



Consorzio per la Gestione del Centro
di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/2**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCE LAGUNARI**

Contratto prot.n. 17128 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: ARIA
II RAPPORTO DI VALUTAZIONE
PERIODO DI RIFERIMENTO: DA SETTEMBRE A
DICEMBRE 2006**

Versione **1.0**

Emissione **15 Gennaio 2007**

Redazione

Dott. Andrea Gambaro
(CNR-IDPA)

Verifica

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Verifica

Approvazione

Ing. Pierpaolo
Campostrini

Indice

INTRODUZIONE.....	3
1. DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE	4
1.1.1 Risultati: microinquinanti organici.....	7
1.1.2 Risultati: microinquinanti inorganici	8
2. POLVERI	14
2.1 PM ₁₀ in continuo	14
2.1.1 Soglia di breve periodo (sollevamenti eolici)	14
2.1.2 Soglia di breve periodo (emissioni da cantieri)	14
2.1.3 Soglia di medio periodo	16
2.2 Monitoraggio delle polveri ambientali	24
2.3 Gravimetrie	28
2.4 Metalli.....	31
3. DETERMINAZIONE IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI.....	41
4. MISURE DI GAS	58
4.1 Introduzione	58
4.2 Campionamenti effettuati.....	59
4.3 Risultati	60
4.4 Commenti.....	68
5. CONCLUSIONI	69
ALLEGATO: COORDINATE DEI PUNTI DI PRELIEVO DEI CAMPIONI	71
APPENDICE: Confronto stazioni meteorologiche Punta Sabbioni e ARPAV-Cavallino	76
Introduzione.....	76
Precipitazione.....	76
Temperatura	78
Pressione atmosferica.....	82
Umidità relativa	87
Direzione del vento	88
Velocità del vento	89
Conclusioni.....	90

INTRODUZIONE

Il presente rapporto di valutazione, su base quadrimestrale, previsto dal Disciplinare Tecnico, riporta le attività svolte e le relative analisi sia sugli andamenti stagionali registrati, sia sull'andamento generale delle attività di cantiere nel periodo settembre-dicembre 2006.

Il documento è strutturato in base alle singole attività previste dal Disciplinare Tecnico; per ciascuna di esse, dove disponibili i dati acquisiti nel periodo in oggetto, verranno riportati i risultati conseguiti, i superamenti di soglie (dove previsti), i confronti con altre situazioni temporali o spaziali che possono fornire elementi utili alla descrizione dello stato dell'ambiente per la matrice di riferimento e le attività in corso.

In appendice è riportato uno studio mirato alla verifica della qualità dei dati meteorologici ottenuti dalla stazione di Punta Sabbioni, per confronto con la stazione meteo più vicina (Cavallino) gestita da ARPAV.

Nel periodo considerato lo stato di avanzamento complessivo per le singole attività previste dal nuovo Disciplinare Tecnico è il seguente:

- Deposizioni atmosferiche: 3/6 (3 campagne sulle 6 complessive per le 3 bocche).
- Polveri: PM10 in continuo 8/12 (4 mesi su 12, a Punta Sabbioni, nel quadrimestre considerato);
monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile: 46/72 (34 giorni svolti nel quadrimestre).
metalli pesanti: 4/8 (4 campagne sulle 8 complessive per le 3 bocche).
- Determinazione degli IPA in aria: 2/4 (2 campagne sulle 4 complessive a due bocche di porto).
- Misure di gas: 15/22 (9 campagne effettuate nel quadrimestre considerato).

Al presente documento e alle attività di monitoraggio/elaborazione dati hanno collaborato:

Sig. Guido Turatti (CORILA)

Ing. Giovanni Venier (CORILA)

Dott. Daniele Contini (ISAC-Lecce)

Dott.ssa Daniela Cesari (ISAC-Lecce)

Dott.ssa L. DiMatteo (ISAC)

1. DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE

Nel quadrimestre considerato è stata completata la prima delle due campagne di misure previste dal DT. Sono stati anche resi disponibili i risultati delle determinazioni analitiche effettuate sia sui microinquinanti organici (Laboratorio Centro Studi Microinquinanti Organici di Voltabarozzo del Magistrato alle Acque) che inorganici (IDPA-CNR, Venezia). La Fig. 1.1 riporta la collocazione indicativa delle stazioni di deposizione con le relative sigle.

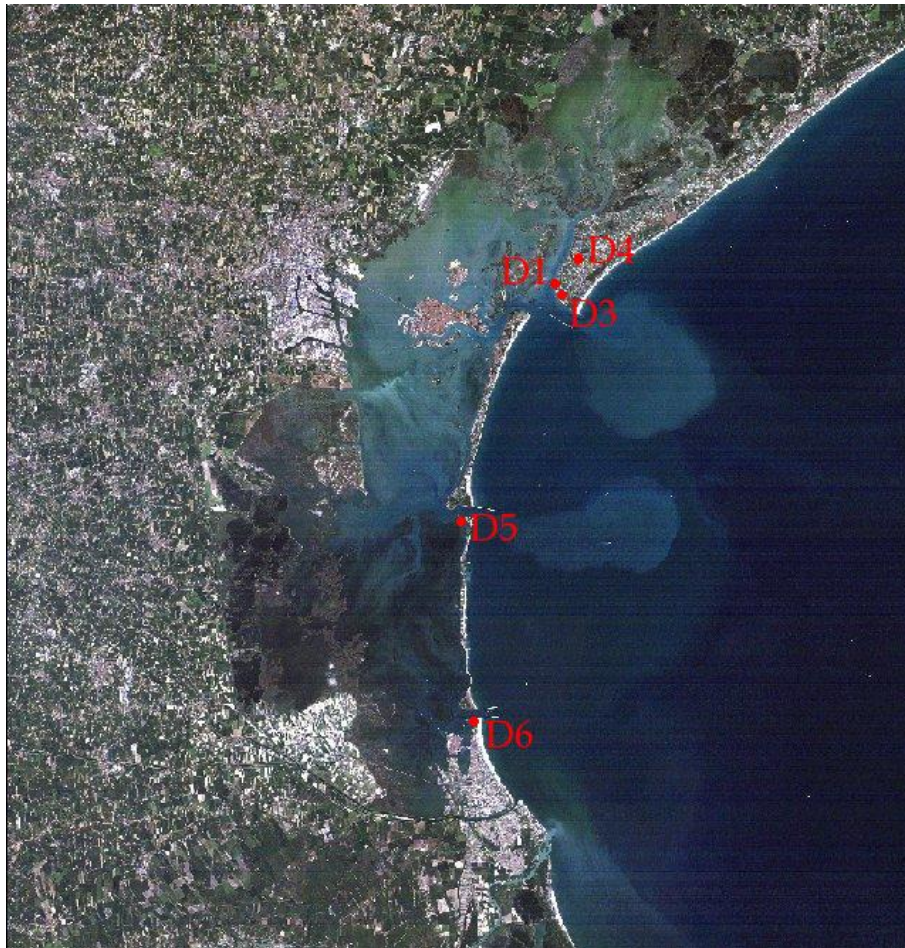


Fig. 1.1 – Postazioni di misura delle deposizioni atmosferiche previste dal DT

I deposimetri installati sono (coordinate in allegato):

- D1. Bocca di Lido - Punta Sabbioni. Strumento posizionato all'interno del cantiere di Lido-Treporti;
- D3. Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela. Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE in posizione arretrata rispetto al lungomare;
- D4. Bocca di Lido - Punta Sabbioni. Strumento posizionato in un'area di pertinenza della Scuola Elementare Sandro Pertini;
- D5. Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare. Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare;
- D6. Bocca di Chioggia - Sottomarina. Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, sul tetto di un container.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

La tab. 1.1 riporta i dati principali relativi ai periodi di misura. Per i dati meteorologici relativi a Chioggia e Malamocco si è fatto riferimento alla stazione di Molo Ceppe.

Tab. 1.1 – Prima campagna di misura delle deposizioni atmosferiche

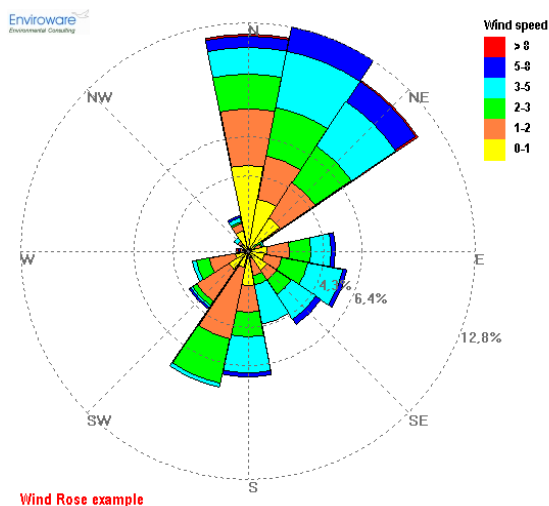
Deposimetri	Data Inizio	Data Fine	Totale giorni	Precipitazione Sabbioni (mm H₂O)	Precipitazione Chioggia e Malamocco (mm H₂O)
D1, D3 ¹ , D4, D5	03/07/06	10/08/06	39	80,2	28,8
D1, D3, D4, D5, D6	10/08/06	15/09/06	37	113,8	25,5
D1, D3, D4, D5, D6	15/09/06	20/10/06	36	155,4	137,5

Dato che l'obiettivo del monitoraggio è quello di valutare i possibili impatti dei cantieri nell'ambiente, si è cercato di posizionare i deposimetri in aree prossime ai cantieri ed esterne ad essi. A Punta sabbioni si è deciso di posizionare 3 deposimetri, di cui uno interno ai cantieri e 2 nell'ambiente circostante, per verificare gli eventuali trend spaziali degli inquinanti e meglio valutare l'eventuale impatto del cantiere. Per quanto riguarda Chioggia inizialmente il deposimetro era stato posizionato nell'oasi di Ca' Roman, nei pressi del cantiere; tuttavia un atto vandalico, che ha comportato la perdita del primo campione, ha necessariamente fatto spostare l'ubicazione della stazione all'interno del cantiere lato Sottomarina. Dati i venti prevalenti della zona, con direzione N-NE, si ritiene tale postazione rappresentativa ai fini del monitoraggio. Tuttavia al fine di valutare gli impatti del cantiere nell'ambiente i dati di tale stazione devono essere valutati con attenzione in quanto la stazione ricade all'interno del cantiere.

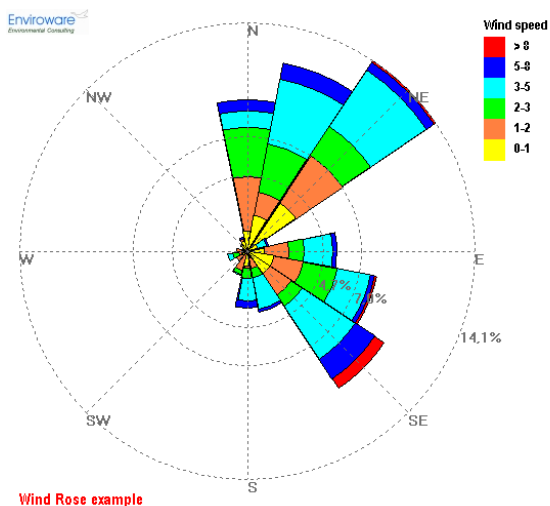
Le Fig. 1.2-1.7 riportano le rose dei venti per ciascun periodo di campionamento.

¹ E.C. I campioni sono stati prelevati nel deposimetro sito nella posizione D3, e non D2 come erroneamente riportato nel I Rapporto di Valutazione dello Studio B.6.72 B/2.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



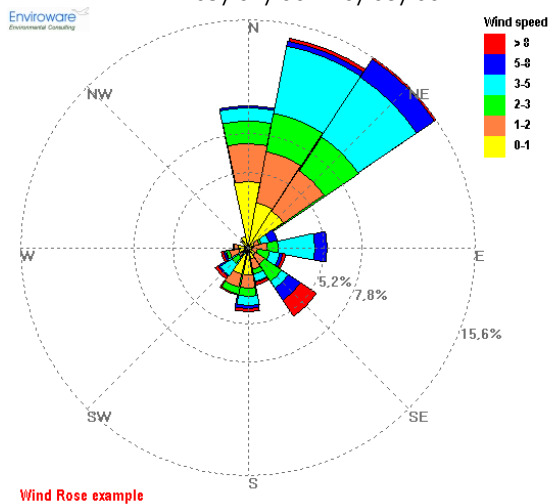
Wind Rose example



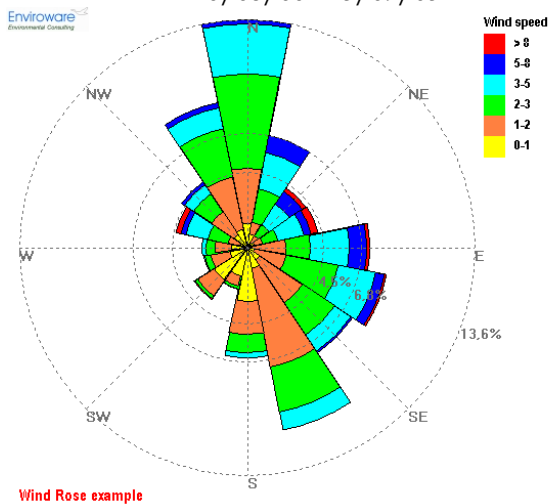
Wind Rose example

Fig. 1.2 - Rosa dei venti, Punta Sabbioni, periodo
03/07/06 - 10/08/06

Fig. 1.3 - Rosa dei venti, Punta Sabbioni, periodo
10/08/06 - 15/09/05



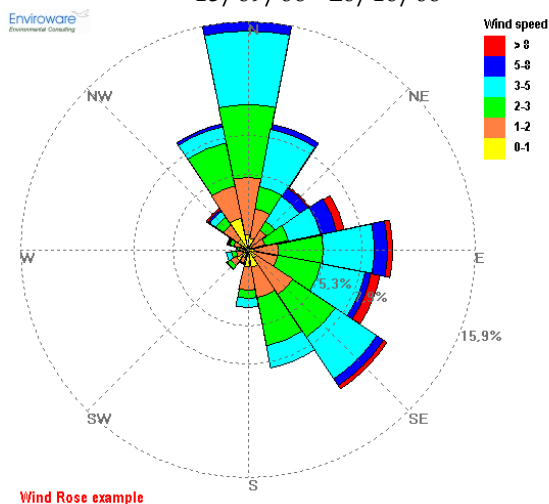
Wind Rose example



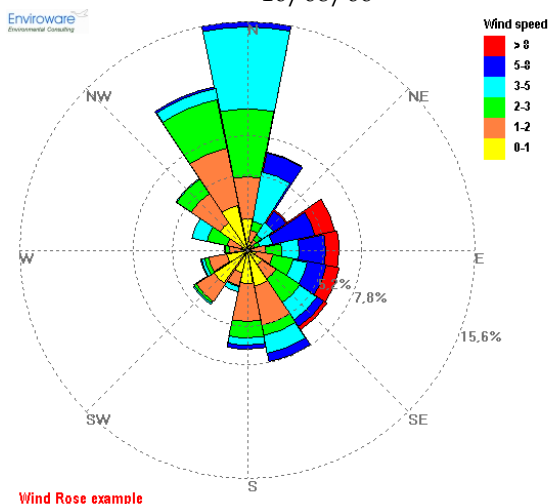
Wind Rose example

Fig. 1.4 - Rosa dei venti, Punta Sabbioni, periodo
15/09/06 - 20/10/06

Fig. 1.5 - Rosa dei venti, Ceppe, periodo 03/07/06 -
10/08/06



Wind Rose example



Wind Rose example

Fig. 1.6 - Rosa dei venti, Ceppe, periodo 10/08/06-
15/09/06

Fig. 1.7 - Rosa dei venti, Ceppe, periodo 15/09/06 -
20/10/06

1.1.1 Risultati: microinquinanti organici

La tabella 1.2 riassume i flussi giornalieri di IPA totali (espressi come nanogrammi per metro quadrato e per giorno).

Tab. 1.2 – Flussi giornalieri di IPA totali (ng/m²die)

TOTALE IPA (ng/m ² die)					
Campionamento	D1	D3	D4	D5	D6
3/07/06-10/08/06	243	386	121	92	/
10/08/06-15/09/06	108	101	254	1837	507
15/09/06-20/10/06	270	261	165	217	259
Media	207	249	180	716	383
Mediana	243	261	165	217	/
Media geometrica	192	217	172	333	/

Si osservi il valore anomalo della stazione D5 (Malamocco) nel secondo periodo di misura 10/08/06-15/09/06.

La soglia per gli IPA (Allegato del Rapporto Finale Studio B.6.72 B/1, agosto 2006) è pari a **690** ngm⁻²die⁻¹ (media geometrica dei dati). A rigore la soglia è riferibile ai soli deposimetri installati nell'area circostante Punta Sabbioni in quanto nelle altre postazioni (Chioggia e Malamocco) non ci sono dati pregressi acquisiti nelle attività di monitoraggio. Comunque le deposizioni misurate presso tutte le stazioni sono inferiori alla soglia indicata. Per le stazioni D1, D3, D4 le medie aritmetica, geometrica e la mediana sono sostanzialmente confrontabili indicando un andamento temporale omogeneo nelle deposizioni dei tre periodi di misura. Per il deposimetro D5 si hanno solo due dati a disposizione, mentre il valore anomalo del deposimetro D5 rende poco significativa la media aritmetica della serie di misure a Malamoco. La Fig. 1.8 riporta in forma grafica il confronto con la soglia relativa agli IPA.

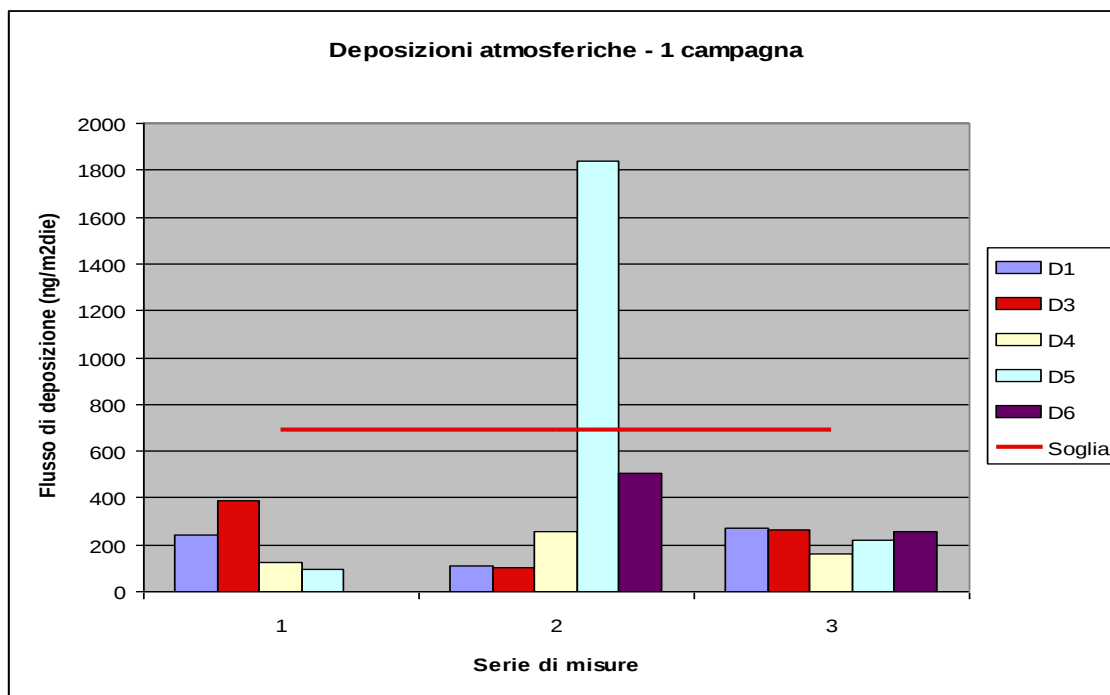


Fig. 1.8 – Flussi giornalieri di IPA totali e confronto con la soglia

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Nella tabella 1.3 sono riportate le medie relative alla sommatoria dei flussi di deposizione per i composti: Naftalene, Acenaftilene, Acenaftalene, Fluorene, Fenantrene caratteristici delle emissioni dei veicoli diesel [Khalili N. R., P. A. Scheff, T. M. Holsen, "PAH Source fingerprints for coke ovens, diesel and gasolina engines, highway tunnels, and wood combustion emissions", Atmospheric Environment 29, pp. 533-542, 1995].

Tab. 1.3 – Media aritmetica, mediana e media geometrica per i flussi di deposizione di alcuni composti IPA ritenuti significativi delle emissioni dei veicoli diesel.

	D1 (ng/m ² die)	D3 (ng/m ² die)	D4 (ng/m ² die)	D5 (ng/m ² die)	D6 (ng/m ² die)
3/07/06-10/08/06	50	172	26	15	/
10/08/06-15/09/06	108	67	51	390	195
15/09/06-20/10/06	18	88	65	52	114
Media	59	109	48	152	103
Mediana	50	88	51	52	114
Media Geom.	46	101	44	67	/

In conclusione, i flussi di deposizione dei microinquinanti organici risultano modesti ed inferiori alla soglia di riferimento (ad eccezione di un valore anomalo riscontrato a Malamocco nella seconda serie di misure).

1.1.2 Risultati: microinquinanti inorganici

La Tab. 1.4 riporta i flussi di deposizione giornalieri per la componente inorganica:

Tab. 1.4 – Flussi di deposizione giornalieri per i singoli composti inorganici; Campionamenti estate-autunno 2006

⁵¹ V	Flussi di deposizione del metallo [μg·m ⁻² ·die ⁻¹]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	4,4	4,5	3,9	12,8	/
10/08/2006-15/09/2006	4,9	4,9	4,3	6,9	22,8
15/09/2006 - 20/10/2006	4,9	3,5	5,5	5,3	29,8
Media	4,7	4,3	4,5	8,3	26,3
Mediana	4,9	4,5	4,3	6,9	/
Min	4,4	3,5	3,9	5,3	/
Max	4,9	4,9	5,5	12,8	/

⁵³ Cr	Flussi di deposizione del metallo [μg·m ⁻² ·die ⁻¹]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	3,9	4,6	3,2	14,5	/
10/08/2006-15/09/2006	2,7	6,4	2,7	4,9	23,0
15/09/2006 - 20/10/2006	4,3	0,7	3,6	4,1	24,7
Media	3,6	3,9	3,2	7,8	23,8
Mediana	3,9	4,6	3,2	4,9	/
Min	2,7	0,7	2,7	4,1	/
Max	4,3	6,4	3,6	14,5	/

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

⁵⁹ Co	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	0,4	0,5	0,4	1,4	/
10/08/2006-15/09/2006	0,4	0,4	0,3	0,6	4,0
15/09/2006 - 20/10/2006	0,2	0,2	0,4	0,2	4,3
Media	0,3	0,3	0,3	0,8	4,2
Mediana	0,4	0,4	0,4	0,6	/
Min	0,2	0,2	0,3	0,2	/
Max	0,4	0,5	0,4	1,4	/

⁶⁰ Ni	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	3,0	5,2	2,3	9,2	/
10/08/2006-15/09/2006	2,0	7,1	1,8	4,4	14,6
15/09/2006 - 20/10/2006	2,2	4,3	1,8	1,5	12,6
Media	2,4	5,5	2,0	5,0	13,6
Mediana	2,2	5,2	1,8	4,4	/
Min	2,0	4,3	1,8	1,5	/
Max	3,0	7,1	2,3	9,2	/

⁷⁵ As	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	0,6	0,6	0,8	1,6	/
10/08/2006-15/09/2006	0,5	0,6	0,6	0,7	2,2
15/09/2006 - 20/10/2006	1,7	1,7	5,0	3,7	3,1
Media	1,0	1,0	2,1	2,0	2,7
Mediana	0,6	0,6	0,8	1,6	/
Min	0,5	0,6	0,6	0,7	/
Max	1,7	1,7	5,0	3,7	/

⁹⁵ Mo	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	0,6	0,4	0,4	1,9	/
10/08/2006-15/09/2006	0,5	0,4	0,3	0,7	0,9
15/09/2006 - 20/10/2006	4,2	3,0	3,0	4,3	2,4
Media	1,8	1,3	1,2	2,3	1,6
Mediana	0,6	0,4	0,4	1,9	/
Min	0,5	0,4	0,3	0,7	/
Max	4,2	3,0	3,0	4,3	/

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

¹¹¹ Cd	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	0,1	0,1	0,1	0,4	/
10/08/2006-15/09/2006	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2
15/09/2006 - 20/10/2006	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2
Media	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Mediana	0,1	0,1	0,1	0,1	/
Min	0,0	0,0	0,0	0,1	/
Max	0,1	0,1	0,2	0,4	/

¹²¹ Sb	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	0,6	0,6	0,6	1,0	/
10/08/2006-15/09/2006	0,6	0,6	0,5	0,4	0,7
15/09/2006 - 20/10/2006	0,3	0,1	1,4	1,0	1,1
Media	0,5	0,4	0,8	0,8	0,9
Mediana	0,6	0,6	0,6	1,0	/
Min	0,3	0,1	0,5	0,4	/
Max	0,6	0,6	1,4	1,0	/

²⁰⁵ Tl	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	0,02	0,02	0,01	0,10	/
10/08/2006-15/09/2006	0,00	0,00	0,00	0,03	0,2
15/09/2006 - 20/10/2006	0,02	0,01	0,04	0,03	0,1
Media	0,01	0,01	0,02	0,06	0,1
Mediana	0,02	0,01	0,01	0,03	/
Min	0,00	0,00	0,00	0,03	/
Max	0,02	0,02	0,04	0,10	/

²⁰⁸ Pb	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]				
Intervallo di campionamento	Deposimetro1	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
03/07/2006-10/08/2006	3,5	4,8	4,1	39,8	/
10/08/2006-15/09/2006	3,1	4,5	3,4	7,0	11,1
15/09/2006 - 20/10/2006	5,0	1,9	5,9	6,1	9,7
Media	3,9	3,7	4,5	17,6	10,4
Mediana	3,5	4,5	4,1	7,0	/
Min	3,1	1,9	3,4	6,1	/
Max	5,0	4,8	5,9	39,8	/

La Tab. 1.5 riporta il confronto con i valori soglia indicati al termine del primo anno di monitoraggio (anche in questo caso valgono le considerazioni precedenti relative all'applicabilità delle soglie ai deposimetri D5 e D6). In rosso sono evidenziati i superamenti.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Va ricordato che a rigore la soglia è riferibile ai soli deposimetri installati nell'area circostante Punta Sabbioni in quanto nelle altre postazioni (Chioggia e Malamocco) non ci sono dati pregressi acquisiti nelle attività di monitoraggio.

Tab. 1.5 – Confronto deposizioni giornaliere con le soglie

	D1	D3	D4	D5	D6	
Elemento	Media	Media	Media	Media	Media	Soglia
	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)
Vanadio	4,7	4,3	4,5	8,3	26,3	3,8
Cromo	3,6	3,9	3,2	7,8	23,8	3,5
Cobalto	0,2	0,2	0,4	0,2	4,3	0,4
Nichel	2,4	5,5	2,0	5,0	13,6	3,6
Arsenico	1,0	1,0	2,1	2,0	2,7	1,9
Molibdeno	1,8	1,3	1,2	2,3	1,6	3,1
Cadmio	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6
Antimonio	0,5	0,4	0,8	0,8	0,9	0,8
Piombo	3,9	3,7	4,5	17,6	10,4	7,0
Tallio	0,01	0,01	0,02	0,06	0,1	0,06

Come si nota dalla tabella precedente si hanno diversi superamenti. I risultati vengono considerati separatamente per i deposimetri collocati nell'area di Punta Sabbioni (D1, D3 e D4) e quelli posti a Malamocco (D5) e a Chioggia (D6).

Per il primo gruppo di stazioni, Punta Sabbioni, si hanno superamenti di Vanadio (in tutti i deposimetri), Nichel e Cromo (D3), As (D4).

Per il Vanadio il rapporto D4/D3 è maggiore di 1 e quindi le deposizioni di questo metallo non indicano un pattern decrescente allontanandosi dall'area cantieri. Tale risultato elimina quindi la possibilità di un impatto dei cantieri per questo elemento.

Per il Cromo e il Nichel si hanno deposizioni maggiori alla Vela (rispetto sia a D1 posizionato all'interno dei cantieri sia a D4 considerata stazione di fondo). Nel periodo estivo alla Vela sono state svolte diverse attività (taglio erba, movimentazione scafi, etc.) che potrebbero essere la causa di queste deposizioni elevate. La prossima campagna di misure può fornire ulteriori indicazioni in merito.

Per l'Arsenico si hanno deposizioni maggiori presso D4 considerato di background (in particolare nell'ultimo periodo di misura che presenta il valore più elevato).

Per le altre stazioni si hanno valori elevati nelle deposizioni di V, Cr, Co, Ni e soprattutto Pb nella prima serie di misure a Malamocco, e nei due periodi di misura a Chioggia. Per il V, il Cr e il Ni si ha il superamento anche della soglia di allarme (rispettivamente pari a $13.5 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{die}$ per il V, $6.4 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{die}$ per il Cr e $11.0 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{die}$ per il Ni).

Un'analisi più approfondita è stata eseguita considerando separatamente le direzioni del vento fra periodi lavorativi (ore 8-20) e periodi non lavorativi. Le Fig. 1.9-1.11 riportano le rose dei venti (dati Molo Ceppe) per le tre serie di misure separate fra periodi considerati lavorativi e non.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

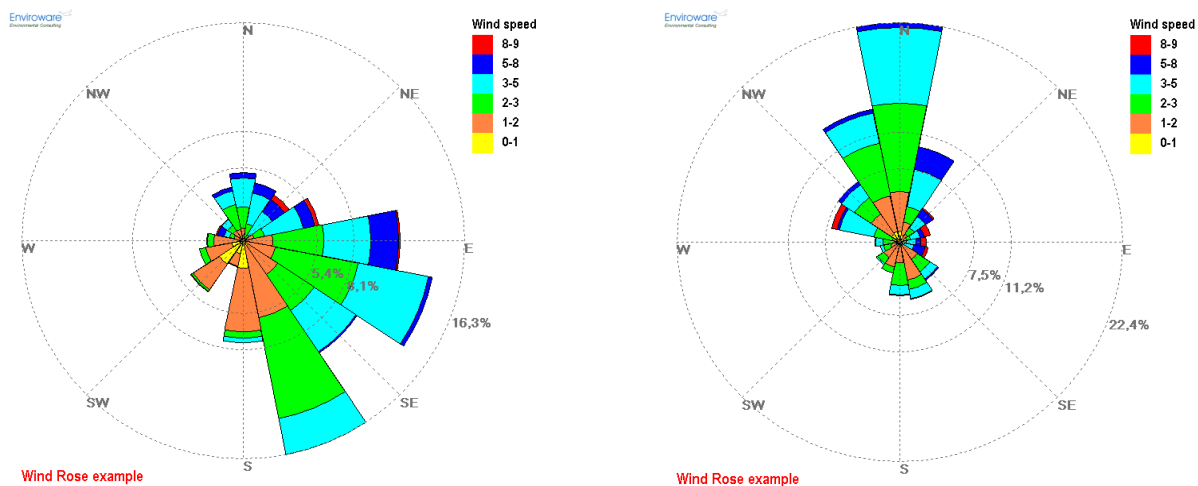


Fig. 1.9 – Rose dei venti per le deposizioni atmosferiche: 03/07/06-10/08/06 (Malamocco e Chioggia).

A sinistra periodo lavorativo (ore 8-20); a destra periodo non lavorativo

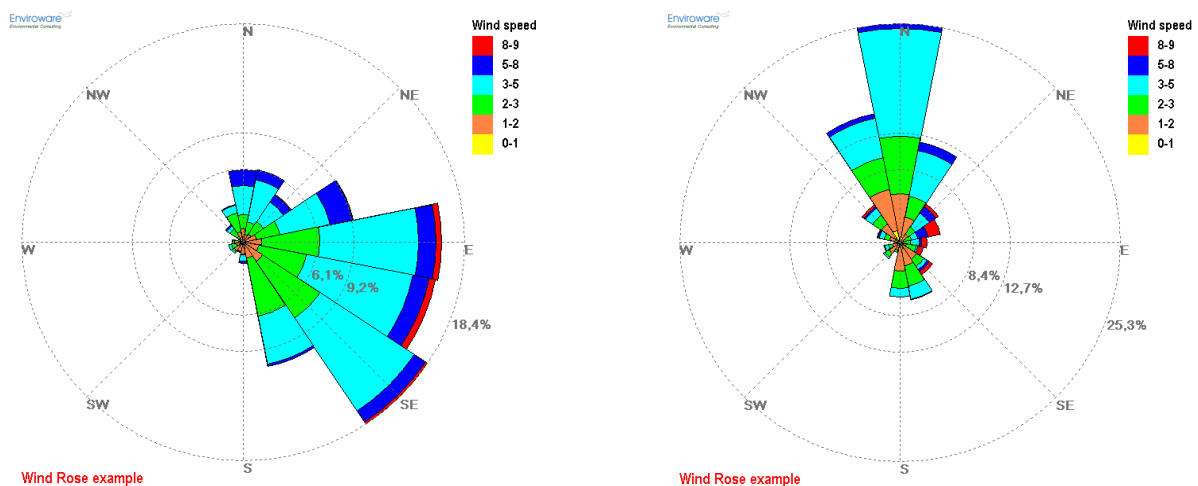


Fig. 1.10 – Rose dei venti per le deposizioni atmosferiche: 10/08/06-15/09/06 (Malamocco e Chioggia).

