



AREA AMBIENTE,  
PARCHI, RISORSE IDRICHE  
E TUTELA DELLA FAUNA

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA  
CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE  
NEI COMUNI DI**

***BORGOFRANCO D'IVREA – fraz. BAIO DORA  
FOGLIZZO – reg. BRAGLIA***



**RELAZIONE FINALE**

La Stazione Mobile di rilevamento della qualità dell'aria è messa a disposizione dall'**Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna** della Provincia di Torino.

La gestione tecnica del laboratorio mobile, le operazioni di prelievo di aeriformi e l'elaborazione dei dati sono state curate dal **Laboratorio Gestione Strumentazione Mobile e fissa - Rilevamento dati in ambienti di vita e di lavoro**.

L'organizzazione della campagna di monitoraggio e la stesura della presente relazione sono state curate dall'A.R.P.A., **Area Regionale Modellistica per la Dispersione degli Inquinanti in Aria** del Dipartimento di Torino (Presidio di Grugliasco).

Si ringrazia il personale degli **Uffici Tecnici del Comune di Borgofranco d'Ivrea** e del **Comune di Foglizzo** per la collaborazione prestata.

## ***CAPITOLO 1***

### ***CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO***

## ***L'aria e i suoi inquinanti***

Dal punto di vista dell'igiene ambientale, 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 metrocubo ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) al microgrammo per metrocubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

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 2001"**, elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino e dall'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 - Sorgenti dei principali inquinanti**

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					
OZONO					
BENZENE					
MONOSSIDO DI CARBONIO					
PARTICOLATO SOSPESO					
CADMIO					
NICHEL					
PIOMBO					
BENZO(a)PIRENE					

■ Fonti principali

■ 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 una stazione mobile di proprietà della Provincia di Torino, gestita dall'A.R.P.A. - Dipartimento di Torino.

Il Laboratorio Mobile è dotato di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici (biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono e particolato totale sospeso) e di una stazione meteorologica.

## ***Il quadro normativo***

Per una descrizione del quadro normativo si rimanda alla pubblicazione "**Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2001**".

E' importante però segnalare che il 2 aprile 2002 è stato emanato il **Decreto Ministeriale n. 60**, che recepisce le direttive europee 99/30/CE e 00/69/CE, il quale apporta delle variazioni rispetto alla normativa precedente (Tabella 2). Tali modifiche verranno discusse nel paragrafo di commento ai dati, specificatamente per gli inquinanti monitorati durante la campagna nel comune di Borgofranco d'Ivrea (Fraz. Baiodora) e nel comune di Foglizzo (Regione Braglia).

Per ulteriori approfondimenti riguardanti il nuovo Decreto Ministeriale si rimanda alla Gazzetta Ufficiale n. 87 del 13 aprile 2002 (Suppl. n.77).

**Tabella 2 - Decreto Ministeriale n. 60 aprile 2002**

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO <sub>2</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	3 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	--	19-lug-01
		inverno (1 ott ÷ 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m <sup>3</sup>	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) e OSSIDI DIO AZOTO (NO <sub>x</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	18 volte/anno civile	1-gen-10
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	1-gen-10
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup>	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>x</sub> )	--	19-lug-01
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-05
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-05
PARTICELLE (PM10) FASE 1	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-05
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-10

## ***CAPITOLO 2***

### ***LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO***

## ***Obiettivi della campagna di monitoraggio***

Le campagne di monitoraggio condotte nei comuni di Borgofranco d'Ivrea e Foglizzo si inseriscono nell'ambito del "Progetto di monitoraggio e risanamento ambientale dell'Autostrada A5 Torino-Aosta e del raccordo Autostradale A4/5 Ivrea-Santhià", promosso dalla Provincia di Torino in collaborazione con l'A.R.P.A. Piemonte – Dipartimento Subprovinciale di Ivrea e Dipartimento di Torino.

Tale progetto si è articolato in un certo numero di campagne di valutazione realizzate prima e dopo la riapertura del Traforo del Monte Bianco, e inoltre prevedeva monitoraggi dell'inquinamento atmosferico ed acustico finalizzati alla stima dell'impatto generato dal traffico veicolare in transito sui tratti autostradali sopra citati.

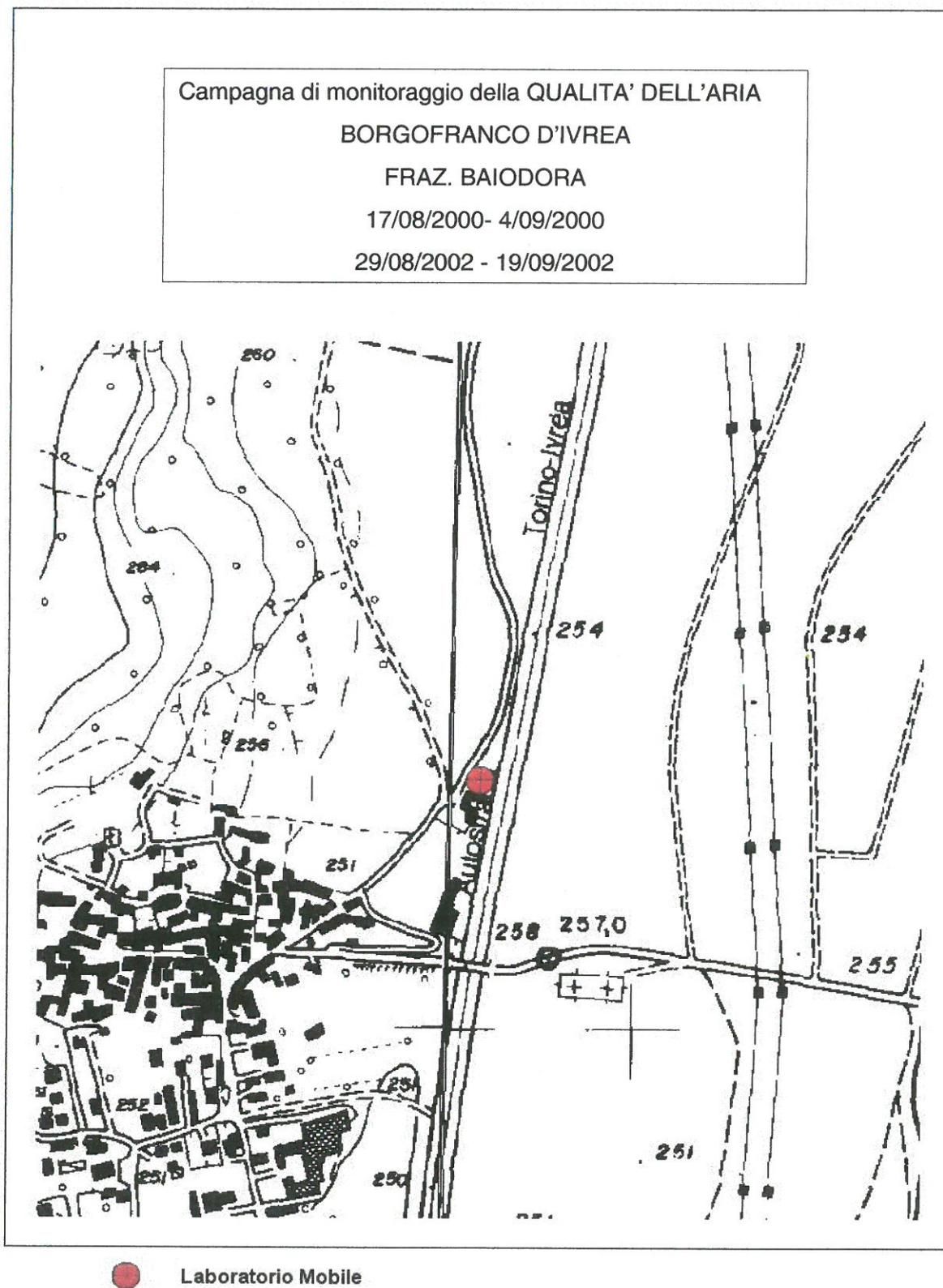
Nel corso del sopralluogo preliminare alla realizzazione delle campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico sono stati individuati i seguenti siti, ritenuti adeguati al posizionamento del Laboratorio Mobile:

- Comune di Borgofranco d'Ivrea - Frazione Baio Dora, Via S. Rocco n. 18
- Comune di Foglizzo - Regione Braglia

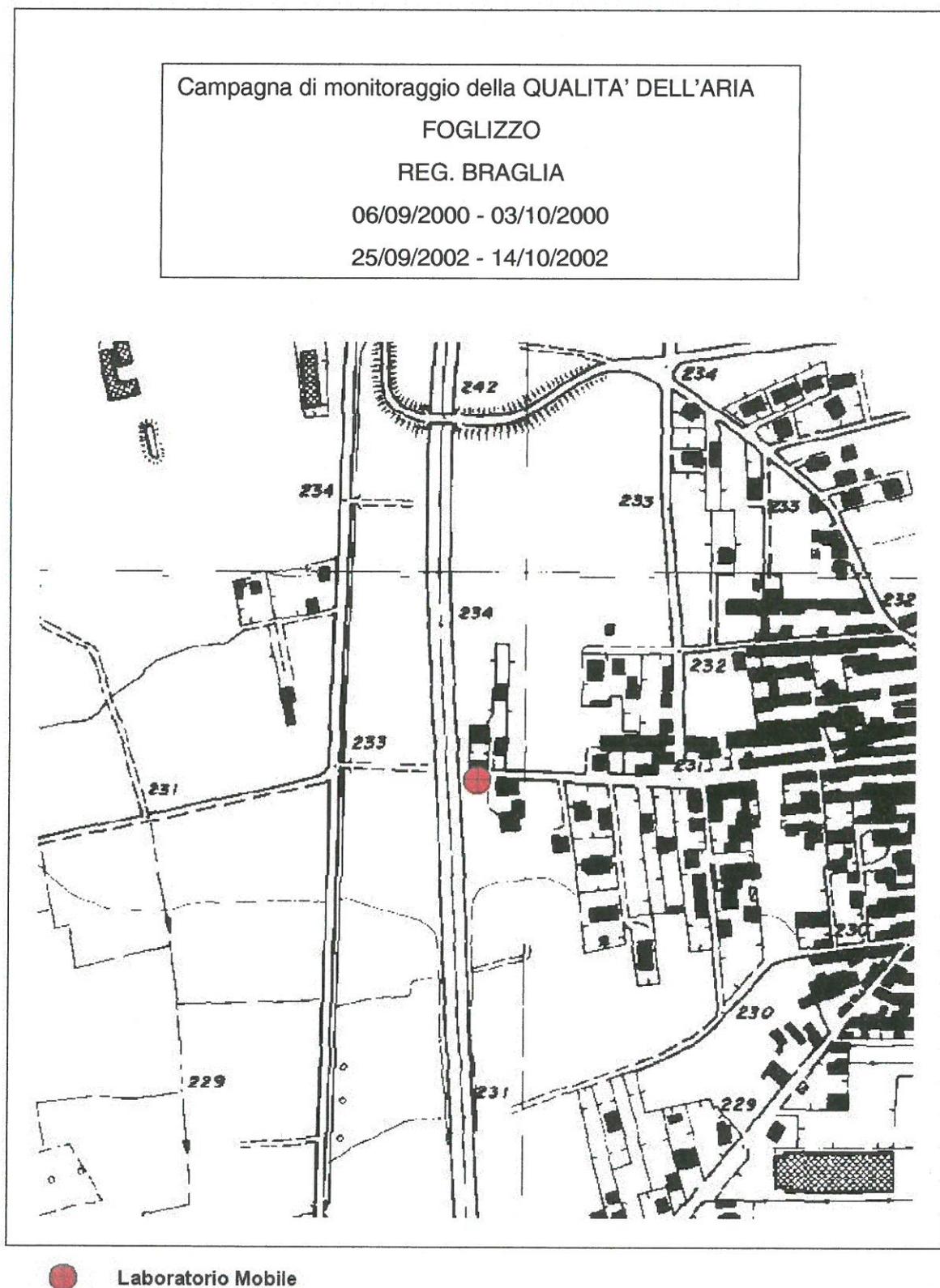
Le due campagne sono state condotte nel periodo dal **29 Agosto al 19 Settembre 2002** presso la **Frazione Baio Dora** del Comune di **Borgofranco d'Ivrea** e dal **25 Settembre al 14 Ottobre 2002** presso la **Regione Braglia** del Comune di **Foglizzo**.

