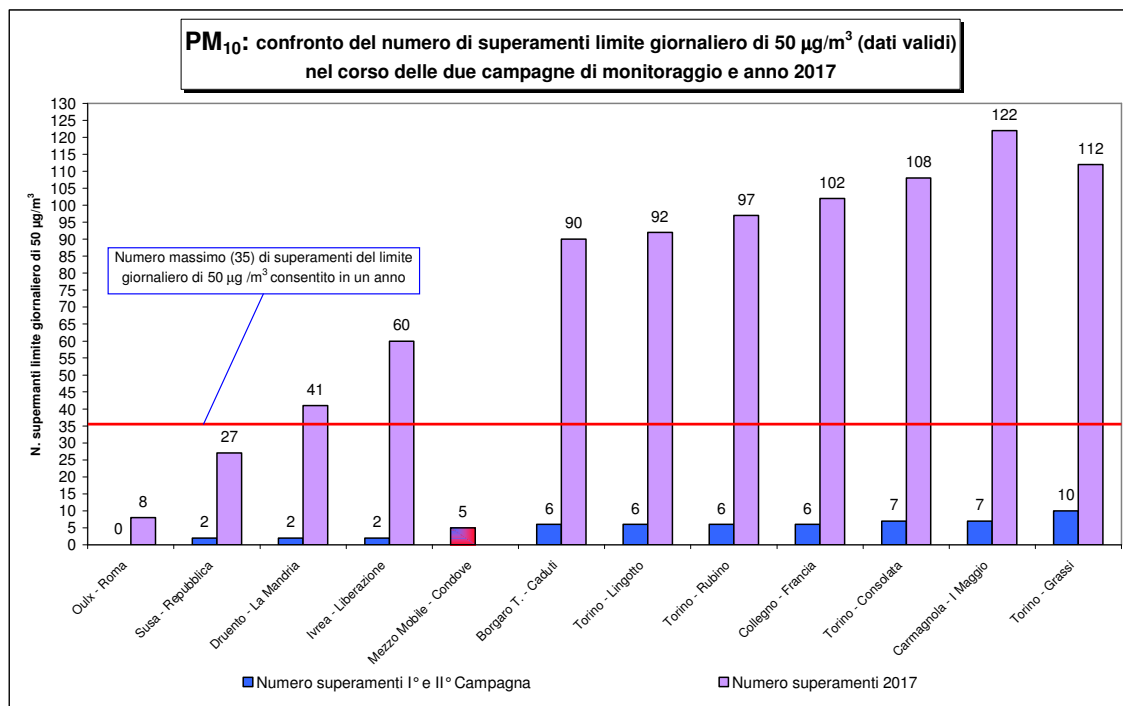


Figura 34: Particolato sospeso PM_{2.5} confronto medie anno 2016 e medie del periodo nella provincia di Torino

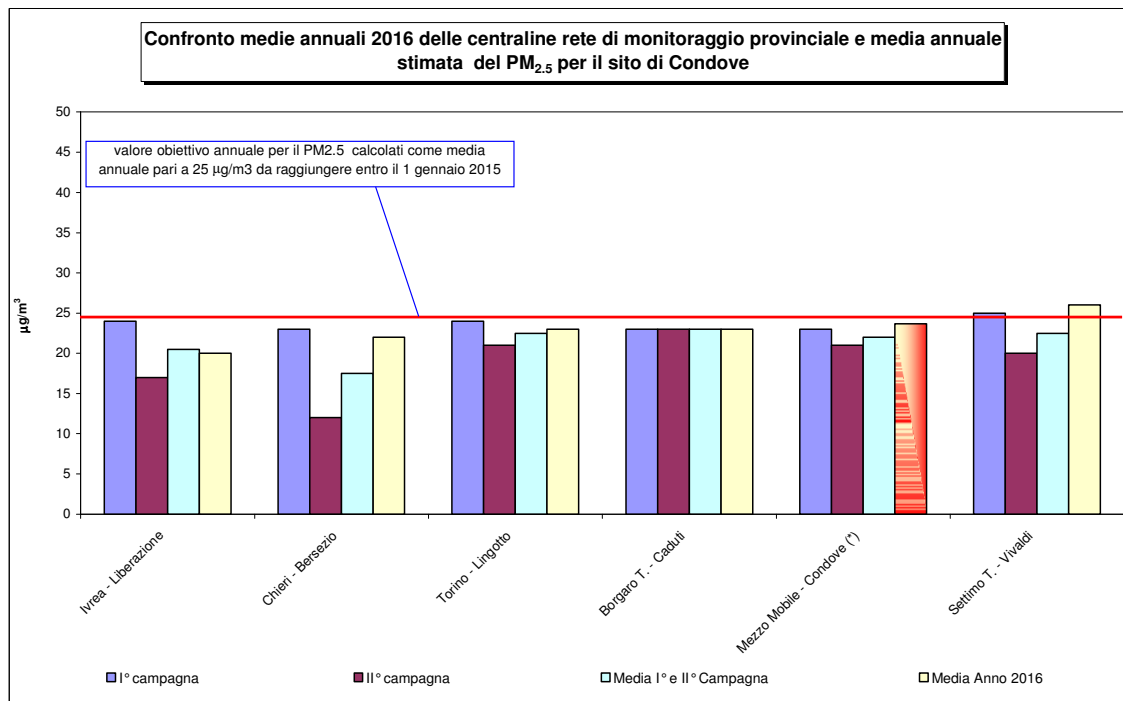
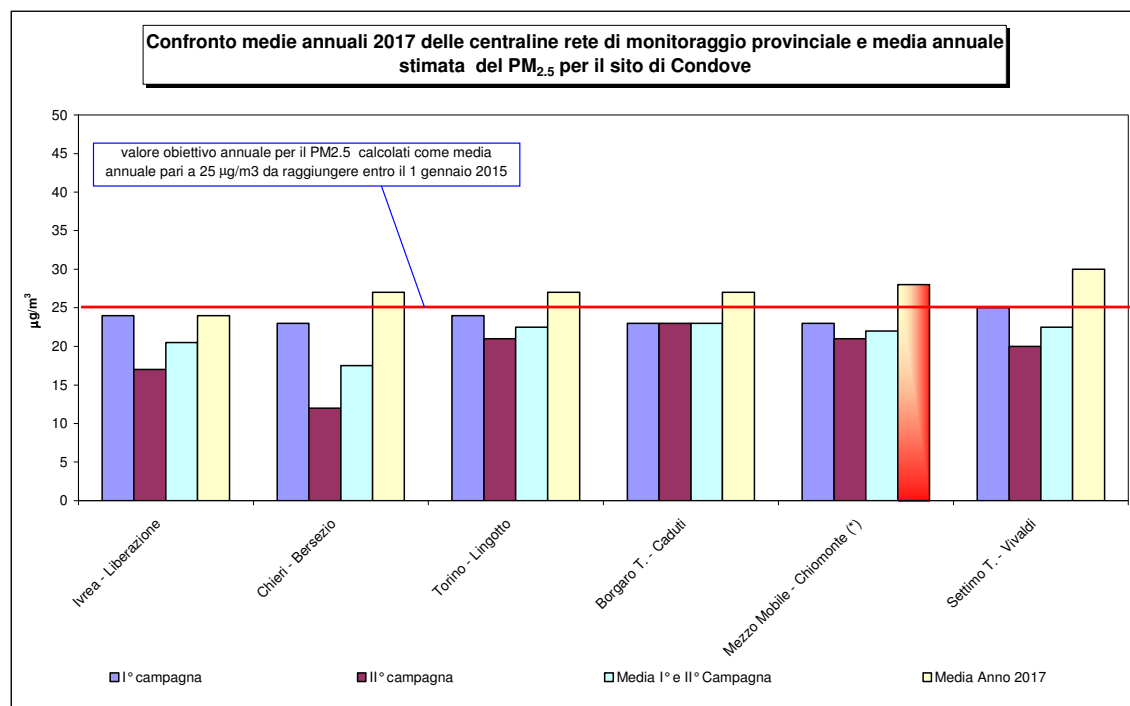


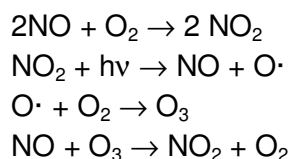
Figura 35: Particolato sospeso $PM_{2.5}$ confronto medie anno 2017 e medie del periodo nella provincia di Torino



Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente. L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, che si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (VOC).