A sinistra periodo lavorativo (ore 8-20); a destra periodo non lavorativo.

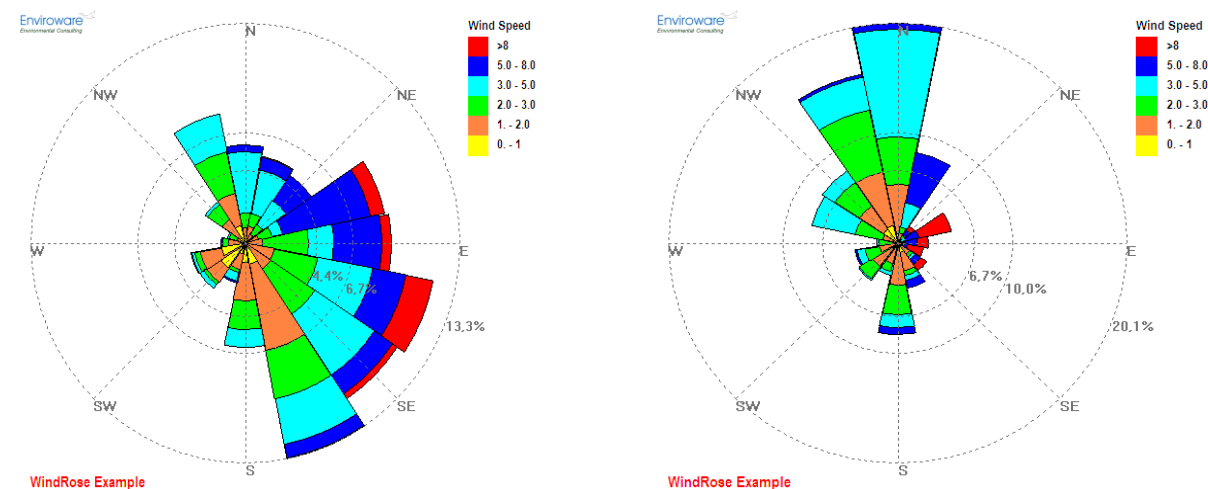


Fig. 1.11 – Rose dei venti per le deposizioni atmosferiche: 15/09/06-20/10/06 (Malamocco e Chioggia).

A sinistra periodo lavorativo (ore 8-20); a destra periodo non lavorativo.

Le deposizioni di V, Cr, Co, Ni e Pb risultano maggiori nel periodo dal 03/07/06 al 10/08/06 rispetto ai successivi periodi di misura. Dalle figure 1.9-1.11 non emergono differenze rilevanti nelle direzioni del vento fra i diversi periodi di misura ad eccezione di una maggiore intensità negli ultimi due periodi rispetto al primo. Pertanto l'analisi dei dati meteorologici non fornisce elementi che giustifichino i diversi flussi di deposizione misurati per questo gruppo di metalli.

Anche la correlazione con la precipitazione risulta controversa in quanto l'ultimo periodo di misura è caratterizzato da maggiori precipitazioni, pur avendo un flusso di deposizione minore per questo gruppo di elementi, rispetto al primo periodo. Tale situazione è rafforzata se si considera la Fig. 3.17 del Rapporto Finale (Studio B.6.72 B/1) dove vengono presentate le correlazioni fra i flussi di deposizione per i diversi metalli, misurati nel primo anno di monitoraggio, e la precipitazione. Dalla figura citata si osservano in generale correlazioni positive per questi elementi (e significative almeno per il Ni e il Pb). Analoghe considerazioni si estendono per il deposimetro di Chioggia.

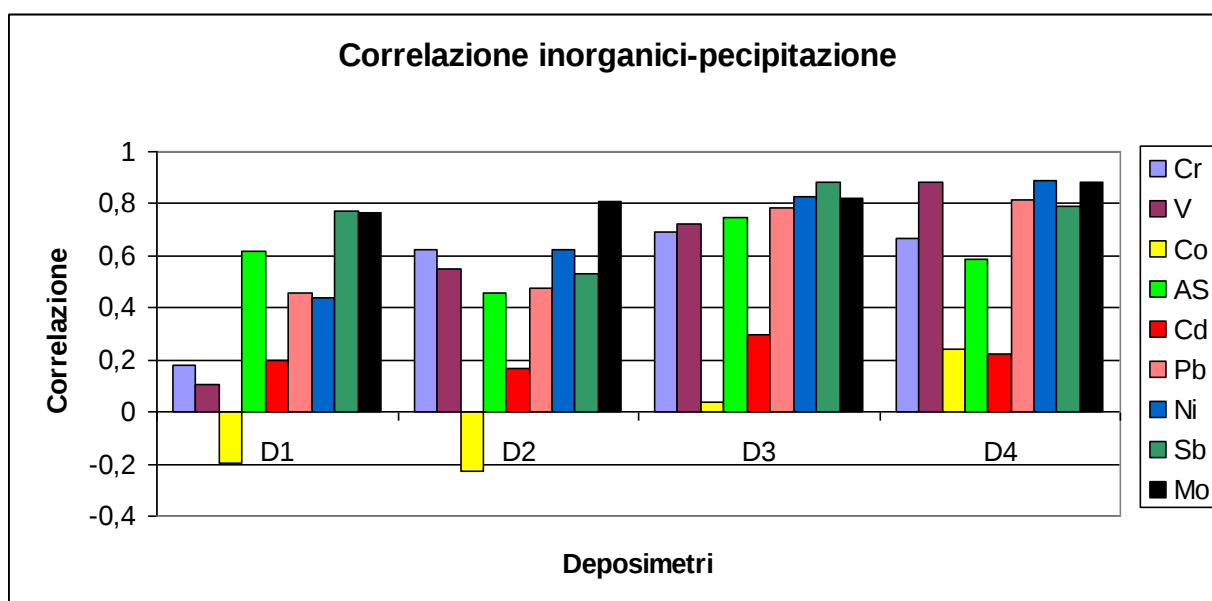


Fig. 3.17 del Rapporto Finale (Studio B.6.72 B/1) – Correlazione fra le deposizioni dei microinquinanti inorganici e la precipitazione

Si rende quindi necessario approfondire questi risultati per verificare se i contributi alle deposizioni sono dovuti alle attività dei cantieri o alla ricadute di emissioni industriali provenienti dall'aera di Porto Marghera collocata a NW rispetto ai punti di misura. A tal fine verranno svolte ulteriori azioni di monitoraggio per approfondire la situazione ambientale e identificare, se possibile, la provenienza degli inquinanti misurati.

2. POLVERI

2.1 PM₁₀ in continuo

Il monitoraggio del PM₁₀ è proseguito regolarmente, ad eccezione di alcune interruzioni dovute a malfunzionamenti della stazione di misura o interventi di manutenzione: 18-23 maggio; 1-7 giugno; 19-22 agosto.

Si ricorda che al termine del primo anno di monitoraggio è stata introdotta una soglia, per le emissioni di breve periodo da attività di cantiere, relativa al periodo estivo (aprile-settembre). Nel periodo settembre-dicembre le soglie in vigore sono pertanto:

Soglia di breve periodo (emissioni del cantiere)

PM₁₀ (media oraria) > 38 µg/m³ (settembre)

PM₁₀ (media oraria) > 85 µg/m³ (ottobre-dicembre)

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento < 4 m/s

Soglia di breve periodo (sollevamenti eolici)

PM₁₀ (media oraria) > 75 µg/m³

Direzione Vento (170-360 gradi)

Velocità del vento > 4 m/s

Soglia di medio periodo

Concentrazione media giornaliera di PM₁₀ > 50 µg/m³.

Nel quadrimestre considerato si sono avuti i seguenti superamenti:

2.1.1 Soglia di breve periodo (sollevamenti eolici)

Non ci sono stati superamenti.

2.1.2 Soglia di breve periodo (emissioni da cantieri)

Nel periodo settembre-dicembre si sono verificati 55 superamenti della soglia di breve periodo.

Tab. 2.1 - Superamenti soglia di breve periodo

Giorno	Ore	PM10 (µg/m ³)	Direzione vento (gradi)	Velocità vento (m/s)	Umidità (%)	PM10 ARPAV Via Circonvallazione (µg/m ³)
05/09/2006	10	83	359,5	1,5	95,9	42
05/09/2006	20	43	176,4	1,0	83,2	63
22/09/2006	14	42	179,4	1,5	72,4	
25/10/2006	20	94	184,0	0,7	93,9	
30/10/2006	8	98	315,5	1,8	96,0	50
30/10/2006	9	88	357,8	2,6	96,0	44
06/11/2006	18	91	358,5	0,0	78,0	94
06/11/2006	19	115	358,7	0,0	83,2	133
07/11/2006	9	102	358,2	1,5	90,7	149

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giorno	Ore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Direzione vento (gradi)	Velocità vento (m/s)	Umidità (%)	PM10 ARPAV Via Circonvallazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
07/11/2006	18	106	119,0	0,0	79,8	112
07/11/2006	19	146	199,0	0,0	87,0	160
07/11/2006	20	165	199,0	0,0	90,9	160
08/11/2006	8	176	356,5	0,5	91,7	184
08/11/2006	9	177	357,9	0,2	90,5	186
08/11/2006	10	154	311,3	0,0	87,0	186
08/11/2006	11	95	329,2	0,1	81,5	176
09/11/2006	8	118	318,1	0,1	88,7	147
09/11/2006	9	86	319,4	0,2	85,4	156
09/11/2006	15	93	228,3	0,3	69,5	150
09/11/2006	16	88	227,0	0,0	69,5	150
09/11/2006	17	100	227,0	0,0	76,0	171
09/11/2006	18	126	281,0	0,1	80,7	171
09/11/2006	19	169	318,3	0,0	84,4	199
09/11/2006	20	178	330,2	0,0	89,2	199
14/11/2006	8	89	302,2	0,1	88,8	131
14/11/2006	18	87	212,6	0,0	79,4	117
14/11/2006	19	102	212,6	0,0	80,9	159
14/11/2006	20	129	212,6	0,0	85,1	159
16/11/2006	17	86	193,1	0,0	85,7	
16/11/2006	18	96	193,2	0,0	87,7	
16/11/2006	19	95	193,2	0,0	89,1	
16/11/2006	20	104	193,5	0,0	90,8	
17/11/2006	8	142	355,9	0,1	91,8	
17/11/2006	9	120	356,0	0,0	90,8	
17/11/2006	11	94	301,4	0,1	81,8	
17/11/2006	12	91	312,9	0,0	76,3	
17/11/2006	13	99	233,1	0,6	76,6	
17/11/2006	14	99	205,7	1,0	82,1	
17/11/2006	15	105	182,6	0,8	87,8	
17/11/2006	16	121	187,1	0,6	90,8	
21/11/2006	8	101	316,0	0,0	96,0	52
21/11/2006	9	102	245,6	1,9	96,0	52
21/11/2006	10	102	247,5	1,9	96,0	51
21/11/2006	11	95	242,0	1,8	96,0	51
21/11/2006	12	102	248,9	4,0	96,0	62
21/11/2006	13	98	268,1	2,3	96,0	62
15/12/2006	20	128	237,0	0,1	87,4	
27/12/2006	19	102	242,0	1,0	93,1	115
27/12/2006	20	131	245,6	1,6	94,0	115
28/12/2006	18	94	270,7	1,8	96,0	
28/12/2006	19	104	336,9	1,4	96,0	
28/12/2006	20	104	338,6	0,6	96,0	
29/12/2006	8	109	291,6	1,3	95,0	
29/12/2006	9	104	314,7	1,0	95,0	
29/12/2006	19	87	334,6	0,3	85,7	

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

L'analisi dei superamenti ha evidenziato tre eventi che potrebbero essere compatibili con polveri provenienti dalle attività di cantiere: 22/09/06; 21/11/06 e il 28/12/06. Sono state inviate le segnalazioni degli eventi al CORILA, al CVN e al MAV. La Direzione Lavori ha inviato successive comunicazioni nelle quali dichiara che in data 28/12/06 le attività di cantiere erano sospese, mentre per gli altri due eventi non sono state segnalate particolari operazioni che potevano dare luogo ad emissioni di polveri.

2.1.3 *Soglia di medio periodo*

Nel periodo settembre-dicembre i superamenti della soglia di breve periodo sono stati 24.

Tab. 2.2- Superamenti di soglia di medio periodo e confronto con le stazioni ARPAV (PM10)

Giorno	Punta Sabbioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via Circonvall. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Parco Bissuola ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sacca Fisola ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
05/09/06	61	50	53	36
06/09/06	75	54	51	46
22/09/06	69	57	59	48
25/10/06	61	49	58	
26/10/06	86		58	69
27/10/06	92	85	77	83
30/10/06	57	55		45
07/11/06	114	161	139	110
08/11/06	126	180	156	149
09/11/06	125	169	165	156
10/11/06	70	115	77	76
14/11/06	99	145	136	125
15/11/06	97	153	131	115
16/11/06	93	159	167	131
17/11/06	132	183	179	131
20/11/06	63	63	63	58
21/11/06	77	53	54	57
4/12/06	77	101	98	97
5/12/06	58	96	96	84
14/12/06	62	119	101	94
15/12/06	89	143	122	104
27/12/06	69	85	75	56
28/12/06	65	75	73	67
29/12/06	86	109	100	89

Per i mesi di Settembre, Ottobre e Dicembre i tre superamenti della soglia di medio periodo sono dovuti soprattutto alle elevate concentrazioni rilevate al di fuori degli orari di lavoro o in direzioni di vento non compatibili con un trasporto diretto da parte dei cantieri.

Novembre: i dieci superamenti della soglia di medio periodo, eccetto il caso del giorno 21 (di cui al paragrafo precedente), sono attribuibili a fattori meteorologici sia in quanto le concentrazioni giornaliere di PM10 rilevate dalle stazioni ARPAV più vicine sono sempre confrontabili o superiori, sia perché i contributi maggiori alle concentrazioni sono dati solitamente dagli elevati valori rilevati nelle prime ore del mattino ed alla sera, come evidenziato nei singoli rapporti giornalieri.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Le Figg. 2.1 e 2.2 riportano rispettivamente il giorno e la settimana “tipo” riferiti al quadrimestre considerato. Nei grafici sono riportati anche gli andamenti dell’umidità relativa.

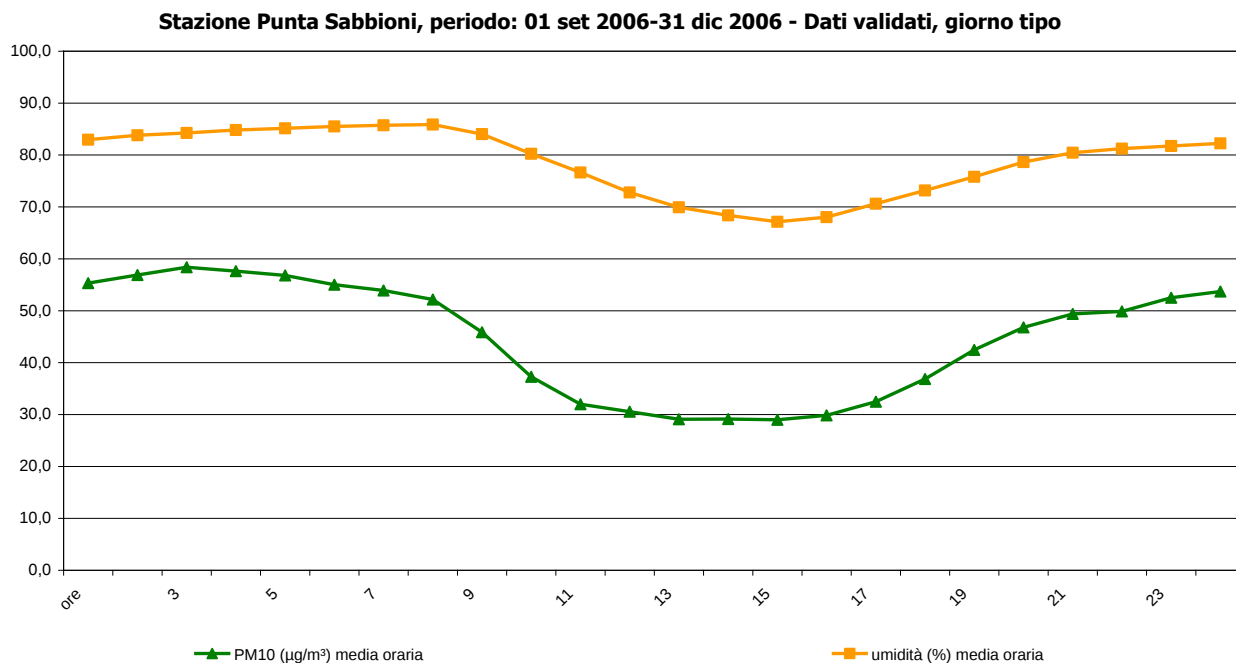


Fig. 2.1 - Giorno “tipo” settembre-dicembre 2006

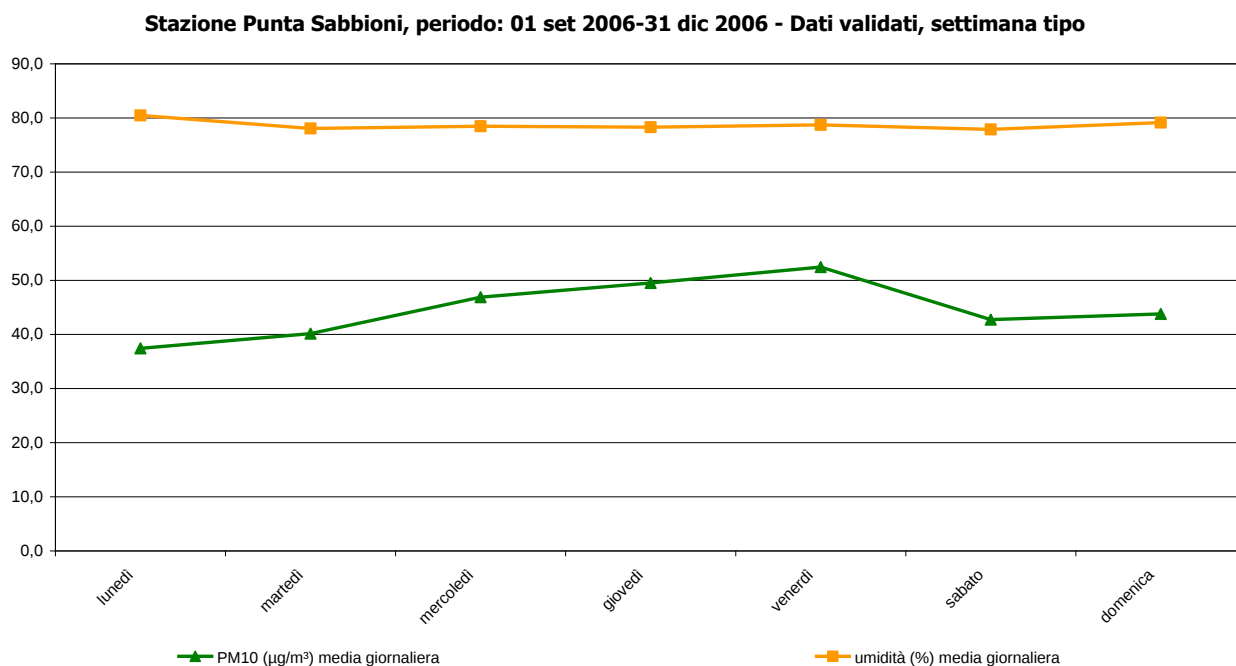


Fig. 2.2 - Settimana “tipo” Maggio-Agosto 2006

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

La Fig. 2.1 indica una stretta correlazione nel giorno “tipo” fra l’umidità relativa e la concentrazione di PM10 che tende a diminuire a partire dalle 7 del mattino, mentre tende a crescere a partire dalle 19.

Le Figg. 2.3 e 2.4 riportano rispettivamente la rosa dei venti e la correlazione fra la direzione del vento e la concentrazione di PM10.

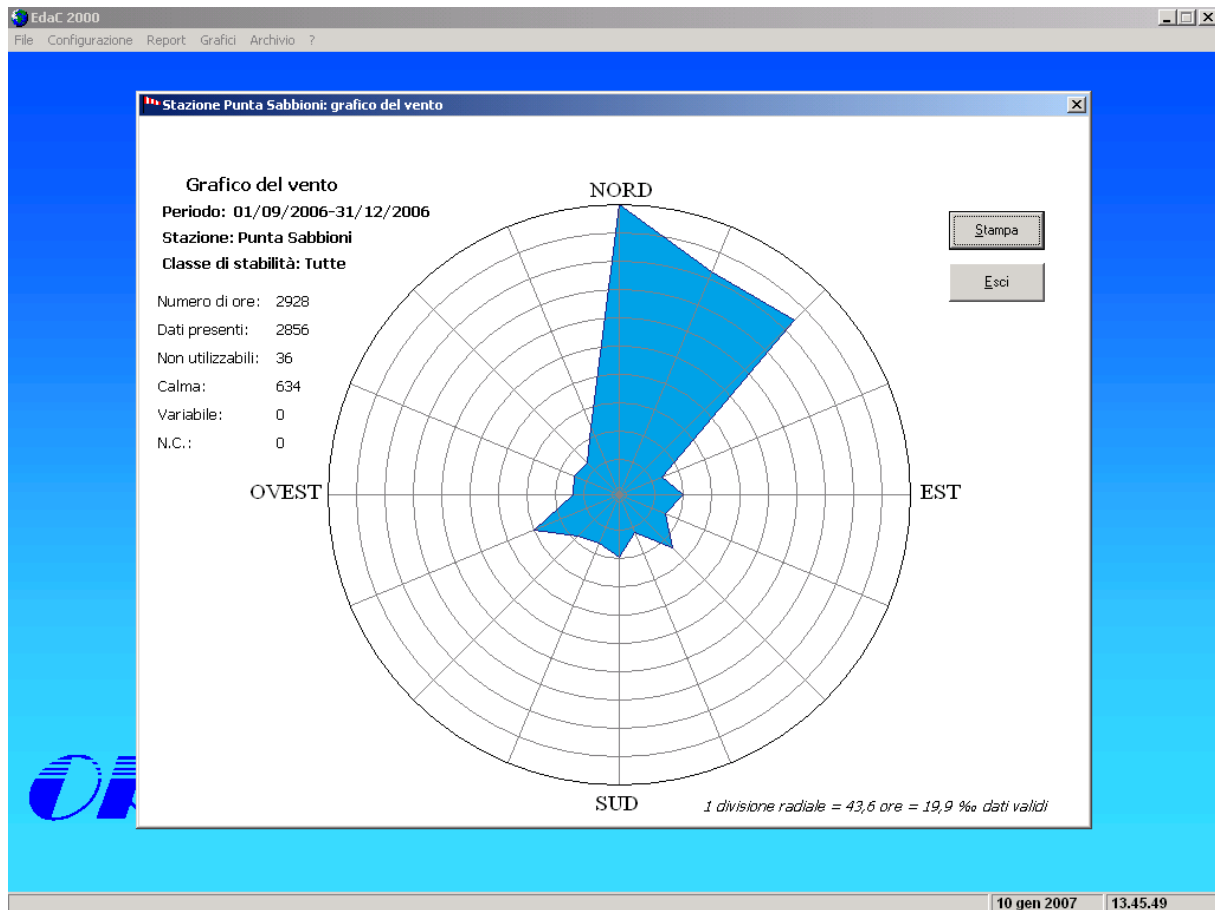


Fig. 2.3 - Direzione del vento

La Fig. 2.4 mostra l’andamento della concentrazione di PM10 in funzione della direzione del vento.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

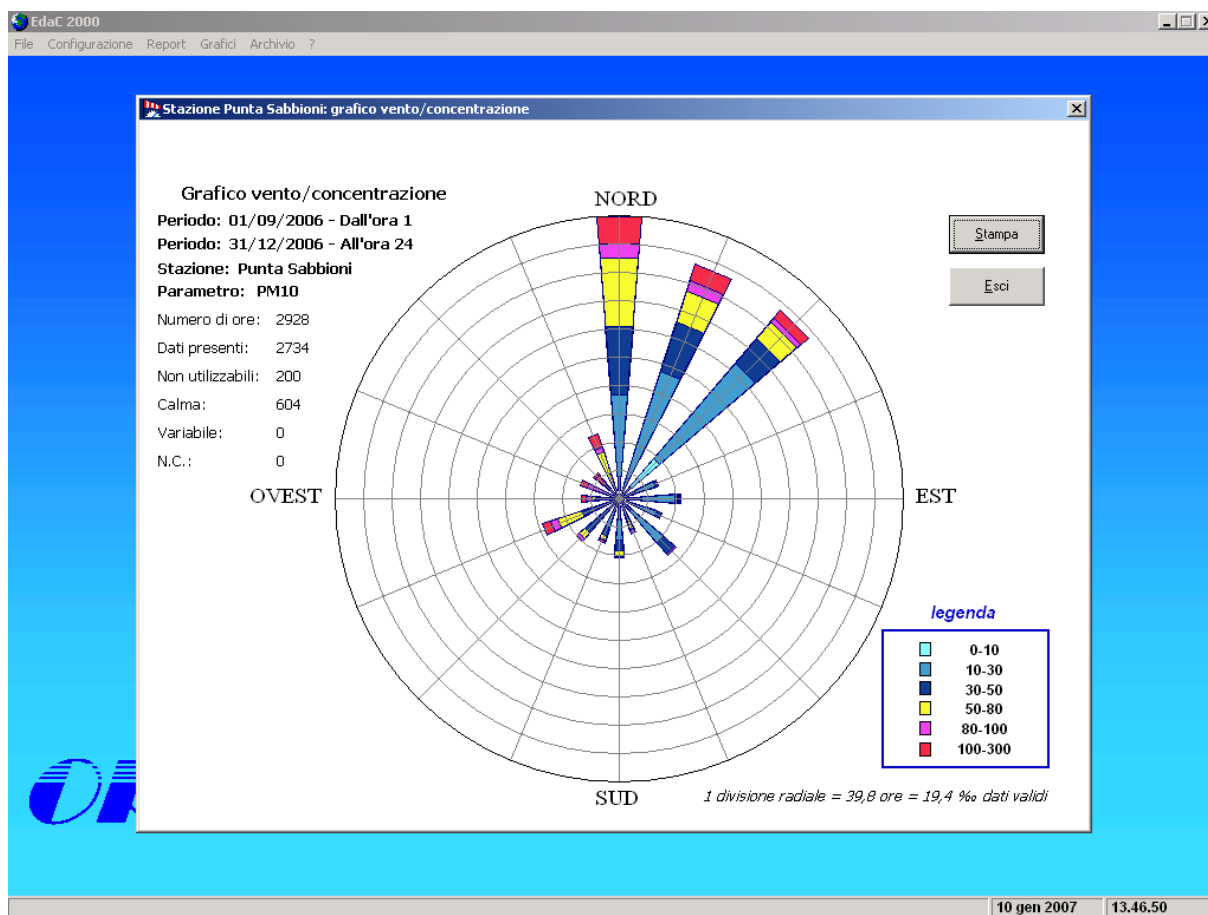


Fig. 2.4 – Concentrazione di PM10 e direzione del vento

In generale, le concentrazioni maggiori si registrano quando il vento proviene dai quadranti che vanno da N a NNE e da W-NW.

Un'analisi più dettagliata sull'influenza locale delle attività associate al cantiere di Treporti può essere eseguita confrontando le medie orarie di PM10 relative ai periodi orari di attività/non attività del cantiere. In particolare il confronto viene svolto considerando l'intervallo orario dalle ore 08 alle ore 20 (quindi durante le ore lavorative e dove l'umidità relativa tende ad essere minore).

Si confrontano pertanto le medie orarie di PM10 (nell'intervallo orario 08-20) nei giorni di interruzione dei lavori (festivi e chiusura per ferie) con le medie orarie (sempre nello stesso intervallo temporale) nei giorni di attività lavorativa. Il giorno di sabato è stato escluso da entrambe le serie. La direzione del vento considerata è quella che comprende tutto il settore angolare dove sono presenti le attività del cantiere di Treporti (180-360 gradi), mentre per quanto riguarda l'intensità del vento si sono considerati valori superiori a 0.2 m/s.

Media periodo festivo: **56 µg/m³** (105 ore) Deviazione standard: **27 µg/m³**

Media periodo lavorativo: **40 µg/m³** (239 ore) Deviazione standard: **28 µg/m³**

Le media relative al periodo festivo risulta superiore e, quindi, non si evidenziano influssi delle attività di cantiere a livello macroscopico sull'area monitorata per quanto riguarda il PM10. Le Figg. 2.5 e 2.6 riportano i grafici del confronto fra le medie orarie del PM10 nei giorni lavorativi con quelle relativi ai giorni festivi (sempre nei periodi orari già indicati) in funzione dell'umidità relativa (Fig.2.5) e della velocità del vento (Fig.2.6).

PM10 Settore 180-360 gradi

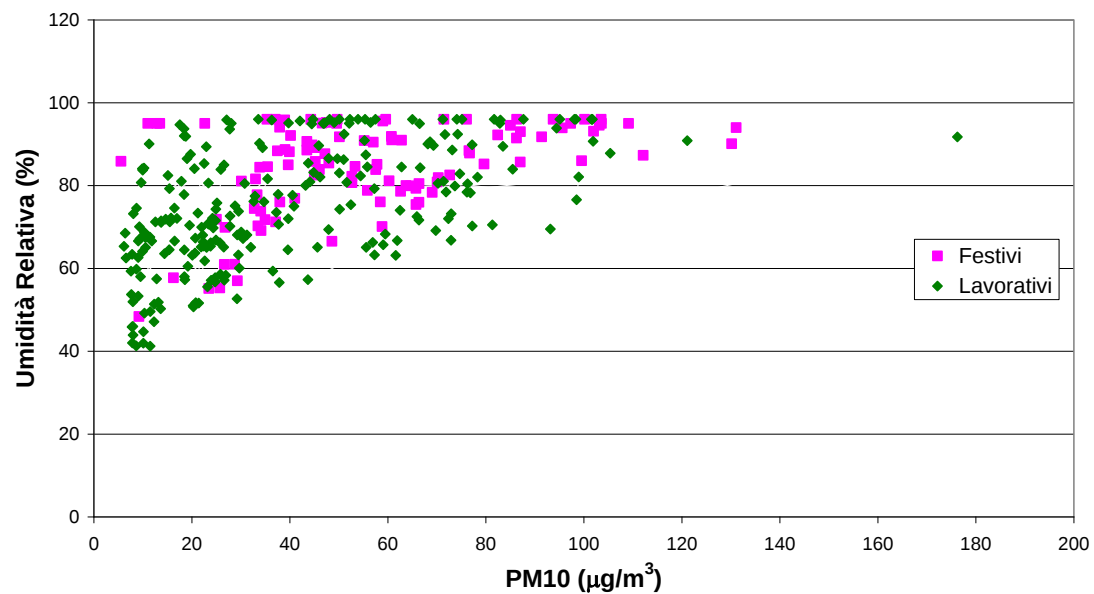


Fig. 2.5 - Correlazione fra umidità relativa percentuale (RH%) e valori di concentrazione di particolato

PM10 Settore 180-360 gradi

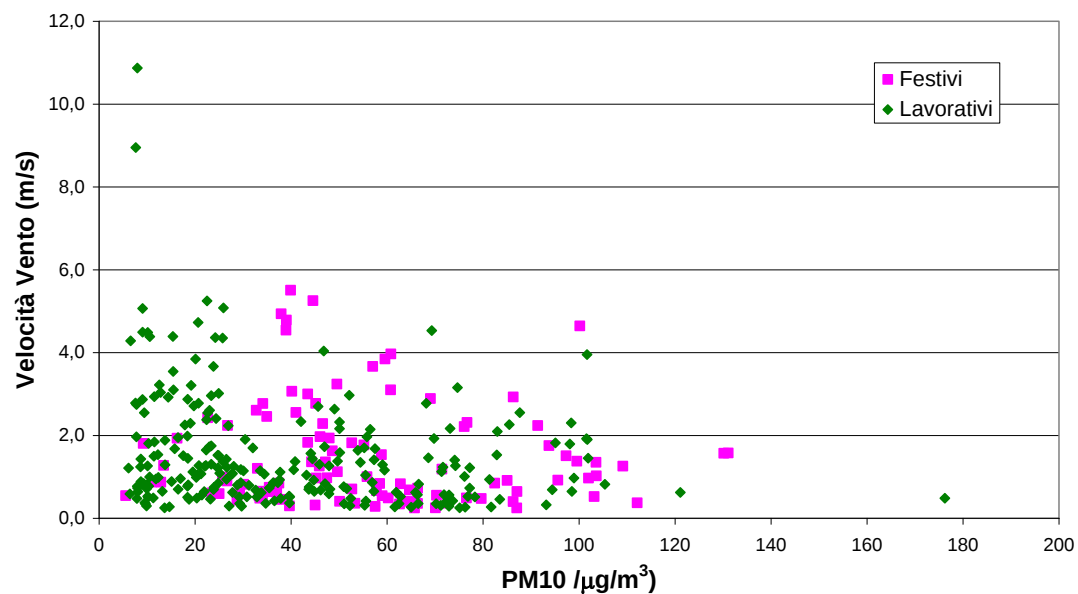


Fig. 2.6 - Correlazione fra velocità del vento e valori di concentrazione di particolato

La Fig. 2.7 riporta il grafico di confronto fra le varie stazioni della rete di monitoraggio ARPAV nel comune di Venezia con la stazione di Punta Sabbioni.