Nelle figure 1 e 2 sono riportate , sulla cartografia dei due comuni in esame, le indicazioni dei siti nei quali è stato posizionato il Laboratorio Mobile nel corso delle due campagne di monitoraggio.

**Figura 1** Borgofranco d'Ivrea - frazione Baio Dora: individuazione del punto di prelievo nel corso delle campagne di monitoraggio



**Figura 2** Foglizzo - regione Braglia: individuazione del punto di prelievo nel corso delle campagne di monitoraggio



Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso della campagna di monitoraggio effettuata 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 Comuni di Borgofranco d'Ivrea e Foglizzo.

Una trattazione completa - secondo quanto previsto dalla normativa vigente - dovrebbe prevedere infatti campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno 300 giornate di rilevamento, uniformemente distribuite nel corso dell'anno (ISTISAN 87/6).

Nel nostro caso, invece, dove il periodo di monitoraggio si è protratto complessivamente per **42** giorni, i dati acquisiti nel 2002 ci permettono di effettuare un confronto con le campagne di monitoraggio realizzate nell'anno 2000 e una serie di considerazioni relative ai valori limite previsti dalla normativa a livello di esposizione di breve periodo. In questo modo risulta possibile valutare l'impatto veicolare dell'Autostrada A5 Torino-Aosta e del raccordo Autostradale A4/5 Ivrea-Santhià prima e dopo la riapertura del Traforo del Monte Bianco.

Nel corso della campagna è stato effettuato - presso il Laboratorio Mobile - il monitoraggio in continuo dei seguenti inquinanti atmosferici : monossido di carbonio, biossido di zolfo, ossidi di azoto, ozono e polveri totali sospese; sono inoltre stati rilevati i principali parametri meteorologici, mediante analizzatori e sensori in continuo.

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento Provinciale di Torino, Presidio di Grugliasco (Area Regionale Modellistica per la dispersione degli inquinanti in aria), a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

## ***Elaborazione dati meteorologici***

In questo paragrafo vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante la campagna di monitoraggio condotta nel comune di Borgofranco d'Ivrea e nel comune di Foglizzo.

Relativamente a tutto il periodo di monitoraggio è stata effettuata una elaborazione statistica dei parametri indicati nella seguente tabella.

P	Pressione atmosferica	mbar
VV	Velocità vento	m/s
DV	Direzione vento	°
RSN	Radiazione Solare Netta	W/m <sup>2</sup>

In particolare, per quanto riguarda la direzione di provenienza del vento, i dati sono stati ulteriormente elaborati in una rappresentazione grafica volta ad evidenziare eventuali alternanze nel corso del ciclo giorno-notte.

Non sono presenti elaborazioni dei parametri radiazione solare globale, temperatura e umidità relativa per entrambe le campagne a causa di problemi tecnici ai sensori che hanno comportato l'invalidazione dei dati registrati.

**Tabelle riassuntive – parametri meteorologici  
Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora  
Settembre 2002**

<b>PRESSIONE (mbar)</b>	
<b>Comune di Borgofranco d'Ivrea</b>	
<b>Minima media giornaliera</b>	998
<b>Massima media giornaliera</b>	1008
<b>Media delle medie giornaliere</b>	1002
<b>Giorni validi</b>	19
<b>Giorni totali</b>	22
<b>Media dei valori orari</b>	1003
<b>Massima media oraria</b>	1011
<b>Ore valide</b>	482
<b>Ore attese</b>	528

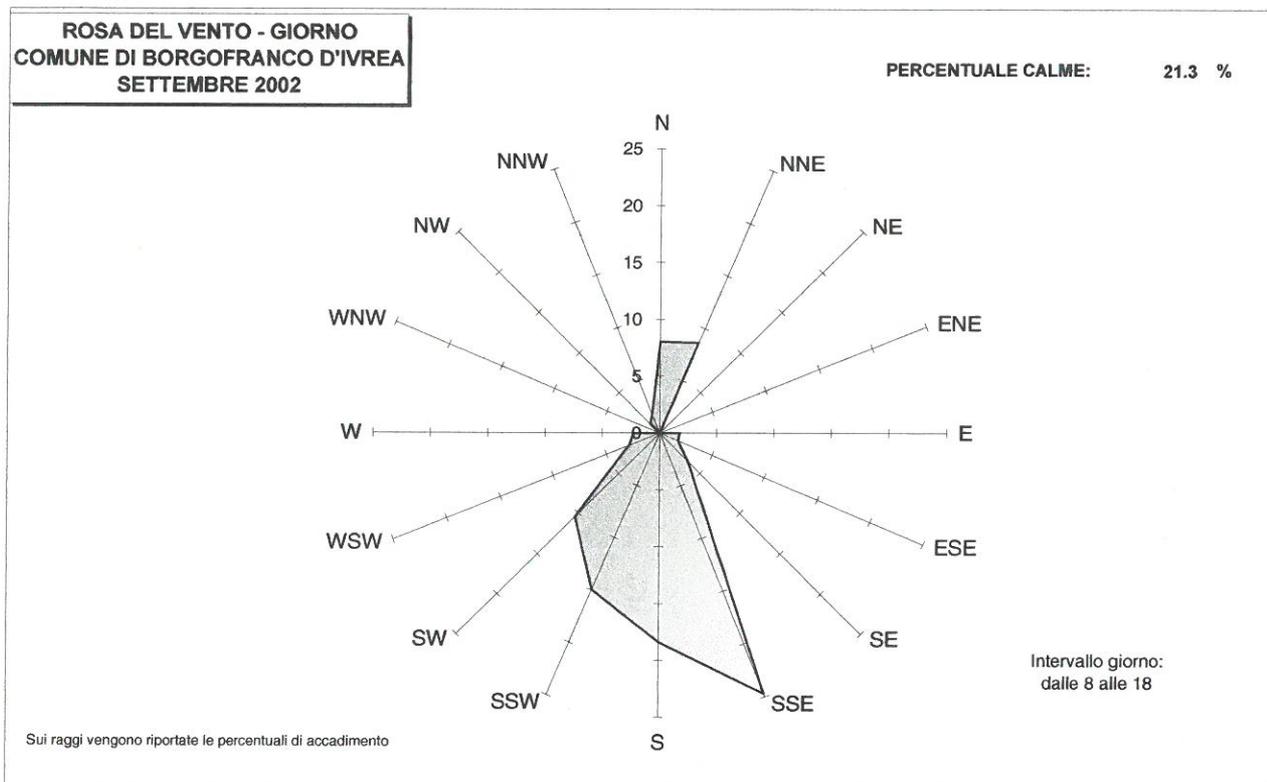
<b>RSN (W/m<sup>2</sup>)</b>	
<b>Comune di Borgofranco d'Ivrea</b>	
<b>Minima media giornaliera</b>	18
<b>Massima media giornaliera</b>	125
<b>Media delle medie giornaliere</b>	80
<b>Giorni validi</b>	19
<b>Giorni totali</b>	22
<b>Media dei valori orari</b>	78
<b>Massima media oraria</b>	578
<b>Ore valide</b>	482
<b>Ore attese</b>	528

**Tabelle riassuntive – parametri meteorologici  
Comune di Foglizzo - Ottobre 2002**

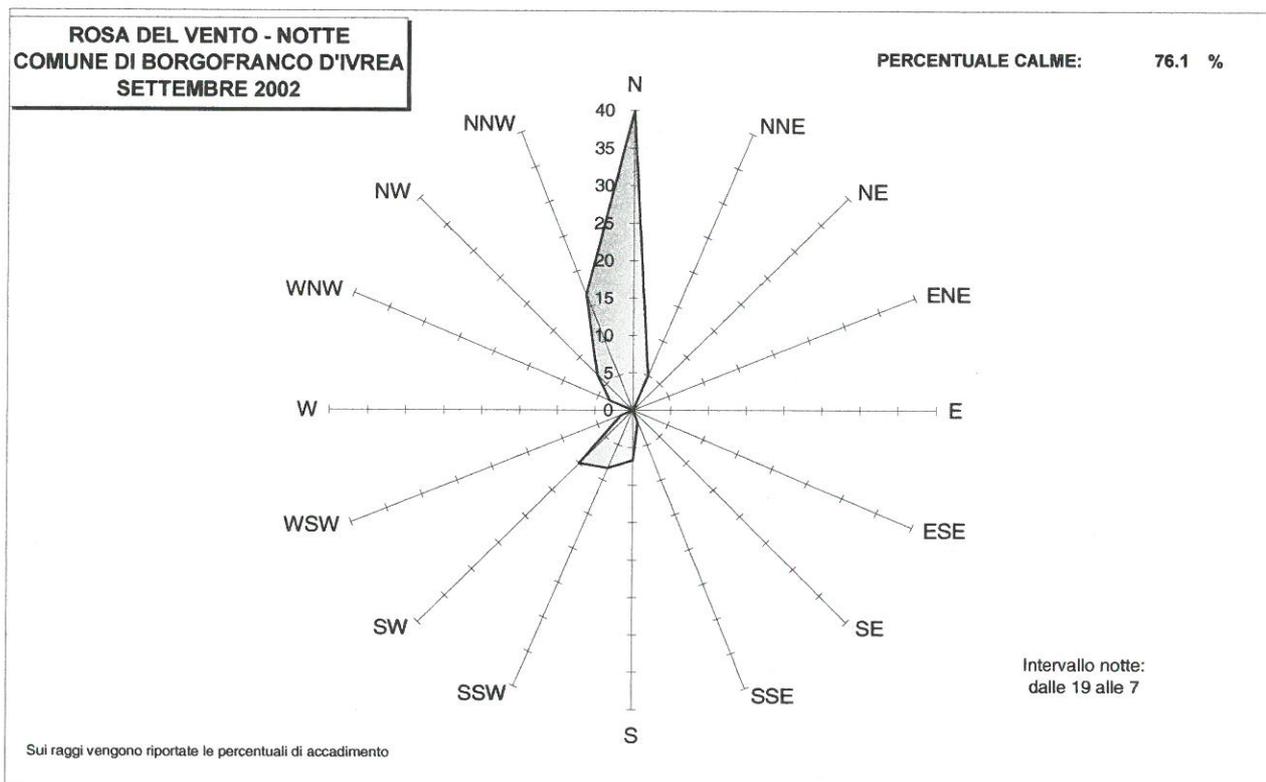
<b>PRESSIONE (mbar)</b>	
<b>Comune di Foglizzo</b>	
<b>Minima media giornaliera</b>	982
<b>Massima media giornaliera</b>	1004
<b>Media delle medie giornaliere</b>	995
<b>Giorni validi</b>	14
<b>Giorni totali</b>	20
<b>Media dei valori orari</b>	994
<b>Massima media oraria</b>	1006
<b>Ore valide</b>	357
<b>Ore attese</b>	480

