

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO
Struttura semplice “Attività di Produzione”

OGGETTO:
PROGETTO DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA LUNGO
L'AUTOSTRADA TORINO – BARDONECCHIA
CAMPAGNA DI RILEVAMENTO NEL COMUNE DI BARDONECCHIA
(NOVEMBRE 2010)



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: ing. Milena Sacco	Data: 21/03/11	Firma:
	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Fabio Pittarello	Data: 21/03/11	Firma:
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la SS di produzione Nome: dott. Francesco Lollobrigida	Data: 22/03/11	Firma:

La stazione mobile di rilevamento in carico alla società Musinet Engineering e la cabina rilocabile sono stati messi a disposizione dalla S.I.T.A.F. – Società Italiana Traforo Autostradale del Frejus – S.p.A .

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 di Torino di Arpa Piemonte: dott.ssa Annalisa Bruno, sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.ssa Marilena Maringo, sig. Fabio Pittarello, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, coordinati dal Dirigente con incarico professionale Dott. Francesco Lollobrigida.

Si ringrazia il personale delle società S.I.T.A.F e Musinet Engineering per la collaborazione prestata.

<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	<i>4</i>
<i>Il quadro normativo</i>	<i>6</i>
<i>L'aria e i suoi inquinanti.....</i>	<i>9</i>
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici.....</i>	<i>13</i>
<i>Esame dei dati</i>	<i>19</i>
<i>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI</i>	<i>21</i>

Obiettivi della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio dati condotta nel Comune di Bardonecchia ha l'obiettivo di rilevare la qualità dell'aria nei comuni adiacenti l'A32 come previsto dal Protocollo d'Intesa tra S.I.T.A.F. – Società Italiana Traforo Autostradale del Frejus – S.p.A., Regione Piemonte, Provincia di Torino, Comunità Montana Alta Valle di Susa, Comunità Montana Bassa Valle di Susa e Val Cenischia e Arpa Piemonte per la realizzazione di una Valutazione Ambientale della Qualità dell'Aria attraverso uno studio modellistico di stima delle emissioni e dispersione degli inquinanti in atmosfera ed una campagna di monitoraggio lungo l'A32 Torino - Bardonecchia.

Lo studio prevede il rilevamento dei dati in campo per il periodo di un anno, secondo la tabella qui sotto riportata:

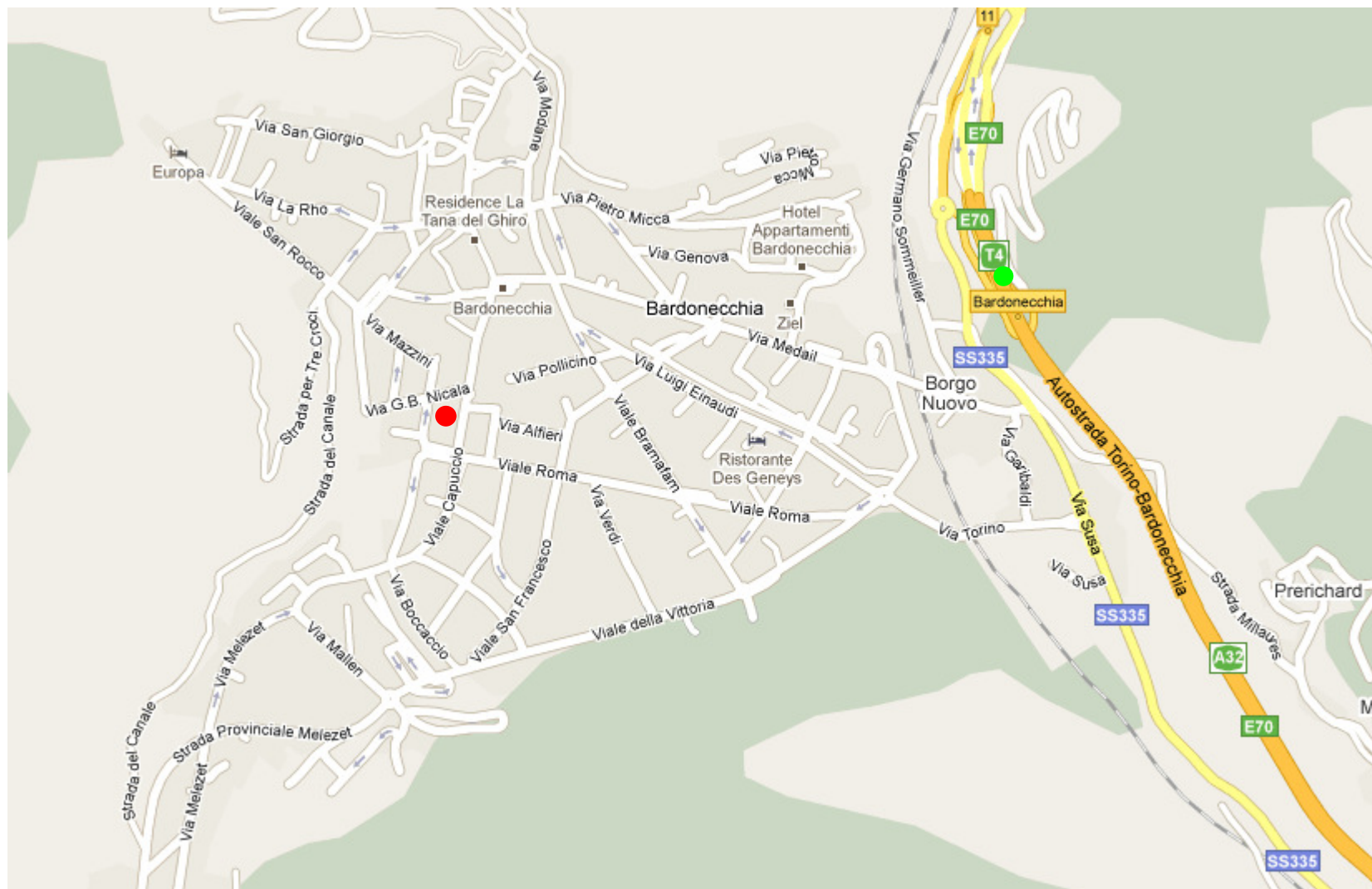
Tabella 1: prospetto cronologico e siti campagne di monitoraggio