In forma semplificata, si possono riassumere nel modo seguente le reazioni coinvolte nella formazione di questo inquinante:



L'elevato potere ossidante dell'ozono è in grado di produrre infiammazioni e danni all'apparato respiratorio più o meno gravi, in funzione della concentrazione cui si è esposti, della durata dell'esposizione e della ventilazione polmonare, in particolar modo nei soggetti sensibili (asmatici, bambini, anziani, soggetti aventi patologie respiratorie).

Come riassunto nella **Tabella 19** nel corso della prima campagna la media dei valori orari di ozono è stata di 56 µg/m³, con una massima media oraria di 163 µg/m³; non si sono quindi registrati superamenti su base oraria del livello di informazione pari a 180 µg/m³. Nella seconda campagna la media dei valori orari è stata di 48 µg/m³, con una massima media oraria di 136 µg/m³; non si sono registrati superamenti del livello di informazione.

Dal grafico di **Figura 37** si nota come nella prima campagna i valori siano stati superiori al livello di protezione della salute su medie di 8 ore (120 µg/m³) 7 volte, mentre durante la seconda si è verificata una sola giornata di superamento.

Nella **Figura 36** e nella **Figura 38** in cui le concentrazioni orarie ed il giorno medio dell'ozono vengono confrontate con le stazioni fisse di Borgaro e Susa si osserva che nel periodo primaverile i valori registrati nel comune di Condove hanno una forte variabilità nel corso della giornata, con valori minimi più bassi di Borgaro e valori massimi più elevati di Susa. È da notare come nelle prime giornate di aprile, quando si sono verificati eventi piovosi e la radiazione solare è scesa ai valori minimi, le concentrazioni di ozono siano scese notevolmente e si siano avvicinate a quelle delle stazioni di confronto. Nella campagna autunnale si confermano questi andamenti con valori leggermente più bassi.

I grafici riportati in **Figura 39** e **Figura 40** mostrano la stretta correlazione degli andamenti di ozono con i parametri meteo relativi a radiazione solare e temperatura; infatti elevate temperature ed irraggiamento solare favoriscono la formazione di ozono a partire dai suoi precursori quali ossidi di azoto e composti organici volatili.

Durante le due campagne non è stato superato il livello di allarme pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il confronto con le stazioni della rete fissa evidenzia che il numero massimo di giornate di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana nel sito di Condove con tutta probabilità non è rispettato, come peraltro avviene in tutto il territorio regionale.

La formazione e la degradazione dell'ozono coinvolgono un numero notevole di composti e di fenomeni chimico-fisici e interessano aree molto vaste, per cui per la risoluzione di questo problema sono fondamentali le politiche a livello regionale o sovraregionale miranti alla complessiva riduzione dei precursori.

Tabella 19: Dati relativi all'ozono (O_3) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Primavera 2016	Autunno 2017
Minima media giornaliera	15	26
Massima media giornaliera	97	74
Media delle medie giornaliere	56	48
Giorni validi	20	20
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	56	48
Massima media oraria	163	136
Ore valide	478	475
Percentuale ore valide	100%	99%
Minimo medie 8 ore	2	3
Media delle medie 8 ore	56	49
Massimo medie 8 ore	148	123
Percentuale medie 8 ore valide	100%	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	21	2
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	7	1
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0