<b>RSN (W/m<sup>2</sup>)</b>	
<b>Comune di Foglizzo</b>	
<b>Minima media giornaliera</b>	8
<b>Massima media giornaliera</b>	96
<b>Media delle medie giornaliere</b>	66
<b>Giorni validi</b>	18
<b>Giorni totali</b>	20
<b>Media dei valori orari</b>	64
<b>Massima media oraria</b>	474
<b>Ore valide</b>	453
<b>Ore attese</b>	480

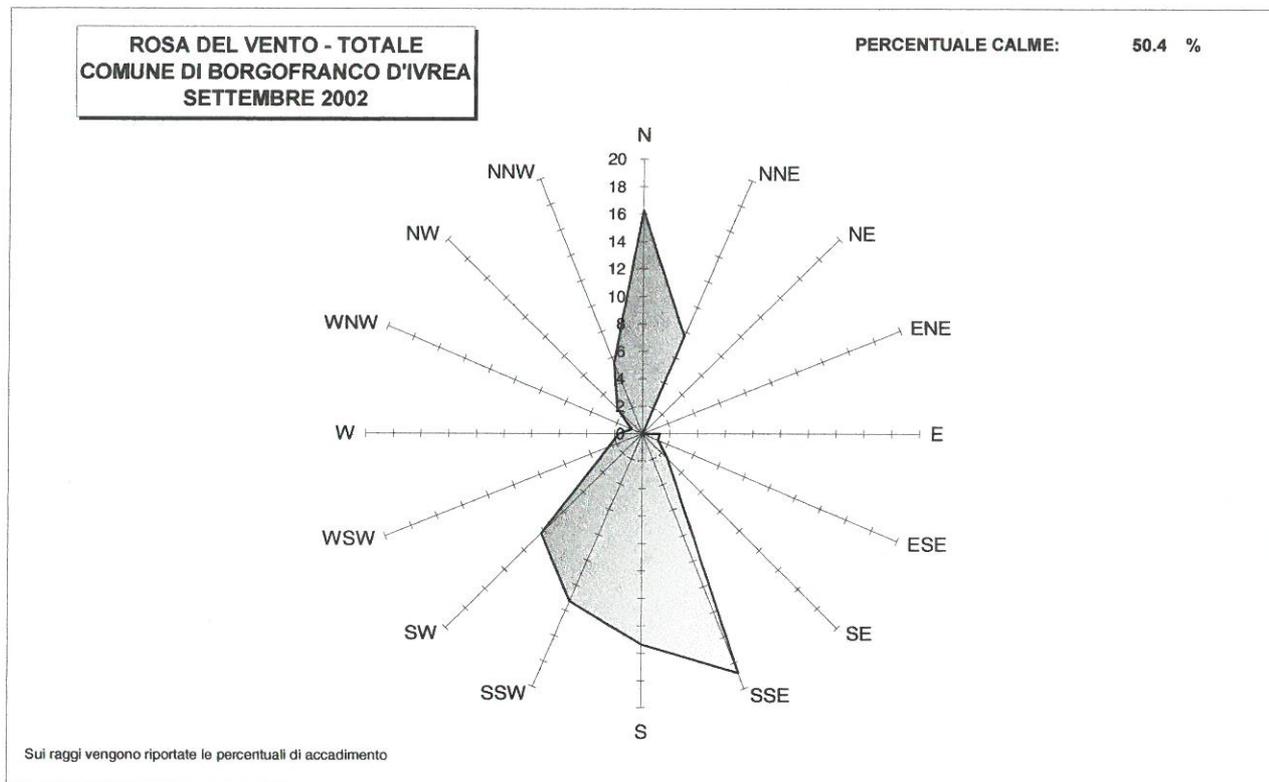
## Parametro Direzione Vento – ore diurne Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora – Settembre 2002



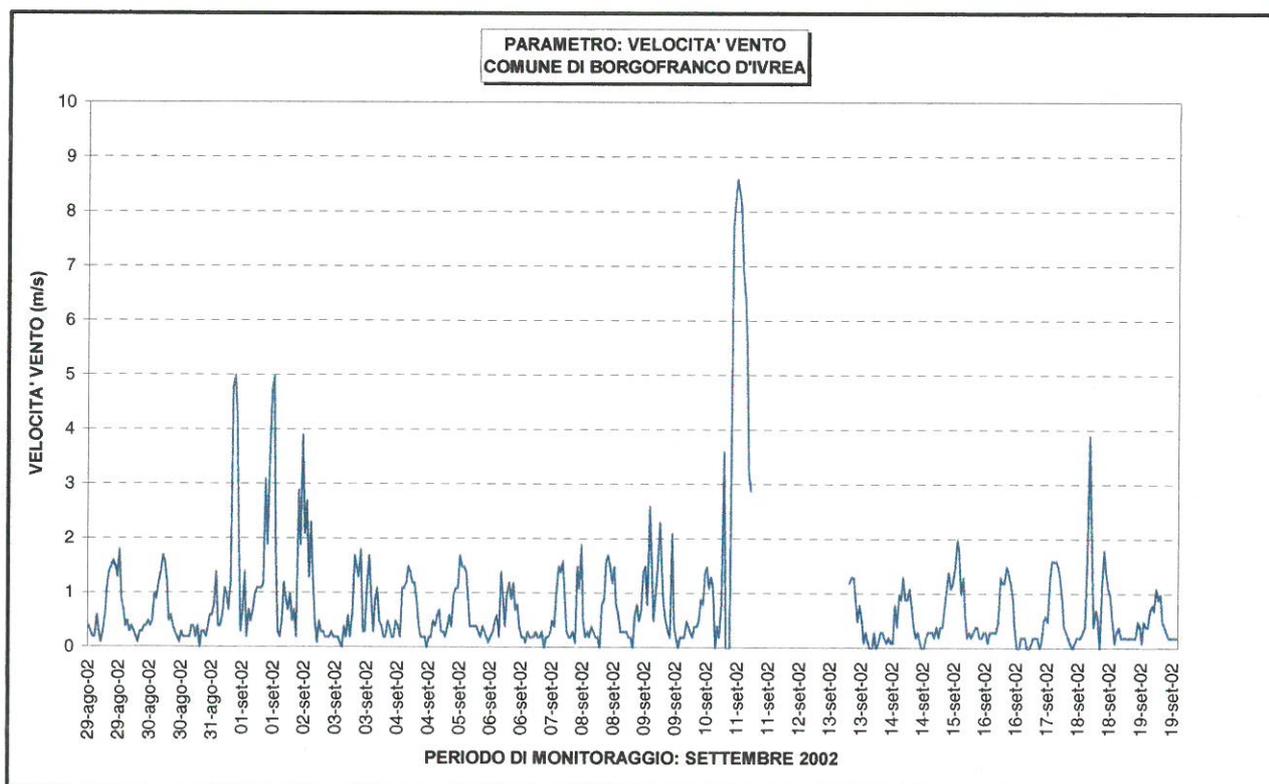
## Parametro Direzione Vento – ore notturne Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora – Settembre 2002



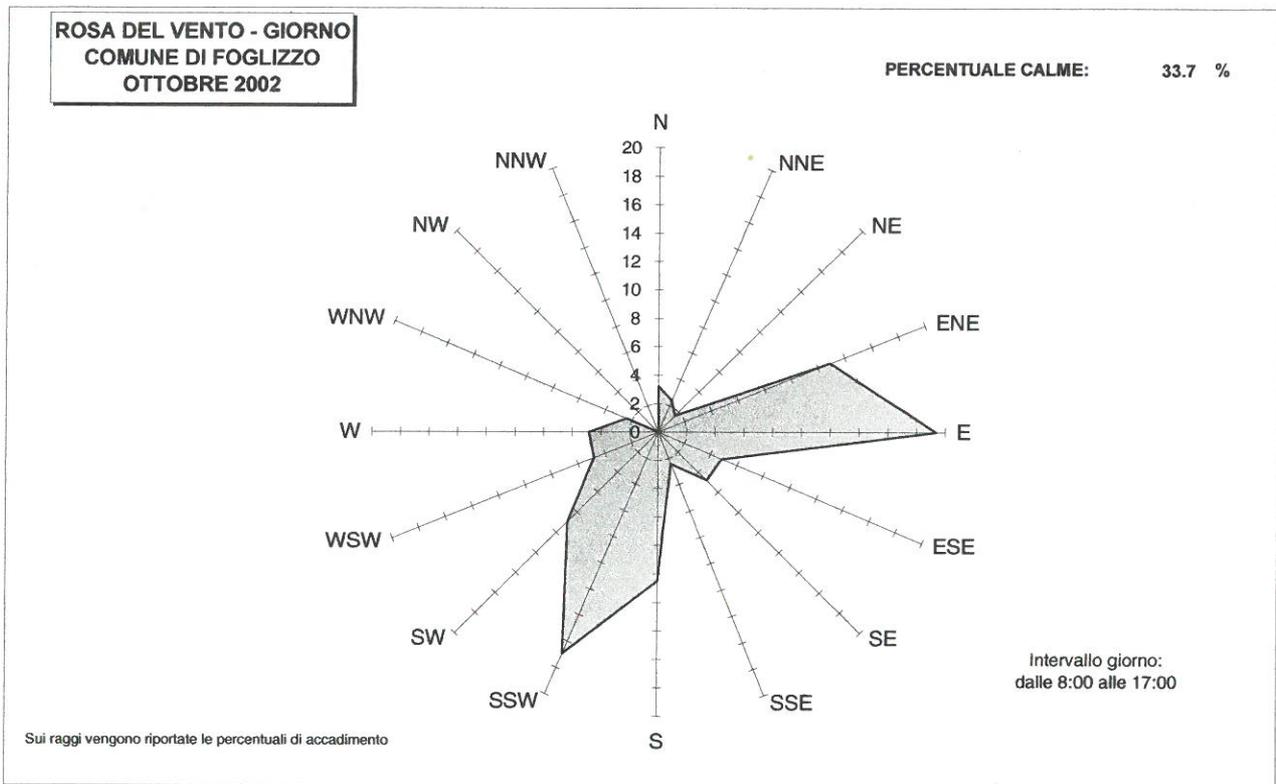
## Parametro Direzione Vento Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora – Settembre 2002