PM10 A.R.P.A.V.

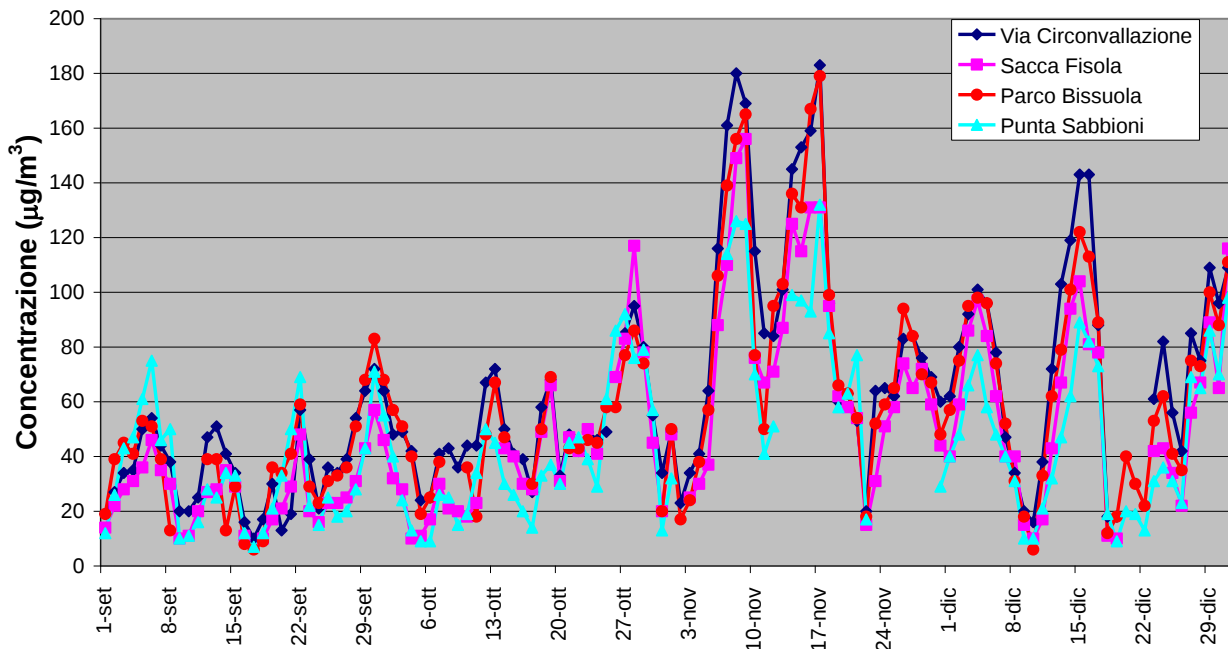


Fig. 2.7 – Confronto fra la stazione di Punta Sabbioni e la rete di monitoraggio ARPAV

Si osserva un andamento del PM10 ben correlato fra le diverse stazioni e ciò conferma quanto già individuato nei periodi precedenti di monitoraggio e cioè una distribuzione relativamente omogenea del PM10 nell'area lagunare.

In Fig. 2.8 è riportato il confronto con alcune stazioni ARPA, Padova e Rovigo per la regione Veneto e Reggio Emilia per la regione Emilia Romagna, per stimare indicativamente quanto è spazialmente distribuita la correlazione del PM10 nell'area padana. Le stazioni scelte per il confronto sono le seguenti:

Padova – Loc. Arcella

Indirizzo: Via Aspetti

Coordinate: Lat (N) 45°25'47'' Long (E) 11°53'21''

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Padova – Loc. Mandria

Indirizzo: Via Ca' Rasi

Coordinate: Lat (N) 45°22'19'' Long (E) 11°50'31''

Tipo di stazione: background

Tipo di zona: suburbana

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Rovigo – Centro

Indirizzo: Largo Martiri

Coordinate: Lat (N) 45°04'29" Long (E) 11°47'00"

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Per le stazioni di Reggio Emilia non essendo disponibili in rete le coordinate precise delle stazioni, ci si limiterà a fornirne le caratteristiche principali.

Reggio Emilia – Risorgimento

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Reggio Emilia – Viale Timavo

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Reggio Emilia – San Lazzaro

Tipo di stazione: background

Tipo di zona: suburbana

La tabella seguente (Tab. 2.3) riporta le medie nel quadrimestre per le stazioni ARPA considerate:

Tab. 2.3 – Medie di PM10 del quadrimestre presso le stazioni ARPA considerate

	Bissuola	Circonv.	Sacca Fisola	Punta Sabbioni	Padova (Mandria)	Padova (Arcella)	Reggio Emilia (V.Ris.)	Reaggio Emilia (Timavo)	Reggio Emilia (San Lazz.)	Rovigo (Centro)
Media PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	59	62	50	45	61	65	32	60	31	57

Il coefficiente di correlazione fra le concentrazioni giornaliere di PM10 a Punta Sabbioni e presso le stazioni delle altre zone sono le seguenti (in grassetto sono evidenziate le stazioni background sia urbane che suburbane):

Sacca Fisola: 0.92

Bissuola: 0.81

Circonvallazione: 0.89

Mandria (PD): 0.86

Arcella (PD): 0.87

Rovigo Centro (RO): 0.78

San Lazzaro (RE): 0.52

Timavo (RE): 0.63

Risorgimento (RE): 0.49

Rispetto al periodo estivo i coefficienti di correlazione sono maggiori, ad eccezione della stazione di via Risorgimento a Reggio Emilia.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

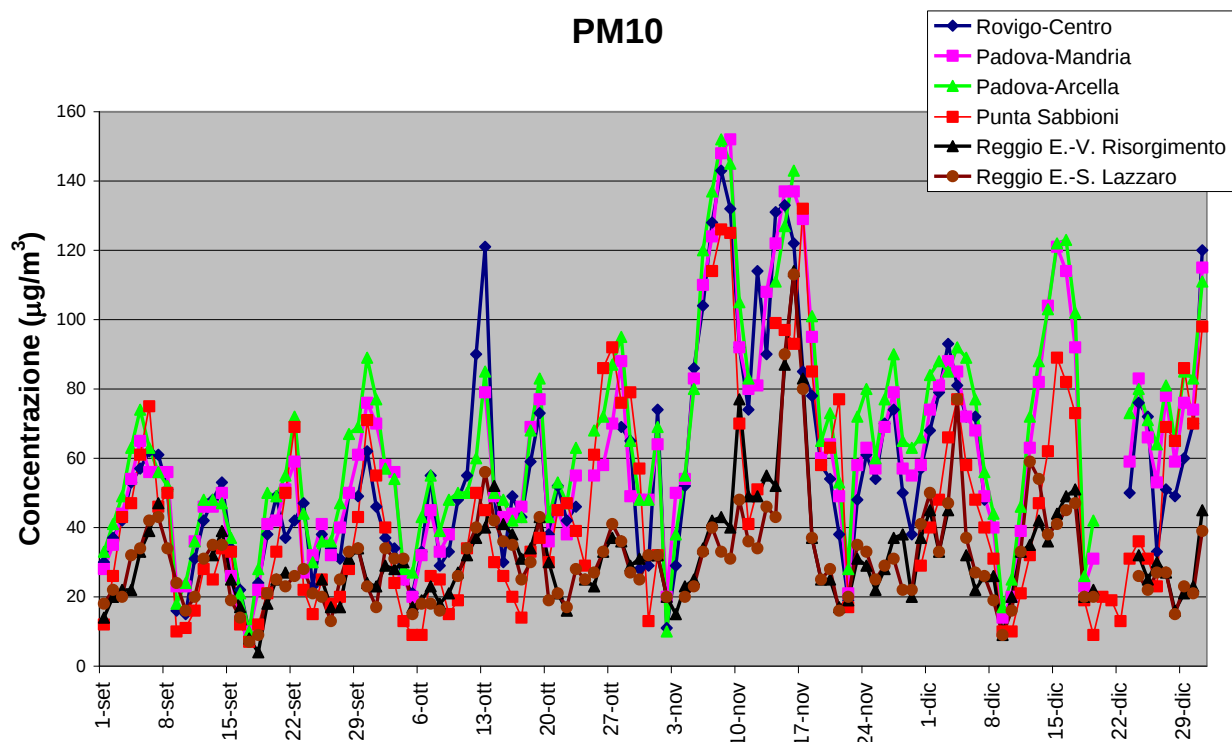


Fig. 2.8 – Confronto fra le concentrazioni di PM10 ottenute da stazioni di monitoraggio sia della regione Veneto che della regione Emilia Romagna.

2.2 Monitoraggio delle polveri ambientali

Il monitoraggio delle polveri ambientali, in aggiunta alla stazione fissa, prevede alcune misure presso i punti critici di emissione e presso i recettori (abitazioni civili a Punta Sabbioni e casa di cura S. Maria al Mare a Malamocco) in tutte e tre le bocche di porto. I campionamenti vengono effettuati in alcune ore della giornata lavorativa comprendente la pausa pranzo. Si tratta, quindi, di misure di carattere differenziale mirate a stimare l'eventuale contributo delle attività di cantiere ai livelli di concentrazione di PM10 già presenti.

Le misure sono effettuate con un campionatore Dust Trak (TSI, Inc.) basato sul principio della nefelometria, con frequenza di acquisizione di un dato al minuto.

La Fig. 2.9 riporta un esempio di utilizzo dello strumento alle tre bocche lagunari.



Fig. 2.9 – Monitoraggio con il Dust Trak a Chioggia (sinistra), Malamocco (centro) e Punta Sabbioni (destra).

Le tabelle seguenti (Tab. 2.4-2.6) riportano, per le tre bocche, i periodi di misura effettuati, le postazioni del campionatore e sinteticamente i risultati del monitoraggio. Il dettaglio dei risultati è riportato nei rapporti mensili relativi ai mesi da settembre a dicembre.

Tab. 2.4 – Monitoraggio con il Dust Trak a Punta Sabbioni

Data	Postazione	Commenti
05/09/06 ore: 10:57–15:05	POLV3: Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, in prossimità di via B. Clemente, su una parte rialzata del margine della strada opposto al cantiere	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri. Registrati dei picchi dovuti al traffico
14/09/06 ore: 9:30–15:30	POLV5: Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, a 5-6m dalla macchina per realizzare i diaframmi	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri. Medie più alte al mattino dovute a fattori meteorologici (in particolare l'umidità relativa)
15/09/06 ore: 9:30–15:30	POLV5: Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, a 5-6m dalla macchina per realizzare i diaframmi	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri. Medie più alte al mattino dovute a fattori meteorologici (in particolare l'umidità relativa)

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Data	Postazione	Commenti
28/09/06 ore: 11:07-15:00	POLV3: Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, in prossimità di via B. Clemente, su una parte rialzata del margine della strada opposto al cantiere	Registrati dei picchi dovuti al traffico (autobus e trasporto merci) che vanno ad incrementare la media del pomeriggio
18-20/10/06 ore: 12:00 (18/10)- 15:00(20/10)	POLV1: Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	Confronto con la stazione fissa. Il rapporto fra il PM10 Dust Track/ Air Genius è pari a 2.56
27/10/06 ore: 11:24-14:40	POLV10: Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, all'incrocio con via Von Platen	Rilevato un incremento medio relativo del PM10 dell'ordine del 6% fra le 14 e le 15
13/11/06 ore: 11:26-15:00	POLV13: Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	Andamento collegato a fattori meteorologici
14/11/06 ore: 9:30-15:30	POLV13: Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	Andamento collegato a fattori meteorologici
15/11/06 ore: 9:44-15:16	POLV13: Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	Andamento collegato a fattori meteorologici
27/11/06 ore: 10:59-14:01	POLV10: Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, all'incrocio con via Von Platen	Andamento collegato a fattori meteorologici
11/12/06 ore: 11:14-14:14	POLV10: Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, all'incrocio con via Von Platen	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri. Registrati dei picchi dovuti al traffico
19/12/06 ore: 10:00-15:00	POLV13: Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri
20/12/06 ore: 10:00-15:00	POLV13: Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri
21/11/06 ore: 10:00-15:00	POLV13: Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri

Tab. 2.5 - Monitoraggio con il Dust Trak a Malamocco

Data	Postazione	Commenti
05/09/06 ore: 10:39- 15:00	POLV6: Strumento posizionato sulla sommità del muro del Forte San Piero, adiacente alla rete del cantiere	Rilevato un trend di decrescita costante della concentrazione in accordo ai fattori meteorologici
22/09/06 ore: 10:16- 15:15	POLV6: Strumento posizionato sulla sommità del muro del Forte San Piero, adiacente alla rete del cantiere	Rilevato un trend di decrescita costante della concentrazione in accordo ai fattori meteorologici

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Data	Postazione	Commenti
29/09/06 ore: 11:10-14:45	POLV6: Strumento posizionato sulla sommità del muro del Forte San Piero, adiacente alla rete del cantiere	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri
10/10/06 ore: 10:14-15:16	POLV6: Strumento posizionato sulla sommità del muro del Forte San Piero, adiacente alla rete del cantiere	Concentrazioni molto basse. Rilevati picchi nel pomeriggio dovuto al passaggio di mezzi di terra nei pressi del campionatore. Media oraria 13-14 pari a 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con i picchi e 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ escludendoli
25/10/06 ore: 10:42-14:18	POLV11: Strumento posizionato sulla sommità del muro, direzione nord-sud, del Forte San Piero	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri
23/11/06 ore: 10:07-14:20	POLV6: Strumento posizionato sulla sommità del muro del Forte San Piero, adiacente alla rete del cantiere	Concentrazioni prossime allo zero. Rilevati picchi nel pomeriggio dovuto al passaggio di mezzi di terra nei pressi del campionatore
30/11/06 ore: 10:40-15:15	POLV6: Strumento posizionato sulla sommità del muro del Forte San Piero, adiacente alla rete del cantiere	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri

Tab. 2.6 – Monitoraggio con il Dust Trak a Chioggia

Data	Postazione	Commenti
08/09/06 ore: 10:22-14:36	POLV9: Strumento posizionato sul Molo Foraneo, alcuni metri fuori dal cantiere lato mare	Concentrazioni basse. Presenza di picchi dovuti al passaggio di imbarcazioni di notevole stazza lungo il canale della bocca di porto
18/09/06 ore: 10:32-14:32	POLV9: Strumento posizionato sul Molo Foraneo, alcuni metri fuori dal cantiere lato mare	Concentrazioni prossime allo zero. Presenza di picchi dovuti al passaggio di imbarcazioni di notevole stazza lungo il canale della bocca di porto
25/09/06 ore: 10:20-14:43	POLV8: Strumento posizionato in prossimità del Forte San Felice, su uno dei grossi massi che compongono l'argine della bocca di porto	Rilevato un trend di crescita costante della concentrazione in accordo ai fattori meteorologici. Alti valori nel pomeriggio dovuti all'accensione di un fuoco sottovento rispetto al campionatore
02/10/06 ore: 10:13-14:50	POLV8: Strumento posizionato in prossimità del Forte San Felice, su uno dei grossi massi che compongono l'argine della bocca di porto	Concentrazioni superiori negli orari di lavoro dovute a fattori meteorologici (vento da SE nel pomeriggio)
13/10/06 ore: 10:12-14:51	POLV8: Strumento posizionato in prossimità del Forte San Felice, su uno dei grossi massi che compongono l'argine della bocca di porto	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Data	Postazione	Commenti
27/10/06 ore: 9:30-15:30	POLV12: Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato, a sinistra dell'entrata	Rilevato un trend di crescita costante della concentrazione con vento da SW non compatibile con un trasporto dai cantieri
28/10/06 ore: 9:30-15:30	POLV12: Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato, a sinistra dell'entrata	Elevati valori tra le 11:00 e le 12:15 probabilmente dovute alle emissioni inquinanti delle città di Sottomarina e Chioggia (vento da Sud)
29/10/06 ore: 9:30-15:30	POLV12: Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato, a sinistra dell'entrata	Giorno di chiusura del cantiere
30/10/06 ore: 10:43-14:17	POLV12: Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato, a sinistra dell'entrata	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri. Presenza di picchi dovuti al passaggio ravvicinato di imbarcazioni
31/10/06 ore: 9:30-15:30	POLV12: Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato, a sinistra dell'entrata	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri
17/11/06 ore: 10:34-14:23	POLV8: Strumento posizionato in prossimità del Forte San Felice, su uno dei grossi massi che compongono l'argine della bocca di porto	Media del pomeriggio superiore a quella della pausa pranzo (20% circa) in medesime condizioni meteo. Probabile contributo del cantiere
20/11/06 ore: 10:30-14:30	POLV8: Strumento posizionato in prossimità del Forte San Felice, su uno dei grossi massi che compongono l'argine della bocca di porto	Rilevato un trend di decrescita costante della concentrazione a seguito della diminuzione dell'umidità relativa nel pomeriggio
15/12/06 ore: 10:24-14:31	POLV8: Strumento posizionato in prossimità del Forte San Felice, su uno dei grossi massi che compongono l'argine della bocca di porto	Concentrazioni confrontabili fra pausa lavori e attività cantieri

Riassumendo, i monitoraggi di polveri con il Dust Trak hanno evidenziato, interpretando da un punto di vista cautelativo i risultati:

- un possibile contributo a Punta Sabbioni (incremento della media oraria pari circa un 6%) su solo 1 dei 14 campionamenti;
- un incremento della media oraria pari a circa 3 volte a Malamocco su solo 1 dei 7 campionamenti. Questo incremento è dovuto molto probabilmente al sollevamento di polveri nell'area di cantiere a seguito del movimento di mezzi pesanti. Nel Rapporto Mensile di Ottobre è stato segnalato questo evento con l'indicazione di mantenere umidificate le superfici polverose;
- un possibile contributo del cantiere di Chioggia (incremento della media oraria relativa pari a circa un 20%) su solo 1 dei 14 campionamenti.

2.3 Gravimetrie

Le determinazioni gravimetriche consistono in un confronto fra il metodo ottico di misura, utilizzato presso la stazione di Punta Sabbioni, e quello gravimetrico (considerato di riferimento). La prima campagna di calibrazione è stata effettuata dal 14/11/2006 al 22/11/2006.

Tutti i filtri sono stati sottoposti alla procedura di condizionamento (prima e dopo ogni pesata) che consiste nel lasciarli per 48 ore in un ambiente ad umidità e temperatura controllati (temperatura: $20\text{C} + 1\text{C}$, umidità relativa: $50\% + 5\%$ come previsto dal DM n.60). Le pesate sono state svolte con bilancia analitica a 5 cifre decimali. L'intera procedura di condizionamento è stata effettuata presso il Dipartimento di Scienze Ambientali, Ca' Foscari, Università di Venezia.

La tabella seguente (Tab. 2.7) riporta le masse pesate sui filtri, le relative concentrazioni e le concentrazioni medie ottenute con il campionatore in tempo reale (LSPM). Per completezza si riporta la media giornaliera dell'umidità relativa.

Tabella 2.7 – Risultati prima campagna di calibrazione

Filtro	Diff. Peso (gr)	Volume (m ³)	Conc. Grav. (µg/m ³)	Conc. LSPM (µg/m ³)	Umidità Rel. (%)
1	0,006050	55,2	109	99	82
2	0,005427	55,2	98	97	86
3	0,006797	55,2	122	93	86
4	0,007503	55,2	135	132	90
5	0,004057	55,2	73	85	93
6	0,003207	55,2	57	58	93
7	0,002663	55,2	48	63	94
8	0,002117	55,2	38	77	95
9	0,001103	55,2	19	17	84

La media della concentrazione di PM10 durante il periodo di misura risulta pari a $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con la tecnica gravimetrica e $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con la tecnica ottica (LSPM).

Durante la procedura di calibrazione si sono utilizzati tre filtri bianchi (filtri inseriti nel campionatore per 24 ore ma senza essere esposti) per determinare i limiti di rilevabilità (LOD) e di quantificazione (LOQ). La media delle concentrazioni ottenute con i tre filtri bianchi è pari a $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore rappresenta la concentrazione che dovrebbe essere sottratta a quella determinata gravimetricamente a seguito della contaminazione dei filtri. La concentrazione ottenuta dalla deviazione standard delle pesate dei filtri bianchi è pari a $0.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il LOD viene considerato come tre volte tale deviazione standard e risulta pari a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il LOQ (10 volte la deviazione standard) risulta $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Questo significa che concentrazioni superiori a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ possono essere quantificate.

La figura seguente (Fig. 2.10) riporta la retta di correlazione fra le concentrazioni determinate gravimetricamente, e quelle ottenute con il campionatore automatico (indicato nel grafico con LSPM). Il coefficiente di correlazione (R^2) risulta di 0.84. La media dei rapporti fra valori misurati otticamente e gravimetricamente risulta pari a 1.23.

La Fig. 2.11 riporta la curva di calibrazione escludendo i filtri 5, 6, 7, 8 (cioè quelli con umidità relativa maggiore del 90%). Il valore di R^2 risulta pari a 0.94 in un intervallo dimensionale compreso fra circa $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La media dei rapporti fra valori misurati otticamente e gravimetricamente risulta pari a 1.00.

Al fine di evidenziare un effetto della umidità relativa nella determinazione ottica del particolato vengono riesaminate tutte e quattro le campagna di calibrazione fin'ora eseguite (delle quali tre durante il primo anno di monitoraggio).

La fig. 2.12 riporta l'errore relativo fra le differenze nelle concentrazioni di PM10 (ottiche e gravimetriche) in funzione dell'umidità relativa.

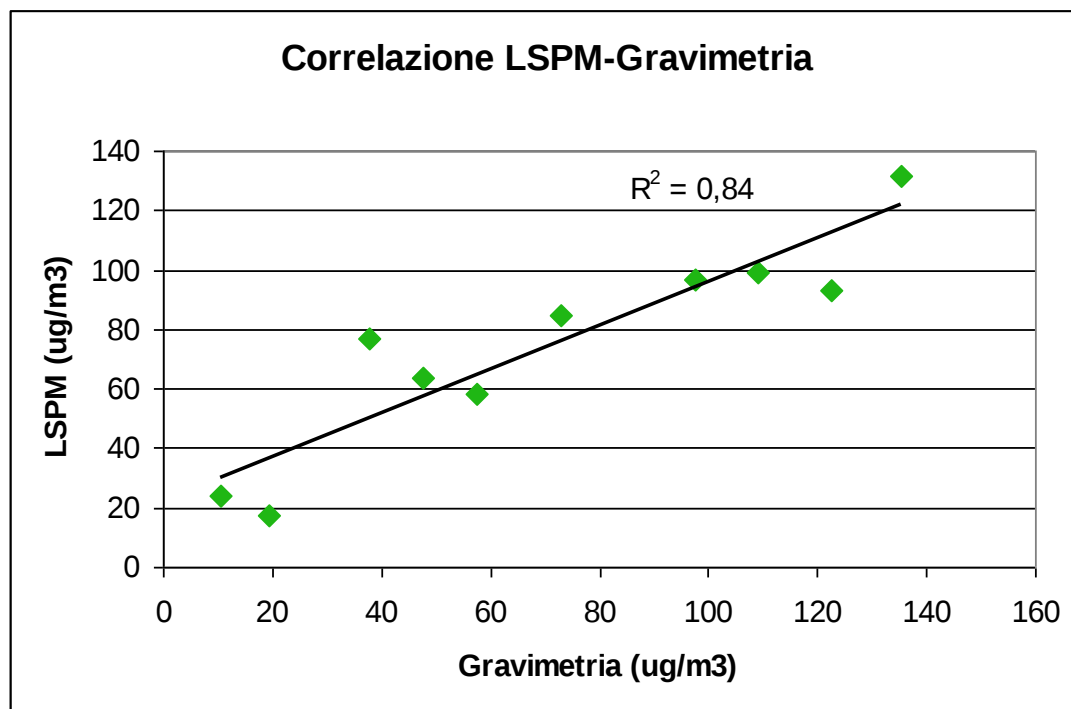


Fig. 2.10 – Correlazione fra le gravimetrie e le misure del campionatore automatico (tutti i dati)

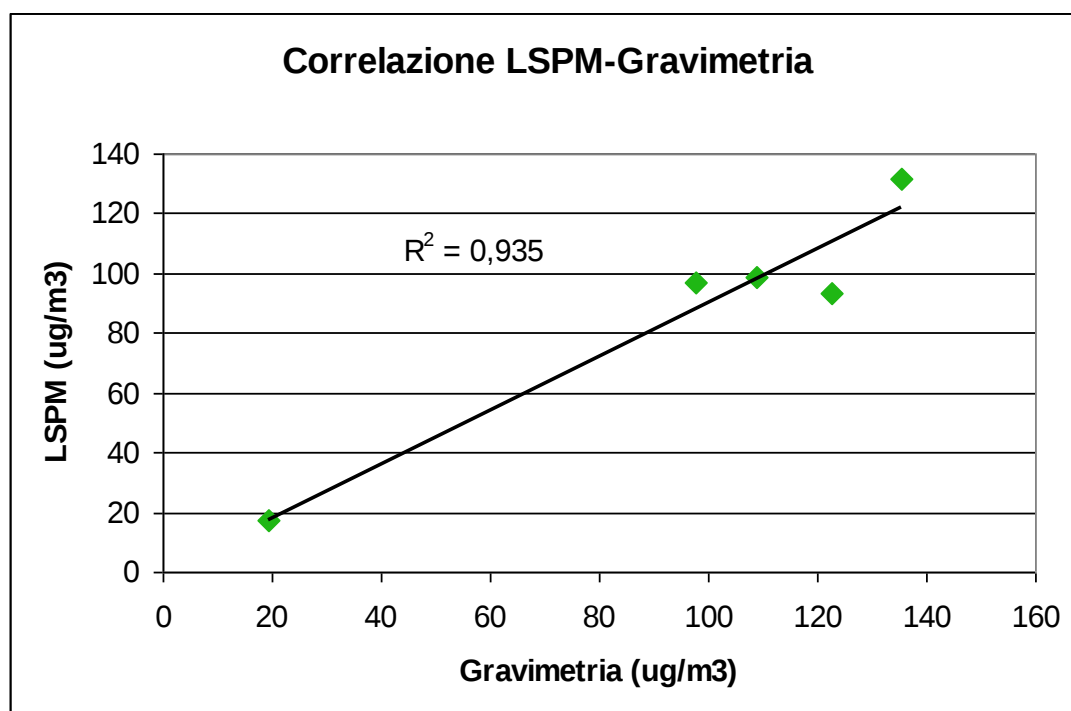


Fig. 2.11 – Correlazione fra le gravimetrie e le misure del campionatore automatico escludendo i giorni con umidità relativa maggiore del 90%

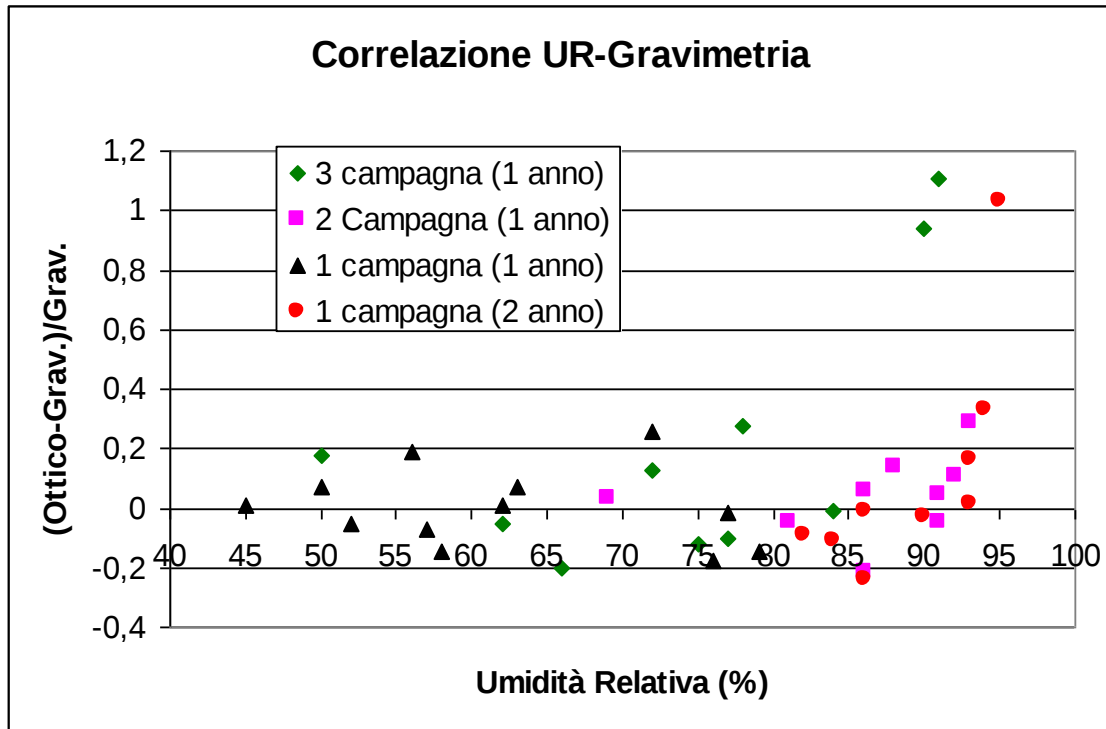


Fig. 2.12 - Correlazione errore relativo ottico/gravimetrico con umidità relativa

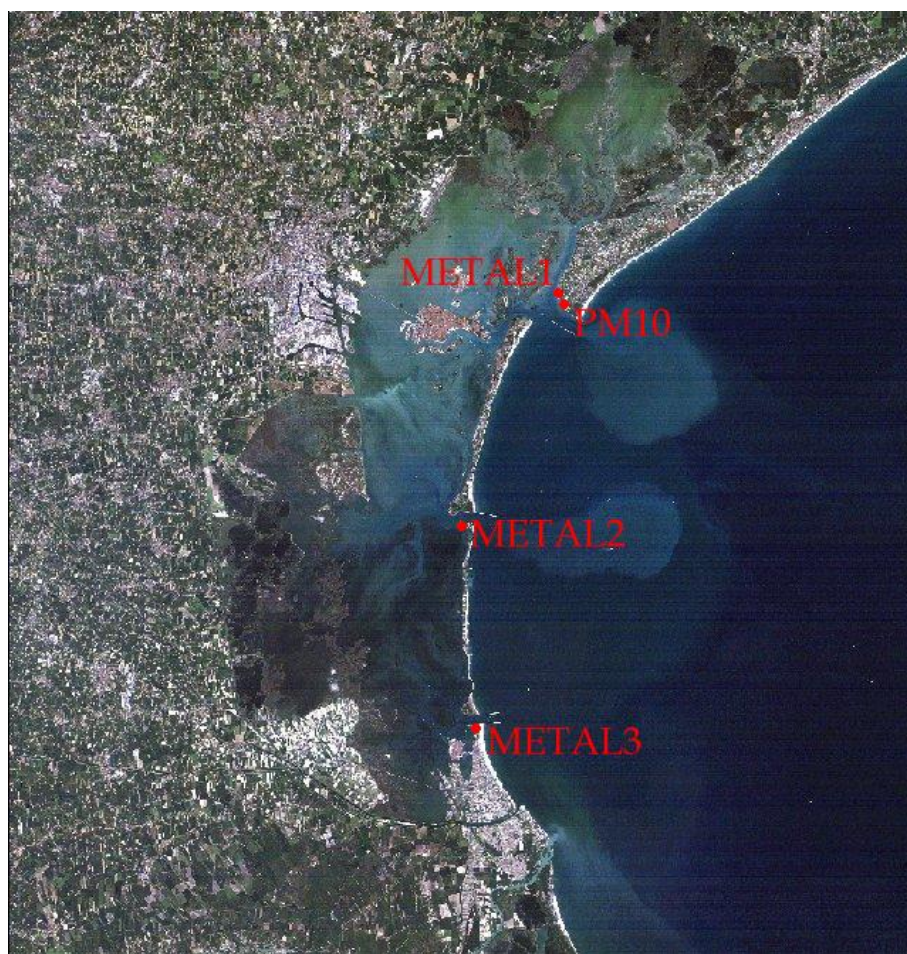
La campagna di calibrazione ha evidenziato una buona correlazione fra misure ottiche e gravimetriche (tecnica di riferimento normativo) con un rapporto pari a 1 in condizioni di umidità relativa inferiore o pari al 90%. Per valori superiori il sensore ottico tende a sovrastimare la concentrazione come si evidenzia dalla figura 2.12. Non è detto che tale sottostima sia necessariamente da considerare una diminuzione nell'accuratezza della misura. Infatti, in presenza di umidità relativa elevata, in ambienti costieri, è probabile che si abbia una crescita delle goccioline a seguito del trasferimento di acqua dalla fase vapore alla fase liquida con aumento nel diametro delle particelle. Tale aumento è rilevato dallo strumento ottico ma non dalla misura gravimetrica in quanto l'acqua portata dalle particelle evapora durante il periodo di condizionamento del filtro.