<i>Mese</i>	<i>Data spostamento postazioni Q.Aria</i>	<i>Inizio campagna misura</i>	<i>Fine campagna misura</i>	<i>MM SITAF</i>	<i>MM Arpa</i>	<i>Cabina armadio</i>
<i>gennaio</i>	<i>18/12/2009</i>	<i>01/01/2010</i>	<i>31/01/2010</i>	<i>Condove</i>	<i>Sant'Antonino di Susa</i>	<i>A32-Km 18 Condove</i>
<i>febbraio</i>	<i>01/02/2010</i>	<i>02/02/2010</i>	<i>28/02/2010</i>	<i>Bardonecchia</i>	--	<i>A32-Bardonecchia</i>
<i>marzo</i>	<i>01/03/2010</i>	<i>02/03/2010</i>	<i>30/03/2010</i>	<i>A32-Susa (c/o SITAF)</i>	--	<i>A32-Salbertrand</i>
<i>aprile</i>	<i>31/03/2010</i>	<i>01/04/2010</i>	<i>29/04/2010</i>	<i>Condove</i>	<i>Sant'Antonino di Susa</i>	<i>A32-Km 18 Condove</i>
<i>maggio</i>	<i>30/04/2010</i>	<i>01/05/2010</i>	<i>30/05/2010</i>	<i>Bardonecchia</i>	--	<i>A32-Bardonecchia</i>
<i>giugno</i>	<i>31/05/2010</i>	<i>01/06/2010</i>	<i>29/06/2010</i>	<i>A32-Susa (c/o SITAF)</i>	--	<i>A32-Salbertrand</i>
<i>luglio</i>	<i>30/06/2010</i>	<i>01/07/2010</i>	<i>29/07/2010</i>	<i>Condove</i>	<i>Sant'Antonino di Susa</i>	<i>A32-Km 18 Condove</i>
<i>agosto</i>	<i>30/07/2010</i>	<i>31/07/2010</i>	<i>30/08/2010</i>	<i>Bardonecchia</i>	--	<i>A32-Bardonecchia</i>
<i>settembre</i>	<i>31/08/2010</i>	<i>01/09/2010</i>	<i>29/09/2010</i>	<i>A32-Susa (c/o SITAF)</i>	--	<i>A32-Salbertrand</i>
<i>ottobre</i>	<i>30/09/2010</i>	<i>01/10/2010</i>	<i>28/10/2010</i>	<i>Condove</i>	<i>Sant'Antonino di Susa</i>	<i>A32-Km 18 Condove</i>
<i>novembre</i>	<i>29/10/2010</i>	<i>30/10/2010</i>	<i>29/11/2010</i>	<i>Bardonecchia</i>	--	<i>A32-Bardonecchia</i>
<i>dicembre</i>	<i>30/11/2010</i>	<i>01/12/2010</i>	<i>31/12/2010</i>	<i>A32-Susa (c/o SITAF)</i>	--	<i>A32-Salbertrand</i>

La presente relazione si riferisce al mese di novembre e prevede due siti di rilevamento dati con l'uso di un laboratorio mobile ed una cabina rilocabile come dal prospetto sopra riprodotto.

In Figura 1 è riportata sulla cartografia della valle di Susa l'indicazione dei siti nei quali sono stati posti il laboratorio mobile e la cabina SITAF nel corso della campagna di monitoraggio.

Figura 1: ● = Laboratorio mobile Musinet
 ● = Cabina rilocabile SITAF



Il quadro normativo

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria prevede limiti per gli inquinanti quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 351/99 ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal D.M. 60/2002, dal D.Lgs. 183/2004 e dal D.Lgs. 152/2007, come modificato dal D.Lgs. 120/2008. Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

- **valore limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO_2), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM_{10} , 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, PM_{10} , e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e l'ozono, 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 con il D.Lgs. n. 183 del 21 maggio 2004, pubblicato sul supplemento ordinario n. 127 alla Gazzetta Ufficiale 23 luglio 2004 n. 171, la normativa italiana ha recepito la direttiva 2002/3/CE, per cui sono state abrogate le disposizioni concernenti l'ozono previste dal D.P.C.M. 28/3/83, D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e dal D.M. 16/5/96.

Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme come medie orarie. A lungo termine sono previsti obiettivi per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

Il recente **D.Lgs. 155/2010** ha abrogato e sostituito le normative precedenti, senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento.

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 2009" disponibile presso Arpa Piemonte e Provincia di Torino.

Tabella 2 – Valori limite per ozono

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
OZONO (O ₃)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m ³	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m ³	-	-
	VALORE OBIETTIVO 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 OBIETTIVO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a maggio	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 maggio	6000 µg/m ³ *h ⁽²⁾		-
	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile	120 µg/m ³ ⁽¹⁾		-

(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.

Tabella 3 – 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 µg/m ³	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m ³	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott ÷ 31 mar)			
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/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 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³ (NO ₂)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/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 mg/m ³	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM ₁₀)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM _{2.5})	Obbligo di concentrazione dell'esposizione	anno civile	20 µg/m ³		1-gen-2015
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	1-gen-2010

Tabella 4: Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel e benzo(a)pirene

INQUINANTE	VALORI OBIETTIVO ⁽¹⁾
Arsenico	6.0 ng/m ³
Cadmio	5.0 ng/m ³
Nichel	20.0 ng/m ³
Benzo(a)pirene	1.0 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.

Poiché il valore obiettivo per i metalli e gli IPA (BENZO(a)PIRENE) è annuale il servizio scrivente commenterà i parametri metalli e IPA nella relazione conclusiva a fine anno.

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/m³) al microgrammo per metro cubo (µg/m³).

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 5** 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 2009", elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino e da Arpa, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della provincia torinese.