Figura 36: O_3 - confronto con i limiti di legge

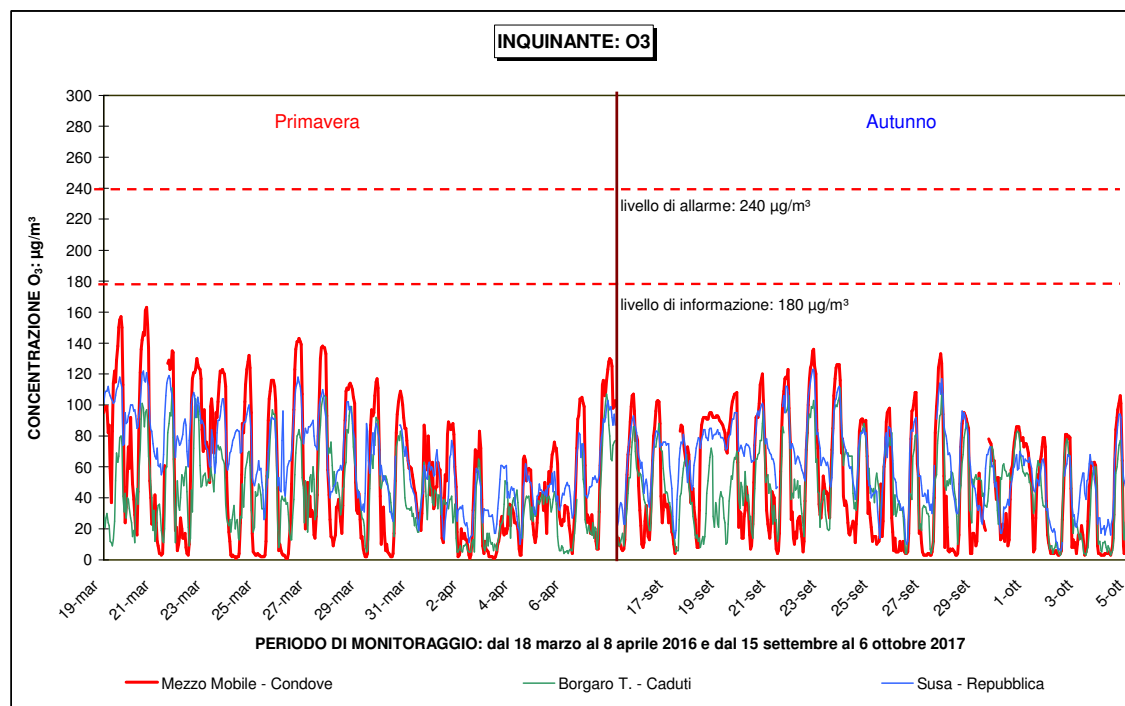


Figura 37: O_3 - superamenti protezione della salute umana

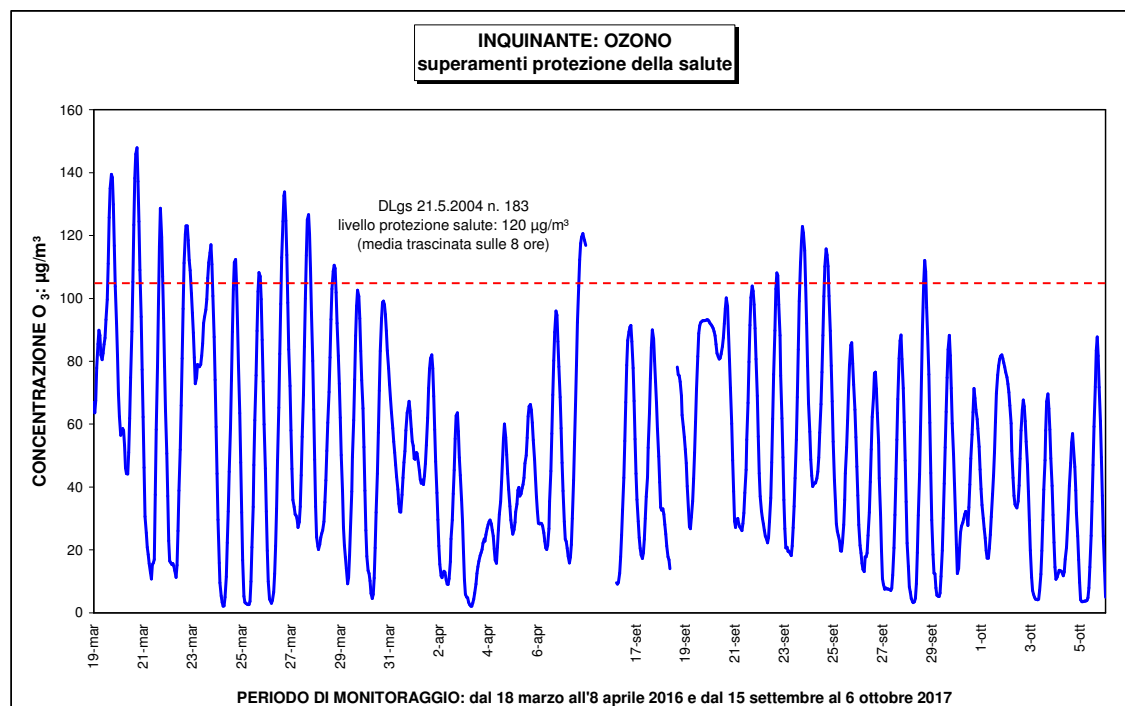


Figura 38: Ozono giorno medio

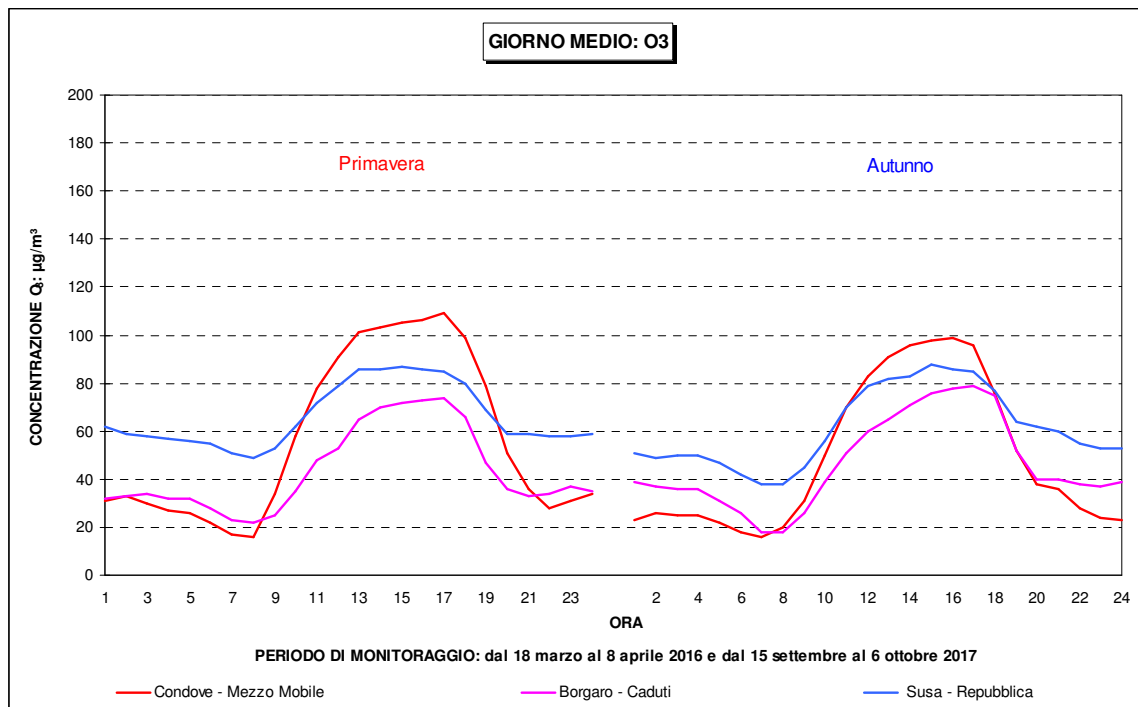


Figura 39: O₃ - andamento della concentrazione oraria e confronto con radiazione solare globale

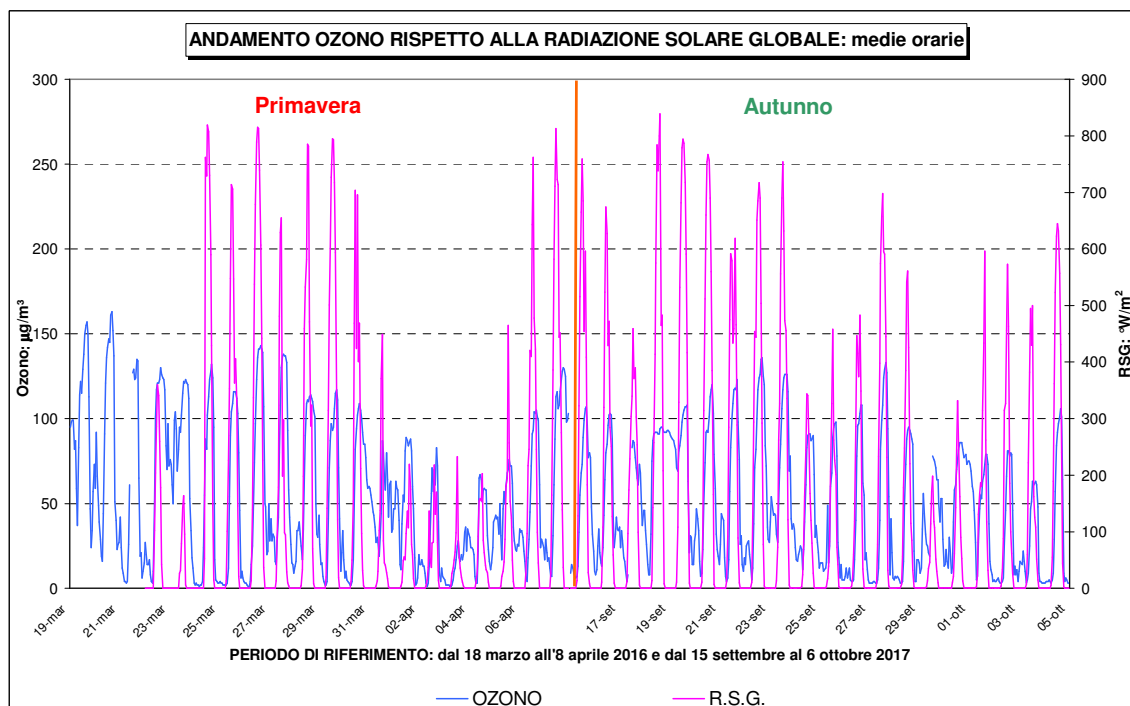
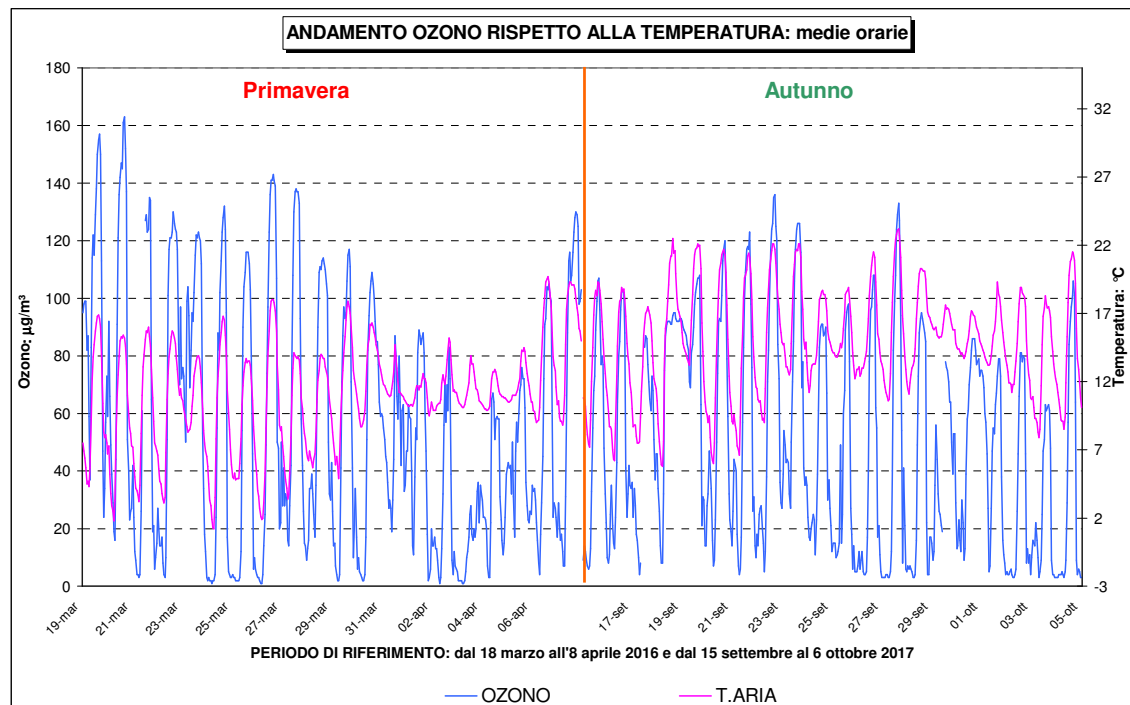