2.4 Metalli

I campionamenti per la determinazione dei metalli pesanti nel PM10 sono stati effettuati secondo quanto riportato in Tabella 2.8:

Tab. 2.8 – Schema dei campionamenti per la determinazione dei metalli nel PM10

Luogo	Data inizio	Data Fine	Elementi analizzati
Punta Sabbioni-METAL1: Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna (in prossimità del deposimetro D1)	13/11/06	28/11/06	Mo, Cu, Fe, Pb, Ni, As, Cd, Cr, Sb, V, Zn
Punta Sabbioni-PM10: Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	14/11/06	22/11/06	Mo, Cu, Fe, Pb, Ni, As, Cd, Cr, Sb, V, Zn
Malamocco-METAL2: Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare (in prossimità del deposimetro D5)	27/09/06	08/10/06	Ni, As, Cd, Pb
Chioggia-METAL3: Strumento posizionato nell'area di cantiere, dietro il prefabbricato a sinistra dell'entrata (in prossimità del deposimetro D6)	20/10/06	31/10/06	Ni, As, Cd, Pb



Mappa con le stazioni per il monitoraggio dell'aria (in blu). In rosso le stazioni in cui è avvenuto il campionamento

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Le analisi per le determinazioni analitiche sono state effettuate presso l'Istituto Dinamica Processi Ambientali (IDPA) del CNR di Venezia. Attualmente sono disponibili i risultati relativi alle campagne di Malamocco e Chioggia. La metodologia analitica seguita prevede che i campioni di PM₁₀, raccolti su filtri di esteri misti di cellulosa (Sartorius) ed esposti per 24 ore, siano sottoposti a digestione acida per riscaldamento tramite forno a microonde (Milestone, ETHOS 1) e disaggregati con una miscela costituita da 5 ml di HNO₃ ultrapuro (Romil) 2 ml di acqua ultrapura (grado Milli-Q) e 1 ml di HF ultrapuro (Romil). Il programma di riscaldamento utilizzato è costituito dai seguenti stadi:

- 1) rampa di temperatura da 0 a 100 °C della durata di 5 min;
- 2) 5 min a 100 °C;
- 3) rampa di temperatura da 100 °C a 120°C della durata di 5 min;
- 4) 5 min a 120 °C;
- 5) rampa di temperatura da 120 °C a 140°C della durata di 5 min;
- 6) 5 min a 140°C;
- 7) rampa di temperatura da 140 °C a 160°C della durata di 5 min;
- 8) 5 min a 160 °C;
- 9) rampa di temperatura da 160°C a 180°C della durata di 5 min;
- 10) 10 min a 180 °C.

I campioni ottenuti dalla digestione acida vengono diluiti a 30 ml con acqua Milli-Q in contenitori di polietilene precedentemente decontaminati. Le concentrazioni degli elementi in tracce sono determinate mediante spettrometria di massa con sorgente al plasma accoppiato induttivamente ed analizzatore a quadrupolo (ICP-QMS) (spettrometro Agilent 7500).

Il valore limite per il Pb (unico metallo normato nella Legislazione Italiana) è 500 ng/m³ come media annuale delle medie giornaliere (DM n° 60 del 2 Aprile 2002, allegato VII). Nella tabella 2.9, si riportano i valori obiettivo e le soglie di valutazione superiore (livello al di sotto del quale i rilevamenti possono essere combinati con tecniche di modellizzazione) ed inferiore indicati dalla Direttiva Europea (2004/107/CE in fase di recepimento) per i metalli As, Cd e Ni contenuti nel PM₁₀ e per il Pb come indicato nella Normativa Italiana.

Tabella 2.9 - Valori obiettivo e soglie di valutazione superiore e inferiore secondo la Normativa Italiana (DM n° 60 del 2 Aprile 2002, allegato IV) e la Direttiva Europea (2004/107/CE).

Elemento	Valore obiettivo (ng/m ³)	Soglia di valutazione superiore (ng/m ³)	Soglia di valutazione inferiore (ng/m ³)
As	6	3,6	2,4
Cd	5	3	2
Ni	20	14	10
Pb	500	350	200

Si osserva che i valori medi rilevati in entrambi i siti di monitoraggio sono entro il valore obiettivo riportato nella tabella precedente. Tuttavia il confronto è di tipo qualitativo in quanto i rilevamenti non coprono un intero anno di misure, mentre i valori obiettivo fanno riferimento a medie annuali.

Campagna di misura a Malamocco

Nella Tabella 2.10 è riportato un riassunto delle condizioni meteorologiche medie di ogni giorno di campionamento e nella Figura 2.13 è riportata la rosa dei venti relativa a tutto il periodo di campionamento. I dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica di Ceppe. Si osserva che non ci sono state precipitazioni nel periodo di campionamento. Le direzioni di vento prevalenti sono dal settore N-NNO e dal settore S. I venti sono generalmente deboli o moderati; il 5/10 è il giorno con la maggiore intensità del vento.

Tab. 2.10 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante la campagna di misura a Malamocco. In rosso i giorni festivi (01/10/06 e 08/10/06). (*) Giorni con direzione del vento molto variabile.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)
27/09/2006	N	0	0	3,35
28/09/2006	NNO	337,5	0	2,06
29/09/2006	S	180	0	1,77
30/09/2006	NNO	337,5 (*)	0	1,56
01/10/2006	SE	135	0	2,11
02/10/2006	S	180	0	2,71
03/10/2006	S	180	0	3,72
04/10/2006	S	180	0	3,37
05/10/2006	N	0	0	4,16
06/10/2006	NNO	337,5 (*)	0	2,26
07/10/2006	OON	292,5 (*)	0	2,04
08/10/2006	NNO	337,5	0	2,58

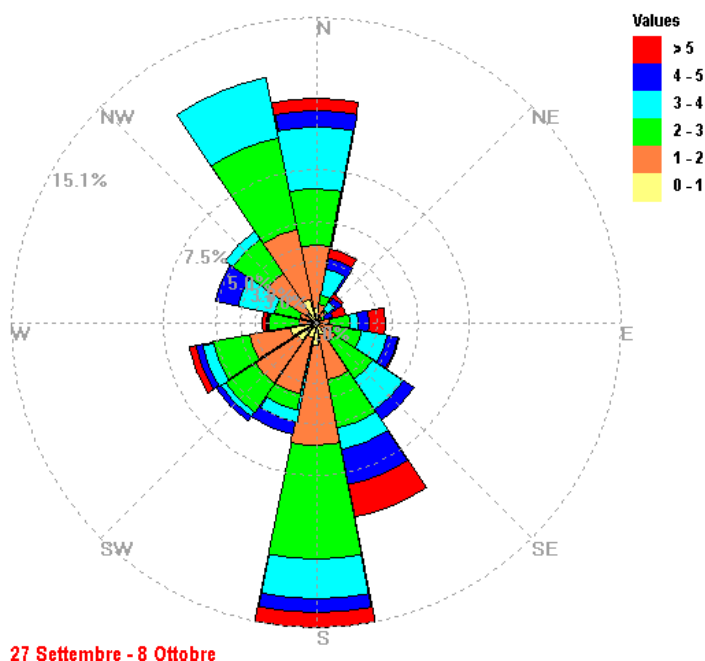


Fig. 2.13 - Rosa dei venti del periodo di misura a Malamocco (27 Settembre – 8 Ottobre)

Le concentrazioni dei metalli nel PM₁₀ sono riportate in Tabella 2.11, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 2.12. In entrambe le tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi e sono evidenziati in rosso i giorni festivi (1/10/2006 e 8/10/2006).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 2.11 - Concentrazioni dei metalli nel PM10 e del PM10 a Malamocco. In rosso i giorni festivi (01/10/06 e 08/10/06).

Data	Ni	As	Cd	Pb	PM10
	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³
27/09/2006	1,50	3,35	1,44	11,00	54,39
28/09/2006	2,23	5,45	1,80	15,57	44,15
29/09/2006	3,72	6,69	1,17	18,88	54,66
30/09/2006	3,54	8,53	2,70	15,85	70,87
01/10/2006	7,07	17,39	2,08	13,23	55,18
02/10/2006	1,87	2,17	0,07	5,96	39,50
03/10/2006	2,64	1,89	0,10	5,98	36,28
04/10/2006	0,97	15,26	0,05	3,38	33,82
05/10/2006	1,12	2,23	4,60	3,58	17,34
06/10/2006	1,95	2,03	0,75	10,12	20,46
07/10/2006	4,28	2,73	2,60	17,63	41,48
08/10/2006	2,63	2,22	0,51	11,89	29,32
Media	2,79	5,83	1,49	11,09	41,46
Min	0,97	1,89	0,05	3,38	17,34
Max	7,07	17,39	4,60	17,63	70,78

Tab. 2.12 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 a Malamocco. In rosso i giorni festivi (01/10/06 e 08/10/06).

Data	Ni	As	Cd	Pb
	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
27/09/2006	27,7	61,7	26,5	202,2
28/09/2006	50,4	123,5	40,7	352,6
29/09/2006	68,0	122,4	21,4	345,4
30/09/2006	50,0	120,4	38,2	223,7
01/10/2006	128,1	315,2	37,7	239,7
02/10/2006	47,5	54,8	1,8	150,8
03/10/2006	72,8	52,1	2,8	164,8
04/10/2006	28,6	451,2	1,5	99,8
05/10/2006	64,8	128,7	265,4	206,2
06/10/2006	95,5	99,1	36,7	494,8
07/10/2006	103,1	65,7	62,7	425,0
08/10/2006	89,8	75,6	17,6	405,5
Media	68,9	139,2	46,1	275,9
Min	27,7	52,1	1,5	99,8
Max	128,1	451,2	265,4	494,8

Nella Figura 2.14 si riporta l'andamento delle concentrazioni di PM10 in funzione della direzione prevalente giornaliera del vento ed in Figura 2.15 si riporta le concentrazioni dei diversi metalli (in termini assoluti e relativi) in funzione della direzione prevalente giornaliera del vento.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

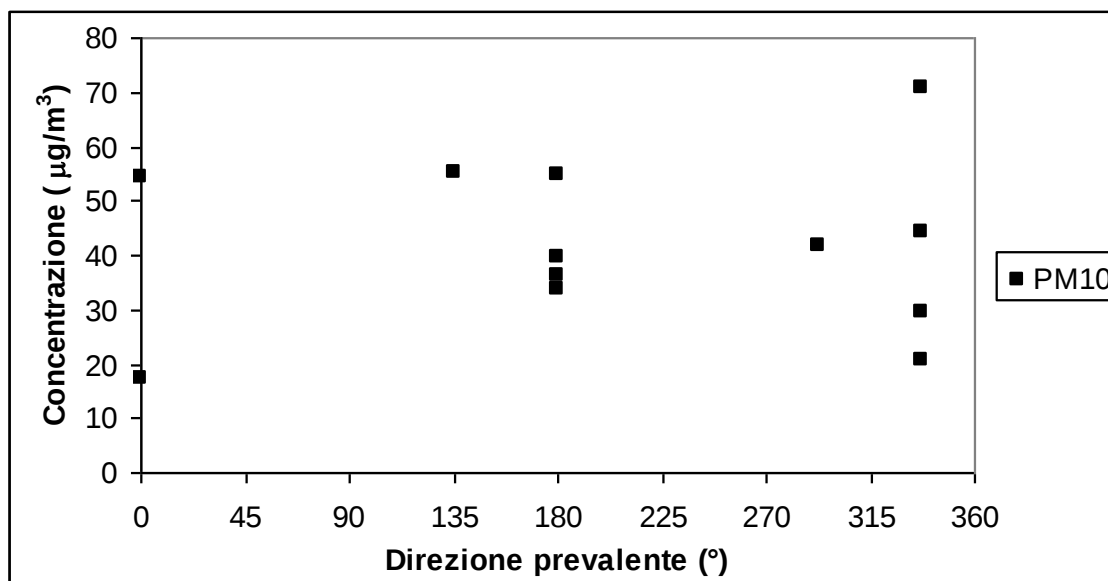


Fig. 2.14 - Correlazione fra i livelli di concentrazione di PM10 a Malamocco e la direzione prevalente del vento.

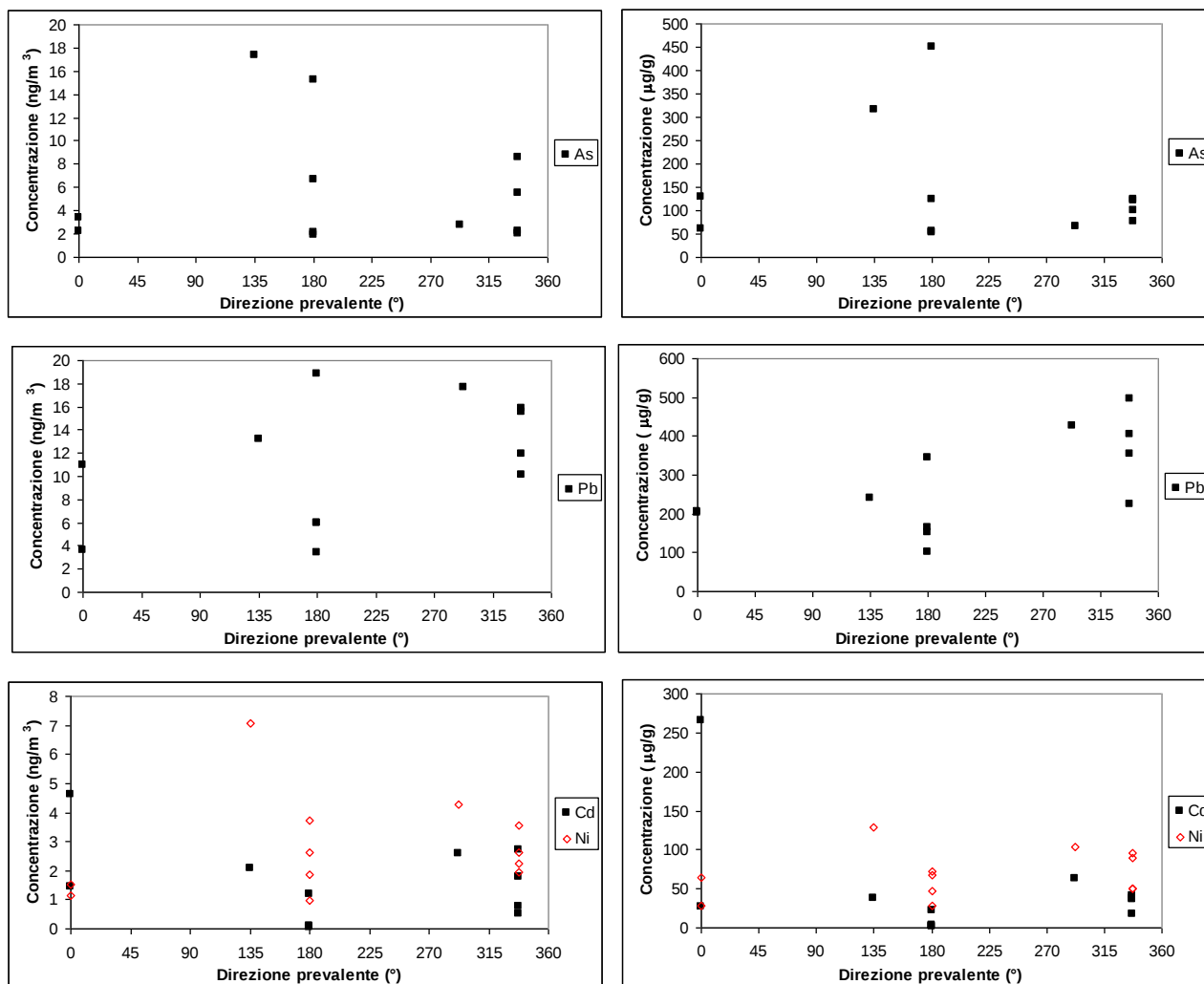


Fig. 2.15 - Correlazione fra i livelli di concentrazione dei diversi metalli nel PM10 a Malamocco e la direzione prevalente del vento. Pannello di sinistra in concentrazioni assolute e pannello di destra in concentrazioni relative).

I risultati indicano che il livello medio di Pb è compatibile con un sito di fondo urbano ed è in linea con quanto riportato nella Relazione Regionale della Qualità dell'Aria [2005 - Arpa Veneto]. In termini di concentrazione relativa i valori più elevati si osservano dal settore N-NO. Le concentrazioni di As mostrano dei significativi picchi (uno dei quali si verifica di domenica e quindi a cantiere fermo) che sono associati a direzioni del vento dal settore S. Il livello medio è compatibile con altri rilevamenti nell'area di Venezia. Il Cd ha un livello medio in linea con quanto rilevato in altre zone di Venezia e presenta dei picchi sporadici con un massimo di concentrazione il 5/10/2006 corrispondente ad un periodo di vento dal settore N. Il Ni presenta un massimo di concentrazione nel giorno 1/10/2006 (festivo) in cui il vento prevalente è dal settore S. Questo picco è molto meno evidente in termini di concentrazione relativa. Il valore medio di Ni è in linea con quanto osservato nelle altre stazioni di misura del PM10 a Venezia.

Campagna di misura a Chioggia

Nella Tabella 2.13 è riportato un riassunto delle condizioni meteorologiche medie di ogni giorno di campionamento e nella Figura 2.16 è riportata la rosa dei venti relativa a tutto il periodo di campionamento. I dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica di Ceppe. Si osserva che il giorno 20/10/2006 è caratterizzato da precipitazioni e corrisponde ad un minimo di concentrazione del PM10 e del Cd mentre le concentrazioni degli altri metalli sono generalmente inferiori alla media. L'intensità del vento è generalmente modesta (anche rispetto a quella osservata durante la campagna a Malamocco) e la direzione di provenienza del vento è distribuita in tutto il settore fra 180° e 360°.

Tab. 2.13 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante la campagna di misura a Chioggia. In rosso i giorni festivi (22/10/06 e 29/10/06). (*) Giorni con direzioni piuttosto variabili.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)
20/10/2006	SO	225	5,30	2,63
21/10/2006	OON	292,5	0,20	1,78
22/10/2006	OON	292,5 (*)	0,00	1,89
23/10/2006	N	0	0,00	2,77
24/10/2006	S-SSE	168,75 (*)	0,00	1,78
25/10/2006	SSE	157,5 (*)	0,00	1,68
26/10/2006	SO	225 (*)	0,20	1,17
27/10/2006	SO	225	0,20	1,37
28/10/2006	OON	292,5	0,00	2,20
29/10/2006	SO	225	0,00	1,52
30/10/2006	NO	315 (*)	0,00	2,58
31/10/2006	NNO	337,5	0,00	2,10

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

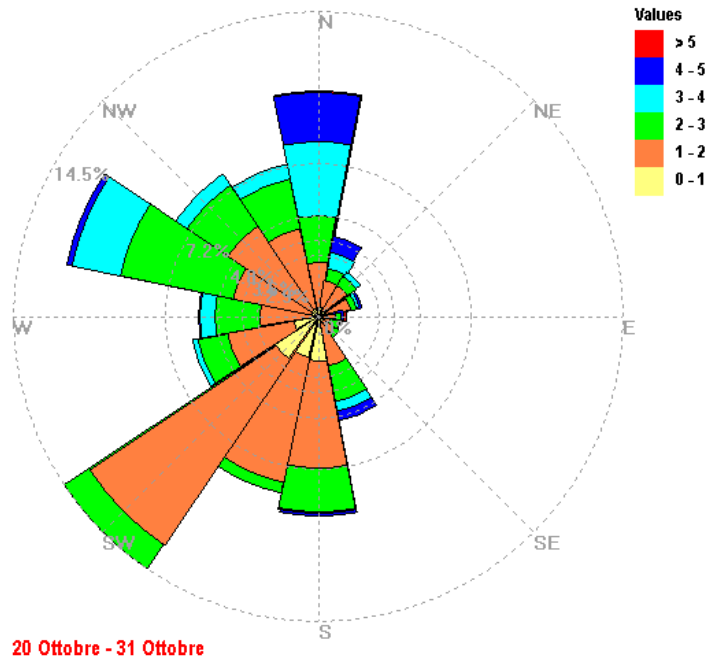


Fig. 2.16 - Rosa dei venti del periodo di misura a Chioggia (20 - 31 Ottobre)

Le concentrazioni dei metalli nel PM10 sono riportate in Tabella 2.14, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 2.15. In entrambe le tabelle sono, inoltre, riportati i valori medi, minimi e massimi e sono evidenziati in rosso i giorni festivi (22/10/2006 e 29/10/2006).

Tab. 2.14 Concentrazioni dei metalli nel PM10 e del PM10 a Chioggia. In rosso i giorni festivi (22/10/06 e 29/10/06).

Data	Ni	As	Cd	Pb	PM10
	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³
20/10/2006	3,57	1,45	0,14	8,68	24,45
21/10/2006	8,77	5,38	0,60	15,43	46,02
22/10/2006	1,84	0,98	0,19	17,35	41,80
23/10/2006	1,51	1,67	0,31	5,48	42,63
24/10/2006	2,13	2,01	0,19	6,61	66,85
25/10/2006	4,41	2,48	1,68	13,46	53,69
26/10/2006	5,70	2,97	3,21	15,40	56,26
27/10/2006	5,58	2,16	0,96	20,88	73,42
28/10/2006	6,15	2,66	0,72	29,45	113,56
29/10/2006	2,89	1,74	0,35	24,50	60,74
30/10/2006	5,48	1,37	0,81	12,78	45,96
31/10/2006	2,97	1,62	2,89	5,03	26,69
Media	4,25	2,21	1,00	14,59	54,34
Min	1,51	0,98	0,14	5,03	24,45
Max	8,77	5,38	3,21	29,45	113,56

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 2.15 Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 a Chioggia. In rosso i giorni festivi(22/10/06 e 29/10/06).

Data	Ni	As	Cd	Pb
	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
20/10/2006	145,8	59,3	5,6	355,0
21/10/2006	190,5	116,8	12,9	335,2
22/10/2006	44,1	23,5	4,5	415,1
23/10/2006	35,4	39,3	7,2	128,6
24/10/2006	31,9	30,0	2,8	99,0
25/10/2006	82,2	46,2	31,2	250,7
26/10/2006	101,4	52,8	57,1	273,8
27/10/2006	76,1	29,4	13,1	284,5
28/10/2006	54,1	23,5	6,3	259,3
29/10/2006	47,6	28,7	5,7	403,3
30/10/2006	119,2	29,7	17,5	278,0
31/10/2006	111,1	60,9	108,1	188,5
Media	86,6	45,0	22,7	272,6
Min	31,9	23,5	2,8	99,0
Max	190,5	116,8	108,1	415,1

Nella Figura 2.17 si riporta l'andamento delle concentrazioni di PM10 in funzione della direzione prevalente giornaliera del vento ed in Figura 2.18 si riporta le concentrazioni dei diversi metalli (in termini assoluti e relativi) in funzione della direzione prevalente giornaliera del vento. Si osserva che il massimo di concentrazione di PM10 è associato ad una direzione prevalente del vento da O. I risultati indicano che il livello medio di Pb è compatibile con un sito di fondo urbano ed è in linea con quanto riportato nella Relazione Regionale della Qualità dell'Aria [2005 - Arpa Veneto]. La concentrazione media è leggermente superiore a quella osservata a Malamocco e potrebbe indicare una maggiore influenza del traffico veicolare. In termini di concentrazione relativa i valori più elevati di Pb si osservano dal settore SO-O. La concentrazione media di As è significativamente inferiore a quella osservata a Malamocco a causa della mancanza dei picchi rilevanti di concentrazione che sono invece osservati a Malamocco. Il massimo di concentrazione si ha il 21/10/2006 con il vento proveniente da OON. Il Cd ha un livello medio in linea con quanto rilevato in altre zone di Venezia ed è leggermente inferiore a quello osservato a Malamocco. Le concentrazioni relative di Cd mostrano un massimo il 31/10/2006 con il vento proveniente dal settore NNO. Il livello medio di concentrazione di Ni è significativamente più alto di quello osservato a Malamocco. I valori più alti di Ni si osservano per direzioni del vento da SO-OON.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

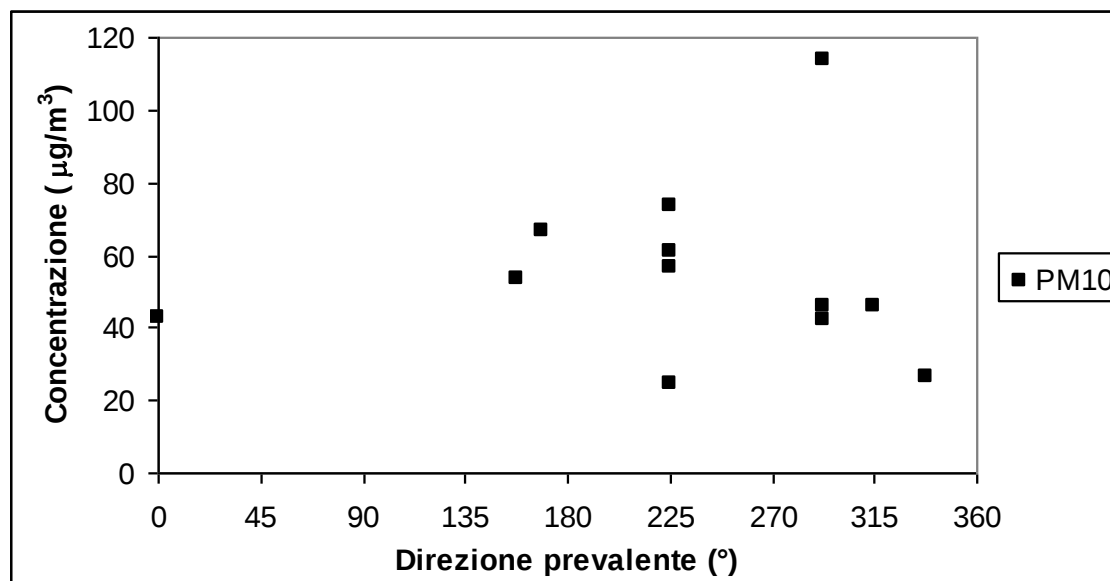


Fig. 2.17 Correlazione fra i livelli di concentrazione di PM10 a Chioggia e la direzione prevalente del vento.

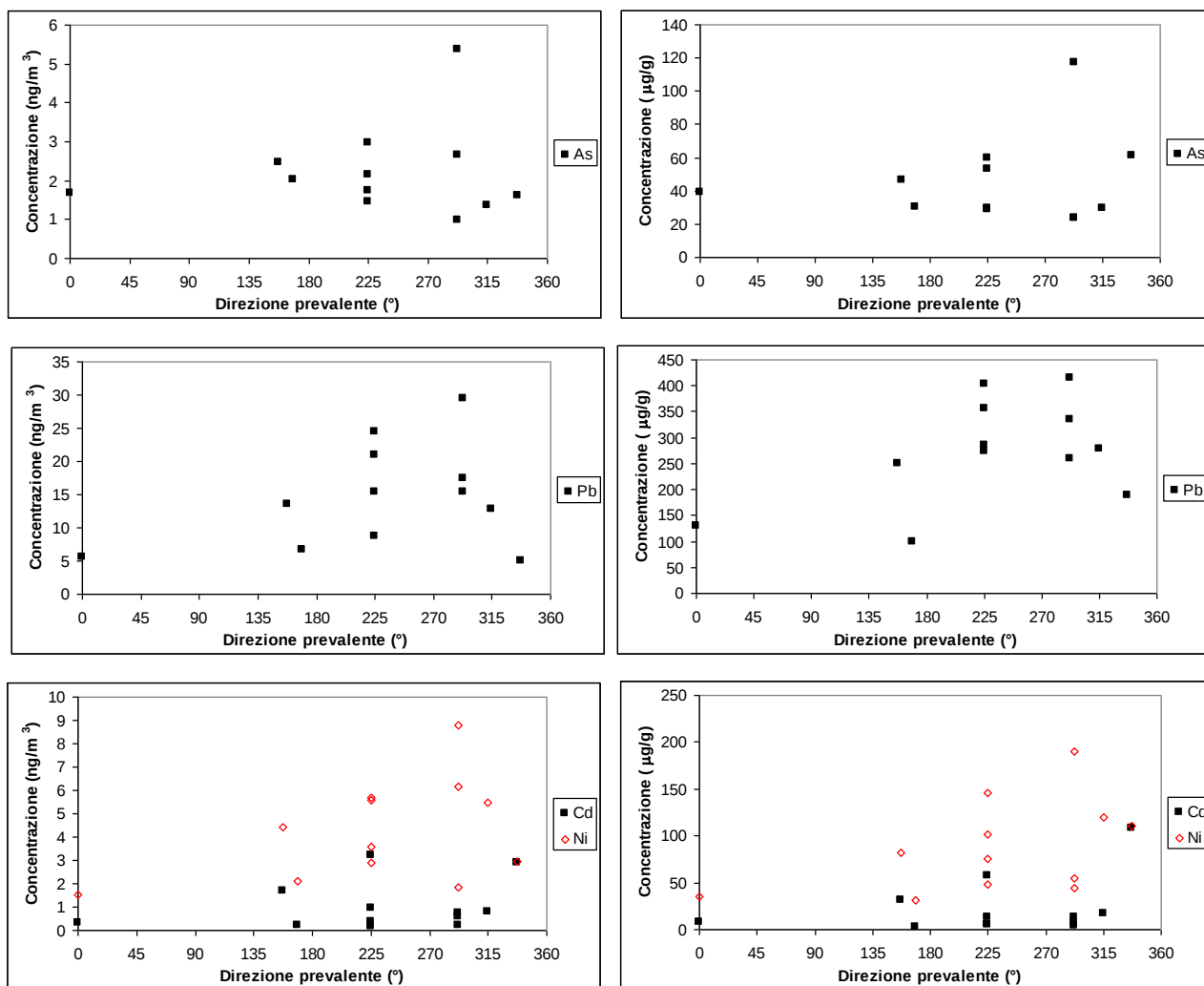


Fig. 2.18 Correlazione fra i livelli di concentrazione dei diversi metalli nel PM10 a Chioggia e la direzione prevalente del vento. Pannello di sinistra in concentrazioni assolute e pannello di destra in concentrazioni relative).

Conclusioni

La tabella 2.16 riporta il confronto fra i risultati delle misure, relative al contenuto nel PM10 dei metalli pesanti, a Chioggia e Malamocco con quelli ottenuti da ARPAV [Rapporto Annuale Aria 2005 - Comune di Venezia] presso le stazioni di Bissuola e Via Antonio da Mestre classificate background-urbano. Nella tabella sono anche riportati gli intervalli di concentrazione, separati per aree di fondo ed urbane, del WHO [WHO - Air Quality Guiderlines for Europe 2000] sempre ottenuti dal citato rapporto ARPAV.

Tab. 2.16 - Confronto fra concentrazioni di As, Pb, Cd e Ni ($\mu\text{g/g}$) nel PM10 nell'area lagunare.

Elemento	Chioggia	Malamocco	WHO	Parco Bissuola (2005)	Via A. Da Mestre (2005)
Nichel	4,25 (1,51-8,77)	2,79 (0,97-7,07)	1-3 (B) / 20-30 (U)	3,2	2,9
Arsenico	2,21 (0,98-5,38)	5,83 (1,89-17,39)	1 (B)/ 9-60 (U)	4,7	5,5
Cadmio	1,00 (0,14-3,21)	1,49 (0,05-4,60)	0,1 (B)/ 1-10 (U)	3,6	3,7
Piombo	14,59 (5,03-29,45)	11,09 (3,38-17,63)	0,6 (B)/ 5-500 (U)	22,9	20,1

* B background U Urbano

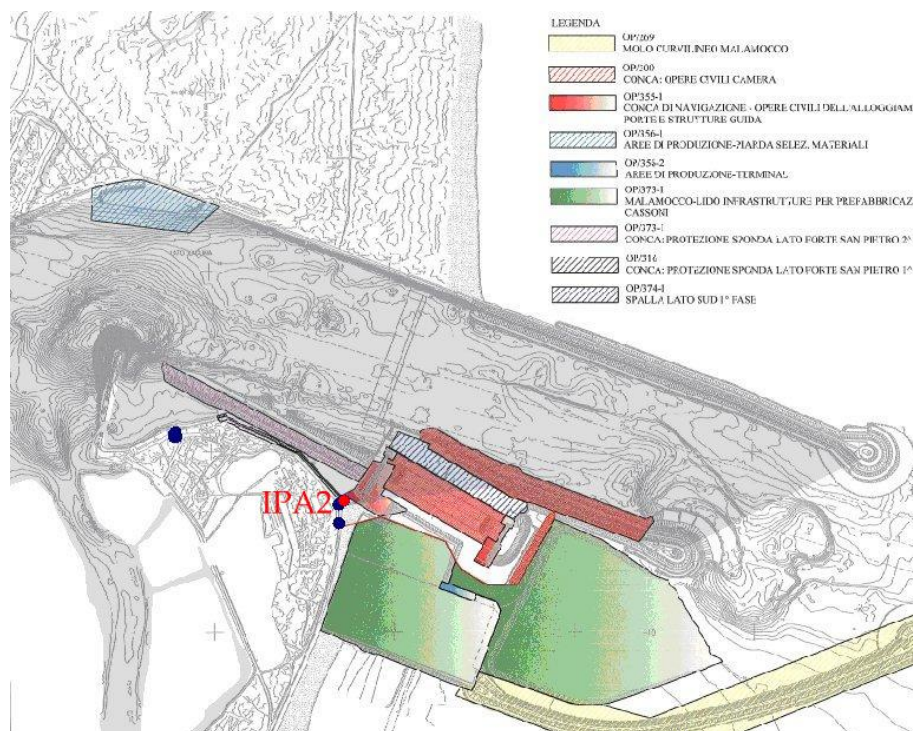
Si osserva che le concentrazioni misurate a Chioggia e Malamocco, come già riportato nel precedente paragrafo, sono confrontabili con quelle annuali di Parco Bissuola e via A. da Mestre. Le correlazioni con i dati meteorologici indicano valori di concentrazione maggiori con vento proveniente da settori non interessati dai cantieri. Si osserva comunque che trattandosi delle prime misure la statistica è piuttosto limitata ed ulteriori considerazioni saranno possibili al termine delle successive campagne di misure.