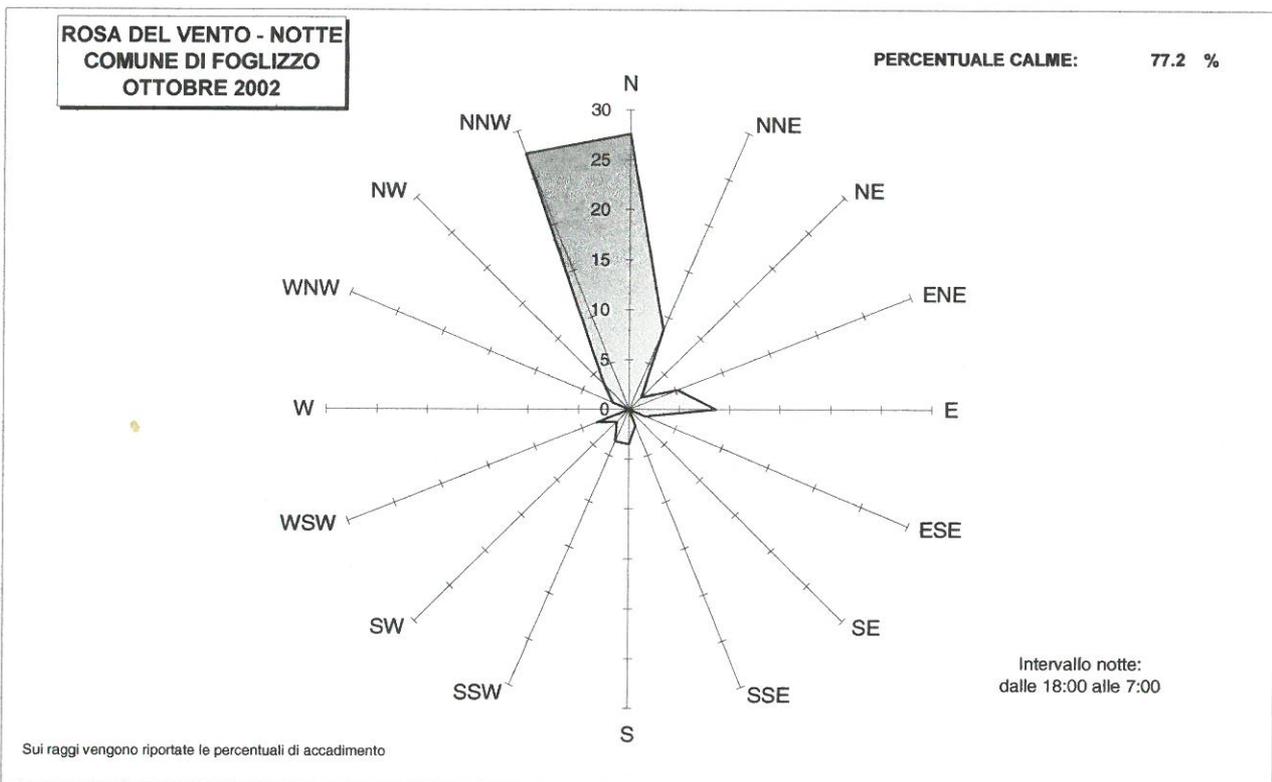
## Parametro Velocità Vento Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora – Settembre 2002



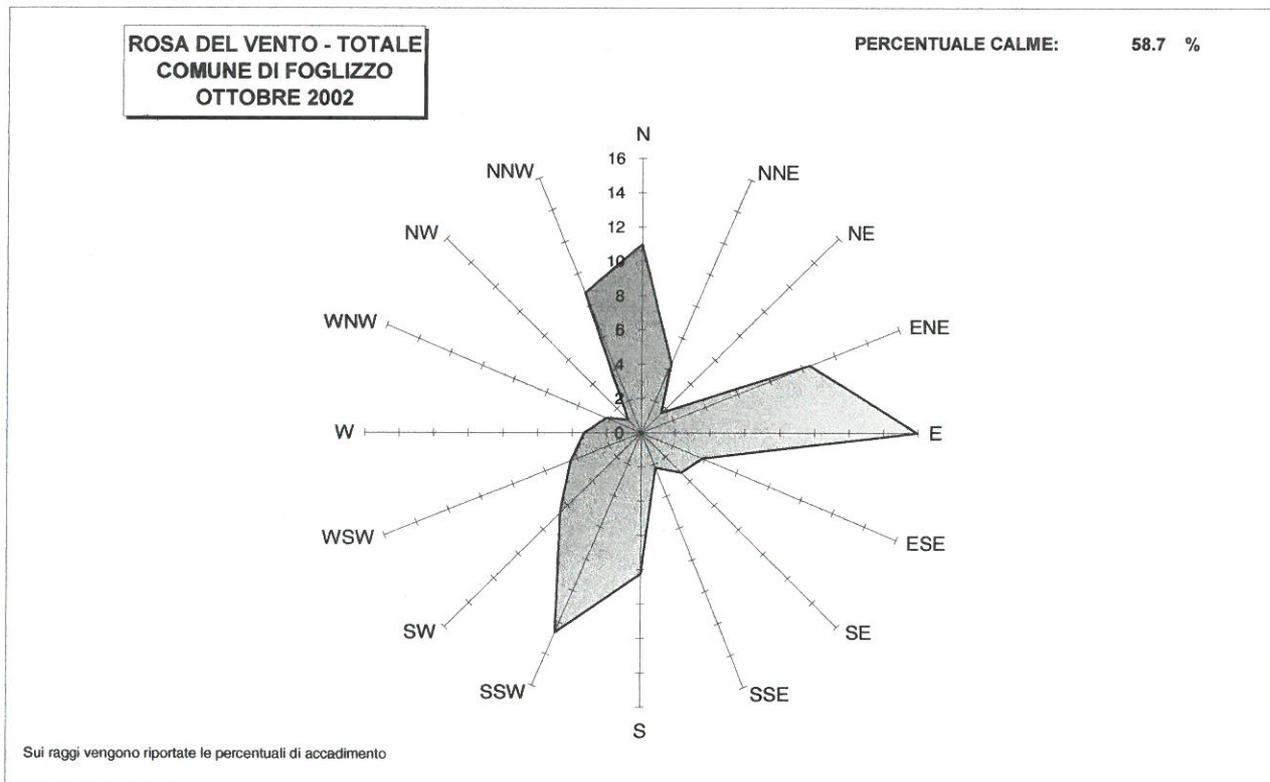
## Parametro Direzione Vento – ore diurne Comune di Foglizzo – Ottobre 2002



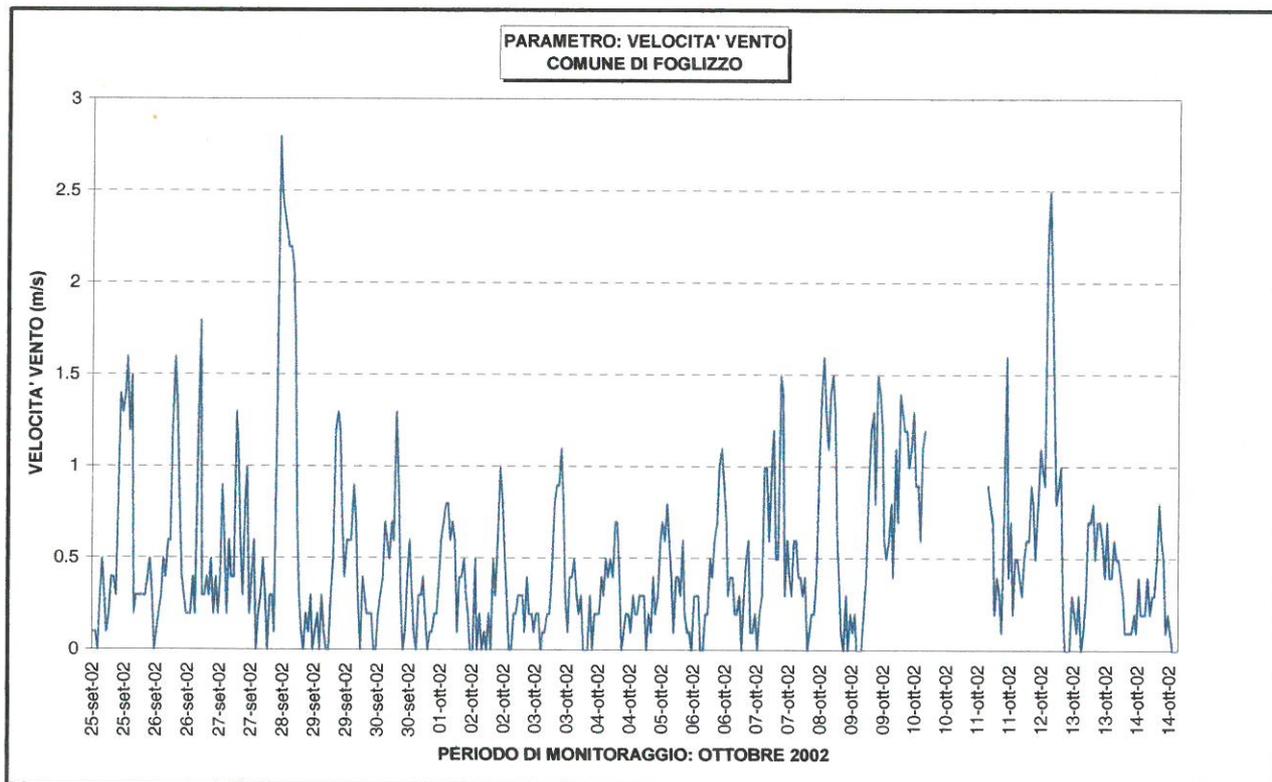
## Parametro Direzione Vento – ore notturne Comune di Foglizzo – Ottobre 2002



## Parametro Direzione Vento Comune di Foglizzo – Ottobre 2002



## Parametro Velocità Vento Comune di Foglizzo – Ottobre 2002



## ***Elaborazione statistica dati di inquinamento atmosferico***

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori durante le campagne di monitoraggio.

### **Rappresentazione media oraria e giornaliera - Superamento dei limiti di legge**

La valutazione statistica riassume, per ogni inquinante, i valori minimi, medi e massimi, evidenziando per i diversi inquinanti gli eventuali superamenti dei limiti di legge avvenuti durante il periodo di monitoraggio.

Si riportano di seguito le formule chimiche degli inquinanti, utilizzate come abbreviazioni:

SO <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI ZOLFO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
NO <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
PTS	POLVERI TOTALI SOSPESSE

Non sono presenti elaborazioni relative all'inquinante ozono (O<sub>3</sub>), in quanto i valori registrati sono stati invalidati per problemi tecnici agli analizzatori. Per completezza d'informazione si riportano le elaborazioni dei dati di ozono registrati presso le stazioni di monitoraggio Torino – Lingotto e La Mandria, nei periodi coincidenti con le campagne di Borgofranco d'Ivrea e di Foglizzo.