Figura 40: O_3 - andamento della concentrazione oraria e confronto con temperatura



IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi di materiali organici. Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. Tuttavia negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche riduce l'emissione di IPA dell'80-90%³. A livello di ambienti confinati il fumo di sigaretta e le combustioni domestiche possono costituire un'ulteriore fonte di inquinamento da IPA.

In termini generali la parziale sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il gas naturale ai fini della produzione di energia ha costituito un indubbio beneficio anche in termini di emissioni di IPA. La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, invece, se da un lato ha indubbi benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, dall'altro va tenuta attentamente sotto controllo in quanto la quantità di IPA emessi da un impianto domestico alimentato a legna è 5-10 volte maggiore di quella emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (kerosene, gasolio da riscaldamento, ecc.)⁴.

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

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

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

L'International Agency for Research on Cancer (IARC)⁵ classifica il benzo(a)pirene nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo", il dibenzo(a,h)antracene nel gruppo 2A come "probabile cancerogeno per l'uomo" mentre tutti gli altri IPA sono inseriti nel gruppo 2B come "possibili cancerogeni per l'uomo".

La normativa italiana fissa un obiettivo di qualità solo per il benzo(a)pirene qui di seguito riportato.

³ European Commission Ambient air pollution by PAH –Position Paper , pag 8

⁴ EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007 pag. B216-29 tab 8.1a e B216-.32 tab 8.2 b

⁵ International Agency for Research on Cancer (IARC) –Agents reviewed by the IARC monographs Volumes 1-100A last updated 2 april 2009

Tabella 20: benzo(a)pirene, valori di riferimento e normativa in vigore.

BENZO(A)PIRENE			
Riferimento normativo	Parametro di controllo	Periodo di osservazione	Valore di riferimento
VALORE OBIETTIVO (D.Lgs 155/2010)	media annuale	Anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m ³

Nel corso della seconda campagna, svoltasi tra settembre e ottobre 2017, è stato effettuato il monitoraggio di questi inquinanti. Rispetto al limite annuale riportato precedentemente per il benzo(a)pirene, poiché la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate.

Come riportato nella **Tabella 21** il valore medio del periodo nel sito di Condove è stato di 0.2 ng/m³, molto al di sotto del limite annuale; pur non essendo possibile un confronto diretto per le ragioni sopra citate, un valore così basso nel periodo considerato fa supporre un probabile rispetto del limite annuale.

Tabella 21: Laboratorio mobile ARPA Condove - concentrazione IPA rilevati durante il monitoraggio

Lab mobile ARPA Condove: concentrazione dei quattro IPA rilevati durante il monitoraggio	
Benzo(a)antracene (ng/m ³)	0.13
Benzo(b+j+k)fluorantene (ng/m ³)	0.36
Benzo(a)pirene (ng/m ³)	0.20
Indeno(1,2,3-cd)pirene (ng/m ³)	0.18
sommatoria dei quattro IPA (ng/m ³)	0.87

Figura 41: Benzo(a)antracene confronto della media campagna autunnale con media anno 2017 nella provincia di Torino

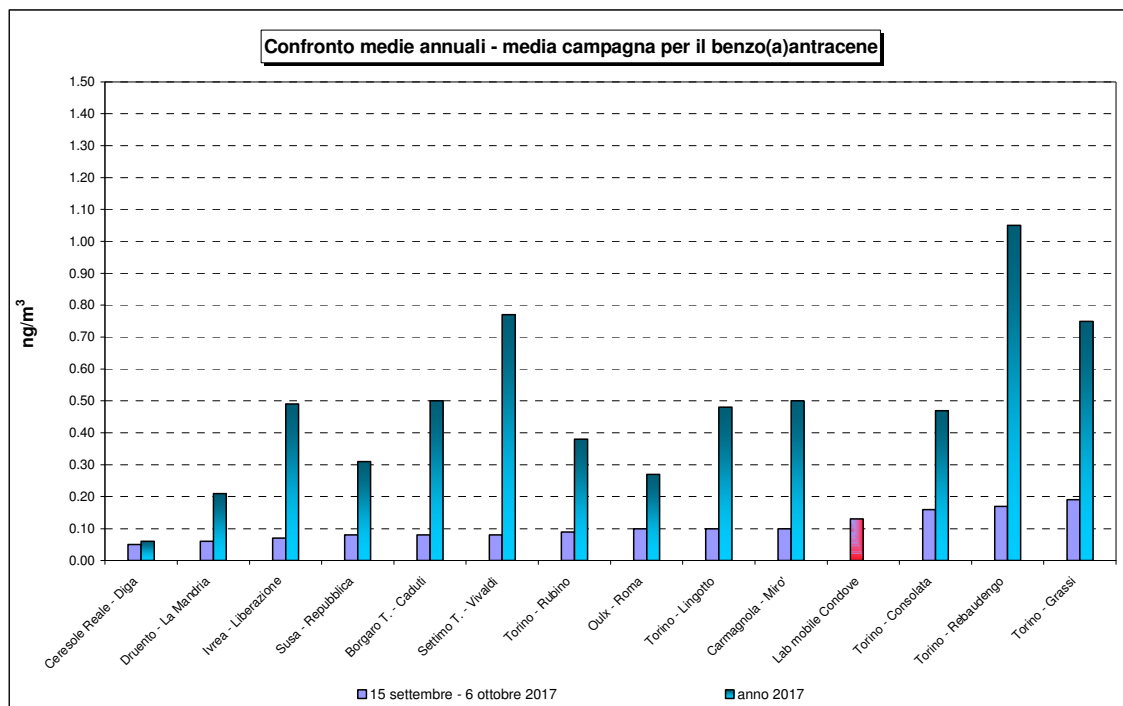


Figura 42: Benzo(b+j+k)fluorantene confronto della media campagna autunnale con media anno 2017 nella provincia di Torino