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

Tabella 5: fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici

<i>INQUINANTE</i>	<i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI A BENZINA</i>	<i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI DIESEL</i>	<i>EMISSIONI INDUSTRIALI</i>	<i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATI CON COMBUSTIBILI LIQUIDI O SOLIDI</i>	<i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATI CON COMBUSTIBILI GASSOSI</i>
<i>BIOSSIDO DI ZOLFO</i>					
<i>BIOSSIDO DI AZOTO</i>					
<i>BENZENE</i>					
<i>MONOSSIDO DI CARBONIO</i>					
<i>PARTICOLATO SOSPESO</i>					
<i>PIOMBO</i>					
<i>BENZO(a)PIRENE</i>					

 = fonti primarie
 = fonti secondarie

Elaborazione grafica dei dati meteorologici

Figura 2: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale
Laboratorio Musinet

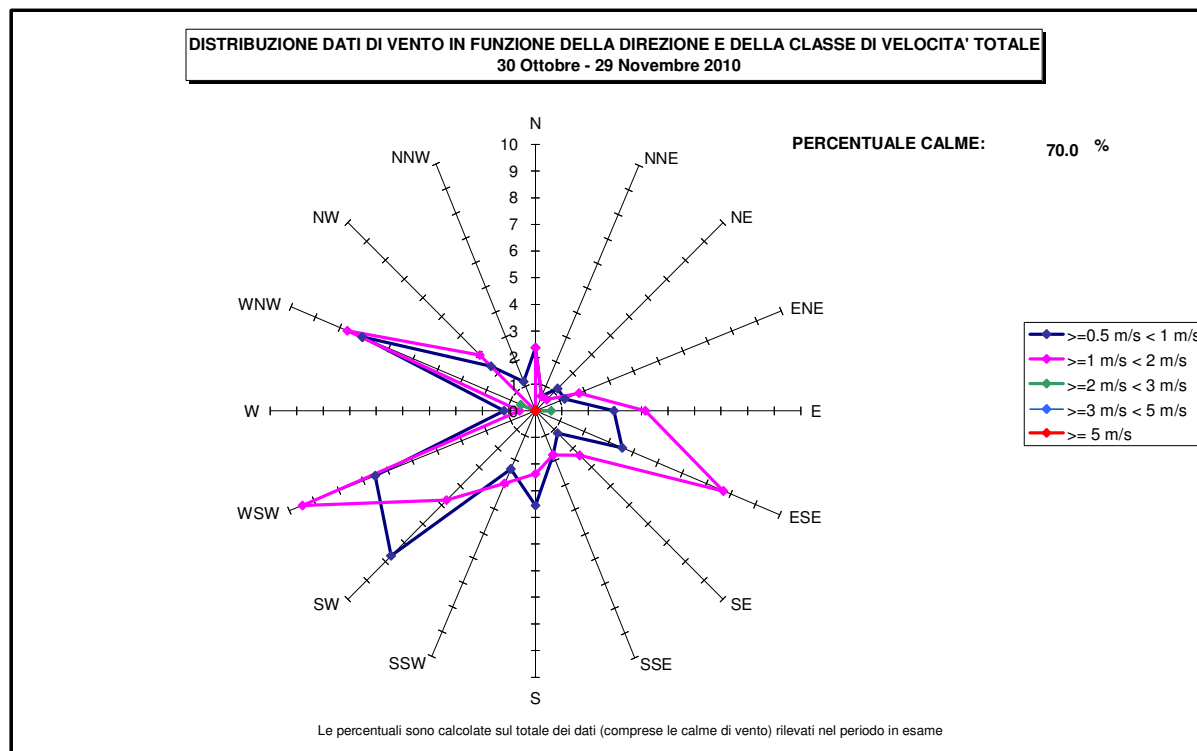


Figura 3: Velocità del vento – Laboratorio Musinet

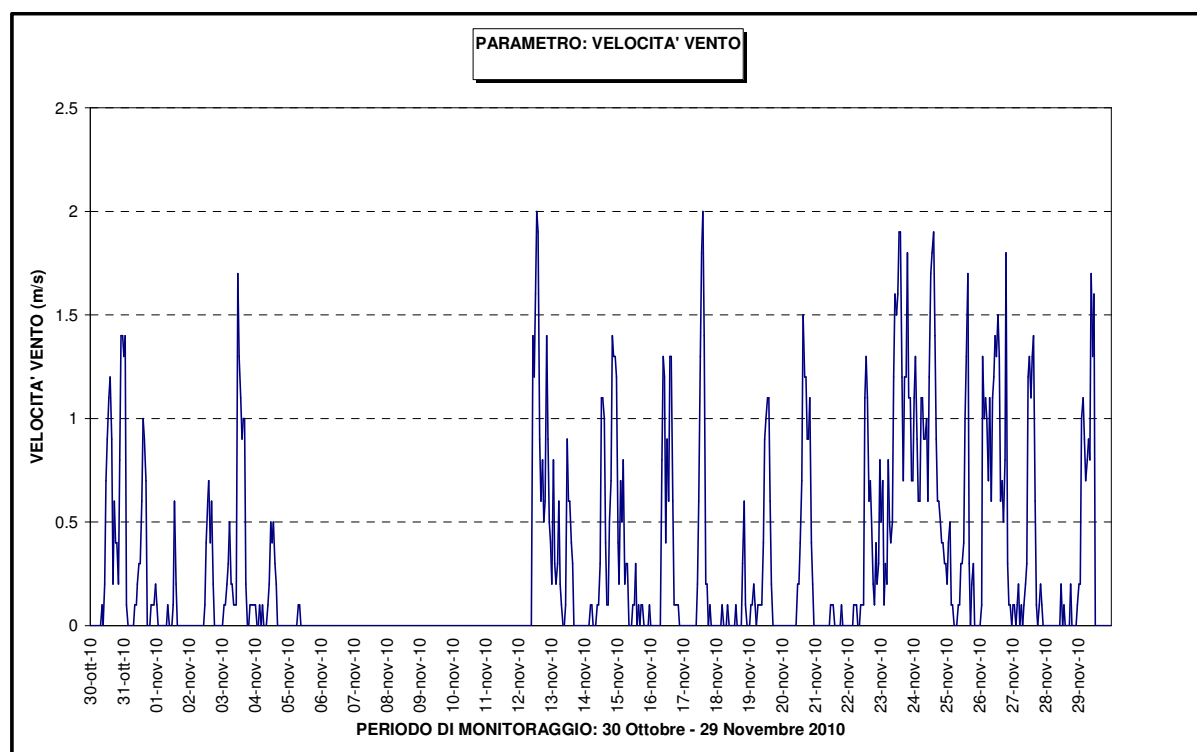


Figura 4: Temperatura Aria – Laboratorio Musinet e Cabina Sitaf

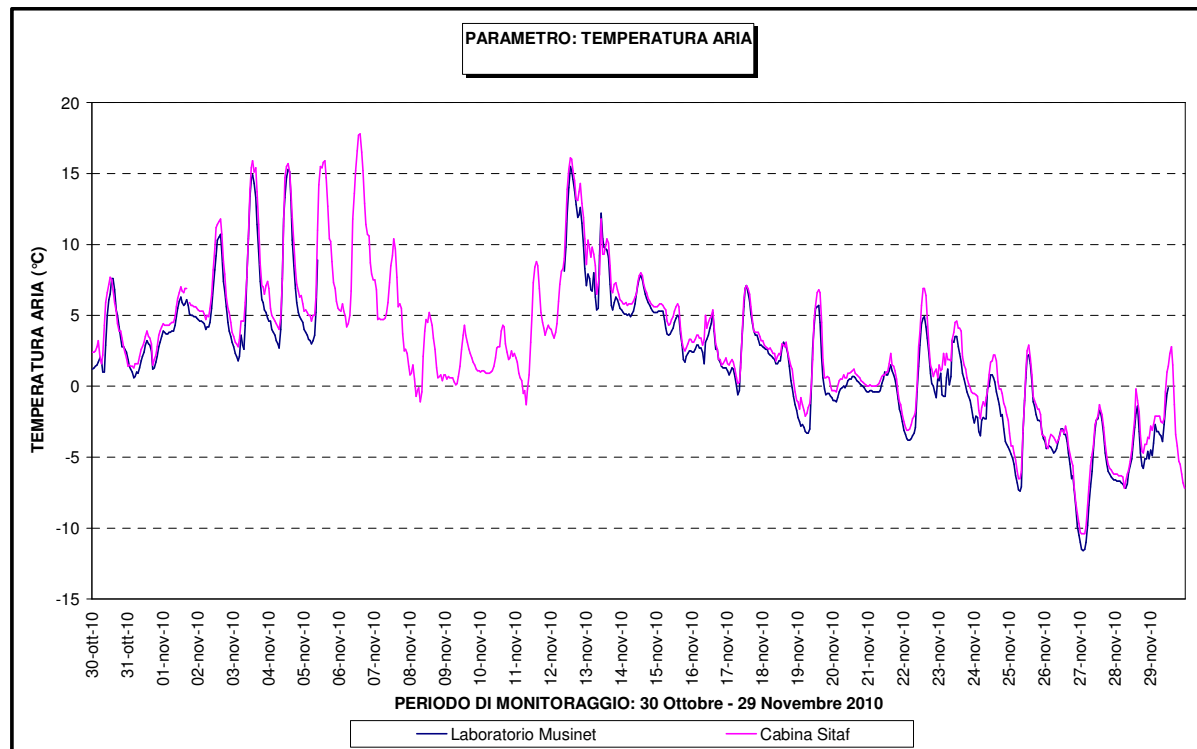
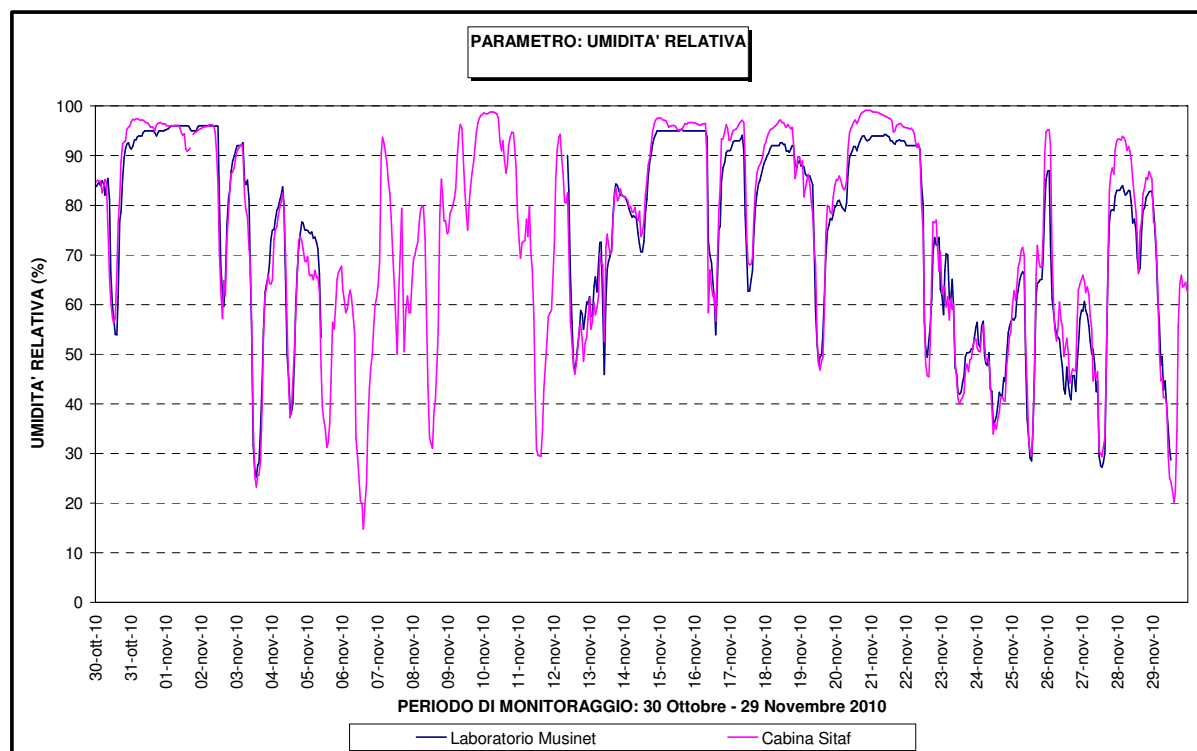