3. DETERMINAZIONE IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

La prima delle due campagne di misure previste dal Disciplinare Tecnico è stata svolta dal 25/09/06 al 09/10/06 presso l'area che delimita il cantiere alla bocca di Malamocco e dal 3/11/06 al 14/11/06 presso il circolo SOCIVE a Punta Sabbioni. La metodologia utilizzata è già stata descritta nel Rapporto di Pianificazione Operativa (Studio B.6.72 B/1): campionatore ad alto volume (Tisch Environment) con filtro in fibra di quarzo (QFF) per la raccolta degli IPA presenti sulle particelle di polvere, e un cilindro in schiuma di poliuretano (PUF) per il campionamento della frazione di IPA presente in fase gassosa.

Campagna a Malamocco dal 25/09/06 al 09/10/06

Le figure seguenti riportano una immagine della collocazione del campionatore a Malamocco



Mappa con le stazioni per il monitoraggio dell'aria (in blu). In rosso le stazioni in cui è avvenuto il campionamento

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



Fig. 3.1 – Campionatore di IPA presso la bocca di Malamocco

Alla data di stesura del presente documento sono disponibili solo i risultati analitici relativi alle misure di Malamocco, effettuati secondo il seguente schema (Tab. 3.1):

Tab. 3.1 – Caratteristiche dei campionamenti di IPA a Malamocco (1 Campagna)

Campione	Giorno	Inizio	Termine	Volume (m ³)
1	25/09/06 - Lunedì/Martedì	14:30	16:20	308
2	27/09/06 - Mercoledì/Giovedì	10:00	10:10	313
3	28/09/06 - Giovedì/Venerdì	10:40	08:30	283
4	29/09/06 - Venerdì/Sabato	09:13	09:30	313
5	30/09/06 - Sabato/Lunedì	10:20	09:20	602
6	03/10/06 - Martedì/Mercoledì	12:20	09:40	261
7	07/10/06 - Sabato/Lunedì	11:15	11:15	647
8	09/10/06 - Lunedì/Martedì	12:10	10:45	314

I campioni (QFF e PUF) sono stati consegnati al Laboratorio Centro Studi Microinquinanti Organici di Voltabarozzo del Magistrato alle Acque per la determinazione degli IPA. Le condizioni prevalenti del vento, direzione ed intensità, durante i singoli campionamenti sono state riportate in appendice 1. Tuttavia considerando il posizionamento del campionatore, all'interno del cantiere in prossimità del limite esterno lato muraglione del forte, da un punto di vista cautelativo si è ipotizzato che le concentrazioni di IPA in aria misurate siano dovute principalmente alle attività lavorative. Ciò è corretto se si considera che a Malamocco non sono presenti altre sorgenti antropiche rilevanti (quali traffico o emissioni industriali locali) e, come già ricordato, gli IPA sono composti instabili. In realtà attraverso la Bocca di Porto si ha il passaggio di mezzi navali che possono dare luogo ad emissioni transitorie di B(a)P il cui contributo, allo stato attuale delle conoscenze, non può essere valutato. Nell'ipotesi cautelata finora seguita, tale contributo viene considerato trascurabile.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Risultati

La tabella 3.2 mostra le concentrazioni (esprese in ng/m³) degli IPA totali sia per i filtri per i PUFs e le concentrazioni di Benzo(a)pirene rilevate. Sono evidenziati in rosso i campionamenti che comprendono il giorno festivo di domenica.

Tab. 3.2 – Risultati dei campionamenti (espressi come IPA totali) a Malamocco (1 Campagna)

Campione	Giorno	Filtri (ng/m ³)	PUF (ng/m ³)	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
1	25/09/06 – Lunedì/Martedì	2,74	9,96	0,12
2	27/09/06 – Mercoledì/Giovedì	3,25	9,34	0,09
3	28/09/06 – Giovedì/Venerdì	4,66	12,51	0,17
4	29/09/06 – Venerdì/Sabato	1,15	9,92	0,001
5	30/09/06 – Sabato/Lunedì	0,01	3,89	NR*
6	03/10/06 – Martedì/Mercoledì	0,58	3,63	NR*
7	07/10/06 – Sabato/Lunedì	1,99	8,02	0,09
8	09/10/06 – Lunedì/Martedì	2,67	12,52	0,17
Media		2,13	8,72	0,11
Dev. Standard		1,52	3,42	0,06

* Inferiore al limite di rilevabilità

Confronto con le soglie

Come indicato nel Rapporto di Variabilità Attesa (Studio B.6.72 B/1), giacchè la concentrazione degli IPA è soggetta a variazioni nel corso dell'anno solare dovute a reazioni fotocatalitiche, variazioni nelle sorgenti, ecc., si è proposto, come valore soglia di riferimento, la media delle concentrazioni di benzo(a)pirene rilevata da ARPAV presso le stazioni di Circonvallazione e Bissuola nel periodo 1999-2003 e riferita al mese nel quale è stata effettuata la campagna di misura, incrementata di una deviazione standard.

Poiché la presente campagna di misura è stata effettuata tra la fine di settembre e l'inizio di ottobre si considera come soglia di riferimento la media di questi due mesi. Nel documento allegato al Rapporto Finale (Studio B.6.72 B/1) sono state indicate le soglie aggiornate: per il Benzo(a)pirene sono pari a 0,3 ng/m³ e 1,1 ng/m³ rispettivamente per i mesi di settembre e ottobre. La media di queste due soglie è pari a 0,7 ng/m³. Dalla tabella 3.2 si osserva che le concentrazioni di benzo(a)pirene sono inferiori alla soglia di riferimento stabilita.

Per quanto riguarda i riferimenti di legge si richiama il DM 25/11/1994 (Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti) che fissa l'obiettivo di qualità dal 1 gennaio 1999 per gli IPA, riferiti al benzo(a)pirene, a 1 ng/m³ espresso però come media annuale su base giornaliera e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Malamocco.

Per ricondurre le concentrazioni ambientali di IPA a valori di riferimento sanitario è stato introdotto il concetto di benzo(a)pirene equivalente, che consente di determinare il rischio complessivo derivante dall'esposizione a IPA dalla somma del rischio attribuibile al benzo(a)pirene (potenza cancerogena = 1) più quello degli altri IPA attivi secondo la tabella USEPA riportata nel Rapporto di Variabilità. La concentrazione benzo(a)pirene equivalente, relativa alla media delle misure svolte a Malamocco in questa campagna, risulta pari a 0,21 ng/m³.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Si riporta in Tab. 3.3 un confronto con i risultati delle misure di IPA in aria ottenute nell'ambito delle attività di monitoraggio fino ad ora svolte.

Tab. 3.3 – Confronto fra le misure effettuate a Punta Sabbioni e a Malamocco

Sito	Periodo	Σ IPA (filtri) ng/m ³	Σ IPA R.C. ng/m ³	Benzo(a)pirene ng/m ³
Punta Sabbioni: Fase A	01/02/05-17/02/05			
Media		15,9	11,4	1,7
Dev. Std.		13,2	11,0	1,7
Punta Sabbioni: 1 Camp.	30/11/05-13/12/05			
Media		25,1	17,4	2,5
Dev.Std.		16,8	15,1	2,4
Punta Sabbioni: 2 Camp.	04/04/06-12/04/06			
Media		0,7	0,5	0,06
Dev.Std.		0,6	0,4	0,06
Punta Sabbioni: Complessivo				
Media		13,9	9,8	1,42
Dev.Std.		15,6	12,5	1,90
Malamocco: 1 Camp.	25/09/06-09/10/06			
Media		2,1	1,3	0,11
Dev. Std.		1,5	1,0	0,06

Conclusioni

Le concentrazioni di IPA misurate a Malamocco sono risultate inferiori alla soglia stabilita. Allo stato attuale questo dato rafforza l'ipotesi che il valore molto elevato nei flussi di deposizione degli IPA rilevati a Malamocco nel periodo dal 10/08/06 al 15/09/06 sia accidentale. Le concentrazioni di IPA misurate a Malamocco sono risultate inferiori alla soglia stabilita. Visto, inoltre, che tali valori sono stati registrati in una stazione interna all'area di cantiere, il valore molto elevato nei flussi di deposizione degli IPA rilevati a S. Maria del Mare nel periodo dal 10/08/06 al 15/09/06 non sembra essere attribuibile ai cantieri.

Ipotizzando, come detto nel paragrafo precedente, che gli IPA misurati siano dovuti esclusivamente alle attività di cantiere, le medie (scorporate dai campionamenti in giornate festive - 5 e 7) e le deviazioni standard risultano (Tab. 3.4):

Tab. 3.4 – valori medi e massimi per gli IPA scorporando i due campionamenti effettuati in giornate non lavorative.

Indicatore	Σ IPA (filtri) ng/m ³	Σ IPA R.C. ng/m ³	Benzo(a)pirene ng/m ³	Benzo(a)pirene equivalente ng/m ³
Media	2,4 (4,7)	1,4 (2,9)	0,11 (0,17)	0,22
Dev. Standard	1,6	1,0	0,07	/

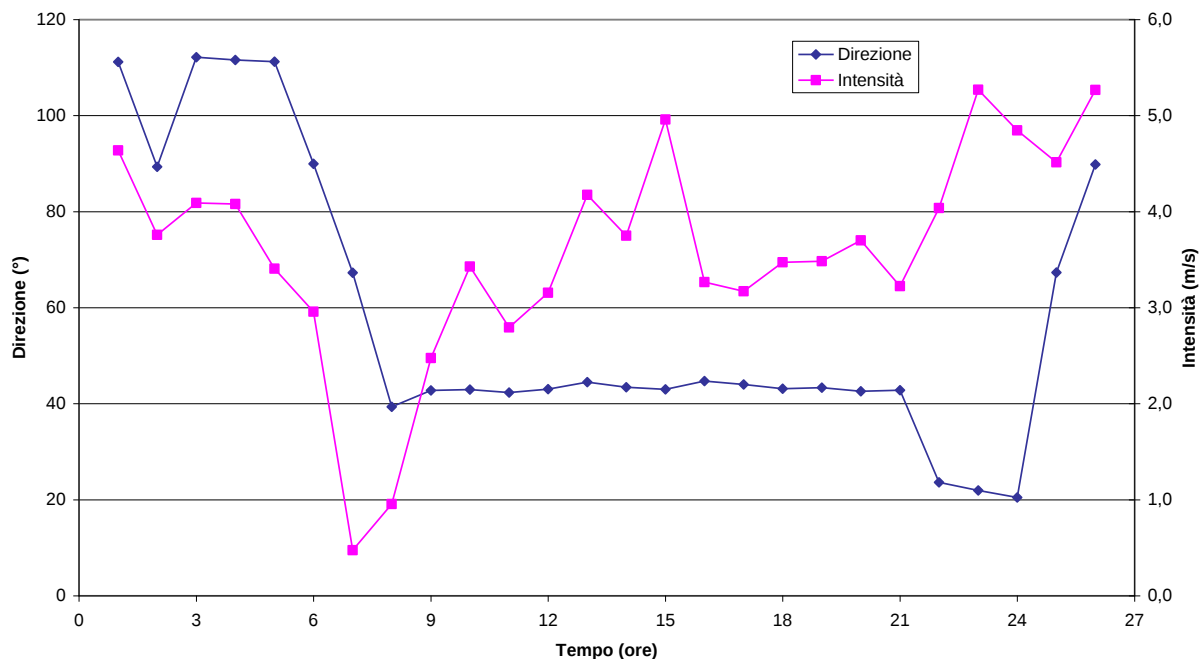
Nella Tab. 3.4, fra parentesi, è riportato il valore massimo. In via cautelativa le misure effettuate indicano un contributo massimo, dovuto alle attività di cantiere, nel periodo di misura per il Benzo(a)Pirene dell'ordine di 0,17 ng/m³.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

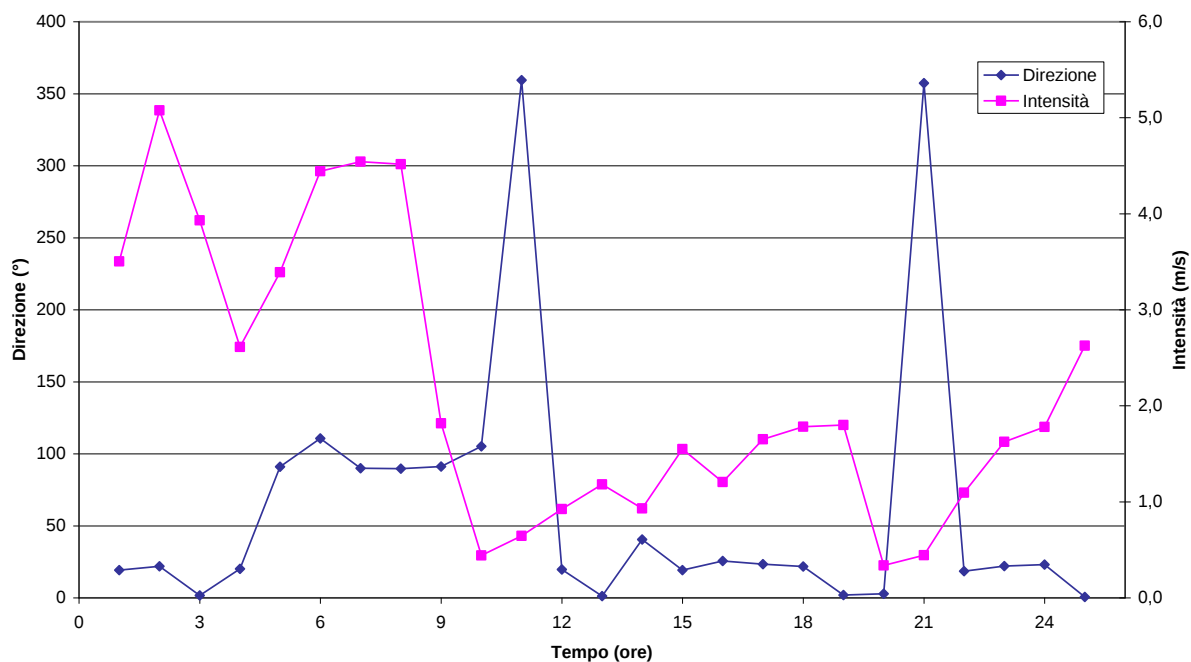
Appendice 1: parametri meteorologici

Di seguito le immagini riportano i valori di direzione e velocità del vento nel periodo di misura.

Campione 1 (25/09 - 26/09)

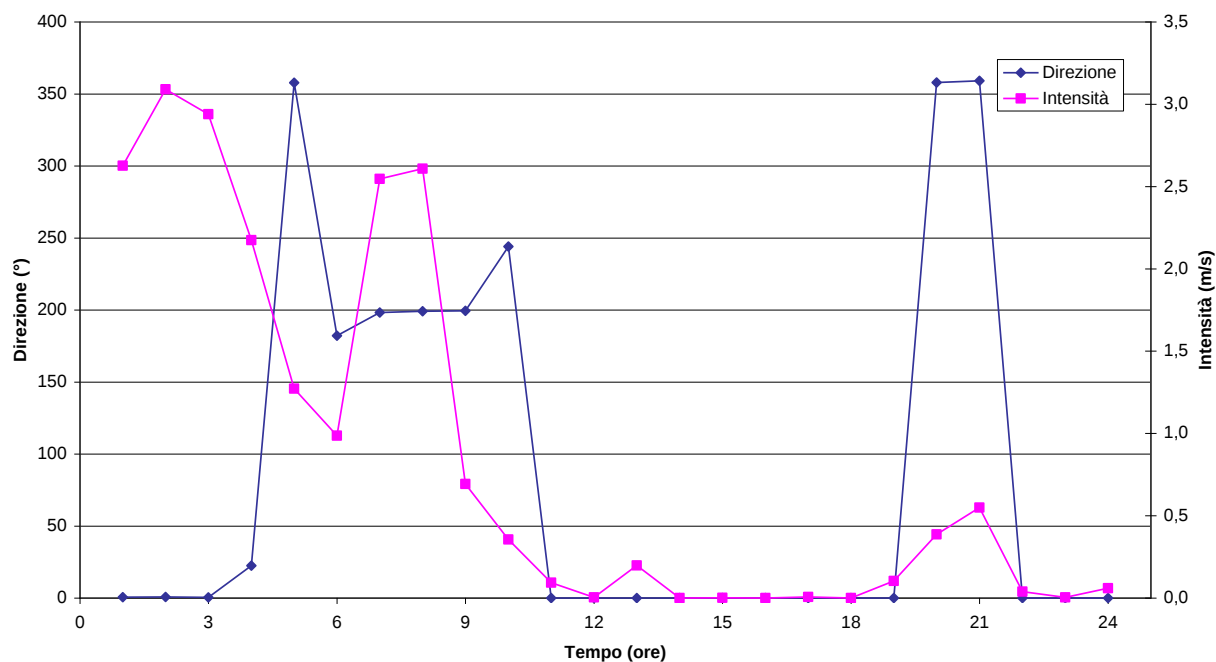


Campione 2 (27/09 - 28/09)

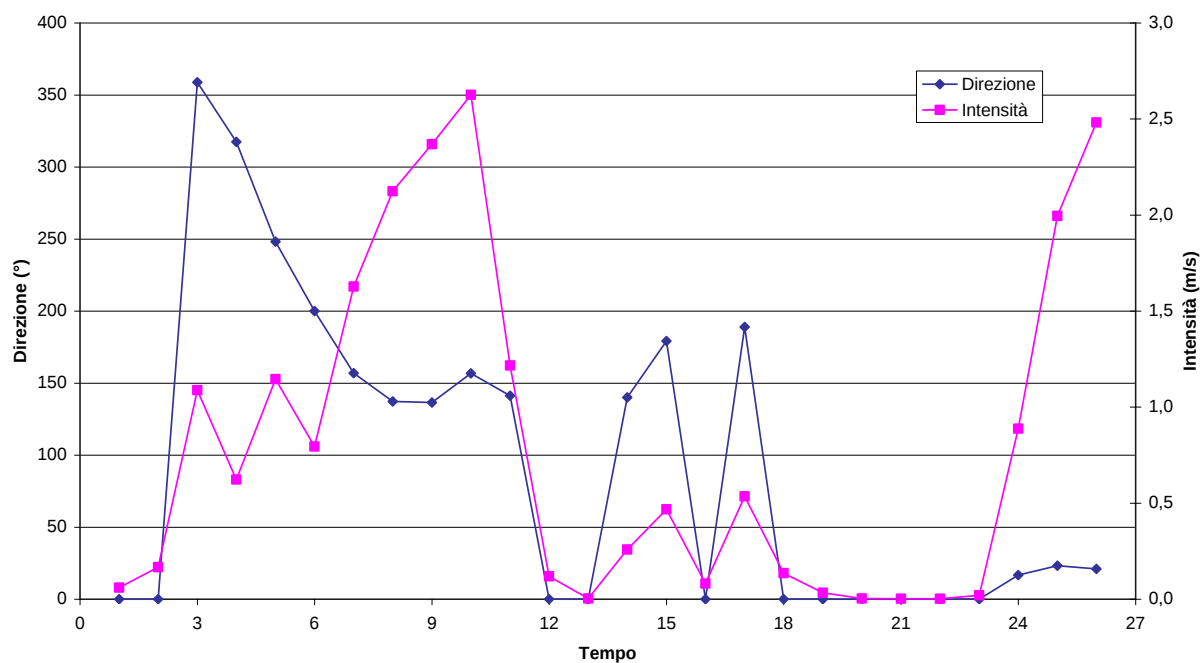


CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Campione 3 (28/09 - 29/09)

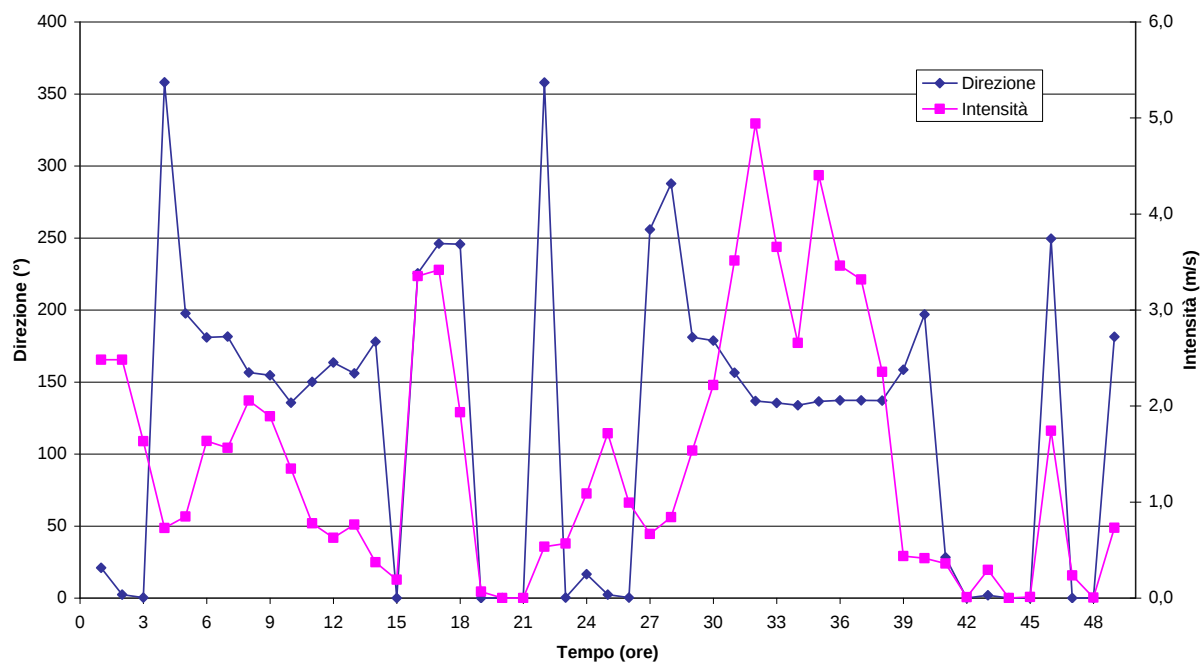


Campione 4 (29/09 - 30/09)

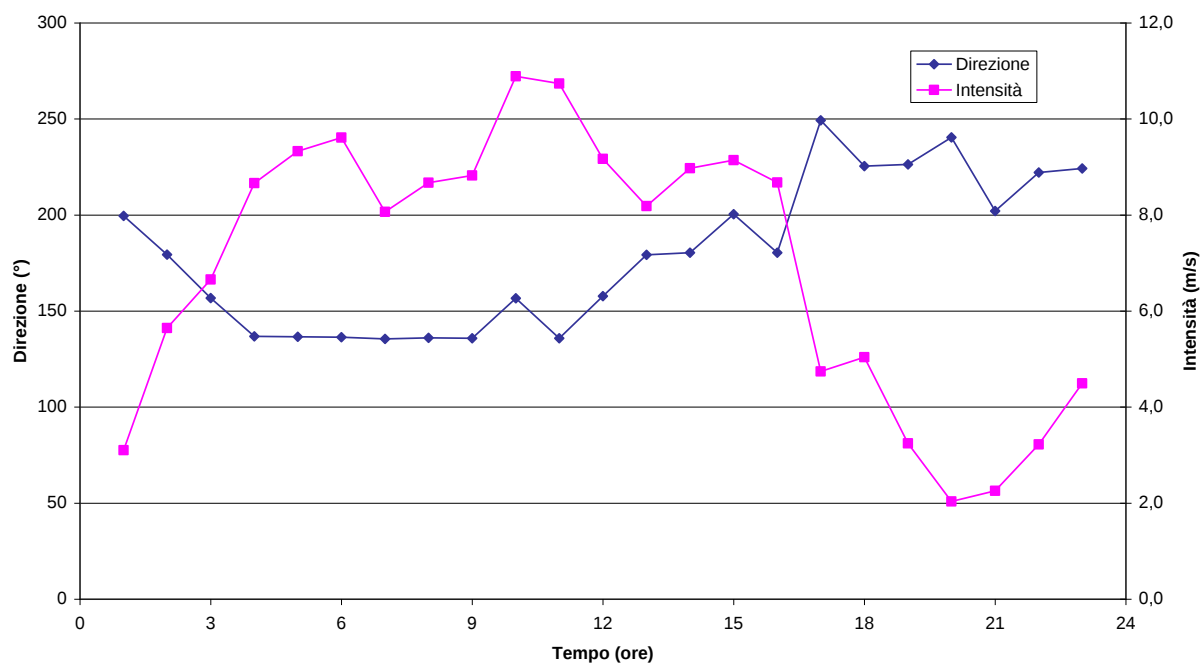


CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Campione 5 (30/09 - 02/10)

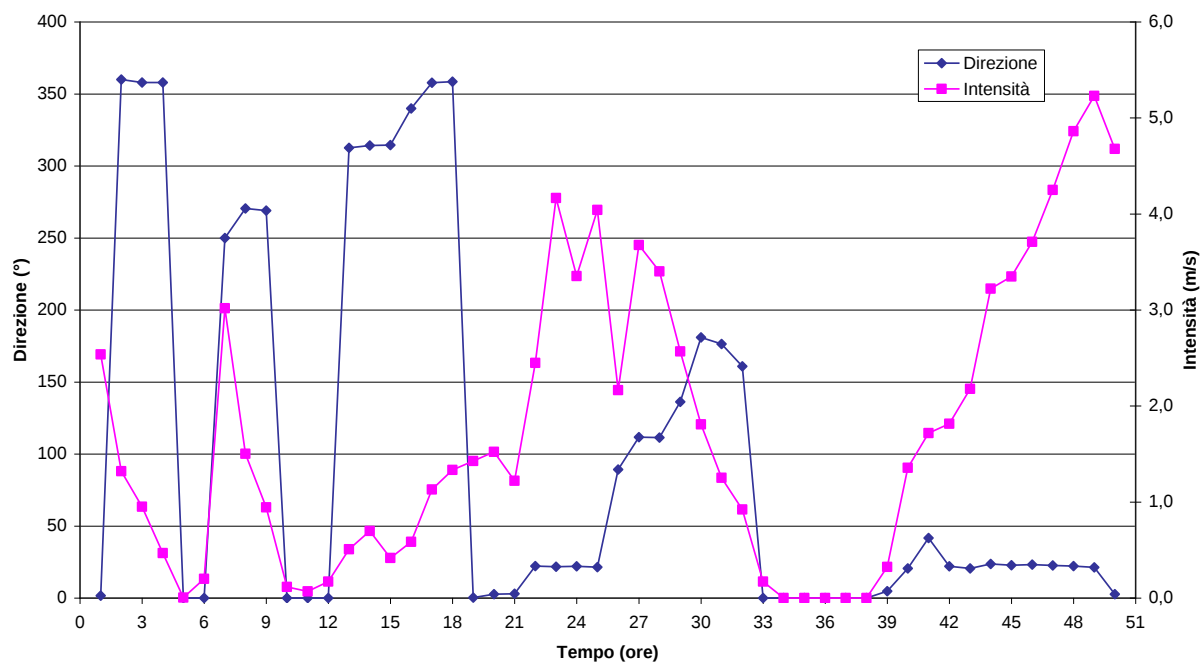


Campione 6 (03/10 - 04/10)

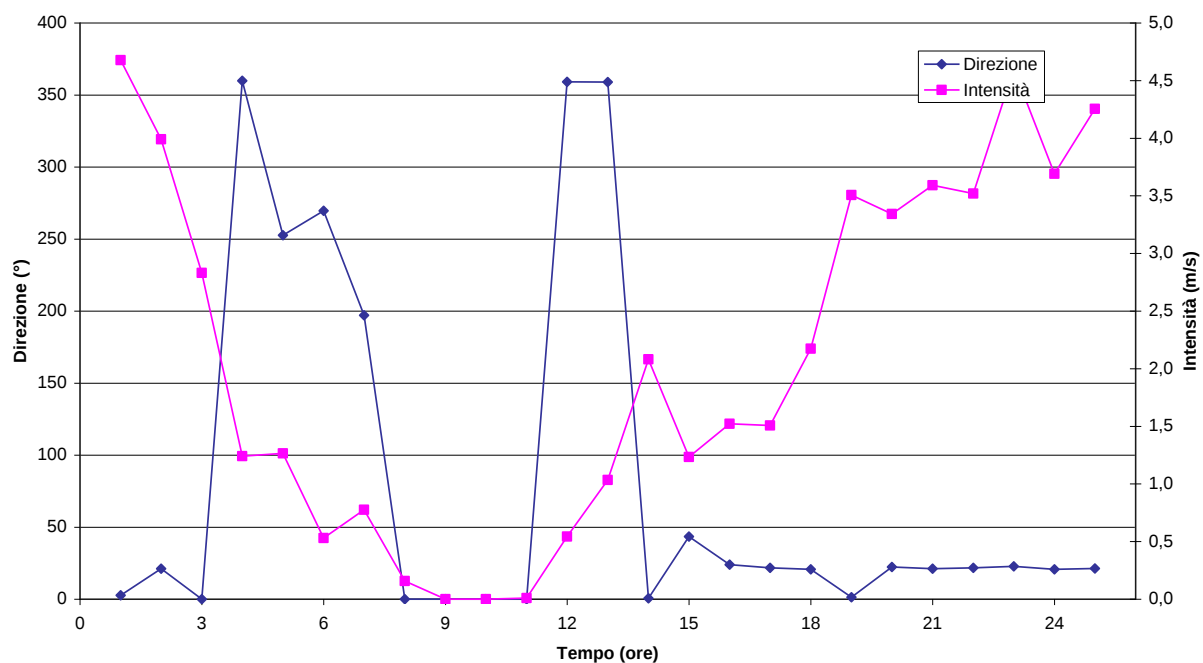


CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Campione 7 (07/10 - 09/10)

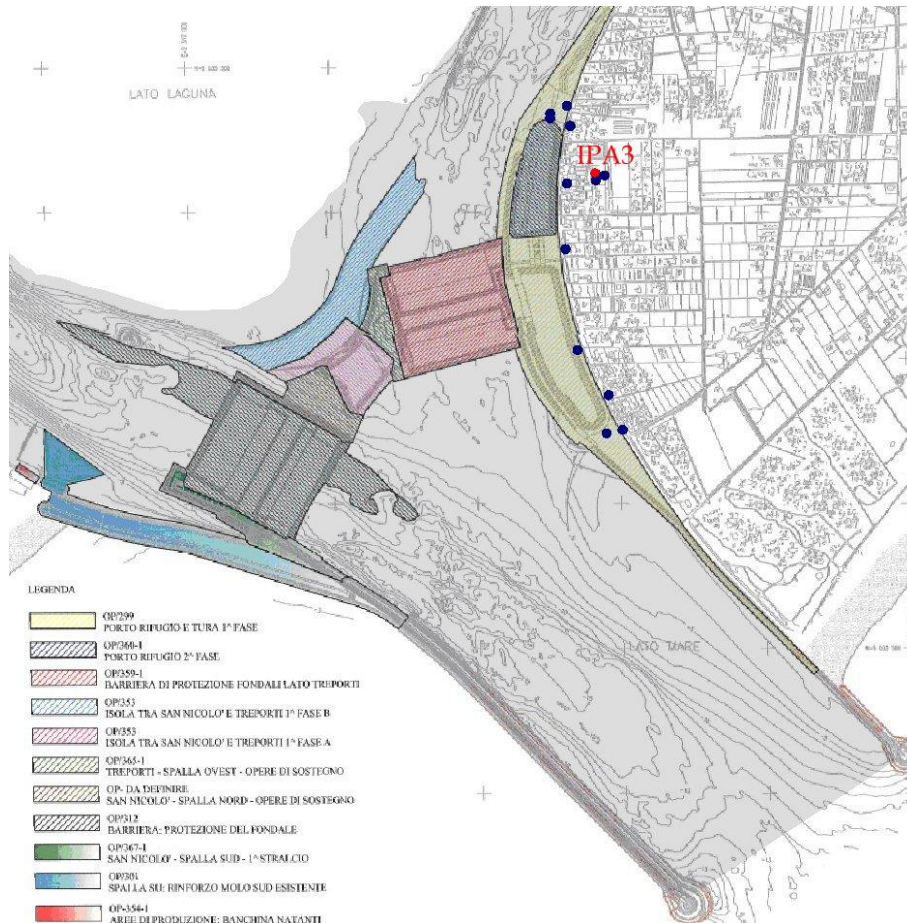


Campione 8 (07/10 - 09/10)



Campagna a Punta Sabbioni dal 3/12/06 al 14/12/06

Vengono presentati i risultati relativi alla serie di misure effettuate presso il Circolo SOCIVE di Punta Sabbioni, nel periodo 3-14 Novembre 2006 (stazione IPA3). La metodologia di riferimento è quella già descritta nel Rapporto di Pianificazione Operativa (Studio B.6.72 B/1): campionatore ad alto volume (Tisch Environment) con filtro in fibra di quarzo (QFF) per la raccolta degli IPA presenti sulle particelle di polvere, e un cilindro in schiuma di poliuretano (PUF) per il campionamento della frazione di IPA presente in fase gassosa. Mentre la mappa mostra la posizione del campionatore rispetto all'area di cantiere, la Fig. 3.5 riporta una immagine della collocazione del campionatore.