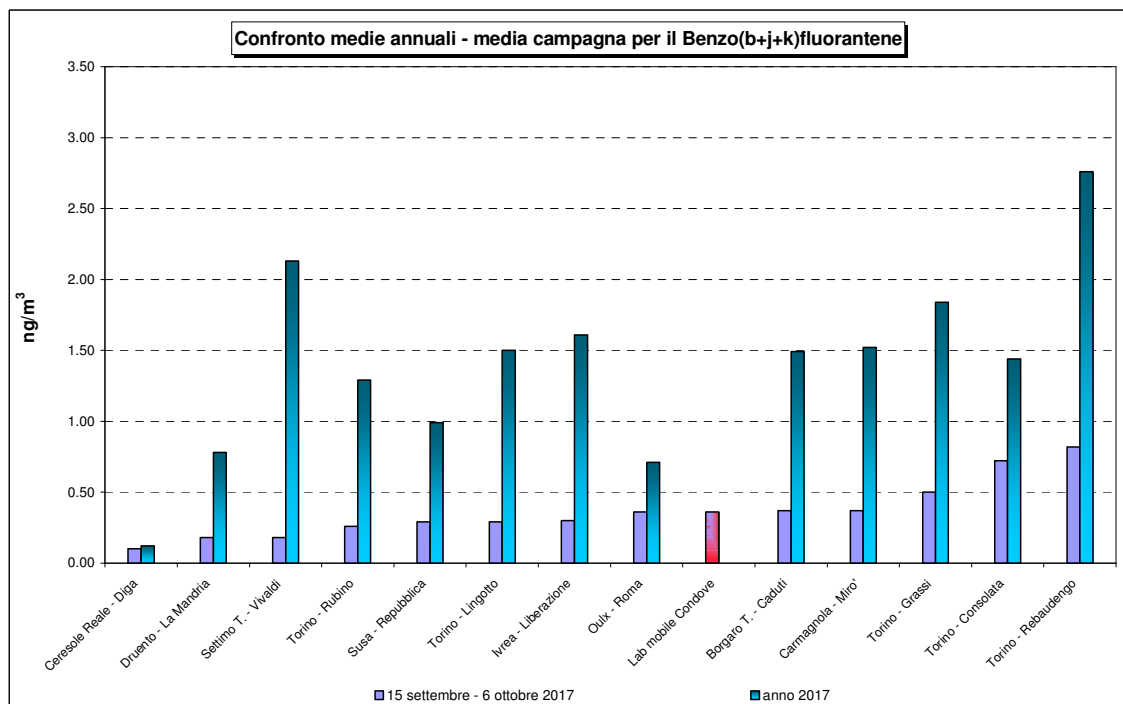


Figura 43: Benzo(a)pirene confronto della media campagna autunnale con media anno 2017 nella provincia di Torino

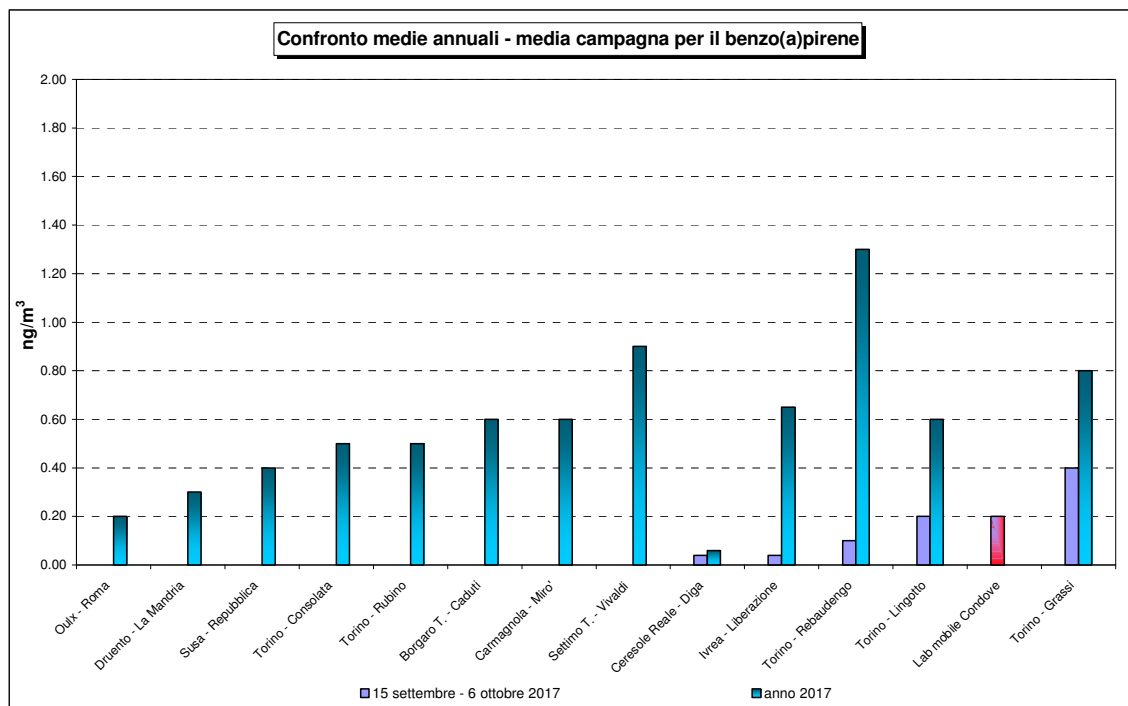
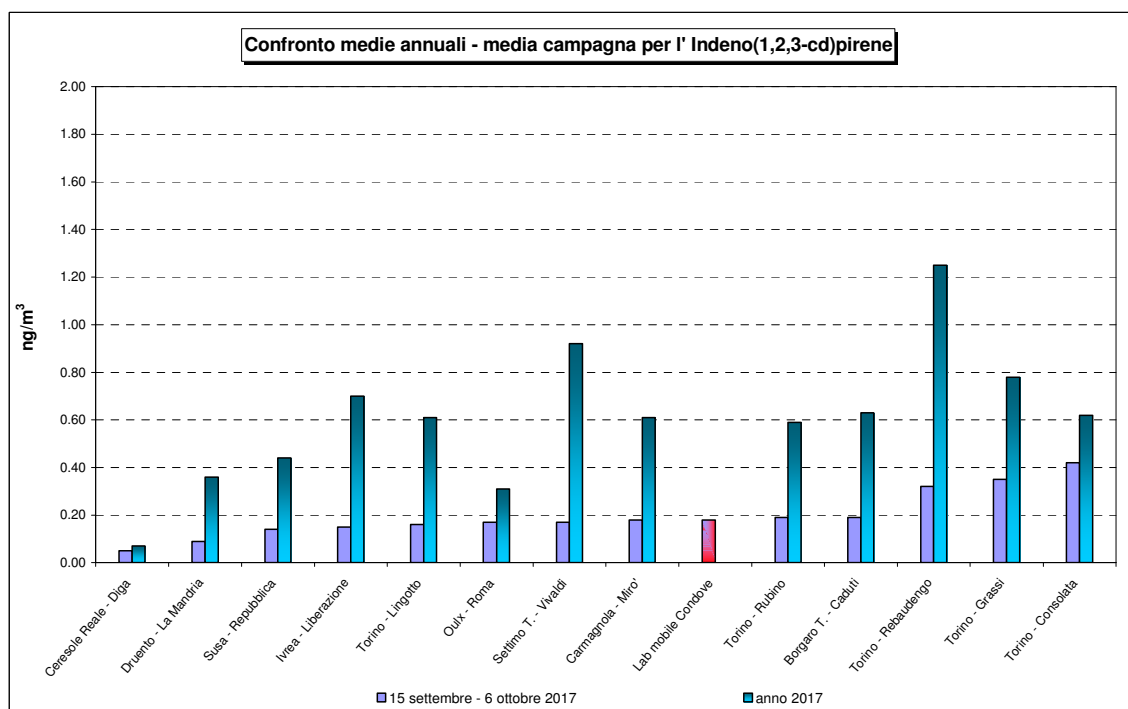