Figura 5: Umidità relativa – Laboratorio Musinet e Cabina Sitaf



Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici

Nelle pagine seguenti sono riportati le principali elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge relativi all'inquinamento dell'aria misurati dagli analizzatori nel periodo di campionamento. Per PM_{10} e biossido di azoto, che sono i due inquinanti più critici nei mesi freddi dell'anno, sono riportati i grafici che permettono di evidenziare come si collocano i siti oggetto del monitoraggio rispetto al contesto provinciale (figure 6, 7 e 8).

Si riportano di seguito le definizioni degli inquinanti utilizzate come abbreviazioni:

C_6H_6	BENZENE
NO_2	BIOSSIDO DI AZOTO
SO_2	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
O_3	OZONO
PM_{10}	PARTICOLATO SOSPESO PM_{10}
$C_6H_5CH_3$	TOLUENE

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

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

	Musinet
Minima media giornaliera	2.8
Massima media giornaliera	6.2
Media delle medie giornaliere	4.2
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	4.2
Massima media oraria	14.2
Ore valide	744
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0

Tabella 7: Dati relativi al biossido di azoto (NO_2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Musinet	Sitaf
Minima media giornaliera	4.9	15.5
Massima media giornaliera	50.7	47.1
Media delle medie giornaliere	22.6	32.6
Giorni validi	31	31
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	22.7	32.6
Massima media oraria	78.4	101.8
Ore valide	739	744
Percentuale ore valide	99%	100%
<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 6: NO₂ confronto medie annuali e medie del periodo esaminato nella provincia di Torino

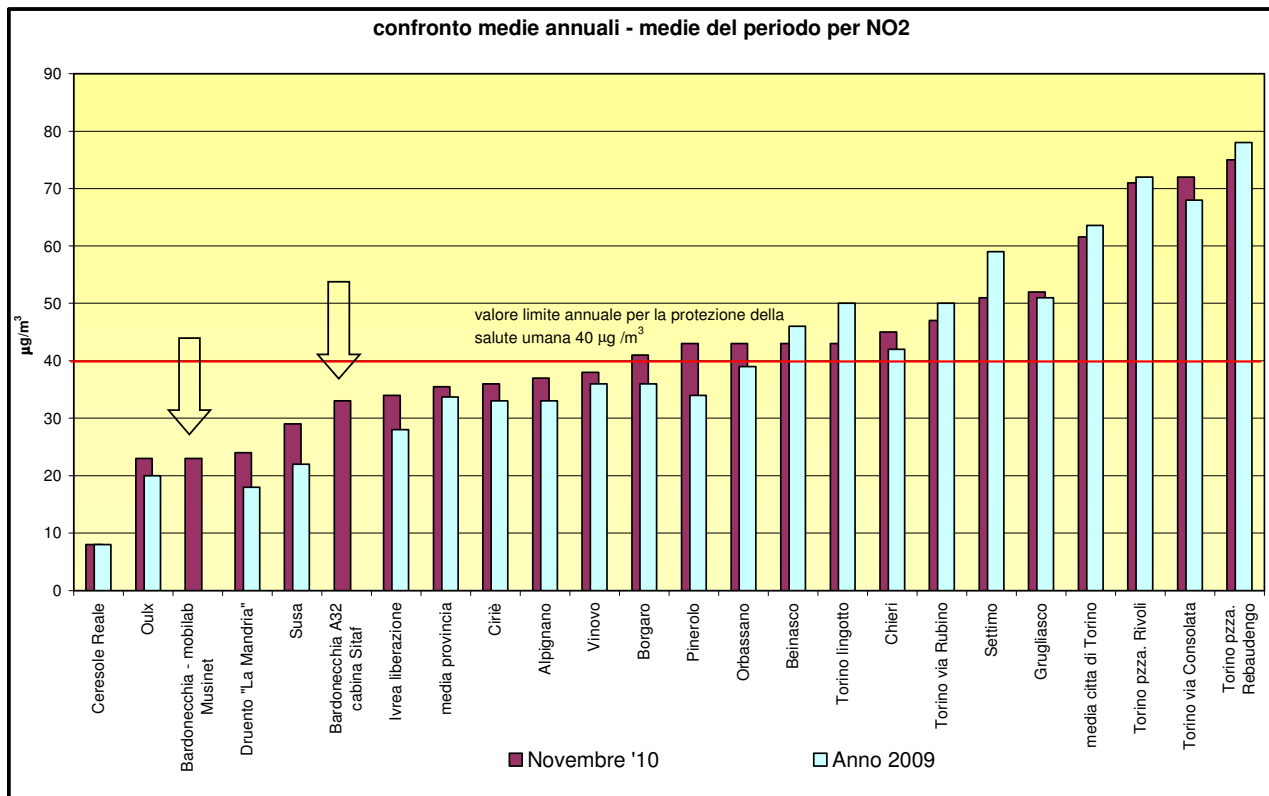


Tabella 8: Dati relativi al particolato sospeso PM₁₀ (µg/m³)

	Musinet
Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	22
Media delle medie giornaliere	10
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	71%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0