## **Giorno medio**

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno sono state effettuate le elaborazioni relative al giorno medio: questo si ottiene calcolando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Nelle tabelle 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 verifici un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

**Tabelle riassuntive – parametro SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)  
Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora – Settembre 2002**

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO <sub>2</sub> )	
Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora	
Minima media giornaliera	0
Massima media giornaliera	4
Media delle medie giornaliere	3
Giorni validi	19
Giorni totali	22
Media dei valori orari	3
Massima media oraria	8
Ore valide	480
Ore attese	528
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)	0
Numero di superamenti livello allarme (500)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)	0

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO <sub>2</sub> )				
Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora				
Ora	Minimo	Media	Massimo	Ore valide
01:00	0	3	4	20
02:00	0	3	4	20
03:00	0	3	4	20
04:00	0	3	4	20
05:00	0	3	4	20
06:00	0	3	4	20
07:00	0	4	6	20
08:00	0	3	5	20
09:00	0	3	6	20
10:00	0	3	6	20
11:00	0	3	6	20
12:00	0	3	8	20
13:00	0	3	5	20
14:00	0	3	4	20
15:00	0	3	5	20
16:00	0	3	5	20
17:00	0	3	5	20
18:00	0	3	5	20
19:00	0	3	4	20
20:00	0	3	4	20
21:00	0	3	4	20
22:00	0	3	4	20
23:00	0	3	5	20
24:00:00	0	3	5	20

**Tabelle riassuntive – parametro CO (mg/m<sup>3</sup>)  
Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora – Settembre 2002**

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	
Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora	
Minima media giornaliera	0.4
Massima media giornaliera	0.6
Media delle medie giornaliere	0.5
Giorni validi	16
Giorni totali	22
Massima media oraria	2.3
Ore valide	418
Ore attese	528
Minimo delle medie 8 ore	0.3
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo delle medie 8 ore	0.9
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)	<b>0</b>
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore(10)	<b>0</b>

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)				
Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora				
Ora	Minimo	Media	Massimo	Ore valide
01:00	0.3	0.5	0.8	17
02:00	0.2	0.5	0.7	17
03:00	0.2	0.5	0.9	17
04:00	0.3	0.5	0.6	17
05:00	0.2	0.5	0.8	17
06:00	0.3	0.5	0.7	17
07:00	0.3	0.5	0.8	17
08:00	0	0.4	0.8	17
09:00	0.2	0.5	0.8	17
10:00	0.2	0.5	0.9	17
11:00	0.3	0.5	0.8	18
12:00	0.3	0.5	0.7	18
13:00	0.2	0.5	0.8	18
14:00	0.1	0.4	0.6	18
15:00	0.3	0.6	2.3	18
16:00	0.2	0.5	1.1	18
17:00	0.4	0.5	0.8	18
18:00	0.2	0.5	0.8	18
19:00	0.2	0.5	0.7	18
20:00	0.3	0.5	0.9	18
21:00	0.3	0.5	0.8	17
22:00	0.4	0.5	0.8	17
23:00	0.2	0.4	0.6	17
24:00:00	0.2	0.5	0.6	17

**Tabelle riassuntive – parametro NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)  
Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora – Settembre 2002**

BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> )	
Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora	
Minima media giornaliera	14
Massima media giornaliera	29
Media delle medie giornaliere	20
Giorni validi	16
Giorni totali	22
Media dei valori orari	20
Massima media oraria	50
Ore valide	413
Ore attese	528
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0

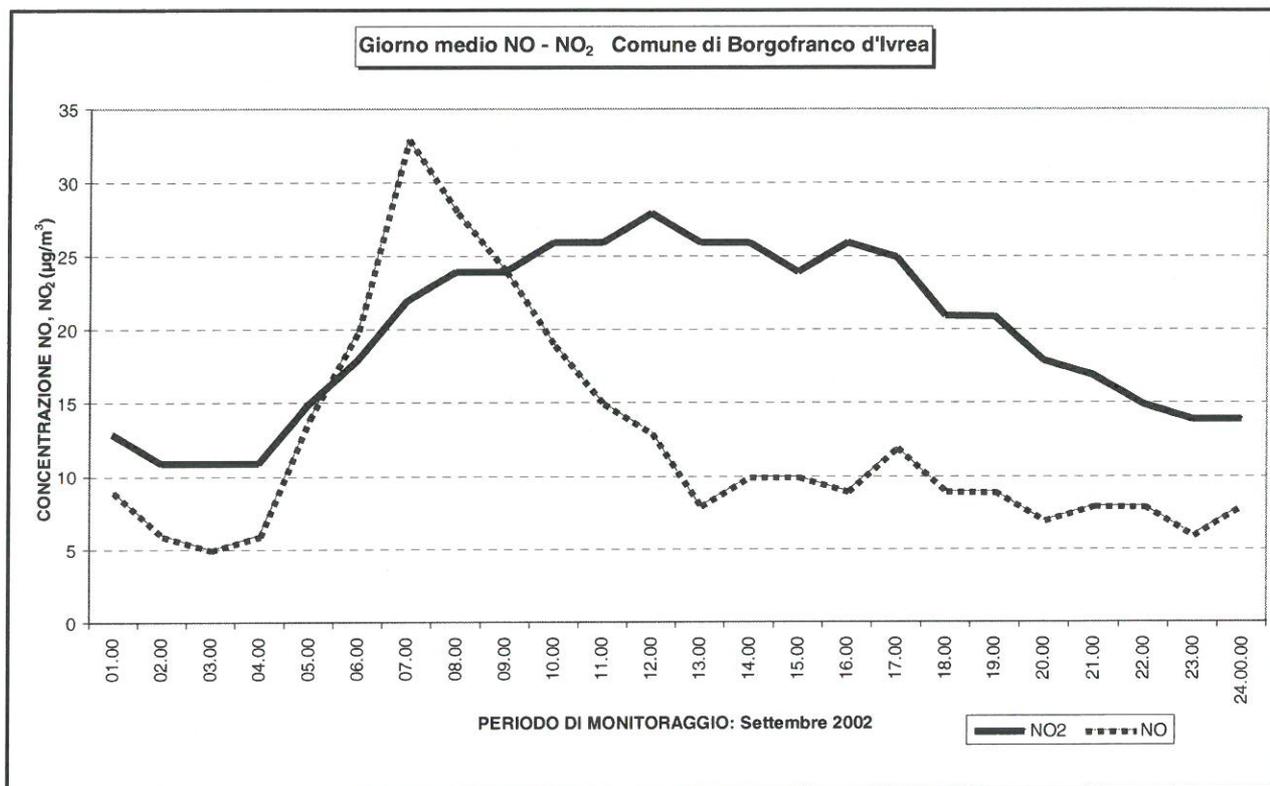
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> )				
Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora				
Ora	Minimo	Media	Massimo	Ore valide
01:00	2	13	23	17
02:00	2	11	19	17
03:00	2	11	20	17
04:00	2	11	21	17
05:00	2	15	23	17
06:00	3	18	35	17
07:00	6	22	41	17
08:00	13	24	44	17
09:00	8	24	39	17
10:00	13	26	43	15
11:00	17	26	44	13
12:00	16	28	47	16
13:00	13	26	38	18
14:00	7	26	39	18
15:00	11	24	41	18
16:00	10	26	48	18
17:00	3	25	50	18
18:00	8	21	41	18
19:00	10	21	31	18
20:00	8	18	27	18
21:00	0	17	31	18
22:00	0	15	30	18
23:00	0	14	26	18
24:00:00	0	14	21	18

**Tabelle riassuntive – parametro NO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora – Settembre 2002**

<b>MONOSSIDO DI AZOTO (NO)</b>	
<b>Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora</b>	
Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	20
Media delle medie giornaliere	13
Giorni validi	16
Giorni totali	22
Media dei valori orari	12
Massima media oraria	89
Ore valide	413
Ore attese	528

<b>MONOSSIDO DI AZOTO (NO)</b>				
<b>Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora</b>				
<b>Ora</b>	<b>Minimo</b>	<b>Media</b>	<b>Massimo</b>	<b>Ore valide</b>
01:00	0	9	23	17
02:00	1	6	35	17
03:00	0	5	14	17
04:00	0	6	19	17
05:00	1	14	57	17
06:00	1	20	77	17
07:00	3	33	81	17
08:00	8	28	77	17
09:00	10	24	89	17
10:00	8	19	42	15
11:00	7	15	31	13
12:00	4	13	47	16
13:00	1	8	28	18
14:00	1	10	19	18
15:00	1	10	26	18
16:00	1	9	26	18
17:00	1	12	36	18
18:00	2	9	33	18
19:00	2	9	28	18
20:00	3	7	13	18
21:00	0	8	25	18
22:00	0	8	23	18
23:00	0	6	19	18
24:00:00	0	8	21	18

## Grafico andamento giorno medio NO - NO<sub>2</sub> Borgofranco d'Ivrea – Settembre 2002



## Tabelle riassuntive – parametro PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Comune di Borgofranco d'Ivrea – fraz. Baio Dora – Settembre 2002**

<b>POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS)</b>	
<b>Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora</b>	
<b>Minima media giornaliera</b>	4
<b>Massima media giornaliera</b>	16
<b>Media delle medie giornaliere</b>	9
<b>Giorni validi</b>	15
<b>Giorni totali</b>	22
<b>Media dei valori orari</b>	10
<b>Massima media oraria</b>	56
<b>Ore valide</b>	406
<b>Ore attese</b>	528

<b>POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS)</b>				
<b>Borgofranco d'Ivrea - Fraz. Baio Dora</b>				
<b>Ora</b>	<b>Minimo</b>	<b>Media</b>	<b>Massimo</b>	<b>Ore valide</b>
01:00	1	8	43	16
02:00	1	12	40	16
03:00	1	10	46	16
04:00	1	12	36	16
05:00	1	7	30	16
06:00	1	8	30	16
07:00	1	5	26	16
08:00	1	12	51	16
09:00	1	13	24	16
10:00	1	9	25	16
11:00	1	10	28	17
12:00	1	8	32	18
13:00	1	12	44	18
14:00	1	13	48	18
15:00	1	7	29	18
16:00	1	6	20	18
17:00	1	8	43	18
18:00	1	12	36	18
19:00	1	13	42	18
20:00	1	10	37	17
21:00	1	11	36	17
22:00	1	9	31	17
23:00	1	15	40	17
24:00:00	1	12	56	17

## Tabelle riassuntive – parametro O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

### La Mandria – Settembre 2002

OZONO (O <sub>3</sub> )	
La Mandria	
Minima media giornaliera	35
Massima media giornaliera	76
Media delle medie giornaliere	59
Giorni validi	20
Giorni totali	22
Massima media oraria	181
Ore valide	488
Ore attese	528
Minimo delle medie 8 ore	15
Media delle medie 8 ore	59
Massimo delle medie 8 ore	143
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (110)	30
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore (110)	6
Numero di superamenti livello attenzione (180)	1
Numero di giorni con almeno un superamento livello attenzione (180)	1
Numero di superamenti livello allarme (360)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (360)	0
Numero di superamenti livello protezione della vegetazione (65)	8