Figura 44: Indeno(1, 2, 3-cd)pirene confronto della media campagna autunnale con media anno 2017 nella provincia di Torino



METALLI

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

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

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

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

L'avvelenamento da zinco si manifesta con disturbi al sistema nervoso centrale, anemia, febbre e pancreatite. Il rame, invece, produce alterazioni della sintesi di emoglobina e del tessuto connettivo osseo oltre a promuovere epatiti, cirrosi e danni renali. L'intossicazione da cobalto provoca un blocco della captazione dello iodio a livello tiroideo con conseguente gozzo da ipotiroidismo, alterazioni delle fibre muscolari cardiache e disturbi neurologici. Cromo e nichel, sono responsabili, in soggetti predisposti, di dermatiti da contatto e di cancro polmonare. L'enfisema polmonare (per deficit di $\alpha 1$ antitripsina) è la principale manifestazione dell'intossicazione cronica da cadmio, cui generalmente si accompagnano danni ai tubuli renali e osteomalacia. Sia il piombo, che l'arsenico, inoltre, sono responsabili di numerose alterazioni organiche. L'avvelenamento cronico da piombo (saturnismo), ad esempio, è responsabile di anemia emolitica e danni neurologici.

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

Nella **Tabella 22** sono riportati i valori obiettivo per As, Cd e Ni e il valore limite per la protezione della salute umana per il Pb previsti dal D.Lgs. 13/8/2010 n. 155.

Tabella 22: valori obiettivo per As, Cd e Ni e il valore limite per la protezione della salute umana per il Pb previsti dal D.Lgs. 13/8/2010 n. 155.

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

Anche per i quattro metalli monitorati nell'indagine, vista la durata del monitoraggio di Condove oggetto della relazione, la media dei valori del periodo di campionamento non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo; non è quindi possibile in termini formali un confronto diretto con il limite stesso.

Come riportato nella **Tabella 23** i valori medi del periodo nel sito di Condove sono risultati, per tutti metalli considerati, molto al di sotto del limite annuale; anche se non è possibile un confronto diretto per le ragioni sopra citate, concentrazioni così basse nel periodo autunnale rendono presumibile il rispetto del limite annuale.

Tabella 23: Laboratorio mobile ARPA Condove - concentrazione metalli rilevati durante il monitoraggio

Lab mobile ARPA Condove: concentrazione dei quattro metalli rilevati durante il monitoraggio	
Arsenico (ng/m ³)	0.70
Cadmio (ng/m ³)	0.07
Nichel (ng/m ³)	3.70
Piombo (mg/m ³)	0.005

Figura 45: Arsenico confronto della media campagna autunnale con media anno 2017 nella provincia di Torino

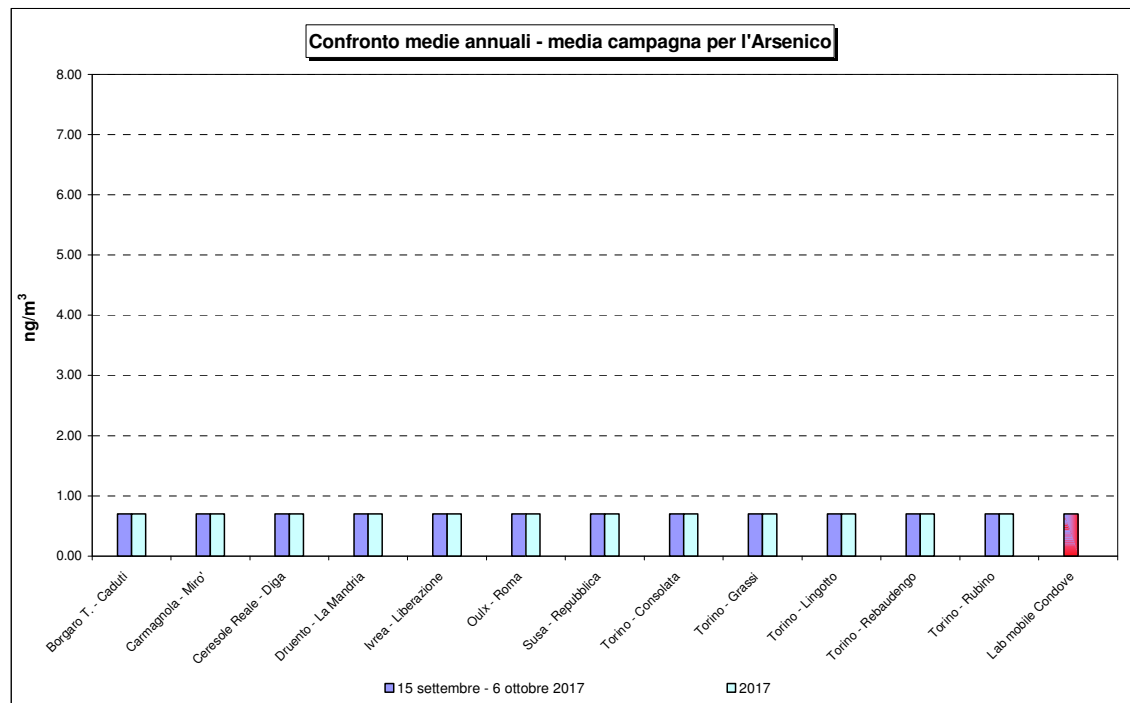


Figura 46: Cadmio confronto della media campagna autunnale con media anno 2017 nella provincia di Torino