Mappa con le stazioni per il monitoraggio dell'aria (in blu). In rosso le stazioni in cui è avvenuto il campionamento nel mese in oggetto



Fig. 3.5 – Campionatore a di IPA a Punta Sabbioni (Circolo Socive)

Materiali e metodi

I PUF prima di essere utilizzati vengono puliti e decontaminati mediante tre estrazioni successive in Soxhlet di 24 ore ciascuna, utilizzando la miscela estraente n-pentano: diclorometano (rapporto 2:1 v/v). I filtri sono decontaminati mediante due estrazioni in bagno ad ultrasuoni di circa un'ora ciascuna utilizzando circa 100 ml di diclorometano seguite da un trattamento in muffola a 400°C per 5 ore.

I campionamenti sono stati effettuati secondo il seguente schema:

Tab. 3.5 – Caratteristiche dei campionamenti di IPA a Punta Sabbioni (1 Campagna)

Campione	Giorno	Inizio	Termine	Volume (m ³)
1	02/11/06 – Giovedì/Venerdì	14:15	12:10	236,92
2	03/11/06 – Venerdì/Sabato	12:40	11:00	236,41
3	04/11/06 – Sabato/Lunedì	11:07	12:20	549,45
4	06/11/06 – Lunedì/Martedì	12:15	11:30	264,43
5	08/11/06 – Mercoledì/Giovedì	11:55	11:45	274,92
6	09/11/06 – Giovedì/Venerdì	12:30	10:50	277,53
7	11/11/06 – Sabato/Lunedì	11:00	11:50	559,29
8	13/11/06 – Lunedì/Martedì	12:40	13:00	281,41

I campioni (QFF e PUF) sono stati consegnati al laboratorio C.S.M.O. del Magistrato alle Acque di Voltabarozzo per la determinazione degli IPA. In appendice 2 vengono riportate le condizioni prevalenti del vento, direzione ed intensità, durante i singoli campionamenti. Sinteticamente tali condizioni possono essere così riassunte:

campionamento 1 con direzioni di vento prevalenti comprese tra NW e NE;

campionamento 2 con direzione di vento prevalente da NE;

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

campionamento 3, con direzioni di vento prevalente da N, NW;

campionamento 4 con direzione di vento prevalente da N;

campionamento 5 con direzione di vento prevalente da N;

campionamento 6 con direzione di vento prevalente da N;

campionamento 7 con direzioni di vento prevalente da N, NW;

campionamento 8 con direzione di vento prevalente da N;

Risultati

La tabella seguente mostra le concentrazioni (esprese in ng/m³) degli IPA totali sia per i filtri per i PUFs per ogni campionamento svolto. Sono evidenziati in rosso i campionamenti effettuati durante il giorno di domenica.

Tab. 3.6 – Risultati dei campionamenti (espressi come IPA totali) a Punta Sabbioni (1 Campagna)

Campione	Giorno	Filtri (ng/m ³)	PUF (ng/m ³)
1	02/11/06 – Giovedì/Venerdì	0,78	15,96
2	03/11/06 – Venerdì/Sabato	1,29	3,18
3	04/11/06 – Sabato/Lunedì	2,02	4,04
4	06/11/06 – Lunedì/Martedì	4,25	11,06
5	08/11/06 – Mercoledì/Giovedì	31,06	56,75
6	09/11/06 – Giovedì/Venerdì	32,12	48,00
7	11/11/06 – Sabato/Lunedì	28,25	44,44
8	13/11/06 – Lunedì/Martedì	39,77	73,96
Media		17,4	32,2
Dev. Standard		14,59	26,97

La tabella 3.7 riporta l'andamento delle concentrazioni di Benzo(a)pirene per la parte aerosol:

Tab. 3.7 – Concentrazioni di benzo(a)pirene nella fase aerosol a Punta Sabbioni (1 Campagna)

Campione	Giorno	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
1	02/11/06 – Giovedì/Venerdì	0,06
2	03/11/06 – Venerdì/Sabato	0,11
3	04/11/06 – Sabato/Lunedì	0,18
4	06/11/06 – Lunedì/Martedì	0,45
5	08/11/06 – Mercoledì/Giovedì	3,24
6	09/11/06 – Giovedì/Venerdì	3,42
7	11/11/06 – Sabato/Lunedì	2,81
8	13/11/06 – Lunedì/Martedì	4,25
Media		1,8
Dev. Standard		1,78

* Inferiore al limite di rilevabilità

Confronto con le soglie

Come indicato nel Rapporto di Variabilità (Studio B.6.72 B/1), poiché la concentrazione degli IPA è soggetta a variazioni nel corso dell'anno solare dovute a reazioni fotocatalitiche, variazioni nelle sorgenti, ecc., si è proposto, come valore soglia di riferimento, la media delle concentrazioni di benzo(a)pirene rilevata da ARPAV nel periodo 1999-2003 presso le stazioni di Circonvallazione e Bissuola e riferita al mese nel quale è stata effettuata la campagna di misura, incrementata di una deviazione standard.

Poiché la presente campagna di misura è stata effettuata nel mese di novembre, nel documento allegato al Rapporto Finale (Studio B.6.72 B/1, agosto 2006) è riportata la soglia per il Benzo(a)pirene relativa al mese di novembre: 4, 2 ng/m³ (3,0 ng/m³ come valore medio e 1,2 ng/m³ come valore di deviazione standard). Dalla tabella 3.7 si osserva che la concentrazione media di benzo(a)pirene è inferiore alla soglia di riferimento stabilita.

Per quanto riguarda i riferimenti di legge si richiama il DM 25/11/1994 (Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti) che fissa l'obiettivo di qualità dal 1 gennaio 1999 per gli IPA, riferiti al benzo(a)pirene, a 1 ng/m³ espresso però come media annuale su base giornaliera e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Punta Sabbioni.

Per ricondurre le concentrazioni ambientali di IPA a valori di riferimento sanitario è stato introdotto il concetto di benzo(a)pirene equivalente, che consente di determinare il rischio complessivo derivante dall'esposizione a IPA dalla somma del rischio attribuibile al benzo(a)pirene (potenza cancerogena = 1) più quello degli altri IPA attivi secondo la tabella USEPA riportata nel Rapporto di Variabilità. La concentrazione benzo(a)pirene equivalente, relativa alla media delle misure svolte a Punta Sabbioni in questa campagna, risulta pari a 2,97 ng/m³.

Correlazione con i parametri meteorologici

La Tabella seguente riporta le temperature medie, il tasso di precipitazione medio e le condizioni di vento per il periodo di monitoraggio a Punta Sabbioni. In rosso sono riportati i due campionamenti svolti durante il fine settimana dove si ipotizza una attività di cantiere più ridotta.

Tab. 3.8 - Parametri meteorologici e PM10 relativi ai campionamenti di IPA a Punta Sabbioni.

Campione	Filtro (ng/m ³)	B(a)P (ng/m ³)	PUF (ng/m ³)	Temperatura (C°)	Precipitazione (mm H ₂ O)	Direzione Vento
1	0,78	0,06	15,96	7,6	0,0	NW - NE
2	1,29	0,11	3,18	8,1	0,0	NE
3	2,02	0,18	4,04	7,9	0,0	N - NO
4	4,25	0,45	11,06	8,5	0,2	N
5	31,06	3,24	56,75	11,0	0,0	N
6	32,12	3,42	48,00	10,4	0,4	N
7	28,25	2,81	44,44	9,2	0,0	N - NW
8	39,77	4,25	73,96	10,2	0,0	N

In tabella 3.8 si può osservare come, a partire dal campionamento 5 (data di inizio 08/11/06), i valori di concentrazione sono aumentati; a partire da questo campionamento è anche diminuita la velocità media del vento (vedi Appendice che riporta i parametri meteorologici). Nei giorni festivi le concentrazioni risultano di poco inferiori a quelle dei giorni lavorativi.

Conclusioni

La media del benzo(a)pirene é stata confrontata con la soglia definita nel Rapporto Finale relativo al primo anno di monitoraggio (Studio B.6.72 B/1, agosto 2006). Le concentrazioni misurate a Punta Sabbioni sono risultate inferiori alla soglia di riferimento. Nella tab. 3.5 si riporta il confronto fra i valori medi ottenuti in questa campagna di misure con quelli relativi alla prima campagna di misure del precedente DT (25/11/05-13/12/05) che possono considerarsi analoghe da un punto di vista stagionale.

Tab. 3.9 – Confronto concentrazioni IPA in aria valori medi ottenuti a Punta Sabbioni.

Indicatore	Σ IPA (filtri) ng/m ³	Σ IPA R.C. ng/m ³	Benzo(a)pirene ng/m ³
Media (2006)	17,4	15,1	1,8
Dev. Standard (2006)	14,6	14,6	1,9
Media (2005)	25,1	17,4	2,5
Dev. Standard (2005)	16,8	15,1	2,4

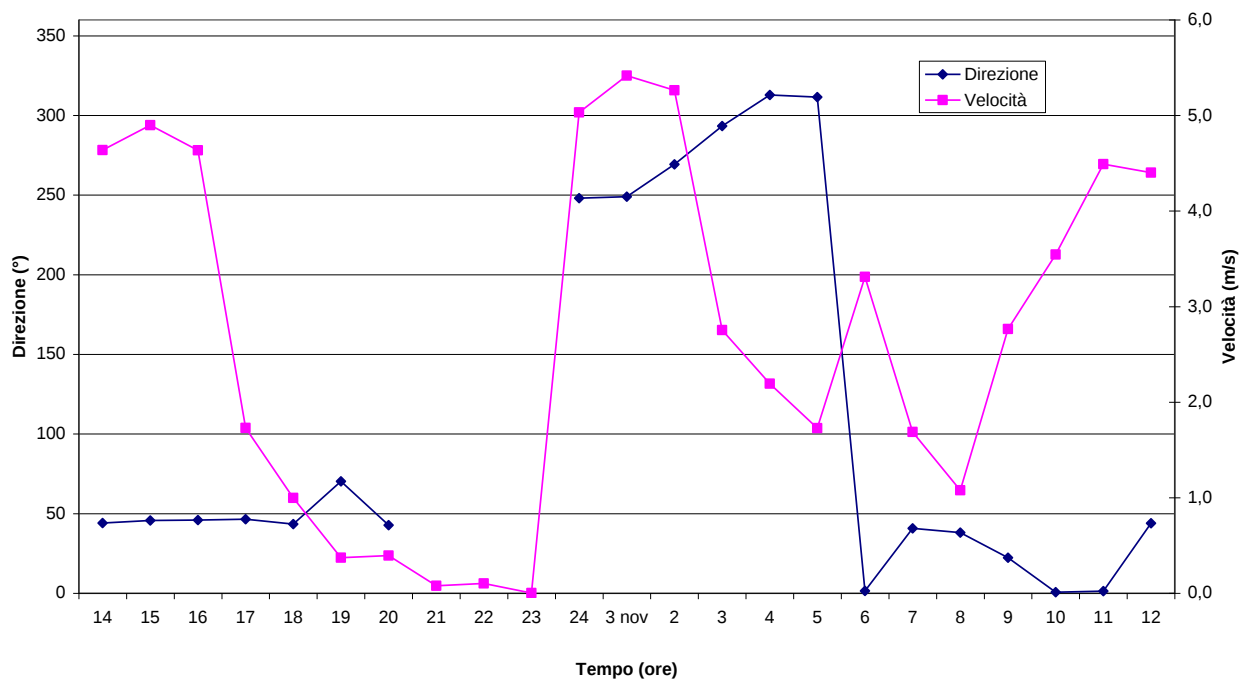
Si osservano valori confrontabili fra i due periodi di misura, non evidenziando significative variazioni. La media di tutte le misure effettuate a Punta Sabbioni (FASE A, 1 e 2 campagna DT del 2005 e 1 campagna DT del 2006) indica come concentrazione di benzo(a)pirene il valore di 1,4 ng/m³. Nel rapporto annuale 2005 ARPAV (Relazione Regionale Qualità dell'Aria, anno di riferimento 2005, ARPAV) la media annuale di Benzo(a)pirene a Parco Bissuola è pari a 1,3 ng/m³, mentre a Via Circonvallazione è 1,7 ng/m³ : in tale confronto va considerato che delle 4 serie di misure a Punta Sabbioni, 3 sono state eseguite nel periodo invernale, cioè quello caratterizzato da maggiori concentrazioni di IPA

Appendice: parametri meteorologici

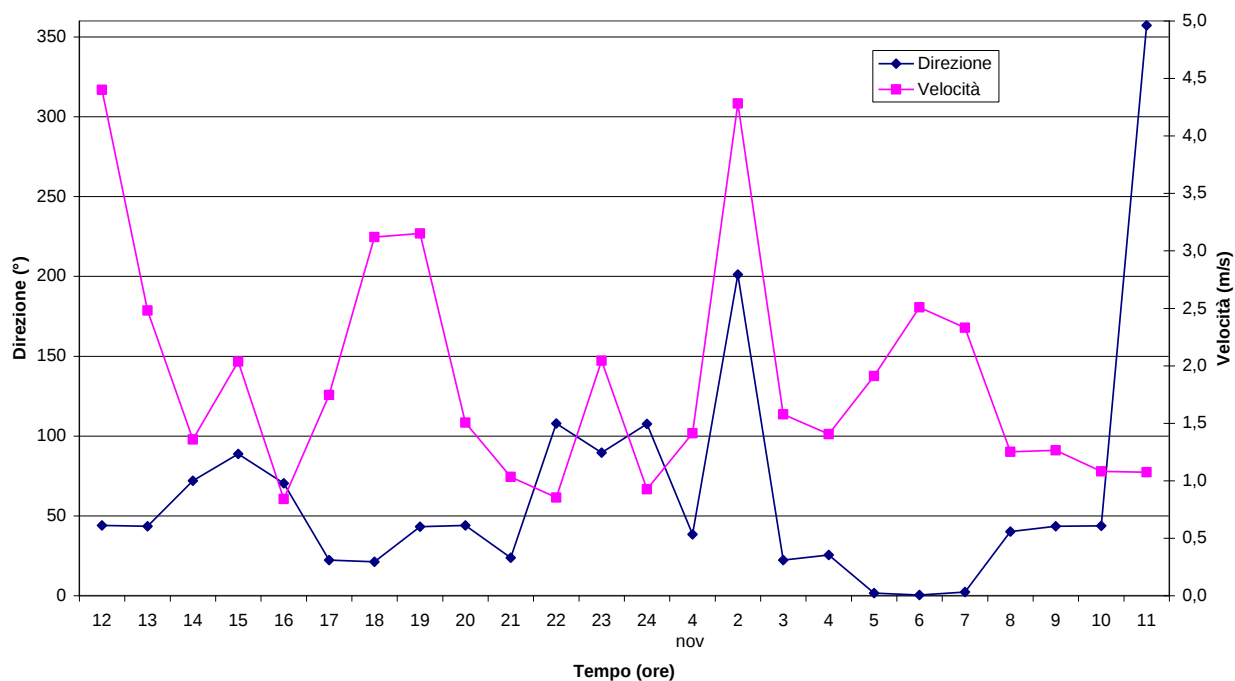
Di seguito le immagini riportano i valori di direzione e velocità del vento nel periodo di misura.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Campione 1 (02/11- 03/11)

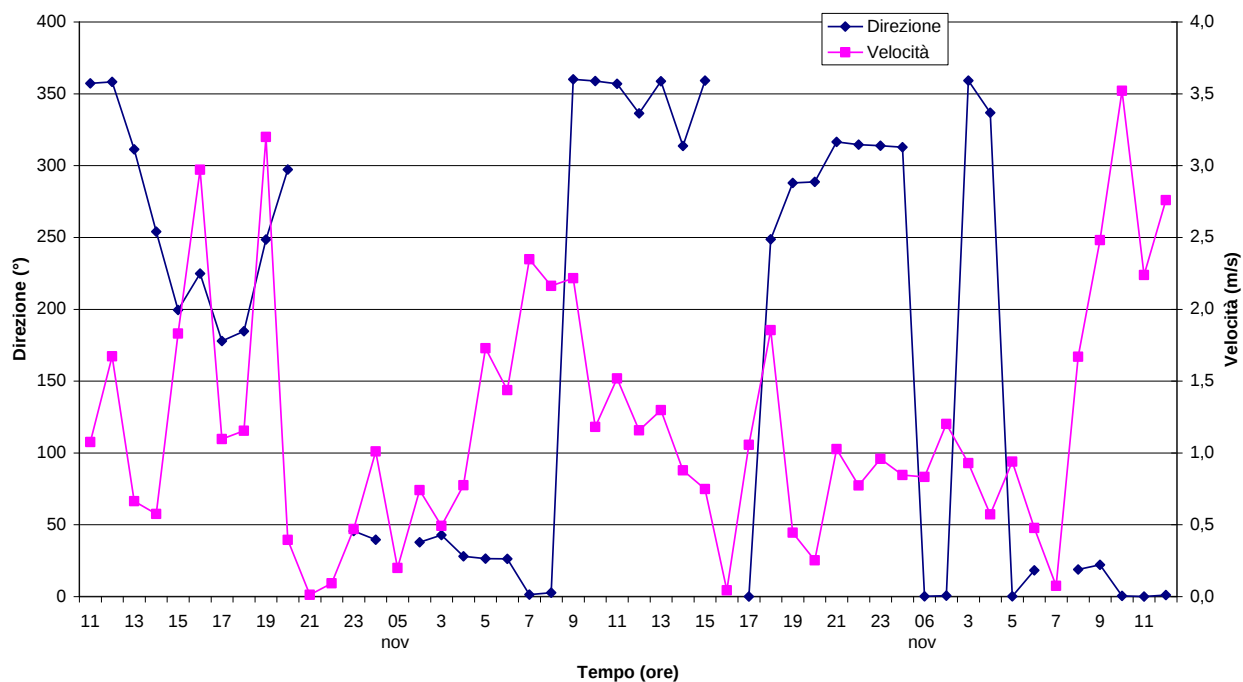


Campione 2 (03/11 - 04/11)

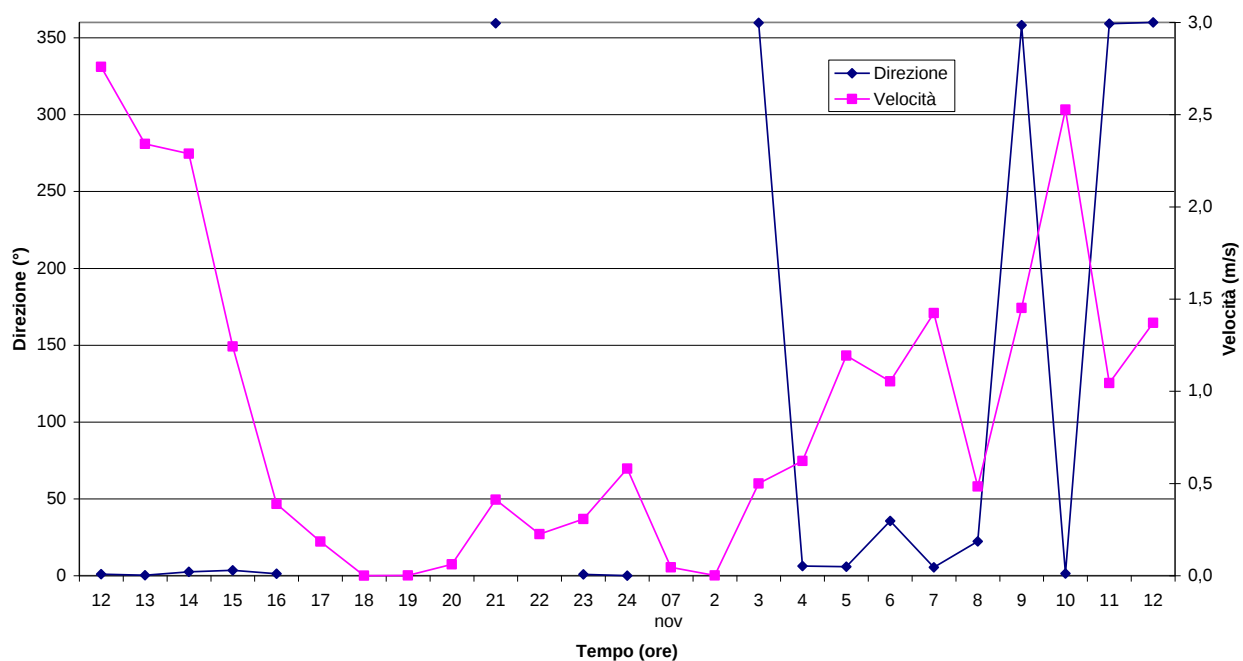


CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Campione 3 (04/11 - 06/11)

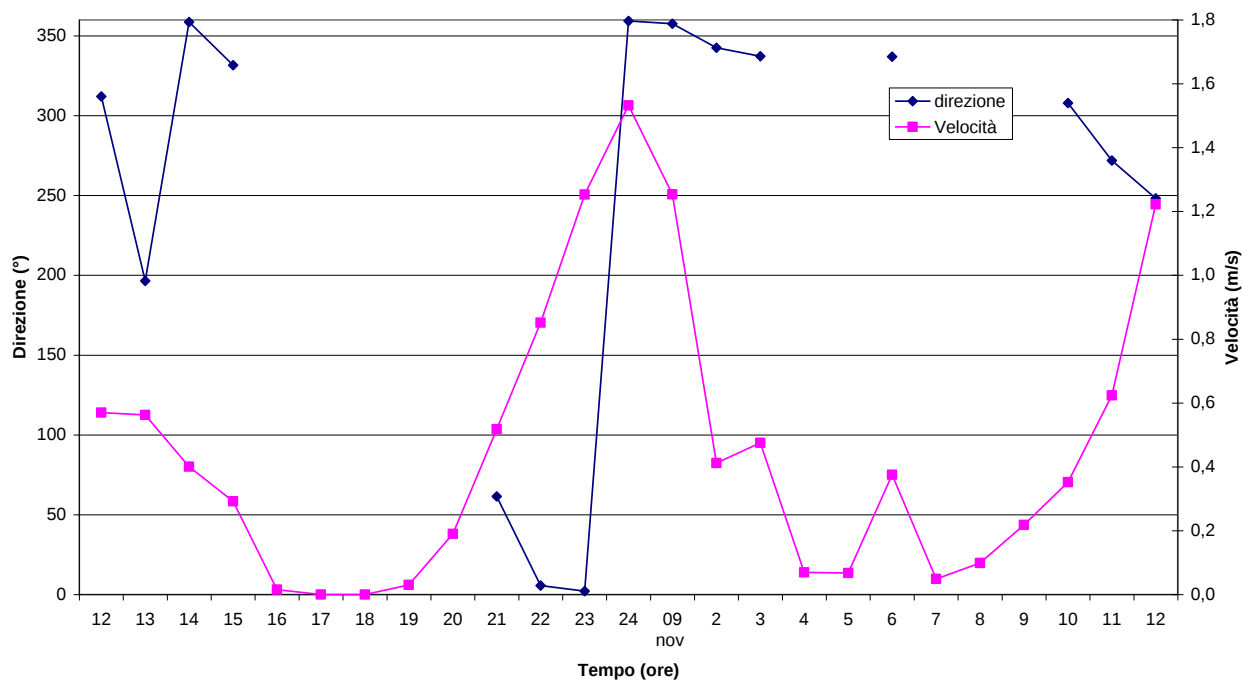


Campione 4 (06/11 - 07/11)

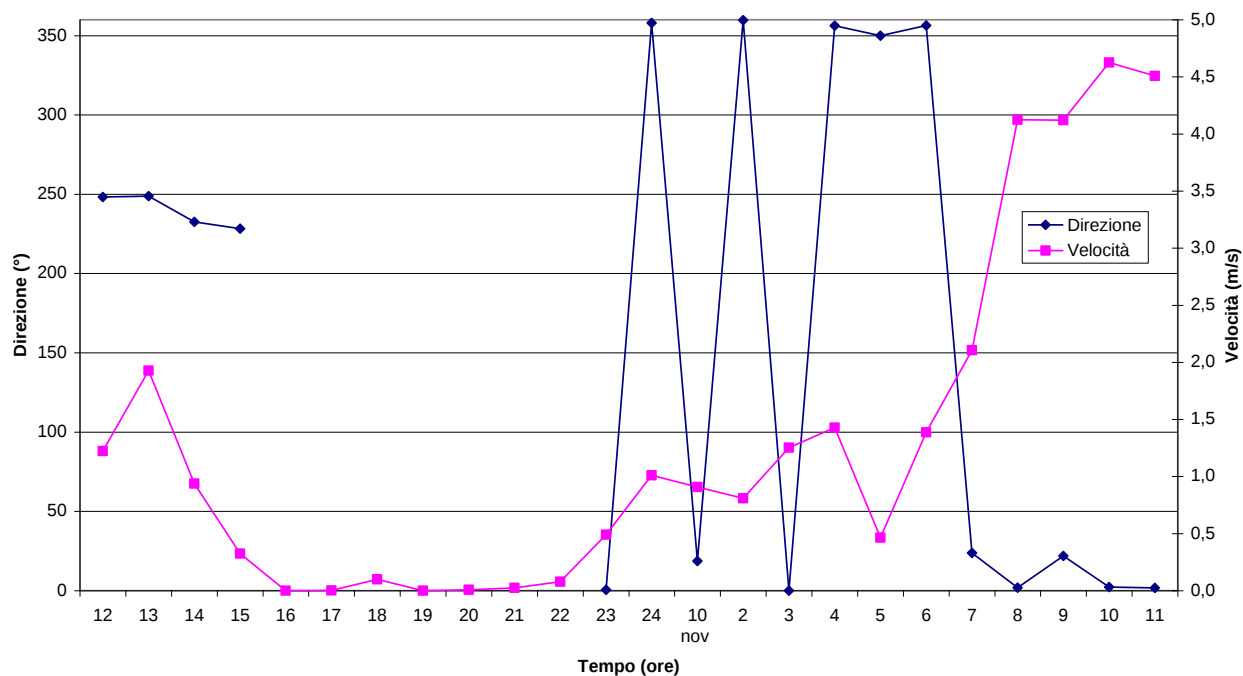


CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Campione 5 (08/11 - 09/11)

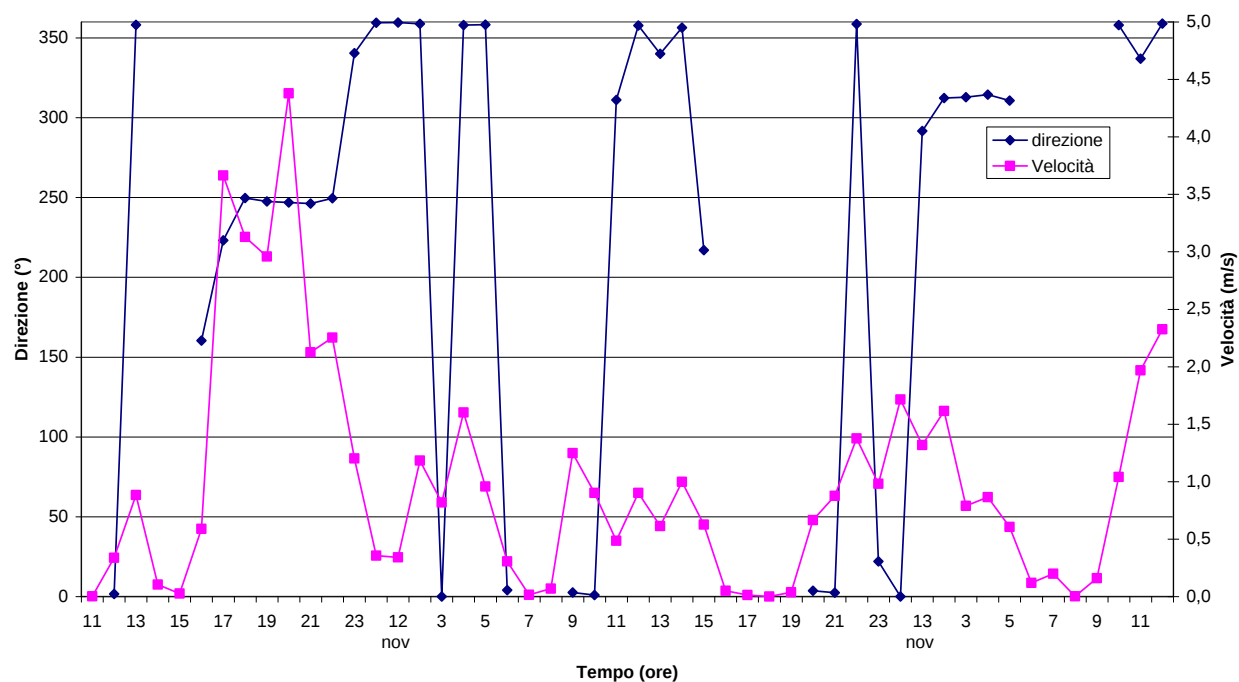


Campione 6 (09/11 - 10/11)

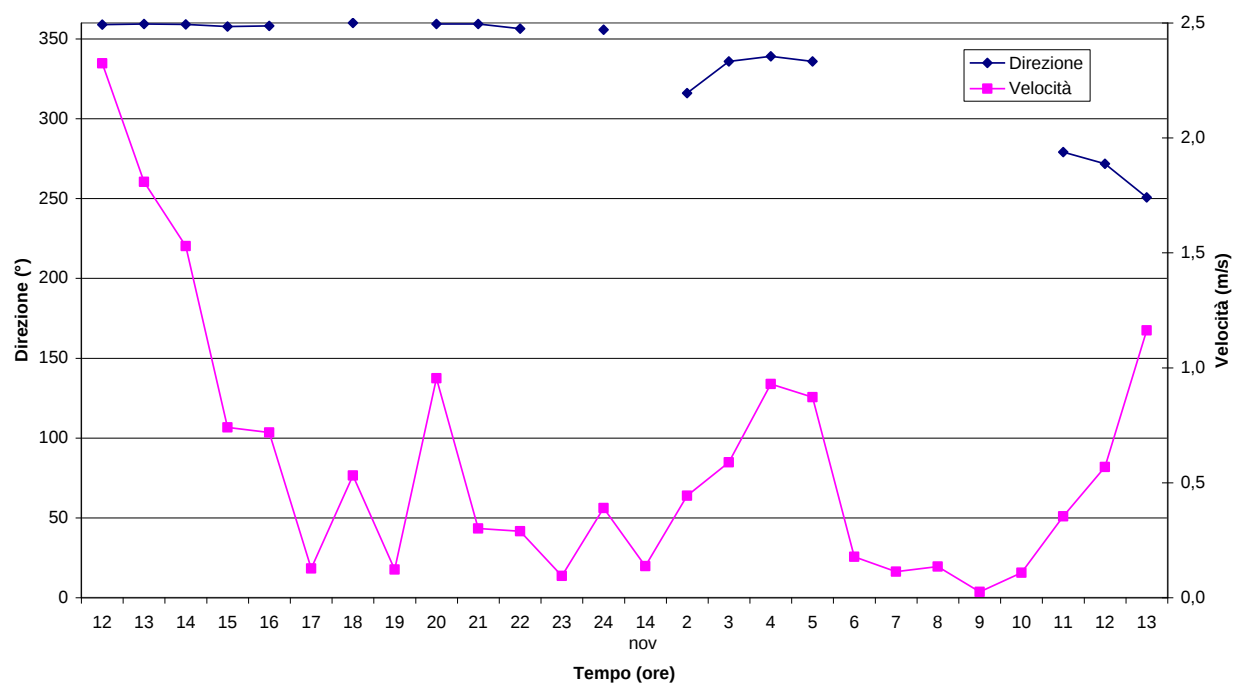


CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Campione 7 (11/11 - 13/11)



Campione 8 (13/11 - 14/11)



4. MISURE DI GAS

4.1 Introduzione

Le misure di gas prevedono la determinazione della concentrazione del monossido di carbonio (CO), del biossido di azoto (NO₂) e degli ossidi di azoto (NO_x). Il campionatore utilizzato, come dettagliato nell'allegato II del Rapporto Mensile di Maggio 2006, impiega dei sensori a film spesso che offrono il vantaggio di non utilizzare gas tecnici (come nel metodo di riferimento a chemiluminescenza) e quindi rendere possibile la rilocalizzazione del campionatore in punti di misura diversi. Si tratta evidentemente di un monitoraggio di screening rivolto alla verifica dei livelli di concentrazione dei principali inquinanti gassosi a seguito delle emissioni dei mezzi terrestri e marittimi impiegati nei cantieri. Se si dovesse rilevare una situazione critica, determinata da valori di concentrazione prossimi ai limiti legislativi, allora sarebbe necessario passare ad un monitoraggio con una stazione fissa presso le tre bocche. La soluzione proposta, basata su sensori di nuova generazione, offre i vantaggi di avere un sistema di misura trasportabile e con minore manutenzione. Lo svantaggio è una perdita di sensibilità, da un punto di vista del significato fisico della misura, alle basse concentrazioni. Infatti fra le reazioni che avvengono sulla superficie del sensore di NO_x, a basse concentrazioni, prevalgono quelle relative all'ossido di azoto (NO). Pertanto quando il sensore di NO_x misura concentrazioni basse (<30 µg/m³) tali concentrazioni sono essenzialmente riferibili all'NO e ciò spiega perché a volte le concentrazioni di NO₂ sono maggiori di quelle relative all'NO_x.