Figura 7: confronto andamento di PM₁₀ con le precipitazioni nel mese di novembre

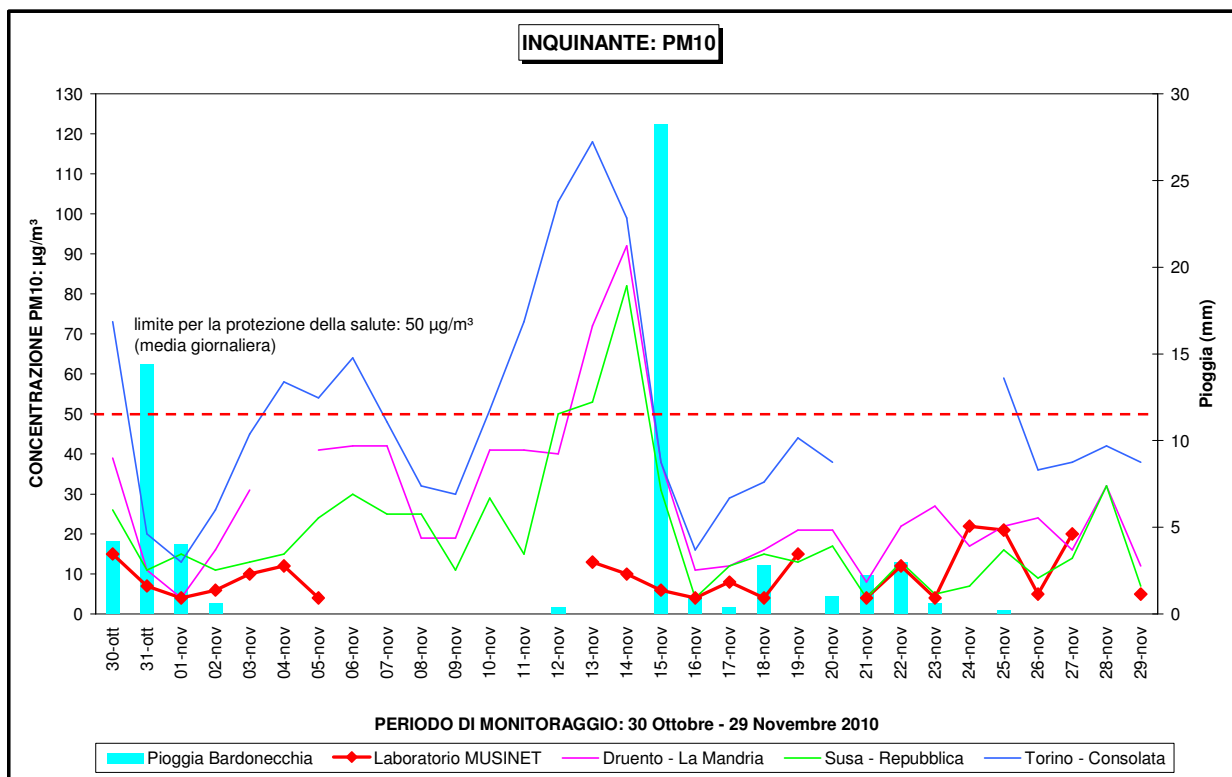


Figura 8: PM₁₀ confronto medie annuali e medie del periodo esaminato nella provincia di Torino

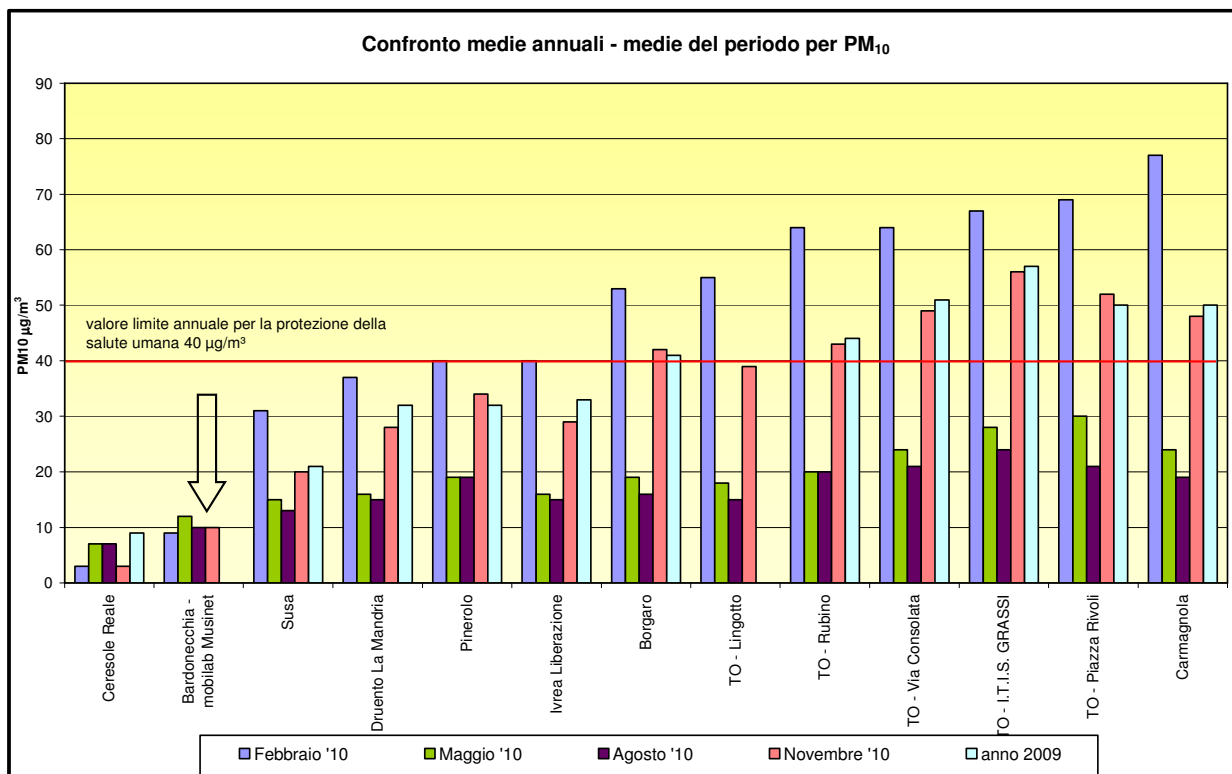


Tabella 9: Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m³)