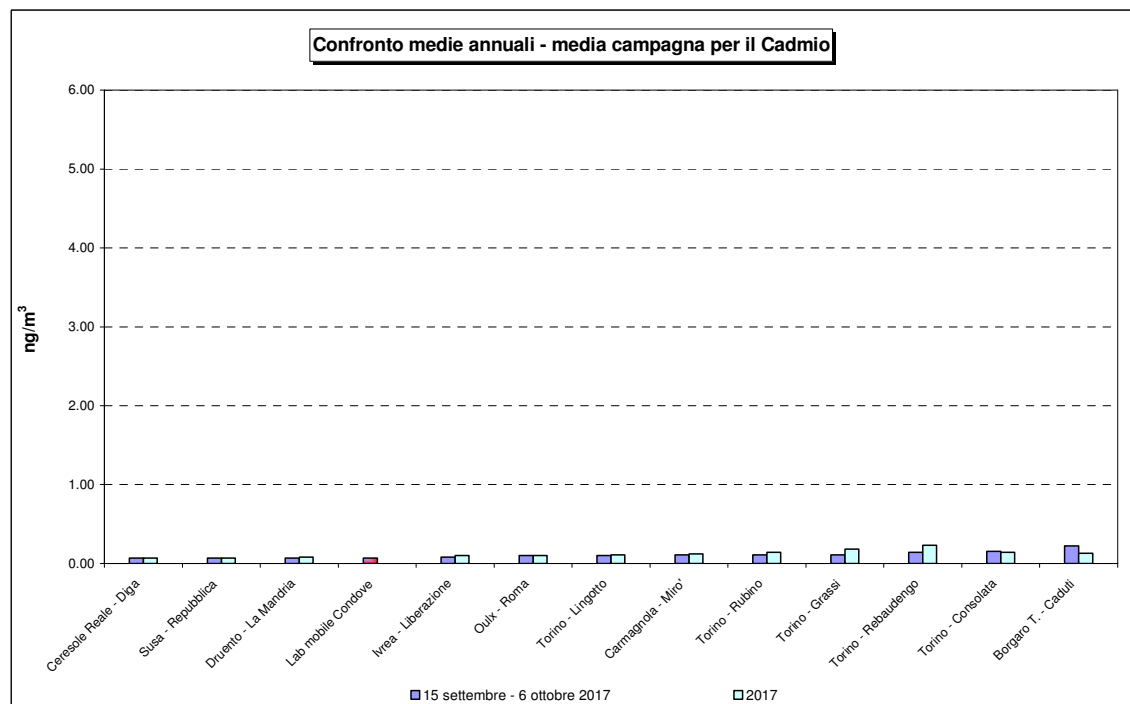


Figura 47: Nichel confronto della media campagna autunnale con media anno 2017 nella provincia di Torino

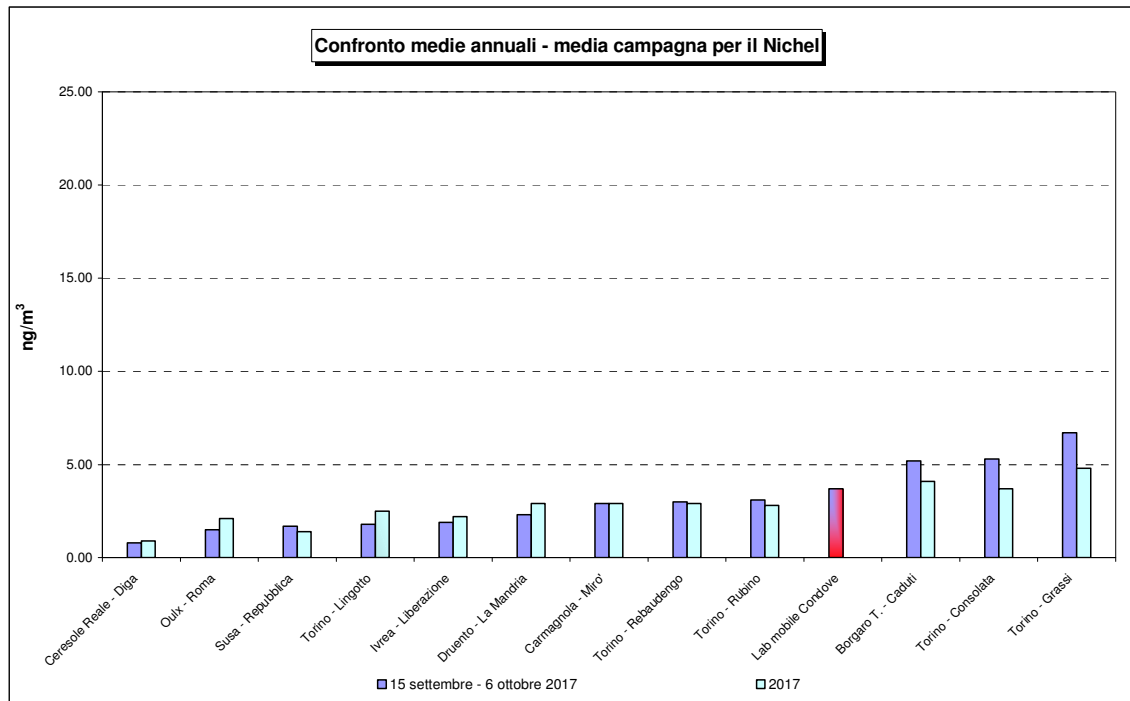
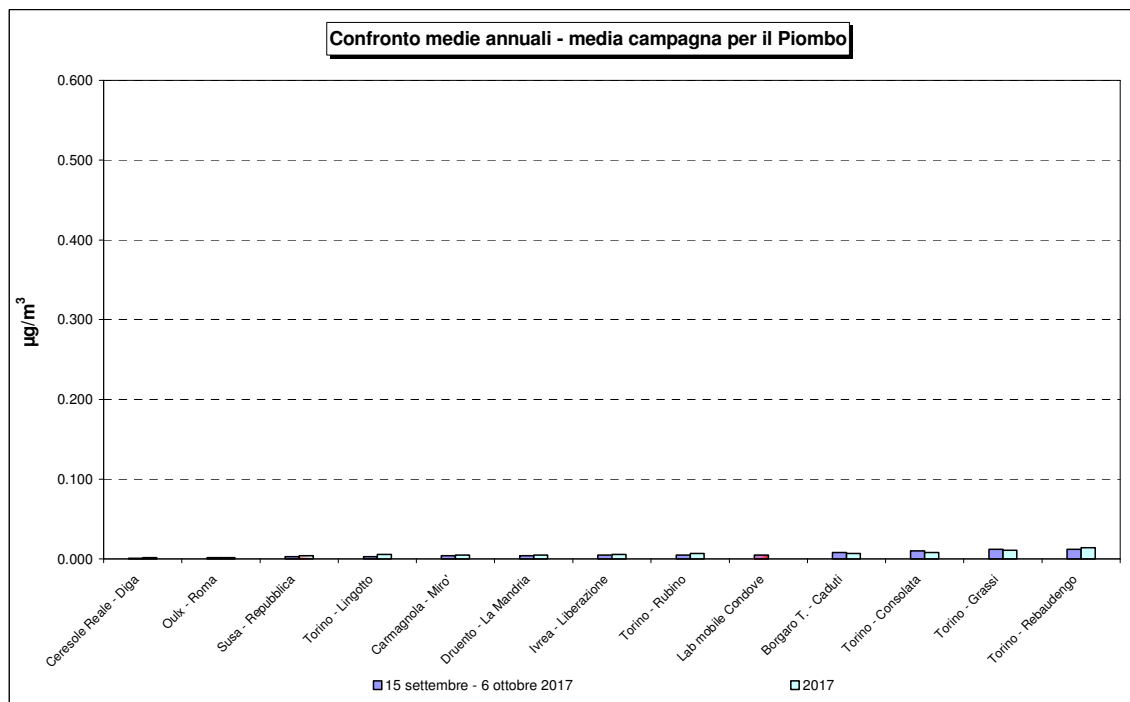


Figura 48: Piombo confronto della media campagna autunnale con media anno 2017 nella provincia di Torino



Conclusioni

Le criticità evidenziate nel territorio di Condove a seguito delle campagne di monitoraggio condotte con l'utilizzo del mezzo mobile rispecchiano quelle osservate in siti di valle della provincia di Torino. Le soglie di allarme non sono mai state superate per tutti e tre gli inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ozono), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre rispettati i valori limite per la protezione della salute umana per biossido di zolfo e monossido di carbonio.