OZONO (O <sub>3</sub> )				
La Mandria				
Ora	Minimo	Media	Massimo	Ore valide
01:00	17	33	66	20
02:00	15	32	61	20
03:00	13	32	80	20
04:00	13	36	86	20
05:00	13	34	77	20
06:00	12	33	75	20
07:00	13	32	79	20
08:00	10	39	87	20
09:00	6	47	90	20
10:00	24	64	87	19
11:00	29	74	112	20
12:00	52	86	122	19
13:00	68	98	137	20
14:00	66	107	149	20
15:00	59	115	165	21
16:00	42	120	181	21
17:00	40	107	177	21
18:00	31	82	120	21
19:00	20	55	117	21
20:00	11	44	83	21
21:00	20	42	110	21
22:00	15	38	98	21
23:00	15	36	92	21
24:00:00	15	35	74	21

## Tabelle riassuntive – parametro O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

### Lingotto – Settembre 2002

OZONO (O <sub>3</sub> )	
Lingotto	
Minima media giornaliera	25
Massima media giornaliera	75
Media delle medie giornaliere	45
Giorni validi	22
Giorni totali	22
Massima media oraria	134
Ore valide	528
Ore attese	528
Minimo delle medie 8 ore	4
Media delle medie 8 ore	45
Massimo delle medie 8 ore	118
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (110)	7
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore (110)	3
Numero di superamenti livello attenzione (180)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello attenzione (180)	0
Numero di superamenti livello allarme (360)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (360)	0
Numero di superamenti livello protezione della vegetazione (65)	1

OZONO (O <sub>3</sub> )				
Lingotto				
Ora	Minimo	Media	Massimo	Ore valide
01:00	3	23	77	22
02:00	3	22	89	22
03:00	3	23	98	22
04:00	3	23	97	22
05:00	3	25	95	22
06:00	3	20	76	22
07:00	3	15	71	22
08:00	4	11	76	22
09:00	4	13	69	22
10:00	5	22	81	22
11:00	13	41	87	22
12:00	27	61	97	22
13:00	38	80	110	22
14:00	31	90	126	22
15:00	45	96	131	22
16:00	52	96	130	22
17:00	36	93	134	22
18:00	26	86	127	22
19:00	17	71	110	22
20:00	6	50	101	22
21:00	4	37	106	22
22:00	4	29	105	22
23:00	4	23	95	22
24:00:00	3	22	83	22

**Tabelle riassuntive – parametro SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)  
Comune di Foglizzo – Ottobre 2002**

<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>	
<b>Foglizzo</b>	
Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	2
Media delle medie giornaliere	2
Giorni validi	9
Giorni totali	20
Media dei valori orari	2
Massima media oraria	9
Ore valide	219
Ore attese	480
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)	0
Numero di superamenti livello allarme (500)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)	0

<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>				
<b>Foglizzo</b>				
<b>Ora</b>	<b>Minimo</b>	<b>Media</b>	<b>Massimo</b>	<b>Ore valide</b>
01:00	0	1	2	10
02:00	0	1	2	10
03:00	1	2	2	10
04:00	1	1	2	10
05:00	1	1	2	10
06:00	1	2	3	10
07:00	1	5	9	10
08:00	1	3	5	10
09:00	1	2	6	9
10:00	1	2	2	8
11:00	1	2	4	8
12:00	1	1	2	8
13:00	1	2	5	8
14:00	0	1	4	8
15:00	0	1	2	9
16:00	0	1	1	9
17:00	1	1	2	9
18:00	1	1	2	9
19:00	1	2	3	9
20:00	1	2	3	9
21:00	1	1	1	9
22:00	1	1	3	9
23:00	0	1	2	9
24:00:00	1	1	2	9

**Tabelle riassuntive – parametro CO (mg/m<sup>3</sup>)  
Comune di Foglizzo – Ottobre 2002**

<b>MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)</b>	
<b>Foglizzo</b>	
Minima media giornaliera	0.7
Massima media giornaliera	1.1
Media delle medie giornaliere	0.8
Giorni validi	18
Giorni totali	20
Massima media oraria	6.3
Ore valide	450
Ore attese	480
Minimo delle medie 8 ore	0.5
Media delle medie 8 ore	0.8
Massimo delle medie 8 ore	1.6
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore(10)	0

<b>MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)</b>				
<b>Foglizzo</b>				
<b>Ora</b>	<b>Minimo</b>	<b>Media</b>	<b>Massimo</b>	<b>Ore valide</b>
01:00	0.4	0.7	0.9	19
02:00	0.3	0.7	1	19
03:00	0.4	0.7	0.9	19
04:00	0.5	0.8	1	19
05:00	0.4	0.7	0.9	19
06:00	0.4	0.8	1.4	19
07:00	0.5	0.9	2	19
08:00	0.4	0.7	1.1	19
09:00	0.4	0.8	1.3	18
10:00	0.5	0.8	1.3	18
11:00	0.2	0.7	1.1	17
12:00	0.3	0.7	1.2	17
13:00	0.3	0.8	1.1	19
14:00	0.3	0.7	1.2	19
15:00	0.3	0.7	1.3	19
16:00	0.5	0.8	1.1	19
17:00	0.2	0.9	3.4	19
18:00	0.4	1	3.9	19
19:00	0.6	1.1	6.3	19
20:00	0.6	1.2	4.4	19
21:00	0.5	0.9	1.7	19
22:00	0.3	0.7	0.8	19
23:00	0.4	0.8	1.1	19
24:00:00	0.6	0.8	1.1	19

**Tabelle riassuntive – parametro NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)  
Comune di Foglizzo – Ottobre 2002**

<b>BIOSSIDO D'AZOTO (NO<sub>2</sub>)</b>	
<b>Foglizzo</b>	
Minima media giornaliera	15
Massima media giornaliera	38
Media delle medie giornaliere	24
Giorni validi	18
Giorni totali	20
Media dei valori orari	24
Massima media oraria	83
Ore valide	451
Ore attese	480
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0

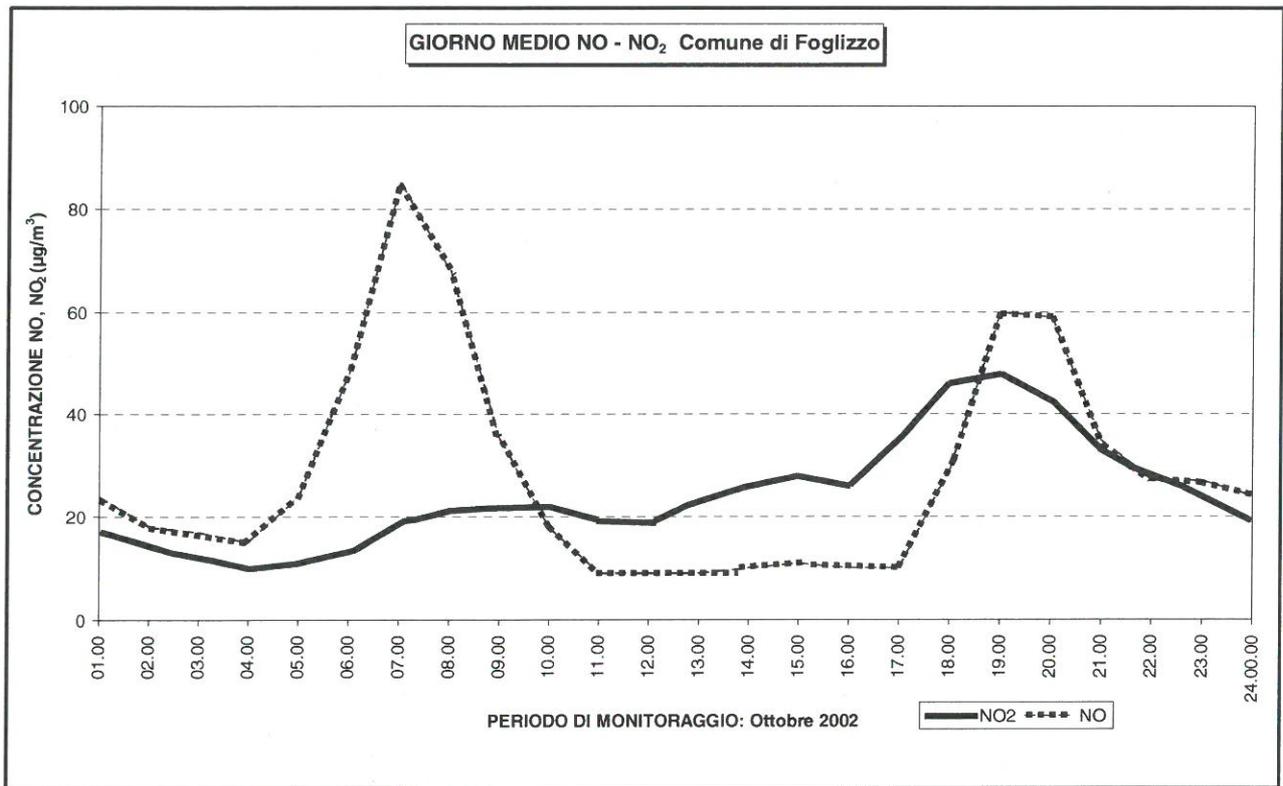
<b>BIOSSIDO D'AZOTO (NO<sub>2</sub>)</b>				
<b>Foglizzo</b>				
<b>Ora</b>	<b>Minimo</b>	<b>Media</b>	<b>Massimo</b>	<b>Ore valide</b>
01:00	8	17	28	19
02:00	5	14	26	19
03:00	5	12	21	19
04:00	3	10	22	19
05:00	3	11	22	19
06:00	6	13	25	19
07:00	7	19	39	19
08:00	10	21	38	19
09:00	12	22	42	19
10:00	11	22	38	17
11:00	6	19	38	17
12:00	7	19	42	18
13:00	3	23	39	19
14:00	4	26	52	19
15:00	4	28	57	19
16:00	4	26	68	19
17:00	12	35	78	19
18:00	16	46	83	19
19:00	18	48	76	19
20:00	21	43	66	19
21:00	16	33	53	19
22:00	12	28	51	19
23:00	11	24	39	19
24:00:00	5	19	28	19

**Tabelle riassuntive – parametro NO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Comune di Foglizzo – Ottobre 2002**

<b>MONOSSIDO D'AZOTO (NO)</b>	
<b>Foglizzo</b>	
Minima media giornaliera	10
Massima media giornaliera	45
Media delle medie giornaliere	29
Giorni validi	18
Giorni totali	20
Media dei valori orari	29
Massima media oraria	195
Ore valide	451
Ore attese	480

<b>MONOSSIDO D'AZOTO (NO)</b>				
<b>Foglizzo</b>				
<b>Ora</b>	<b>Minimo</b>	<b>Media</b>	<b>Massimo</b>	<b>Ore valide</b>
01:00	0	24	66	19
02:00	0	18	39	19
03:00	1	17	46	19
04:00	1	15	43	19
05:00	3	24	45	19
06:00	4	48	97	19
07:00	9	85	169	19
08:00	1	68	195	19
09:00	6	35	69	19
10:00	1	18	39	17
11:00	1	9	31	17
12:00	1	9	41	18
13:00	0	9	59	19
14:00	0	10	57	19
15:00	1	11	35	19
16:00	0	10	34	19
17:00	0	10	27	19
18:00	1	29	65	19
19:00	0	60	114	19
20:00	0	59	142	19
21:00	0	35	77	19
22:00	3	27	46	19
23:00	1	27	60	19
24:00:00	0	24	90	19