	Musinet	Sitaf
Minima media giornaliera	0.1	0.7
Massima media giornaliera	3.3	0.7
Media delle medie giornaliere	0.6	0.7
Giorni validi	31	31
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	0.6	0.7
Massima media oraria	8.7	0.7
Ore valide	740	740
Percentuale ore valide	99%	99%
Minimo medie 8 ore	0.1	0.7
Media delle medie 8 ore	0.6	0.7
Massimo medie 8 ore	6.9	0.7
Percentuale medie 8 ore valide	98%	99%
<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 9: CO confronto con il limite di legge (media trascinata su 8 ore) – Laboratorio Musinet

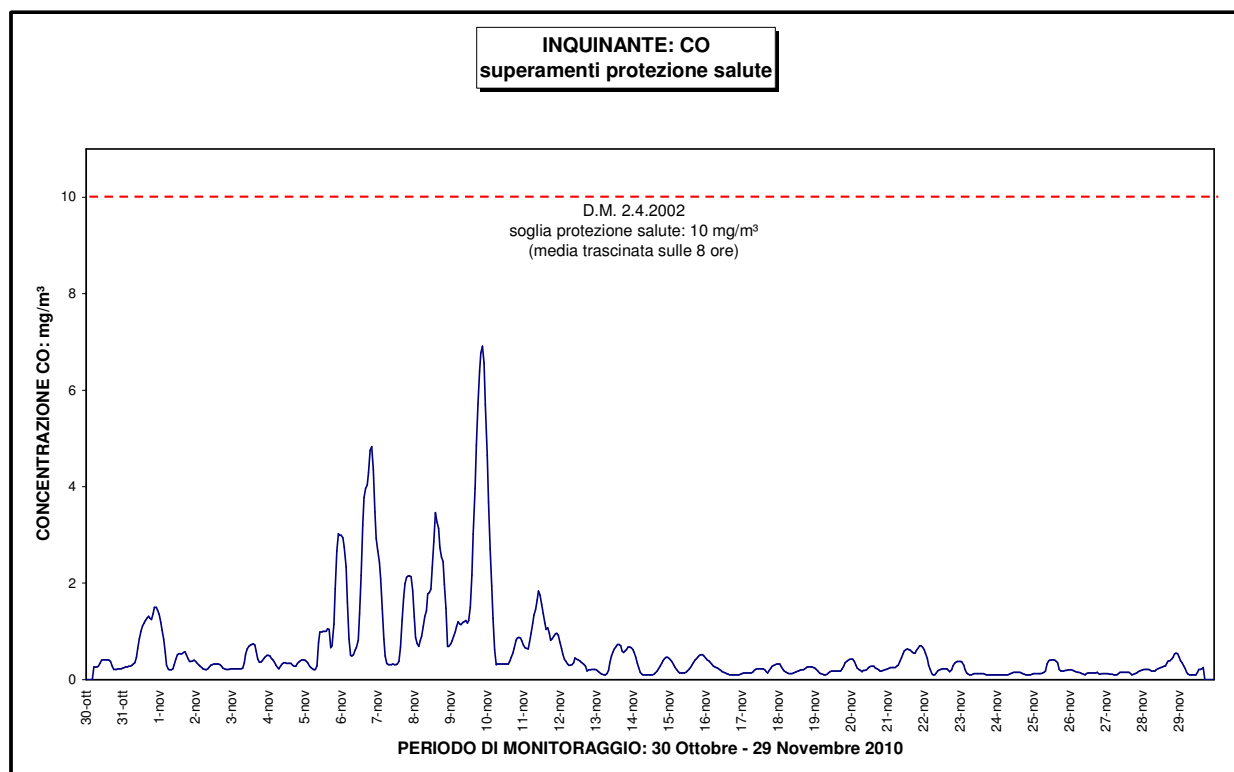


Tabella 10: Dati relativi all'ozono (O₃) (µg/ m³)

	Musinet
Minima media giornaliera	20.6
Massima media giornaliera	78.0
Media delle medie giornaliere	48.3
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	48.3
Massima media oraria	104.7
Ore valide	744
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	7.1
Media delle medie 8 ore	48.2
Massimo medie 8 ore	86.1
Percentuale medie 8 ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Esame dei dati

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche l'anemologia della val Susa, è caratterizzato, 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 e la 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 rosa del vento in Figura 2 evidenzia l'influenza delle valli circostanti Bardonecchia sulla provenienza del vento; le direzioni predominanti del vento sono ESE, WNW ed il settore compreso tra SW e WSW.

La maggioranza delle calme di vento si verifica in ore notturne.

Nei siti monitorati sono rispettati tutti i limiti normativi, sia le soglie di allarme sia i valori limite per la protezione della salute umana.

Generalmente nella rete provinciale torinese l'inquinante che desta maggiore preoccupazione nella stagione invernale è il PM_{10} , ma in questo caso, confrontando i dati di PM_{10} rilevati a Bardonecchia con dati di altri siti, si nota che le medie dei valori di Bardonecchia sono inferiori rispetto a stazioni come Susa, la quale registra concentrazioni medie tra le più basse dell'intera rete provinciale (Figura 8).

I giorni validi per la misura del particolato del sito in esame sono stati 22 (71% dati validi) e, osservando la Figura 7, si evidenzia come i giorni non disponibili siano a ridosso delle giornate più critiche per la rete torinese; confrontando nel dettaglio i giorni 4, 13 e 14 novembre, giornate di elevata presenza di PM_{10} nell'atmosfera, si può notare che a Bardonecchia i valori registrati sono stati sempre molto inferiori ai valori limite sia giornaliero che annuale, pertanto si può supporre che durante tutta la campagna di misura tale inquinante non abbia mai rappresentato una criticità ambientale.

Si deve tenere presente inoltre che nel periodo monitorato si sono verificate precipitazioni che hanno influenzato positivamente la qualità dell'aria, soprattutto dal 15 novembre in avanti (giorno con maggior piovosità dell'intero periodo).