Per il biossido d'azoto non si sono verificati superamenti del valore limite giornaliero.

Per quanto riguarda i limiti su base annuale previsti dalla normativa per NO_2 e PM_{10} , visto che la durata del monitoraggio con il laboratorio mobile nel comune di Condove non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con il limite stesso. E' stato comunque stimato un valore medio annuale ricavato a partire dalla media delle due campagne, rispetto ai valori delle altre stazioni della Provincia (Note alle pagine 31 e 45). Considerando che le due campagne sono state realizzate in due anni diversi, si sono effettuate due stime utilizzando come riferimento rispettivamente le medie annuali del 2016 e del 2017.

Da tale procedimento, la media annuale di NO_2 stimata per Condove considerando i dati del 2016 è pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre utilizzando i dati del 2017 è pari a $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valori che rispettano il limiti. Le medie più alte del 2017 sono legate alle particolari condizioni atmosferiche che hanno caratterizzato il corso dell'anno e che hanno determinato fenomeni di stabilità atmosferica che favoriscono la concentrazione degli inquinanti negli strati più bassi dell'atmosfera.

Come risulta dalla **Figura 17** e dalla **Figura 18** le medie annuali stimate per il sito di Condove sono risultate molto simili a quelle di Borgaro, Leinì, Orbassano, Vinovo e Torino-Rubino, cabine di fondo urbano o sub-urbano che sia nel 2016 che nel 2017 non hanno superato il limite annuale.

Lo stesso procedimento di stima del valore annuale è stato utilizzato per il parametro PM_{10} a partire dai dati delle due campagne e dalle medie annuali delle cabine della provincia per gli anni 2016 e 2017, ottenendo una media annuale stimata di $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel confronto con il 2016 e di $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le stime relative al 2017, in entrambi i casi inferiori al valore limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Durante il monitoraggio primaverile non si sono avuti superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre nel periodo autunnale si sono verificati 5 superamenti di tale limite. Occorre precisare che durante il periodo della seconda campagna si sono avuti superamenti del limite giornaliero su tutte le stazioni di rilevamento della Provincia di Torino ad eccezione di Oulx.

Rispetto al numero di superamenti nel corso dell'anno non è possibile effettuare stime che abbiano un'approssimazione statistica accettabile, come nel caso dei valori medi; vengono pertanto considerati per analogia le stazioni della rete fissa che, durante il periodo delle campagne, hanno registrato un numero di superamenti uguali o molto vicini. Nel caso in oggetto le stazione più simile come numero di superamenti del livello giornaliero risultano Borgaro, Collegno, Torino-Lingotto e Torino-Rubino che durante le campagne hanno avuto 6 superamenti rispetto ai 5 registrati a Condove; tutte queste cabine sia nel 2016 che nel 2017 hanno avuto un totale di superamenti superiore al limite di 35 stabilito dalla legge. È dunque presumibile che se si fosse effettuato un monitoraggio esteso all'intero anno anche nel sito di Condove ci sarebbe stato il superamento del

limite preso in esame; ciò è confermato anche dalla relazione statistica tra media annuale di PM_{10} e numero di superamenti del valore limite giornaliero (vedi pag. 46 e note ⁽¹⁾ e ⁽²⁾).

Per quanto riguarda il $PM_{2.5}$ la stima annuale ottenuta tenendo conto delle medie del 2016 è pari a $24 \mu g/m^3$ mentre quella riferita al 2017 è risultata di $28 \mu g/m^3$; nel primo caso risulta inferiore ma molto vicina al valore limite annuale per la protezione della salute di $25 \mu g/m^3$ imposto dal D.Lgs. 155/2010; la stima del 2017 supera in modo evidente questo limite. Il confronto delle medie annuali di entrambi gli anni considerati, mostra dei valori molto ravvicinati su tutte le stazioni della provincia, ad eccezione di quella di Ivrea che risulta leggermente inferiore e nel 2017 è stata l'unica a non aver superato il limite annuale. Nel sito di Condove si rileva quindi una situazione comune ai punti di misura di $PM_{2.5}$ afferenti alla rete fissa, per cui il valore limite viene rispettato o superato in funzione della criticità - in termini di dispersione degli inquinanti atmosferici - delle condizioni meteorologiche che caratterizzano uno specifico anno.

Il benzene è stato monitorato solo nella seconda campagna in quanto cause di natura tecnica ne hanno impedito la corretta valutazione durante la prima campagna.

Come evidenziato nella **Figura 24** in tutte le cabine della rete provinciale non è stato superato il limite annuale di $5 \mu g/m^3$. Il confronto con le medie relative al periodo di monitoraggio riscontrate nelle stazioni fisse della rete provinciale evidenzia che la concentrazione media registrata a Condove è stata la più bassa confermando la non problematicità di questo inquinante nel sito monitorato.

Nel corso della seconda campagna è stato effettuato il monitoraggio di IPA e metalli.

Per il benzo(a)pirene e i quattro metalli considerati (piombo, arsenico, cadmio e nichel) la normativa prevede dei limiti annuali per i quali, considerata la durata della campagna, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate.

Come riportato nella **Tabella 21** (IPA) e nella **Tabella 23** (metalli) i valori medi del periodo nel sito di Condove sono risultati, per tutti questi inquinanti, molto al di sotto del limite annuale; anche se non è possibile un confronto diretto per le ragioni sopra citate, concentrazioni così basse nel periodo autunnale rendono presumibile il rispetto del limite annuale.

Per l'ozono i valori sono stati superiori al livello di protezione della salute su medie di 8 ore ($120 \mu g/m^3$) 7 volte durante la prima campagna ed una volta durante la seconda.

Il confronto con le cabine della rete provinciale evidenzia una situazione intermedia tra quelle di fondo suburbano di pianura e quelle ubicate nelle vallate, ma in ogni caso è del tutto presumibile che il valore obiettivo per la protezione della salute non sia rispettato, come peraltro accade in tutto il territorio regionale.

La formazione e la degradazione dell'ozono coinvolgono un numero notevole di composti e di fenomeni chimico-fisici e interessano aree molto vaste, per cui per la risoluzione di questo problema sono fondamentali le politiche a livello regionale o sovraregionale miranti alla complessiva riduzione dei precursori.

Nel loro insieme i dati registrati mostrano, per i periodi monitorati, una situazione in cui nessuna delle criticità rilevate è specifica del sito in esame.

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

• Biossido di zolfo

API 100 E

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO₂ nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 2000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.

• Ossidi di azoto

MONITOR EUROPE ML 9841B

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO_x.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità : 0.5 ppb.

• Ozono

MONITOR EUROPE ML 9810B

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O₃ nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

• Monossido di carbonio

API 300 A

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

• Particolato sospeso PM10 e PM2.5

TECORA CHARLIE AIR GUARD PM

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo a norma europea .
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro di diametro 47 mm.

• Stazione meteorologica

LSI LASTEM

Stazione completa per la misura dei seguenti parametri: velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare.

• Benzene, Toluene, Xileni

SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600

Gascromatografo con doppia colonna, rivelatore PID (fotoionizzazione)

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m³;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m³;
- ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m³;
- ✓ Campo di misura etilbenzene : 0 ÷ 441 µg/m³;