A seguito dei primi mesi di misure che hanno evidenziato livelli medi di concentrazione dei gas monitorati molto bassi e prossimi allo zero strumentale, si esegue una procedura di validazione dei dati acquisiti. La procedura di validazione, basata sul principio di cautela, consiste nel sostituire il limite di rilevabilità strumentale dove le misure (su base oraria) presentano valori inferiori ad esso. Tale limite di rilevabilità (LR) è pari a 100 µg/m³ per il CO; 10 µg/m³ per NO_x e 5 µg/m³ per NO₂. Come criterio di quantificazione del dato medio è scelto tre volte il limite di rilevabilità: 300 µg/m³ per il CO; 30 µg/m³ per NO_x e 15 µg/m³ per NO₂. Ciò significa che concentrazioni inferiori a questi valori (Non Quantificabili, NQ) sono rilevate strumentalmente ma soggette ad un errore significativo. Nelle tabelle viene riportata l'indicazione che si tratta di una media inferiore al criterio di quantificazione del dato scelto. Infine l'errore associato alla misura è definito come una deviazione standard dell'accuratezza strumentale ottenuta dal confronto con sensori di riferimento (infrarosso per il CO e chemiluminescenza per gli ossidi di azoto). L'errore è pari a 100 µg/m³ per il CO; 10 µg/m³ per NO_x e 5 µg/m³ per NO₂.

La procedura di validazione dei dati è stata introdotta a partire dalle misure del mese di Settembre 2006 per cui non era stata utilizzata nei rapporti mensili precedenti. In occasione di questo rapporto di valutazione sono stati rielaborati tutti i dati pregressi disponibili in modo da includere la procedura di validazione. Per cui le statistiche riportate in questo rapporto sono ottenute utilizzando procedure omogenee.

Per quanto riguarda le soglie, si fa riferimento alla normativa in vigore (DM n. 60 del 02/04/2002), che definisce:

Valori limite protezione per la salute umana

Monossido di Carbonio (CO): 10 mg/m³ massimo sulla media di 8 ore

Biossido di Azoto (NO₂): 240 µg/m³ media oraria (comprensivo del margine di tolleranza per il 2006), da non superare più di 18 volte/anno

Valori limite annuale per la protezione della salute umana per NO₂

Biossido di Azoto (NO₂): 46 µg/m³ media anno (comprensivo del margine di tolleranza per il 2007)

Valori limite annuale per la protezione della vegetazione per NO_x

Ossidi di Azoto (NO_x): 30 µg/m³ media anno

Per quanto riguarda la soglia relativa agli ecosistemi, la normativa precisa “che la stazione di misura deve essere posizionata a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, o da impianti industriali o da autostrade. Orientativamente, un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo della qualità dell’aria ambientale in un’area circostante di almeno 1000 Km²...” (Allegato VIII, DM 60 02/04/02). La determinazione di un eventuale impatto, dovuto alle attività di cantiere, sugli ecosistemi richiede pertanto una diversa impostazione del monitoraggio che non può prescindere, in questo caso, da una specifica attività di modellistica numerica. Pertanto il confronto con la soglia relativa agli ecosistemi non può che essere di tipo qualitativo, anche considerato il fatto che lo strumento ha una bassa sensibilità alle basse concentrazioni.

4.2 Campionamenti effettuati

Le misure sono iniziate a partire dal mese di giugno 2006 sia a Punta Sabbioni che a Malamocco, secondo quanto previsto dal DT: 7 giorni di misura presso ciascuna bocca una volta al mese. Nel periodo di misura si è inserito il giorno festivo (domenica) e la frequenza di acquisizione dei dati è oraria. A Punta Sabbioni la stazione è stata posizionata presso il SOCIVE, mentre a Malamocco presso la casa di cura a Santa Maria al Mare. La Fig. 4.1 riporta la stazione ETL2000 presso le due postazioni di misura.



Fig. 4.1 – Stazione misura dei gas ETL2000 a Punta Sabbioni (sinistra) e a Malamocco (destra)

Le misure sono state effettuate a Punta Sabbioni nei seguenti periodi:

SAB1: 22/06/06 – 28/06/06; SAB2: 18/07/06 – 24/07/06; SAB3: 24/08/06 – 30/08/06; SAB4: 05/09/06 – 11/09/06; SAB5: 14/09/06 – 20/09/06; SAB6: 13/10/06 – 19/10/06; SAB7: 23/10/06 – 29/10/06; SAB8: 04/12/06 – 10/12/06; SAB9: 12/12/06 – 18/12/06.

Mentre a Malamocco:

MAL1: 05/07/06 - 11/07/06; MAL2: 28/07/06 - 03/08/06; MAL3: 15/08/06 - 21/08/06; MAL4: 22/09/06 - 28/09/06; MAL5: 05/10/06 - 11/10/06 ; MAL6 : 19/12/06 - 25/12/06.

4.3 Risultati

Nella elaborazione dei risultati sono stati utilizzati i dati meteorologici provenienti dalla stazione di Punta Sabbioni per le misure effettuate in loco e quelli provenienti dalla stazione MAV di Ceppe (forniti dal CVN) per Malamocco.

Punta Sabbioni

I grafici delle Figure 4.2-4.4 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorporando i periodi di lavoro (ore 08-20) ed i periodi di interruzione delle attività di cantiere (ore 00-07, ore 21-23 e festivi/ferie). Il numero di dati è rispettivamente pari a 688 per i periodi di attività del cantiere e 820 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere).

Considerando la postazione di misura, le direzioni nelle quali il campionatore è sottovento rispetto al cantiere sono comprese fra 180 e 360 gradi. In tali direzioni le concentrazioni dei diversi gas nei periodi di attività del cantiere ed in quelli di cantiere fermo sono essenzialmente confrontabili o risultano leggermente maggiori durante i periodi di non attività dei cantieri (probabilmente sono incluse le emissioni del traffico, più intenso nei periodi festivi, lungo il viale Dante Alighieri). Le tabelle 4.1-4.3 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione.

Nella Tabella 4.4 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i nove periodi di monitoraggio (di 1 settimana ciascuno) fatti a Punta Sabbioni. Si osservano dei valori medi decisamente più alti nel periodo autunno/inverno (soprattutto per il CO). Molti dei massimi orari registrati avvengono in giorni festivi o comunque ad orari di chiusura del cantiere.

Per quanto riguarda il confronto con i valori di soglia legislativi:

- per il Monossido di Carbonio non ci sono superamenti;
- per Biossido di Azoto non ci sono superamenti sia per l'esposizione acuta che cronica (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale);
- per gli ossidi di azoto (NOx) il livello medio rilevato è superiore alle soglie di protezione della vegetazione (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale);

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

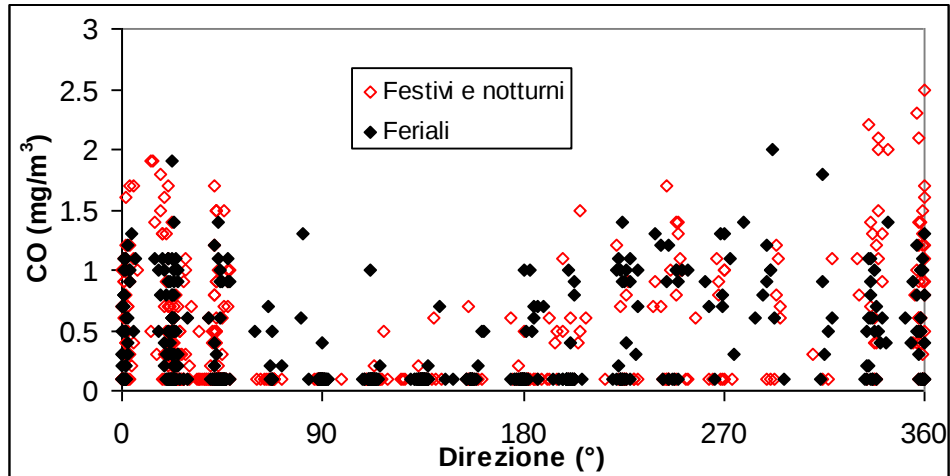


Fig. 4.2 – Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

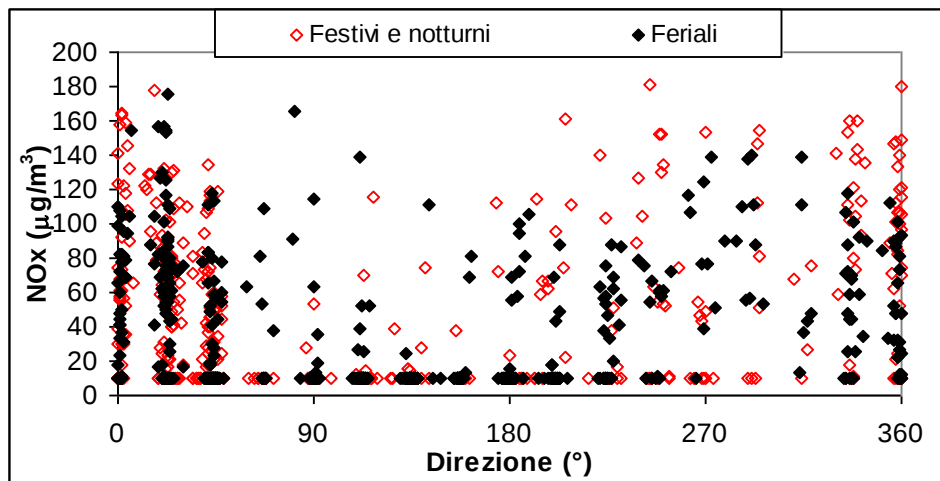


Fig. 4.3 – Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

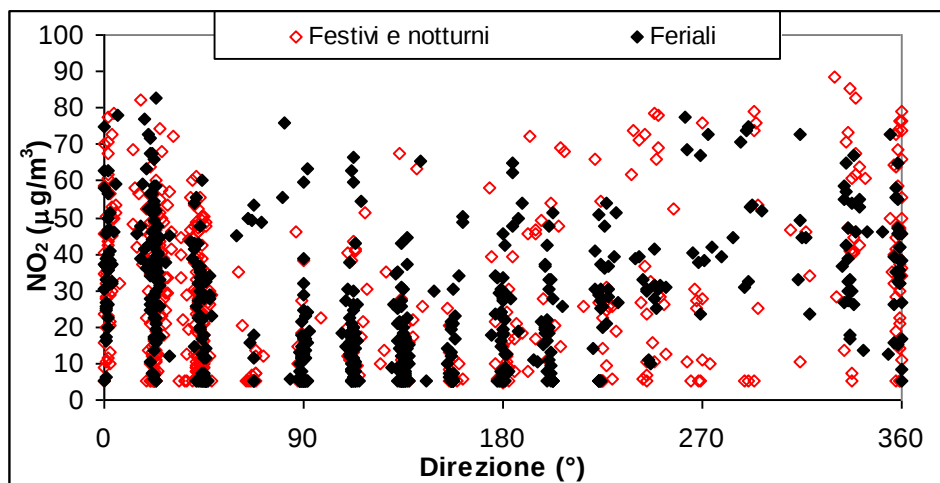


Fig. 4.4 – Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 4.1 – Concentrazioni medie e massimi orari (tutti i dati) a Punta Sabbioni.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	385	2500 (15/12/2006 ore 5 - vento da N)
NO _x	44	188 (24/8/2006 ore 21 - calma di vento)
NO ₂	32	113 (24/8/2006 ore 21 - calma di vento)

Tab. 4.2 – Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) a Punta Sabbioni.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	345	2000 (14/12/2006 ore 10 - vento da OON)
NO _x	38	175 (7/9/2006 ore 8 - vento da NNE)
NO ₂	28	84 (28/10/2006 ore 9 - calma di vento)

Tab. 4.3 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Punta Sabbioni.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	418	2500 (15/12/2006 ore 5 - vento da N)
NO _x	49	188 (24/8/2006 ore 21 - calma di vento)
NO ₂	34	113 (24/8/2006 ore 21 - calma di vento)

Tab. 4.4 Medie e massime orarie dei gas monitorati separate per i sette periodi di monitoraggio.

Periodo	Media CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SAB1	NQ (172)	39	30	800 (25/06/06 ore 5)	152 (25/06/06 ore 5)	81 (25/06/06 ore 5)
SAB2	NQ (235)	33	31	1200 (21/07/06 ore 7; 23/07/06 ore 5; 23/07/06 ore 6)	164 (21/07/06 ore 7; 23/07/06 ore 7)	79 (20/07/06 ore 7)
SAB3	NQ (142)	NQ (21)	26	1200 (24/08/06 ore 21)	188 (24/08/06 ore 21)	113 (24/08/06 ore 21)
SAB4	NQ (232)	32	31	1500 (07/09/06 ore 7)	183 (06/09/06 ore 22)	89 (06/09/06 ore 22)
SAB5	NQ (218)	NQ (26)	26	800 (19/09/06 ore 8 e 9; 20/09/06 ore 4 e 5)	108 (21/09/06 ore 0)	61 (20/9/06 ore 4)
SAB6	NQ (162)	42	28	700 (13/10/06 ore 1 e ore 20)	158 (18/10/06 ore 4)	76 (13/10/06 ore 20)
SAB7	680	96	59	1700 (29/10/06 ore 15)	181 (29/10/06 ore 15)	88 (27/10/06 ore 22)
SAB8	630	40	20	1900 (06/12/06 ore 14)	153 (06/12/06 ore 14)	58 (06/12/06 ore 14)
SAB9	994	70	33	2500 (15/12/06 ore 05)	180 (15/12/06 ore 05)	79 (15/12/06 ore 05)

NB: 25/06, 23/07 e 29/10 sono festivi e sono riportati in rosso.

La Fig. 4.5 mostra il “giorno-tipo per i gas a Punta Sabbioni separando i due quadrimestri.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

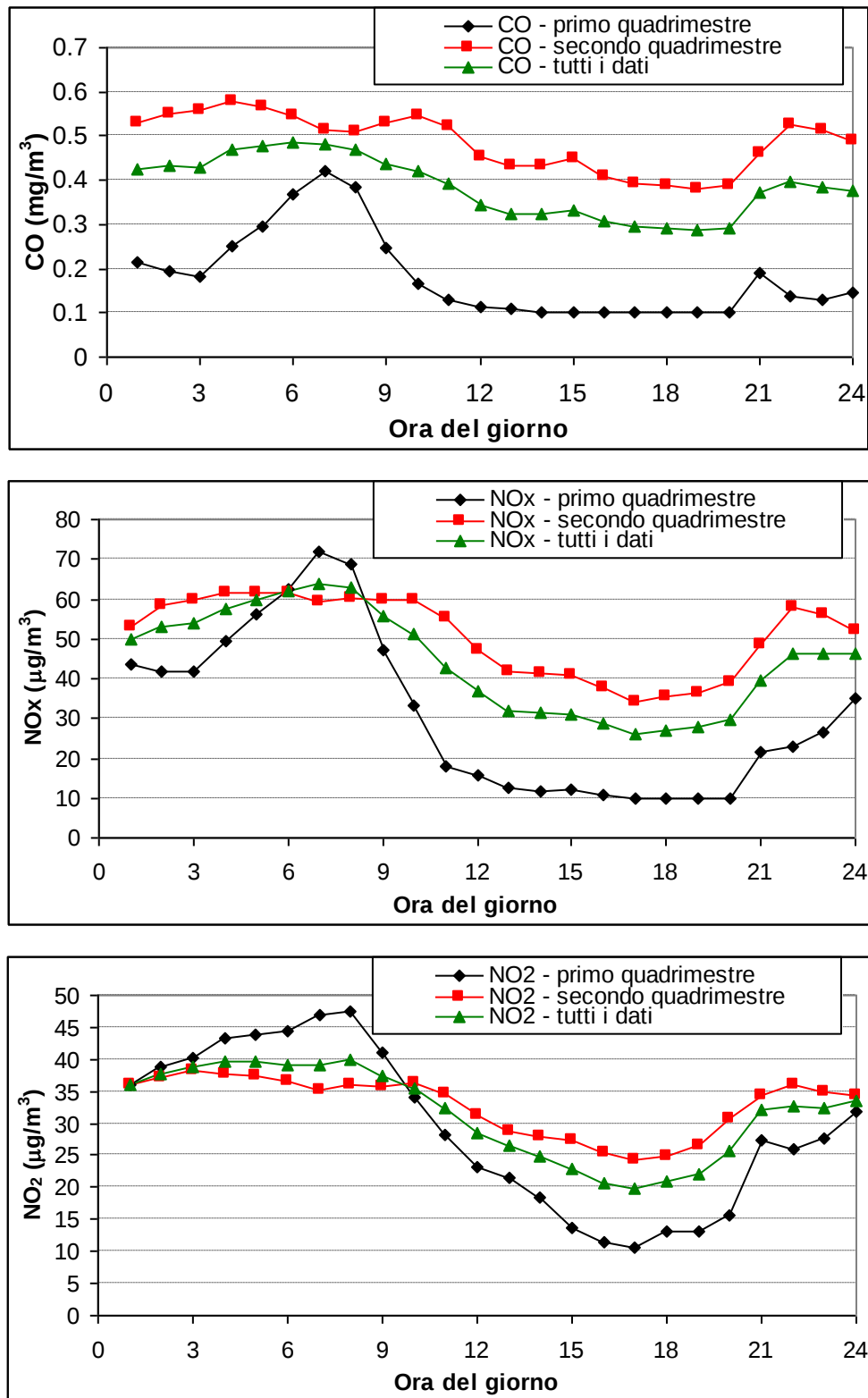


Fig. 4.5 Giorno tipo per i gas monitorati a Punta Sabbioni (sono separati i due quadrimestri).

Il grafico è stato ottenuto effettuando le medie delle concentrazioni relative alle singole ore di ciascun giorno.

Malamocco

I grafici delle Figure 4.6-4.8 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorrendo i periodi di lavoro (ore 8-20) e i periodi di interruzione delle attività di cantiere (ore 00-07, ore 21-23 e festivi). Il numero di dati è rispettivamente pari a 381 per i periodi di attività del cantiere e 615 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere, considerando il periodo di ferie dal 5 agosto al 20 agosto).

Considerando la postazione di misura le direzioni nelle quali il campionatore è sottovento rispetto al cantiere sono comprese indicativamente fra 330 e 120. Le Figure mostrano concentrazioni maggiori con venti provenienti dai settori SO-N-NE per CO ed NO_x mentre per NO₂ le concentrazioni risultano più uniformi con la direzione del vento presentando dei massimi su SO e N. Le tabelle 4.1-4.3 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione. Nella Tabella 4.4 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i sei periodi di monitoraggio (di 1 settimana ciascuno) fatti a Malamocco. Si osservano dei livelli medi di concentrazione decisamente inferiori a quelli di Punta Sabbioni e dei massimi orari (per tutti i gas) associati a direzioni del vento dal settore NO-N sia nei periodi di attività del cantiere sia in quelli di fermo cantiere. Per quanto riguarda il confronto con i valori di soglia legislativi:

- per il Monossido di Carbonio non ci sono superamenti;
- per Biossido di Azoto non ci sono superamenti sia per l'esposizione acuta che cronica (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale);
- per gli ossidi di azoto (NO_x) non c'è superamento della soglia di protezione della vegetazione (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

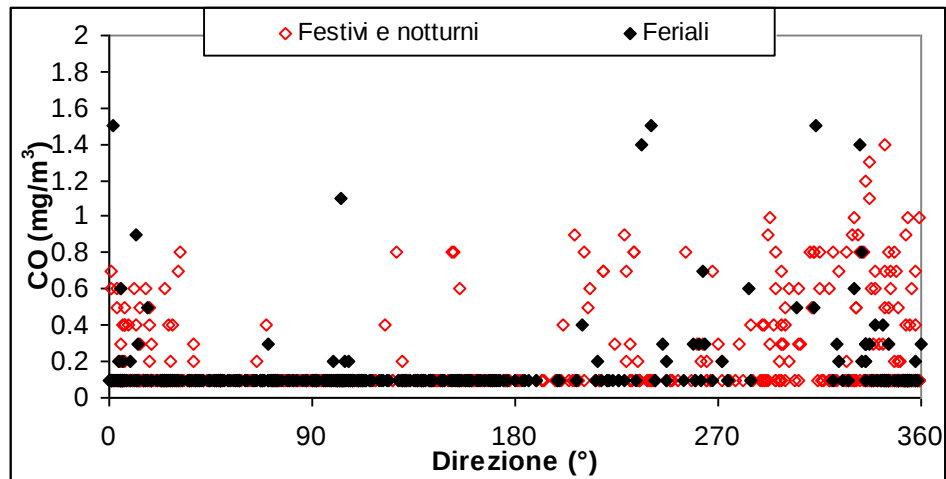


Fig. 4.6 – Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

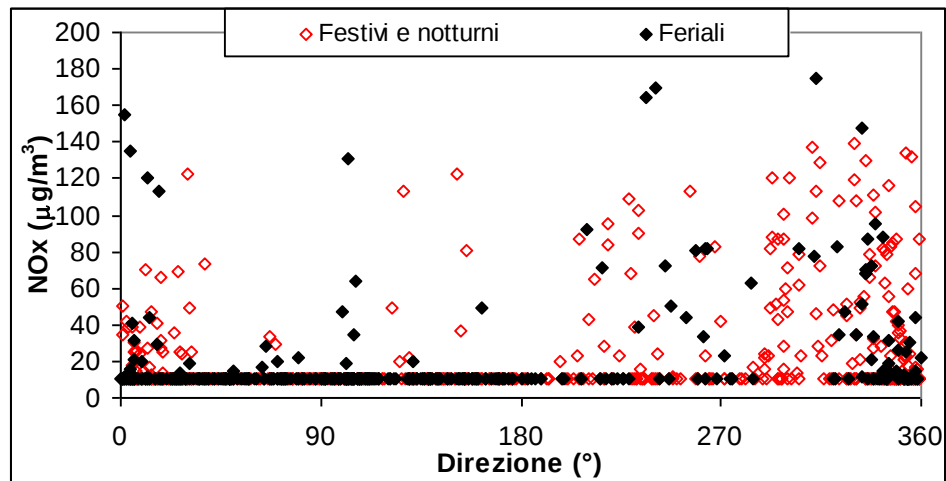


Fig. 4.7 – Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

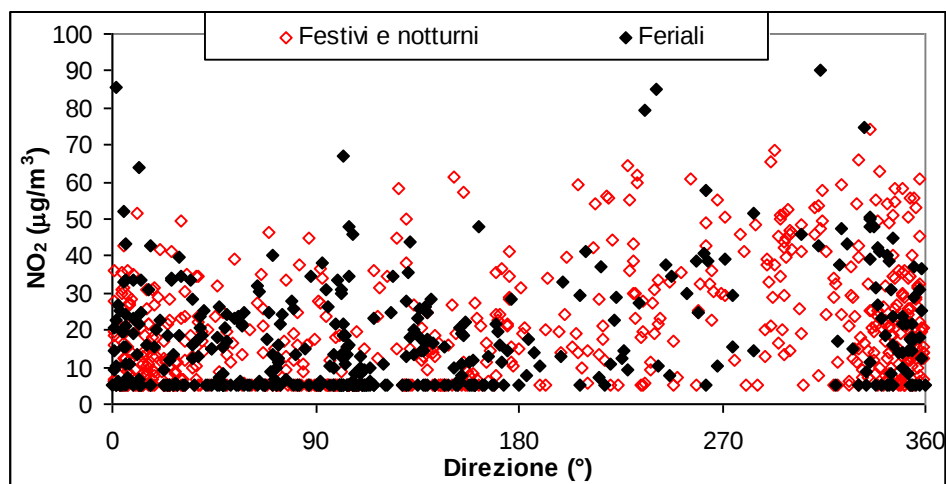


Fig. 4.8 – Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 4.1 – Concentrazioni medie e massimi orari (tutti i dati) a Malamocco.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	NQ (177)	1500 (22/09/06 ore 8, 9 e 10 - vento da N-NO)
NO _x	NQ (20)	175 (22/09/06 ore 9 - vento da NO)
NO ₂	19	90 (22/09/06 ore 9 - vento da NO)

Tab. 4.2 – Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) a Malamocco.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	NQ (146)	1500 (22/09/06 ore 8, 9 e 10 - vento da N-NO)
NO _x	NQ (19)	175 (22/09/06 ore 9 - vento da NO)
NO ₂	17	90 (22/09/06 ore 9 - vento da NO)

Tab. 4.3 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Malamocco.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	NQ (197)	1400 (23/12/06 ore 23 - vento da NNO)
NO _x	NQ (21)	139 (08/10/06 ore 5 - vento da NNO)
NO ₂	20	74 (22/09/06 ore 7 - vento da NNO)

Tab. 4.8 Medie e massime orarie dei gas monitorati separate per i sei periodi di monitoraggio a Malamocco.

Periodo	Media CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MAL1	148	18	17	900 (ore 7 del 09/07)	134 (ore 7 del 09/07)	56 (ore 7 del 09/07)
MAL2	142	15	25	1400 (ore 8 del 31/07)	147 (ore 8 del 31/07)	75 (ore 8 del 31/07)
MAL3	198	20	27	1000 (ore 9 del 19/08)	122 (ore 10 del 20/08)	66 (ore 9 del 19/08)
MAL4	160	20	19	1500 (ore 8, 9 e 10 del 22/09/06)	175 (ore 9 del 22/09/06)	90 (ore 9 del 22/09/06)
MAL5	163	30	19	900 (ore 5 del 08/10/06)	139 (ore 5 del 08/10/06)	59 (ore 0 del 10/10/06)
MAL6	252	19	6	1400 (ore 23 del 23/12/06)	87 (ore 12 del 25/12/06)	21 (ore 3 del 21/12/06)

NB: 09/07/06; 19/08/06; 20/08/06; 08/10/06; 25/12/06 festivi/chiusura per ferie

La Fig. 4.9 mostra il “giorno-tipo per i gas a Malamocco separando i due quadrimestri.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

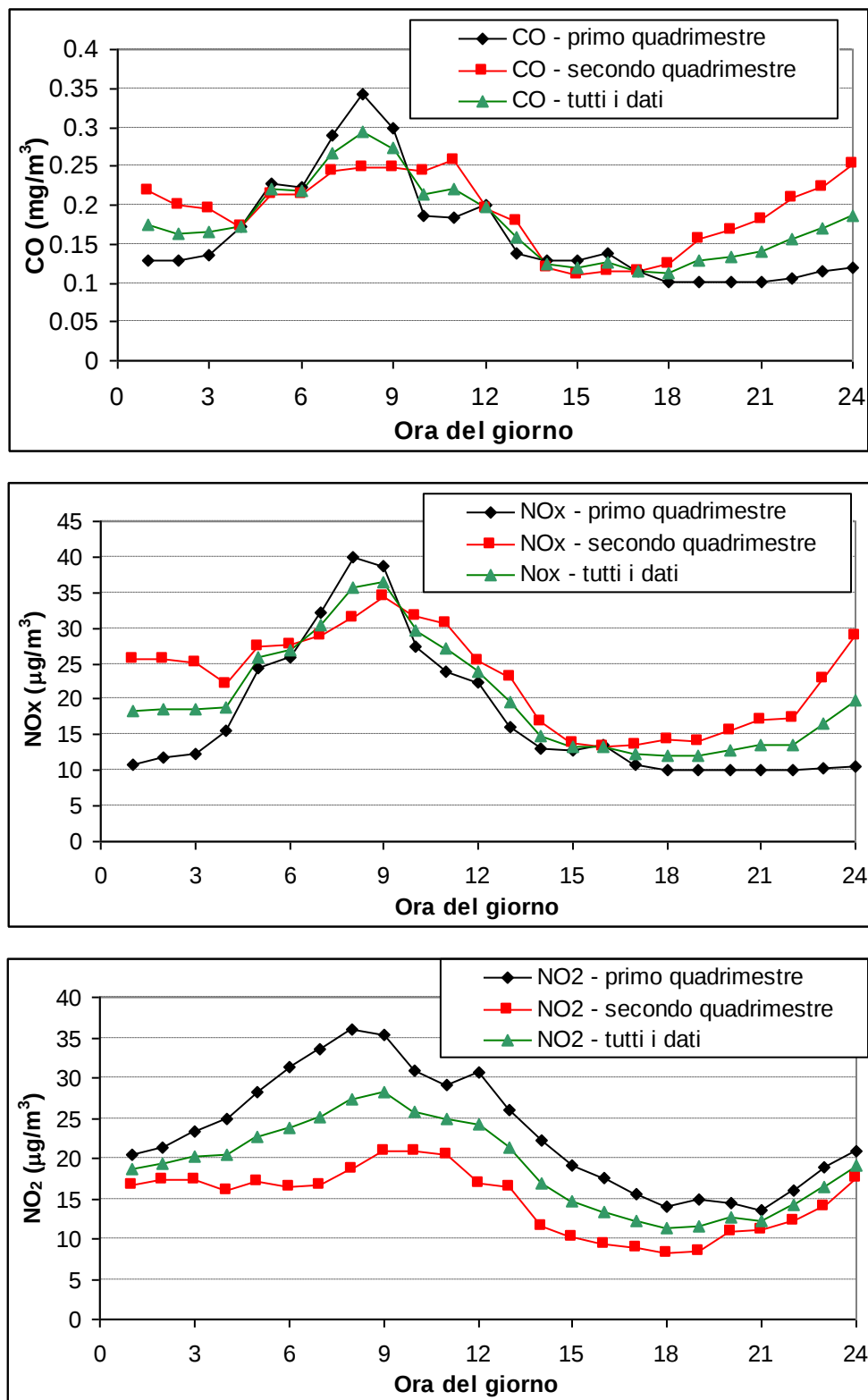


Fig. 4.9 Giorno tipo per i gas monitorati a Malamocco (sono separati i due quadrimestri).

4.4 Commenti

Occorre considerare che gli ossidi di azoto sono gas reattivi e soggetti a processi di fotossidazione (inquinanti secondari) con formazione di ozono ed è complesso differenziare il contributo dovuto alle emissioni primarie da quello dovuto a processi secondari. Tuttavia le concentrazioni di gas rilevate sono in generale molto basse, spesso al limite di rilevabilità strumentale. Il confronto con i valori della Normativa indica che non ci sono stati superamenti per nessuno dei gas monitorati ad esclusione della soglia di protezione per gli ecosistemi (per NO_x) a Punta Sabbioni. A questo proposito sono opportune le seguenti considerazioni:

- il periodo di monitoraggio non ricopre l'intero anno 2006 e quindi la media per gli NO_x non è a rigore una media annuale come previsto dal limite di legge;
- la stazione di Punta Sabbioni non presenta le caratteristiche indicate nell'Allegato VIII, DM 60 02/04/02 (stazione di fondo background rurale per la misura della soglia per gli ecosistemi);
- il rapporto regionale ARPAV relativo al 2005 (Relazione Regionale della Qualità dell'Aria, anno di riferimento 2005, ARPAV) riporta che tale limite è rispettato solo presso la stazione di Feltre (29 µg/m³) che a rigore è classificata background urbano (mentre l'unica stazione con le caratteristiche prescritte - Cason/VR - ha una media di 69 µg/m³);
- in alcuni periodi di misura i valori massimi orari sono associati a giorni festivi o orari nei quali i cantieri sono chiusi;
- avendo cautelativamente utilizzato come limite inferiore il limite di rilevabilità strumentale (piuttosto che 1/2) le medie fornite rappresentano un limite superiore delle concentrazioni misurate.

Pertanto a livello generale questa prima serie di misure indica un impatto, dovuto alle attività di cantiere, trascurabile per quanto riguarda l'esposizione sia acuta che cronica della popolazione. Specificamente a Punta Sabbioni si registrano concentrazioni maggiori probabilmente dovute alla maggiore presenza di attività antropiche (particolarmente il traffico), rispetto che a Malamocco.

5. CONCLUSIONI

La tabella 5.1 riporta in forma schematica e riassuntiva i risultati delle attività di monitoraggio effettuate. Per ciascuna postazione sono riportati i diversi indicatori monitorati. Il giudizio sui dati acquisiti è espresso con un punto verde se le misure sono da considerarsi positive (non ci sono stati superamenti nelle soglie di riferimento), con un punto giallo in caso di valutazione intermedia (superamenti saltuari) e con un punto rosso in caso di criticità.

Tab. 5.1 – Esposizione in forma schematica dei risultati ottenuti dalle varie attività di monitoraggio

Sito	PM10	PM10 portatile	Metalli nel PM10	Gas	IPA	Deposizioni Microinquinanti organici	Deposizioni Microinquinanti inorganici
Punta Sabbioni	●	●		●		●	●
Malamocco		●	●	●	●	●	●
Chioggia		●	●			●	●

Per quanto riguarda il PM10 in continuo a Punta Sabbioni i risultati sono in linea con quanto ottenuto in precedenza e non riportano criticità dovute ad emissioni provenienti dalle lavorazioni svolte a Punta Sabbioni.

Le misure del PM10 con lo strumento portatile effettuate in prossimità e/o all'interno dei cantieri, alle tre bocche di porto, non hanno evidenziato significativi rilasci di polveri se non in episodi saltuari e direttamente all'interno dell'area cantieristica.

Le concentrazioni di metalli pesanti sono risultate inferiori ai limiti di legge (sebbene questi ultimi sono riferiti a medie annuali). Anche il confronto con i dati pubblicati da ARPAV o per confronto con altri siti di fondo urbano non indica situazioni critiche. Va comunque considerato che durante i campionamenti effettuati a Chioggia e Malamocco, le direzioni di provenienza del vento hanno interessato solo saltuariamente settori dove sono presenti i cantieri e il numero limitato di dati che non consente allo stato attuale una statistica più accurata.