In Tabella 11 sono confrontate le medie dei valori di PM_{10} della rete torinese con il sito di Bardonecchia, calcolate utilizzando solo i giorni validi del Laboratorio Musinet, ovvero nei giorni dal 30/10 al 05/11, e dal 13/11 al 29/11 con esclusione dei giorni 20/11 e 28/11.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, altro inquinante tipico del periodo invernale, le medie rilevate dal laboratorio Musinet, molto contenute, sono analoghe a quelle registrate in stazioni come Oulx e Susa. Il valore medio di NO_2 rilevato dalla cabina SITAF presso l'autostrada è superiore al valore misurato dal laboratorio Musinet, ma si posiziona comunque tra i valori più bassi del territorio provinciale.

Rispetto alle concentrazioni misurate di monossido di carbonio, si rileva che non vi sono stati superamenti del livello di protezione della salute pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (calcolato come media trascinata su 8 ore consecutive) in entrambi i siti monitorati. I valori più elevati di CO come media trascinata, rilevati dal Laboratorio Musinet, si sono riscontrati nella prima parte del periodo monitorato, con il picco massimo registrato il 9 novembre pari a $6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 11: confronto dati di PM_{10} anno 2009 e novembre 2010 nella provincia di Torino

Stazione	Novembre 2010 (vedere nota)		anno 2009	
	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media anno 2009 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)
Ceresole Reale	3	0	9	0
Susa	18	2	21	16
Druento La Mandria	26	2	32	52
Ivrea Liberazione	27	3	33	71
Bardonecchia - mobilab Muset	10	0	--	--
Borgaro	41	3	41	101
Pinerolo	31	3	32	61
TO - Rubino	40	3	44	96
TO - Via Consolata	47	6	51	123
Carmagnola	47	11	50	131
TO - Piazza Rivoli	50	8	50	118
TO - Lingotto	36	3		
TO - I.T.I.S. GRASSI	54	13	57	151

Nota: i valori di PM_{10} riportati per il periodo di Novembre 2010 (Media periodo e Numero superamenti) si riferiscono, per tutte le stazioni, ai soli giorni in cui i dati del Lab. Musinet sono disponibili, ovvero dal 30/10 al 05/11, dal 13/11 al 29/11 con esclusione dei giorni 20/11 e 28/11.

Nel loro insieme i dati rilevati, se rapportati alla situazione complessiva del territorio provinciale (vedi figure 6 e 8, in cui tutti i siti di monitoraggio nella provincia di Torino sono riportati in ordine di criticità crescente da sinistra a destra), mostrano comunque che le concentrazioni degli inquinanti atmosferici nei due siti considerati si situano nell'intorno dei valori più bassi rilevabili a livello provinciale, nonostante il monitoraggio sia stato effettuato in un periodo generalmente caratterizzato dai livelli più elevati su base annuale dei diversi inquinanti (con l'eccezione dell'ozono che presenta i suoi massimi nei mesi estivi). Tale condizioni relativamente favorevoli della qualità dell'aria hanno la loro origine nell'elevata dinamicità atmosferica caratteristica delle valli alpine e manifestatasi nel corso del periodo di monitoraggio, con episodi di precipitazioni prolungate (Figura 7); si conferma pertanto la notevole influenza dei meccanismi di diluizione e rimozione ad opera dei fenomeni meteorologici nel determinare i livelli degli inquinanti atmosferici.

I parametri non commentanti nella presente relazione saranno oggetto di approfondimenti nella relazione finale al termine del monitoraggio annuale.

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI LABORATORIO MOBILE MUSINET

• **Biossido di zolfo** **Monitor Labs / Termo Electron**

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 ÷ 10000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 0.5 ppb.

• **Ossidi di azoto** **MONITOR EUROPE ML 9841**

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** **MONITOR EUROPE ML 9830**

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** **UNITEC LSPM 10 – TCR TECORA SENTINEL**

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.

Analizzatore in continuo di polveri fini con principio di misura ottico a nefelometria ortogonale.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 µg/m³;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 µg/m³;

• **Stazione meteorologica**

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

• **Benzene, Toluene, o-Xilene** **ORION BTX 2000**

Gascromatografo con sistema di rilevazione PID (fotoionizzazione).

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 10 , 0 – 100 0 - 1000 µg/m³;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 10 , 0 – 100 0 - 1000 µg/m³;
- ✓ Campo di misura o - xilene: 0 ÷ 10 , 0 – 100 0 - 1000 µg/m³;

CABINA RILOCABILE SITAF

- **Idrocarburi Policiclici Aromatici** **ECOCHM PAS2000**

Analizzatore in continuo degli IPA adsorbiti sul particolato fine, determinati tramite fotoionizzazione in ultravioletto per la misura delle concentrazioni nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: da 0 a 100 picoAmper – $0.3 \div 1 \mu\text{g} / \text{m}^3$; per picoAmper
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: $3 \text{ ng} / \text{m}^3$

- **NO₂, Benzene, CO, Rumore, Temperatura e Umidità Relativa** **UNITEC ETL 3000**

Analizzatore in continuo con sensori a film spesso di CO NO₂, Benzene Rumore, Umidità Relativa e Temperatura nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura CO: $0 \div 100 \text{ mg} / \text{m}^3$;
- ✓ Campo di misura NO₂: $0 \div 500 \mu\text{g} / \text{m}^3$.
- ✓ Campo di misura Benzene: $0 \div 100 \mu\text{g} / \text{m}^3$
- ✓ Campo di misura Rumore: $45 \div 120 \text{ db}$
- ✓ Temperatura: $-30 \div 70 \text{ }^\circ\text{C}$
- ✓ Umidità Relativa: $0 \div 100\%$

- **Particolato sospeso** **GRIMM Dust monitor system 365**

Contatore di particelle in continuo con principio di misura ottico a laser; il conteggio del numero di particelle è relativo a 31 classi dimensionali nell'intervallo da 0.25 a $32 \mu\text{m}$