## Grafico andamento giorno medio NO - NO<sub>2</sub> Fogizzo – Ottobre 2002



**Tabelle riassuntive – parametro PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Comune di Foglizzo – Ottobre 2002**

<b>POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS)</b>	
<b>Foglizzo</b>	
<b>Minima media giornaliera</b>	4
<b>Massima media giornaliera</b>	13
<b>Media delle medie giornaliere</b>	8
<b>Giorni validi</b>	20
<b>Giorni totali</b>	20
<b>Media dei valori orari</b>	8
<b>Massima media oraria</b>	80
<b>Ore valide</b>	478
<b>Ore attese</b>	480

<b>POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS)</b>				
<b>Foglizzo</b>				
<b>Ora</b>	<b>Minimo</b>	<b>Media</b>	<b>Massimo</b>	<b>Ore valide</b>
01:00	1	5	20	20
02:00	1	4	23	20
03:00	1	7	37	20
04:00	1	5	21	20
05:00	1	8	23	20
06:00	1	6	33	20
07:00	1	11	66	20
08:00	1	12	80	20
09:00	1	9	27	20
10:00	1	12	44	19
11:00	1	16	44	19
12:00	1	12	35	20
13:00	1	10	75	20
14:00	1	8	28	20
15:00	1	9	30	20
16:00	1	6	29	20
17:00	1	7	20	20
18:00	1	8	29	20
19:00	1	6	29	20
20:00	1	5	16	20
21:00	1	4	33	20
22:00	1	6	20	20
23:00	1	8	34	20
24:00:00	1	7	19	20

# Tabelle riassuntive – parametro O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

## La Mandria – Ottobre 2002

OZONO (O <sub>3</sub> )	
La Mandria	
Minima media giornaliera	15
Massima media giornaliera	57
Media delle medie giornaliere	34
Giorni validi	20
Giorni totali	20
Massima media oraria	142
Ore valide	477
Ore attese	480
Minimo delle medie 8 ore	3
Media delle medie 8 ore	34
Massimo delle medie 8 ore	106
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (110)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore (110)	0
Numero di superamenti livello attenzione (180)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello attenzione (180)	0
Numero di superamenti livello allarme (360)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (360)	0
Numero di superamenti livello protezione della vegetazione (65)	0

OZONO (O <sub>3</sub> )				
La Mandria				
Ora	Minimo	Media	Massimo	Ore valide
01:00	4	18	69	20
02:00	4	17	69	20
03:00	2	16	72	20
04:00	1	14	67	20
05:00	1	13	67	20
06:00	1	12	69	20
07:00	1	11	66	20
08:00	3	14	70	20
09:00	8	25	71	20
10:00	12	39	73	20
11:00	12	50	74	20
12:00	13	57	98	20
13:00	13	68	121	20
14:00	19	76	134	20
15:00	24	81	138	20
16:00	24	81	142	20
17:00	21	72	109	19
18:00	9	41	70	20
19:00	6	24	56	20
20:00	2	20	43	20
21:00	1	20	39	20
22:00	2	19	46	19
23:00	2	18	33	19
24:00:00	1	21	74	20

**Tabelle riassuntive – parametro O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)  
Lingotto– Ottobre 2002**

<b>OZONO (O<sub>3</sub>)</b>	
<b>Lingotto</b>	
Minima media giornaliera	7
Massima media giornaliera	39
Media delle medie giornaliere	24
Giorni validi	20
Giorni totali	20
Massima media oraria	131
Ore valide	480
Ore attese	480
Minimo delle medie 8 ore	2
Media delle medie 8 ore	24
Massimo delle medie 8 ore	105
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (110)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore (110)	0
Numero di superamenti livello attenzione (180)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello attenzione (180)	0
Numero di superamenti livello allarme (360)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (360)	0
Numero di superamenti livello protezione della vegetazione (65)	0

<b>OZONO (O<sub>3</sub>)</b>				
<b>Lingotto</b>				
<b>Ora</b>	<b>Minimo</b>	<b>Media</b>	<b>Massimo</b>	<b>Ore valide</b>
01:00	2	10	48	20
02:00	2	11	57	20
03:00	2	12	56	20
04:00	2	13	69	20
05:00	1	11	65	20
06:00	1	8	46	20
07:00	2	5	21	20
08:00	3	5	23	20
09:00	3	7	20	20
10:00	4	11	36	20
11:00	4	18	43	20
12:00	4	31	75	20
13:00	5	51	116	20
14:00	4	63	126	20
15:00	4	66	127	20
16:00	3	68	131	20
17:00	3	65	128	20
18:00	2	48	112	20
19:00	2	18	75	20
20:00	3	10	62	20
21:00	3	11	58	20
22:00	3	9	44	20
23:00	2	7	35	20
24:00:00	2	8	41	20

## ***CONCLUSIONI***

## ***Conclusioni relative alla campagna di monitoraggio effettuata con il Laboratorio Mobile***

Le campagne di monitoraggio condotte nei comuni di Borgofranco d'Ivrea e Foglizzo si inseriscono nell'ambito del "Progetto di monitoraggio e risanamento ambientale dell'Autostrada A5 Torino-Aosta e del raccordo Autostradale A4/5 Ivrea-Santhià", promosso dalla Provincia di Torino in collaborazione con l'A.R.P.A. Piemonte – Dipartimento subprovinciale di Ivrea e Dipartimento di Torino.

Tale progetto prevede due campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico ed acustico finalizzate alla stima dell'impatto generato dal traffico veicolare in transito sui tratti autostradali sopra citati, prima e dopo la riapertura del Traforo del Monte Bianco .

Le campagne precedenti all'apertura del Traforo si sono svolte a Borgofranco d'Ivrea, presso la frazione Baio Dora, nel periodo dal **17 Agosto** al **4 Settembre 2000** e nel comune di Foglizzo **dal 6 Settembre** al **3 Ottobre 2000**.

Le ultime due campagne, post apertura del Traforo, sono state condotte dal **29 Agosto** al **19 Settembre 2002** (22 giorni) nella frazione Baiodora del comune di Borgofranco d'Ivrea, e **dal 25 Settembre** al **14 Ottobre 2002** (20 giorni) nel territorio comunale di Foglizzo.

In tale periodo dell'anno le condizioni meteorologiche sono, in termini generali, favorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera. I risultati analitici del periodo estivo sono pertanto da considerarsi prossimi ai valori minimi annuali per tutti gli inquinanti monitorati, ad eccezione dell'ozono.

Per quanto riguarda l'inquinante ozono ( $O_3$ ) i dati riportati sono relativi alle stazioni di monitoraggio fisse di Torino-Lingotto e La Mandria, in quanto i valori registrati dal mezzo mobile sono stati invalidati a causa di problemi tecnici agli analizzatori. La scelta delle stazioni di monitoraggio è stata effettuata in base alla confrontabilità dei loro siti con quelli nei quali è stato posizionato il mezzo mobile.

I siti considerati nel corso delle due campagne di monitoraggio hanno caratteristiche simili dal punto di vista antropico: si tratta infatti di zone scarsamente industrializzate ad utilizzo prevalentemente agricolo, sulle quali grava però la presenza dell'autostrada Torino - Aosta.

Dal punto di vista geografico Borgofranco d'Ivrea è situato all'imbocco della valle d'Aosta, che ne determina le caratteristiche anemologiche, mentre Foglizzo si trova al centro di una zona pianeggiante piuttosto ampia, la cui anemologia è influenzata sia dalla presenza della valle d'Aosta a nord e della valle Locana a nord-ovest sia dalla collina torinese a sud-est.

### ***Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)***

Il **biossido di zolfo** è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO<sub>2</sub> 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.

Durante le campagne di monitoraggio le concentrazioni di biossido di zolfo non sono state tali da destare preoccupazioni; infatti il massimo valore orario registrato a Borgofranco d'Ivrea è pari a 8 µg/m<sup>3</sup> (calcolato come massimo della media oraria), che corrisponde a circa il 2% del valore limite orario per la protezione della salute umana (350 µg/m<sup>3</sup>). Il valore massimo della media giornaliera (4 µg/m<sup>3</sup>) corrisponde a circa il 3% del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (125 µg/m<sup>3</sup>).

A Foglizzo il valore massimo orario registrato è pari a 9 µg/m<sup>3</sup> che corrisponde a circa il 2% del valore limite per la protezione della salute umana (350 µg/m<sup>3</sup>). Tale percentuale si riscontra anche per il confronto tra il valore massimo della media giornaliera (2 µg/m<sup>3</sup>) e il corrispondente limite per le 24 ore (125 µg/m<sup>3</sup>).

Confrontando la campagna di monitoraggio effettuata nel 2002 a Borgofranco d'Ivrea con quella condotta nell'Agosto 2000 presso lo stesso sito, i risultati del monitoraggio biossido di zolfo risultano assolutamente confrontabili (4.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  il massimo della media giornaliera nel 2000, 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2002).

Per quanto riguarda il sito di Foglizzo, il valore massimo della media giornaliera (pari a 5.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) rilevato durante la campagna del 2000 risulta di poco superiore rispetto al dato registrato durante la campagna 2002 (2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Nonostante la leggera differenza, si può affermare che per entrambe le campagne di monitoraggio i dati di biossido di zolfo sono stati tali da non destare alcuna preoccupazione, in quanto decisamente inferiori rispetto ai limiti previsti dalla precedente normativa e da quella vigente.

### ***Ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ )***

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

Il **biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ )** 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".

Nel nuovo D.M. 60/2002 si definisce per il biossido di azoto un valore limite orario per la protezione della salute umana pari a 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (coincidente con il livello di attenzione della precedente normativa), mentre la soglia di allarme è rimasta uguale al livello di allarme del precedente decreto (400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), considerando però tre ore consecutive anziché i valori orari.

Durante le campagne non si sono verificati superamenti del valore limite nei siti monitorati. Il massimo valore orario registrato a Borgofranco d'Ivrea è pari a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(calcolato come massimo della media oraria), che corrisponde al 25% del valore limite per la protezione della salute umana ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

A Foglizzo il valore massimo orario risulta pari a  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che corrisponde a circa il 41% del precedente valore limite.

I dati di biossido d'azoto, espressi come massimo della media oraria, registrati durante la campagna del 2000 presentano valori superiori per entrambi i siti di monitoraggio rispetto a quelli relativi alla campagna del 2002.

Per Borgofranco d'Ivrea si è infatti registrato un valore massimo della media oraria pari a  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , poco superiore al valore rilevato nel corso della campagna 2002 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); i valori medi del periodo risultano invece assolutamente comparabili ( $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2000 e  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2002).

La differenza tra i dati risulta invece maggiore per i valori relativi al sito di Foglizzo: la massima media oraria della campagna 2000 risulta doppia ( $156 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) rispetto al valore registrato durante il successivo monitoraggio risulta  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; anche in questo caso la differenza risulta tra i valori medi del periodo ( $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2000 e  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2002) è invece nettamente inferiore.

Occorre comunque considerare che a livello di contributo emissivo del contributo emissivo del traffico autostradale le due campagne non sono completamente confrontabili: la campagna condotta nel corso dell'anno 2000 era infatti più spostata verso il periodo delle ferie estive, per cui i volumi di transito in autostrada erano sicuramente differenti sia dal punto di vista qualitativo (distribuzione del traffico, tipologie di autoveicoli) che quantitativo (numero di veicoli per unità di tempo).

Va comunque sottolineato che nel corso di entrambe le campagne di monitoraggio il valore limite orario per la protezione della salute umana non è mai stato superato.

## ***Monossido di carbonio (CO)***

Il carbonio è in grado di legarsi chimicamente con l'ossigeno formando due composti (ossidi): il monossido di carbonio (CO) ed il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>).

Il **monossido di carbonio** è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico la cui concentrazione venga espressa in milligrammi al metro cubo (mg/m<sup>3</sup>). E' un gas inodore ed incolore e viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina.

Il nuovo Decreto Ministeriale n. 60/2002 impone come valore limite per la protezione della salute umana 10 mg/m<sup>3</sup> - da raggiungere entro il 1° gennaio 2005 - calcolato come media massima giornaliera su 8 ore.

Il valore massimo delle medie calcolate sulle 8 ore registrato durante il monitoraggio a Borgofranco d'Ivrea è pari a 0.9 mg/m<sup>3</sup>, che corrisponde al 9% del valore limite per la protezione della salute umana.

A Foglizzo il valore massimo delle medie calcolate sulle 8 ore risulta 1.6 mg/m<sup>3</sup>, pari al 16% del valore limite per la salute umana.

Per confrontare le concentrazioni di monossido di carbonio delle due campagne sono state calcolate le medie giornaliere su 8 ore utilizzando i dati registrati durante il monitoraggio del 2000. Durante tale periodo infatti i riferimenti normativi vigenti erano il D.M. 15/04/94 e il D.M. 25/11/94 che prevedevano come limiti il livello di attenzione (15 mg/m<sup>3</sup>) e il livello di allarme (30 mg/m<sup>3</sup>), entrambi espressi come media oraria.

A Borgofranco d'Ivrea il valore massimo delle medie giornaliere su 8 ore calcolato per la campagna del 2000 risulta pari a 1.2 mg/m<sup>3</sup>, confrontabile con il dato della campagna del 2002; il valore calcolato per Foglizzo (0.8 mg/m<sup>3</sup>) risulta invece leggermente inferiore rispetto alla concentrazione del monitoraggio del 2002.

Dal confronto dei valori di concentrazione si può quindi concludere che i limiti di riferimento imposti dal nuovo D.M. 60/2002 sono ampiamente rispettati per entrambe le campagne di monitoraggio.

### ***Particolato Totale Sospeso (PTS)***

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 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 le concentrazioni di polveri nell'aria e la manifestazioni di malattie croniche alle vie respiratorie.

Il Decreto Ministeriale n. 60/2002 prevede dei limiti esclusivamente per il particolato PM10. In questa relazione non sono presenti dati relativi a questo inquinante in quanto nei periodi di monitoraggio nel Laboratorio Mobile non era installato uno strumento in grado di determinare la concentrazione di questa frazione di materiale aerodisperso.

Durante la campagna del 2002 il valore massimo delle medie giornaliere di PTS registrato a Borgofranco d'Ivrea risulta pari a  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Causa problemi tecnici alla strumentazione non sono disponibili dati validi di particolato per lo stesso sito relativi all'anno 2000.

La concentrazione media giornaliera misurata a Foglizzo ( $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durante il monitoraggio del 2002 risulta inferiore rispetto al valore registrato durante la campagna precedente ( $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); la media dei valori orari conferma la differenza:  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2002 e  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nella campagna del 2000.

Per entrambe le campagne di monitoraggio non si sono comunque verificati superamenti del limite di attenzione stabilito dal DM 25/11/94 ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), espresso come media giornaliera.

Volendo rapportare i risultati delle due campagne al limite giornaliero stabilito per il PM10 dal D.M. n. 60/2002 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), si può affermare che – considerando che la frazione PM10 costituisce mediamente circa il 70% del particolato totale sospeso - i limiti di legge non sarebbero stati comunque superati durante entrambi i periodi di monitoraggio.

### ***Ozono ( $\text{O}_3$ )***

L'**ozono** è un inquinante di carattere ubiquitario e questo fa sì che – come evidenziato dai dati acquisiti dalla rete di monitoraggio provinciale e dalle numerose campagne effettuate con il Laboratorio Mobile – la sua presenza interessi tutto il territorio provinciale, indipendentemente dal grado di industrializzazione ed urbanizzazione.

Tale situazione è legata all'origine secondaria dell'inquinante; l'ozono, infatti, non viene emesso direttamente da una fonte antropica, ma si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite quindi da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) e i composti organici volatili (V.O.C.).

La sua distribuzione spaziale – ed in generale quella dei composti organici di origine fotochimica presenti in atmosfera – è inoltre differente da quella degli inquinanti primari; contrariamente a questi ultimi, infatti, gli inquinanti secondari raggiungono spesso concentrazioni più elevate in aree lontane dai centri urbani, nelle zone alpine ed in quelle prealpine.

I dati riportati per l'inquinante ozono, come già detto, sono stati registrati in continuo dalle stazioni fisse di Torino-Lingotto e La Mandria nei periodi coincidenti con le campagne di monitoraggio di Borgofranco d'Ivrea e di Foglizzo, rispettivamente definiti **Settembre 2002** e **Ottobre 2002**: considerata la rappresentabilità dei siti scelti, i valori rilevati nelle stazioni fisse possono fornire una stima significativa dei livelli di ozono per i siti monitorati dalla stazione mobile.

Nel periodo **Settembre 2002** – coincidente con la campagna di Borgofranco d'Ivrea - le concentrazioni di ozono relative alle stazioni La Mandria e Torino-Lingotto hanno evidenziato superamenti dei limiti di legge (D.M. 16/05/96): nella stazione di La Mandria si sono verificati **30** superamenti del livello di protezione della salute umana calcolato sulla media delle 8 ore ( $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), **1** superamento del livello di attenzione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e **8** superamenti del livello di protezione della vegetazione ( $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); nello stesso periodo, presso la stazione di monitoraggio di Torino-Lingotto, sono stati registrati **7** superamenti del livello di protezione della salute umana calcolato sulla media delle 8 ore ( $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e **1** superamento del livello di protezione della vegetazione ( $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Tale situazione può essere giustificata considerando che l'inquinamento da ozono è caratteristico dei mesi estivi, poiché l'attività dell'inquinante cresce con l'aumento della temperatura e dell'irraggiamento solare.

Le concentrazioni registrate da entrambe le stazioni di monitoraggio durante il periodo **Ottobre 2002** – coincidente con la campagna di Foglizzo - non presentano superamenti dei limiti di legge.

## ***Considerazioni finali***

I risultati ottenuti nel corso delle campagne di monitoraggio effettuate con il Laboratorio Mobile nei comuni di Borgofranco d'Ivrea e Foglizzo, rispettivamente nei periodi Agosto 2000 - Settembre 2002 e Settembre 2000 - Ottobre 2002, permettono di evidenziare come la presenza dell'autostrada A5 Torino-Aosta e del raccordo autostradale A4/5 Ivrea-Santhià costituiscano per i siti esaminati la principale fonte di inquinamento atmosferico.

I livelli di inquinamento sul breve periodo (relativi cioè a condizioni di esposizione acuta) risultano contenuti al di sotto dei valori limite previsti dalla normativa, per tutti gli inquinanti monitorati ad eccezione dell'ozono.

Va comunque sottolineato che entrambe le campagne di monitoraggio sono state condotte in periodi estivi, caratterizzati da condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli alla dispersione in atmosfera: è presumibile quindi che nel periodo invernale le concentrazioni di tutti gli inquinanti diversi dall'ozono possano aumentare; d'altro canto l'area è soggetta in ogni stagione a venti di intensità molto più elevata rispetto ai valori medi rilevati sul territorio provinciale, fattore che limita in misura significativa tali aumenti di concentrazione.

Inoltre la stazione mobile è stata posizionata nelle immediate vicinanze dell'asse autostradale, per cui i valori misurati sono, dal punto di vista spaziale, rappresentativi dei valori massimi riscontrabili. Esperienze di modellizzazione della distribuzione spaziale degli inquinanti condotte in situazioni vallive mostrano infatti che le concentrazioni degli inquinanti atmosferici diversi dall'ozono decrescono molto rapidamente man mano che ci si allontana dall'asse stradale stesso (sino a valori dell'ordine di un decimo o un centesimo della concentrazione iniziale per distanze dell'ordine di alcuni km)<sup>1</sup>; le rose dei venti elaborate per entrambi i siti mostrano

---

<sup>1</sup> Si veda a tale proposito il capitolo " Applicazione modellistica per la valutazione della dispersione di inquinanti nell'alta Val di Susa con particolare attenzione all'area del traforo del Frejus" in Provincia di Torino- ARPA "Uno sguardo all'aria- relazione annuale sui dati rilevati dalla rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria – edizione 1999"

comunque che, nel caso in esame, le direzioni prevalenti dei venti non comportano fenomeni di trasporto significativi degli inquinanti in direzione dei due centri abitati .

Per quanto riguarda l’ozono, il cui monitoraggio con la stazione mobile risulta invalidato a causa di problemi tecnici, considerando i valori registrati dalle stazioni fisse di Torino-Lingotto e La Mandria, si può affermare che anche nel sito di Borgofranco d’Ivrea si sono verificati presumibilmente una serie di superamenti dei limiti previsti per la tutela della salute umana, secondo quanto tipicamente avviene durante il periodo estivo su tutto il territorio provinciale.

Un eventuale approfondimento dello studio, volto ad analizzare le differenze tra i valori rilevati nelle due campagne di monitoraggio – prima e dopo l’apertura del Traforo del Monte Bianco - presuppone la disponibilità del dettaglio dei dati di flusso autoveicolare in transito sull’autostrada per i periodi in esame.

Il Componente dell’Area Regionale  
Modellistica per la dispersione  
degli inquinanti in aria

**Dott.ssa Monica Clemente**

Il Responsabile dell’Area Regionale  
Modellistica per la dispersione  
degli inquinanti in aria

**Dott. Francesco Lollobrigida**

## APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

- **Biossido di zolfo → DASIBI 4108**

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>.

- ✓ 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 O<sub>3</sub> nell'aria ambiente.

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

- **Monossido di carbonio → DASIBI 3008**

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 totale sospeso → KIMOTO 186**

Analizzatore ad assorbimento raggi beta con sorgente a minima intensità di radiazione (100 u Ci); campionamento delle particelle sospese totali in aria ambiente, con sonde di prelievo protetta dal vento.

- ✓ Campo di misura: 0 - 5000 µg/mc;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 10 µg/mc.

- **Stazione meteorologica → LASTEM**

Stazione completa per la valutazione dei seguenti parametri:

- ✓ velocità e direzione del vento;
- ✓ temperatura;
- ✓ umidità;
- ✓ pressione;
- ✓ irraggiamento solare.