Le concentrazioni di gas (in particolare gli ossidi di azoto) sono inferiori ai limiti di legge per l'esposizione acuta e per l'esposizione cronica. Per quanto riguarda la protezione degli ecosistemi, il valore di riferimento risulta prossimo alla sensibilità strumentale del sensore utilizzato, e quindi si hanno dati grossolani comunque anch'essi prossimi al limite annuale legislativo.

Le concentrazioni di IPA in aria a Malamocco, nella stazione all'interno del cantiere, sono inferiori alla soglia di riferimento e al limite legislativo (sebbene quest'ultimo faccia riferimento alla media annuale).

Le deposizioni degli inquinanti organici risultano inferiori alla soglia di riferimento. A Malamocco si è registrato un valore anomalo, probabilmente non associabile ai cantieri (vedi commento a pag 42) che tuttavia va verificato con le successive deposizioni (situazione intermedia).

Per le deposizioni dei microinquinanti inorganici si ha una situazione intermedia a Malamocco e critica a Chioggia. Verranno svolte ulteriori azioni di monitoraggio per approfondire la situazione ambientale e identificare, se possibile, la provenienza degli inquinanti misurati. In particolare, il

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

deposimetro D1 di Punta Sabbioni verrà spostato a Chioggia, posizionandolo a nord del cantiere (indicativamente in un sito a Pellestrina).

ALLEGATO: COORDINATE DEI PUNTI DI PRELIEVO DEI CAMPIONI

Coordinate Gauss Boaga

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
D1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno del cantiere di Lido-Treporti	2318311.98	5035320.33	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006 Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre in corso
D2	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE in prossimità del Lungomare Dante Alighieri	2318312.17	5035057.30	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006
D3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE in posizione arretrata rispetto al lungomare	2318409.78	5035068.64	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006 Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre in corso
D4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato in un'area di pertinenza della Scuola Elementare Sandro Pertini	2319906.23	5036298.66	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006 Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre in corso
D5	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309887.86	5023549.46	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre in corso

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
D6	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, sul tetto di un container	2307852.55	5012001.78	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre in corso
PM10	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318348.83	5035066.57	Polveri: PM ₁₀ in continuo	Da Novembre 2004 a Maggio 2007
POLV1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318348.90	5035065.62	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	20-22 Giugno 2006 18-20 Ottobre 2006
POLV2	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, nel terrapieno sud, in prossimità dell'impianto di betonaggio	2318452.45	5034216.78	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	14 Luglio 2006
POLV3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, in prossimità di via B. Clemente, su una parte rialzata del margine della strada opposto al cantiere	2318460.80	5034345.72	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	31 Agosto 2006 5, 28 Settembre 2006
POLV4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri in prossimità dell'impianto di betonaggio, all'inizio del terrapieno sud	2318507.18	5034227.91	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	11 Agosto 2006
POLV5	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, a 5-6m dalla macchina per realizzare i diaframmi	2318355.06	5034498.77	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	14, 15 Settembre 2006

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
POLV10	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, all'incrocio con via Von Platen	2318306.82	5034835.13	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	27 Ottobre 2006 27 Novembre 2006 11 Dicembre 2006 17, 30 Gennaio 2007
POLV13	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	2318254.64	5035279.36	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	13-15 Novembre 2006 19-21 Dicembre 2006
POLV6	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato sulla sommità del muro del Forte San Piero, adiacente alla rete del cantiere	2310345.36	5023359.99	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	27 Giugno 2006 4, 7 Agosto 2006 5, 22, 29 Settembre 2006 10 Ottobre 2006 23, 30 Novembre 2006 11 Gennaio 2007
POLV11	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato sulla sommità del muro, direzione nord-sud, del Forte San Piero	2310346.27	5023307.38	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	29 Agosto 2006 25 Ottobre 2006
POLV15	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.47	5023562.24	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	23 Gennaio 2007
POLV7	Bocca di Chioggia - Ca' Roman Strumento posizionato all'esterno del cantiere, in prossimità dell'impianto di betonaggio	2307837.87	5012658.62	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	25 Luglio 2006
POLV8	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato in prossimità del Forte San Felice, su uno dei grossi massi che compongono l'argine della bocca di porto	2307458.72	5012091.78	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	7, 14 Agosto 2006 25 Settembre 2006 2, 13 Ottobre 2006 17, 20 Novembre 2006 15 Dicembre 2006 15 Gennaio 2007

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
POLV9	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato sul Molo Foraneo, alcuni metri fuori dal cantiere lato mare	2307906.87	5012047.92	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	25 Agosto 2006 8, 18 Settembre 2006
POLV12	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato, a sinistra dell'entrata	2307857.48	5012003.76	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	27-31 Ottobre 2006
METAL1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	2318254.81	5035294.61	Polveri: metalli pesanti	Dal 14 al 28 Novembre 2006
METAL2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309886.58	5023556.59	Polveri: metalli pesanti	Dal 27 Settembre al 9 Ottobre 2006
METAL3	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato nell'area di cantiere, dietro il prefabbricato a sinistra dell'entrata	2307851.24	5012036.27	Polveri: metalli pesanti	Dal 21 al 31 Ottobre 2006
IPA1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318440.05	5035084.13	Determinazione degli IPA in aria	Dal 1 al 17 Febbraio 2005 Dal 25 Novembre al 13 Dicembre 2005
IPA2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato all'interno del cantiere di Malamocco, presso la pesa	2310358.88	5023371.50	Determinazione degli IPA in aria	Dal 25 Settembre al 10 Ottobre 2006
IPA3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318408.60	5035090.23	Determinazione degli IPA in aria	Dal 4 al 12 Aprile 2006 Dal 3 al 14 Novembre 2006

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
GAS1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318348.90	5035067.32	Misure di gas	Dal 20 al 29 Giugno 2006 Dal 13 al 28 Luglio 2006 Dal 22 Agosto al 21 Settembre 2006 Dal 13 al 19 Ottobre 2006 Dal 23 al 29 Ottobre 2006 Dal 29 Novembre 19 Dicembre 2006
GAS2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.79	5023561.34	Misure di gas	Dal 29 Giugno al 13 Luglio 2006 Dal 28 Luglio al 22 Agosto 2006 Dal 22 al 28 Settembre 2006 Dal 5 al 11 Ottobre 2006 Dal 19 Dicembre in corso

APPENDICE: CONFRONTO STAZIONI METEOROLOGICHE PUNTA SABBIONI E ARPAV-CAVALLINO

Introduzione

Nei mesi da settembre a dicembre 2006, si sono effettuati dei confronti nei parametri meteorologici rilevati dalle stazioni di Punta Sabbioni e di ARPAV-Cavallino.

Le variabili meteorologiche monitorate sono: precipitazione, direzione e velocità del vento, umidità relativa, pressione e temperatura. I criteri di scelta dei periodi di confronto sono sostanzialmente due: il primo prevede la scelta di periodi temporali casuali, mentre il secondo la scelta di periodi temporali nei quali le condizioni meteorologiche favoriscono una distribuzione omogenea delle variabili oggetto di confronto. In quest'ultimo caso le differenze nelle variabili meteorologiche misurate dalle due stazioni dovrebbero infatti essere ridotte.

La stazione di Punta Sabbioni è situata sulla bocca di porto di Lido di Venezia, mentre la stazione ARPAV di Cavallino si trova nella località di Cavallino (Treporti) a circa 10 km dalla stazione di Punta Sabbioni.

Precipitazione

Per quanto riguarda la precipitazione, si sono messe a confronto le stazioni per alcune giornate caratterizzate da pioggia (Tab.1A)

Tab.1A – Valori di precipitazione giornaliera

Data	Precipitazione (mm) ARPAV-Cavallino	Precipitazione (mm) Punta Sabbioni
15/09/2006	57.4	40.4
16/09/2006	15.2	18.8
17/09/2006	91.6	87.8
25/09/2006	2.8	1.2
20/10/2006	6.0	4.2
18/11/2006	2.6	1.6
20/11/2006	5.6	3.4
21/11/2005	10.6	6.6
09/12/2006	19	20.6
18/12/2006	22.2	18.8

La figura seguente riporta in forma grafica i risultati riportati nella precedente tabella.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

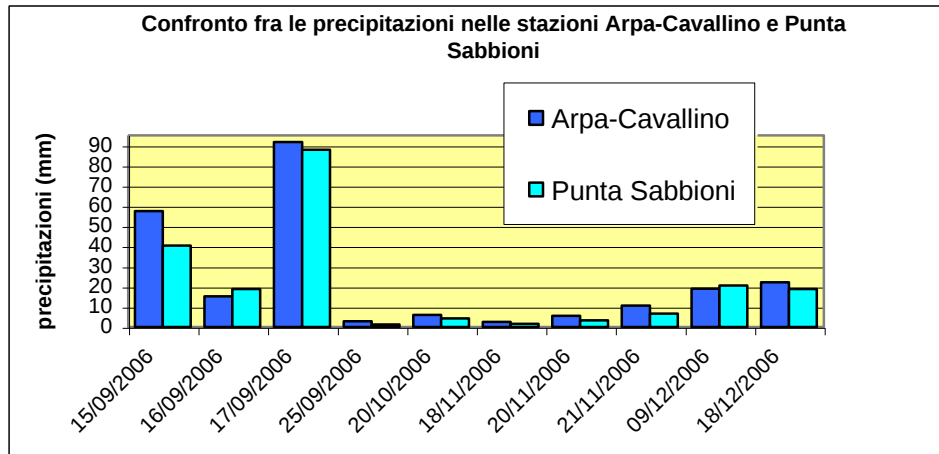


Fig.1A - Confronto precipitazioni giornaliere.

Si nota che il valore di precipitazione risulta sempre superiore nella stazione ARPAV-Cavallino (tranne che nelle giornate del 16/09/2006 e 09/12/2006).

Si è inoltre calcolata la retta di regressione fra le due serie di dati, relativo al periodo compreso fra settembre e dicembre 2006, ottenendo un buon valore del coefficiente di correlazione (0,98), il che denota che le due stazioni sono linearmente correlate nel periodo in esame.

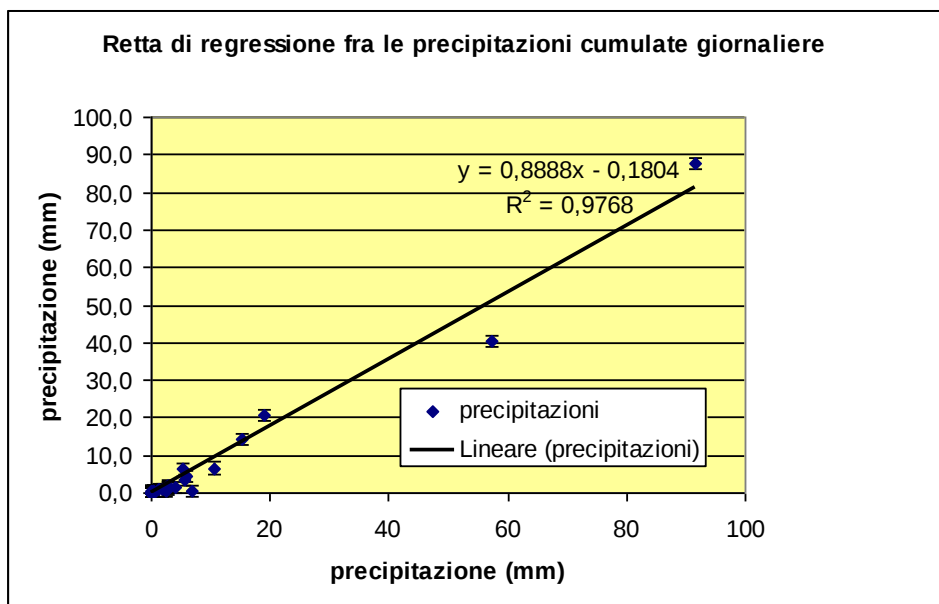


Fig.2A - Retta di regressione lineare per le precipitazioni

Per concludere l'analisi, si è effettuato il test di Student a due code ponendo come ipotesi la non differenza tra i valori registrati nelle due stazioni, scegliendo una probabilità $\alpha = 0,05$. Il valore indicato nelle tavole, con 18 gradi di libertà, risulta 2,1 mentre il valore ottenuto dalle misure è inferiore: 0,2. Segue che il rischio di errore nel rifiutare l'ipotesi nulla è troppo elevato: i due campioni risultano appartenenti alla stessa popolazione.

Temperatura

Per quanto riguarda le temperature si sono effettuati confronti fra medie giornaliere scegliendo casualmente alcune giornate comprese nel periodo fra settembre e dicembre 2006; inoltre sono stati eseguiti confronti fra medie orarie sia con scelta casuale di alcuni giorni, sia selezionando giornate con cielo coperto, durante le quali si ritiene che le eventuali differenze di temperatura fra le due stazioni siano minori (presentando tali giornate maggiore rimescolamento). La tabella seguente e il grafico successivo, riportano i risultati del confronto relativo alla temperatura media giornaliera (giornate casuali). Si nota che i valori misurati presso la stazione di Punta Sabbioni sono sempre superiori rispetto a quelli registrati nella stazione ARPAV; anche se casuali i valori risultano confrontabili presentando come massima differenza 1.5 °C (nelle giornate del 17 ottobre, e del 18 dicembre 2005).

Tab.2A - Valori di temperatura

Data	Temperatura (°C) ARPAV-Cavallino	Temperatura (°C) Punta Sabbioni	Differenze (°C)
02/09/2006	20	20,7	0,7
20/09/2006	19,9	20,4	0,5
23/09/2006	20,2	20,6	0,4
10/10/2006	15,4	16,8	1,4
13/10/2006	16,6	17,3	1,3
17/10/2006	11,8	13,3	1,5
19/10/2006	12,8	13,3	0,5
31/10/2006	13,6	14,5	0,9
01/11/2006	14,1	14,5	0,4
06/11/2006	6,8	8,3	1,5
09/11/2006	9,3	10,8	1,5
29/11/2006	10,2	11,1	0,9
02/12/2006	6,4	7,6	1,2
05/12/2006	9,1	9,4	0,3
08/12/2006	12,9	12,9	0

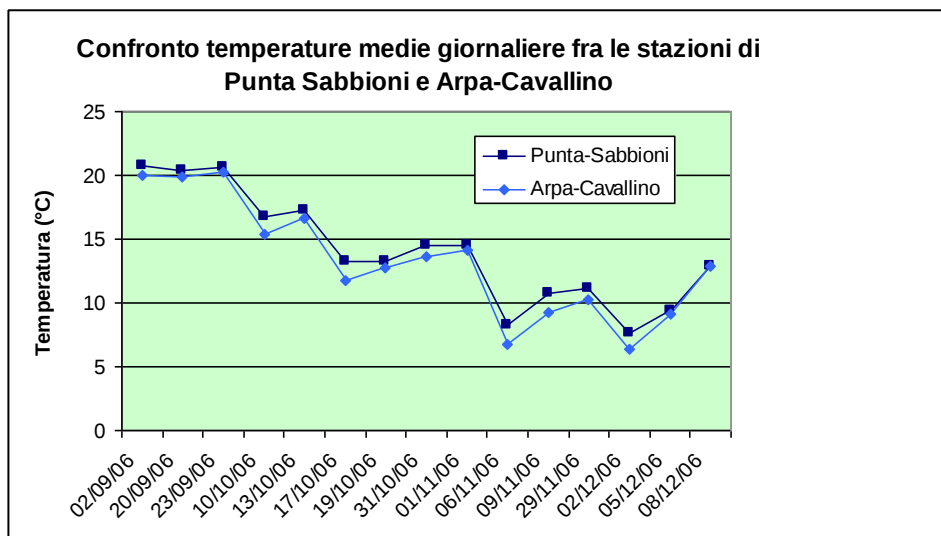


Fig.3A- Temperature medie giornaliere

Anche in questo caso è stata calcolata la retta di regressione lineare, sempre nel periodo compreso tra settembre e dicembre 2006, ottenendo nuovamente un buon valore del coefficiente di correlazione (0,99); si può dunque affermare che anche per quanto riguarda la temperatura le due stazioni presentano una correlazione lineare.

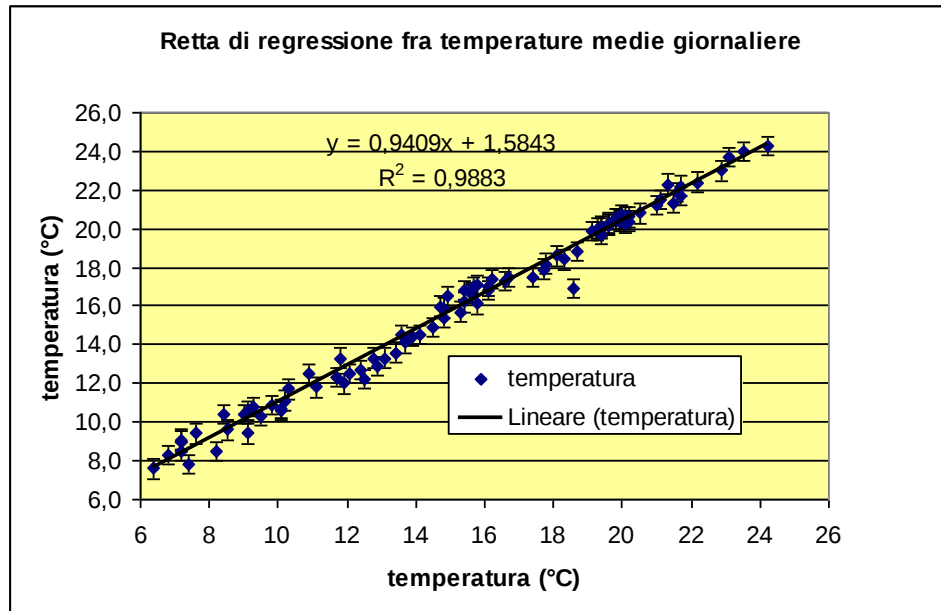


Fig.4A - Retta di regressione per le temperature

Per quanto riguarda le medie orarie le giornate casuali sono state le seguenti: 6 settembre, 9 ottobre e 13 novembre 2006; i risultati sono riportati nei seguenti grafici. Si osserva che la temperatura registrata presso la stazione di Punta Sabbioni è talvolta superiore talvolta inferiore rispetto a quella misurata presso la stazione ARPAV-Cavallino per tutte le giornate in esame. Osservando i primi 2 grafici si nota che l'andamento delle due curve è simile, anche se i dati registrati presso Punta Sabbioni sembrano traslati in avanti rispetto alla stazione ARPAV; le differenze fra i valori orari di temperatura non si concentrano in un particolare momento della giornata ma sono distribuite uniformemente e raggiungono la massima discrepanza il 9 ottobre 2006 alle ore 18; il valore misurato presso ARPAV risulta inferiore a quello della stazione Isac di circa 8 °C.

Lo scostamento medio giornaliero della stazione di Punta Sabbioni rispetto alla stazione ARPAV risulta: 0,66 °C (per il 06/09/2006), 1,29 °C (per il 09/10/2006), 0,8 °C (per il 31/01/2006) e 1,11 °C (per il 13/11/2006).

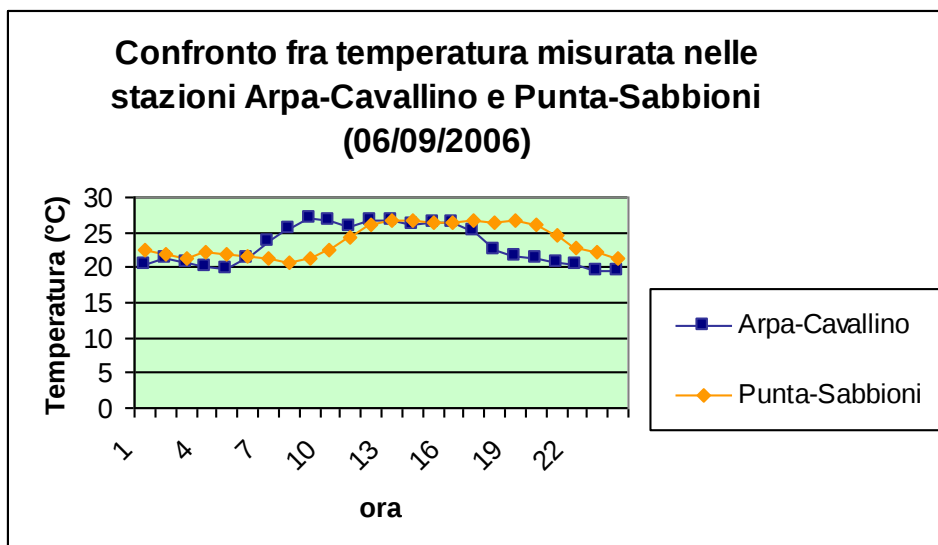


Fig.5A - Temperatura giornaliera (06/09/2006)

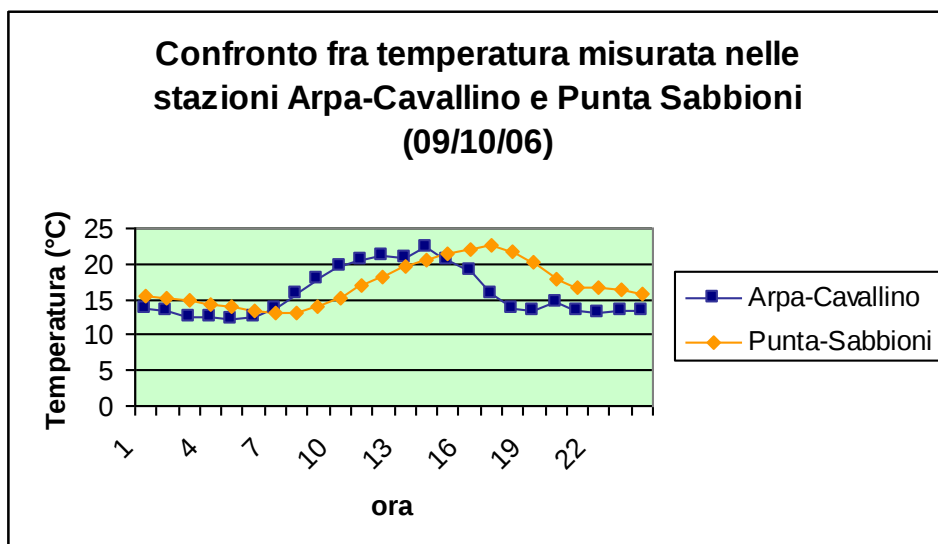


Fig.6A - Temperatura giornaliera (09/10/2006)

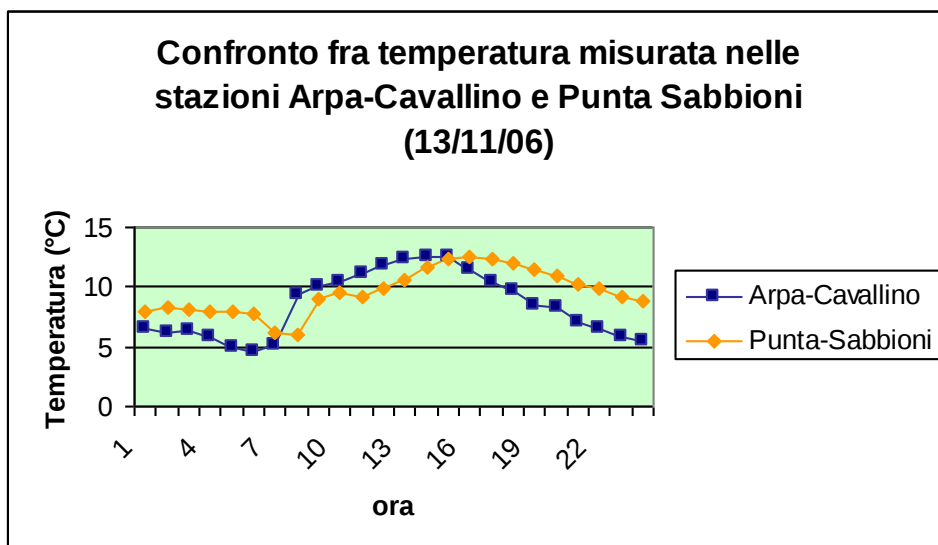


Fig.7A - Temperatura giornaliera (13/11/2006)

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Veniamo ora all'analisi delle giornate caratterizzate da cielo coperto; sono state selezionate le giornate del 1 ottobre e 5 dicembre 2006. Come si nota dai seguenti grafici le due curve sono quasi identiche e presentano come scostamento medio giornaliero della stazione di Punta Sabbioni rispetto ad ARPAV-Cavallino: 0,46°C (1 ottobre 2006), 0,25°C (5 dicembre 2006).

Per la scelta di tali giornate si sono prese in esame le curve relative alla radiazione solare dei mesi di ottobre e dicembre 2006. Si nota che in particolare durante la giornata del 5 dicembre si ha la massima copertura nuvolosa e il minimo scostamento tra i valori di temperatura misurati.

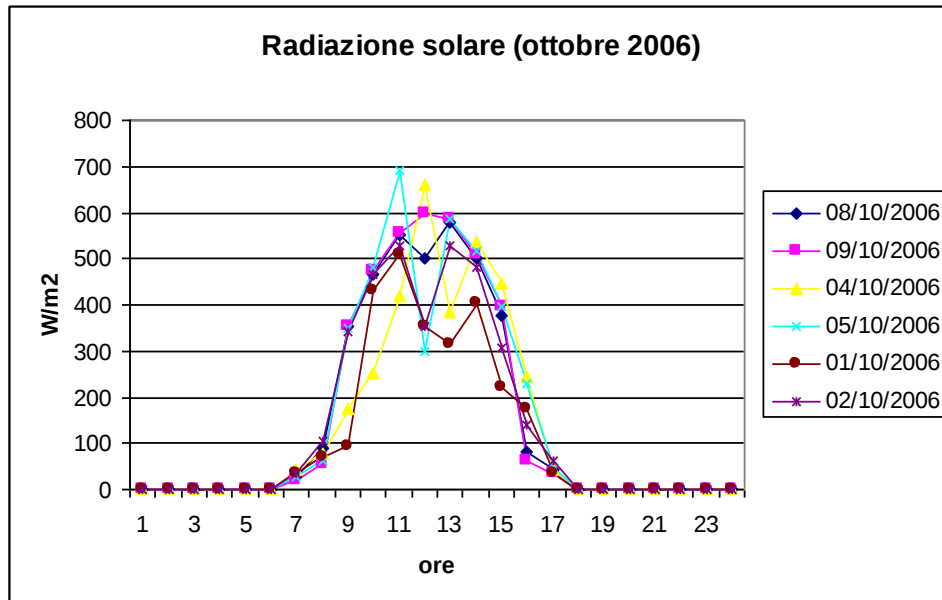


Fig.8A - Radiazione solare per il mese di ottobre

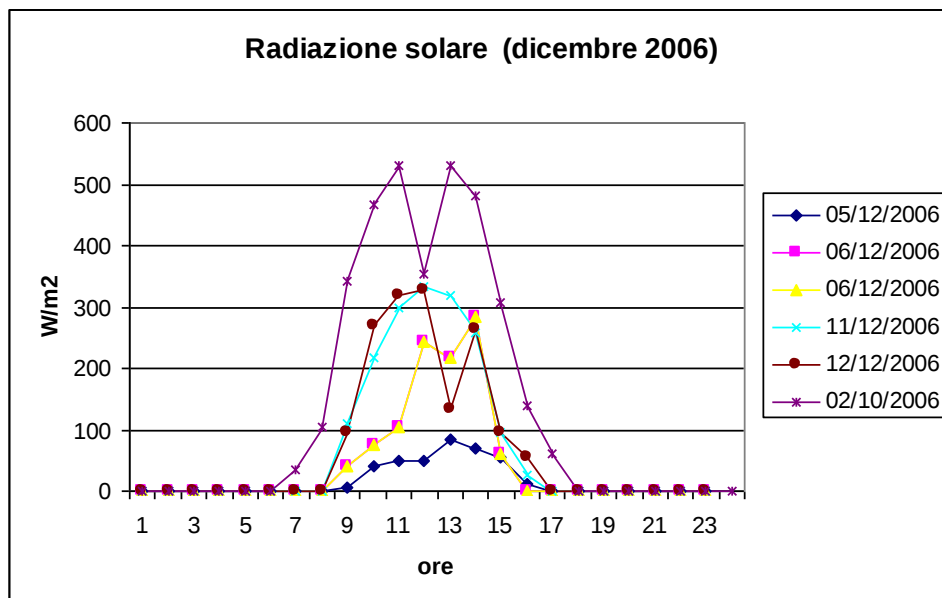


Fig.9A - Radiazione solare per il mese di dicembre

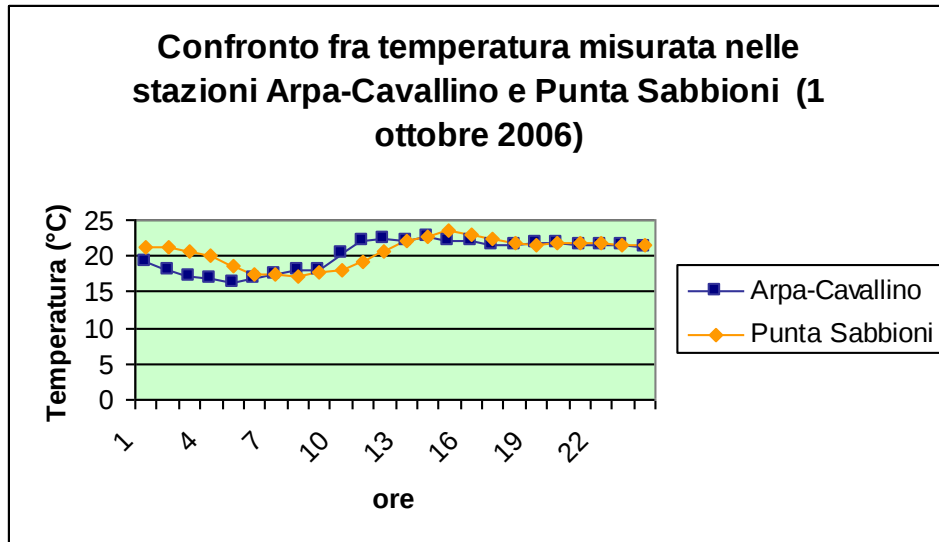


Fig.10A - Temperatura giornaliera (01/10/2006)

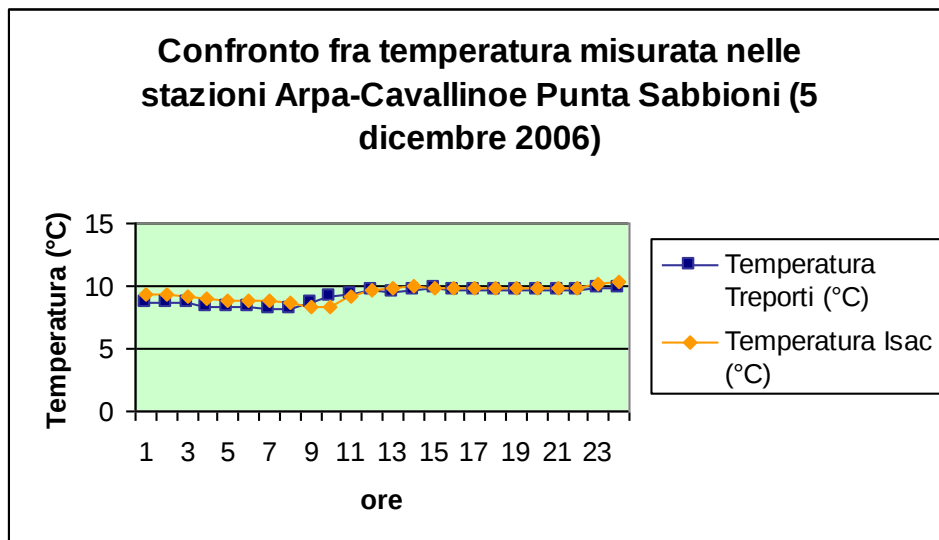


Fig.11A - Temperatura giornaliera (05/12/2006)

Anche per le temperature si è effettuato il test di Student a due code, ponendo nuovamente come ipotesi la non differenza tra i valori registrati nelle due stazioni e scegliendo sempre una probabilità $\alpha = 0,05$. Il valore indicato nelle tavole, con 28 gradi di libertà, risulta 2,0 mentre il valore ottenuto dalle misure è inferiore: 0,5. Segue che il rischio di errore nel rifiutare l'ipotesi nulla è troppo elevato: i due campioni risultano anche in questo caso appartenenti alla stessa popolazione.

Pressione atmosferica

Per quanto riguarda la pressione atmosferica si sono effettuati confronti sia fra medie orarie che fra medie giornaliere. Per le medie orarie sono state prese in considerazioni le giornate del 6 settembre, 22 ottobre e 26 novembre 2006. Per le due giornate 22 ottobre e 26 novembre 2006 i valori della stazione di Punta Sabbioni sono quasi sempre inferiori rispetto alla stazione ARPAV-Cavallino con uno scostamento medio giornaliero della prima rispetto alla seconda di circa -1,02

hPa (22 ottobre 2006) e -0,52 hPa (26 novembre 2006). Per la giornata del 5 settembre 2006 invece i valori sono in parte superiori e in parte inferiori con scostamento medio giornaliero 0,16 hPa.

La massima differenza risulta -2,1 hPa nella giornata del 22 ottobre alle ore 7.

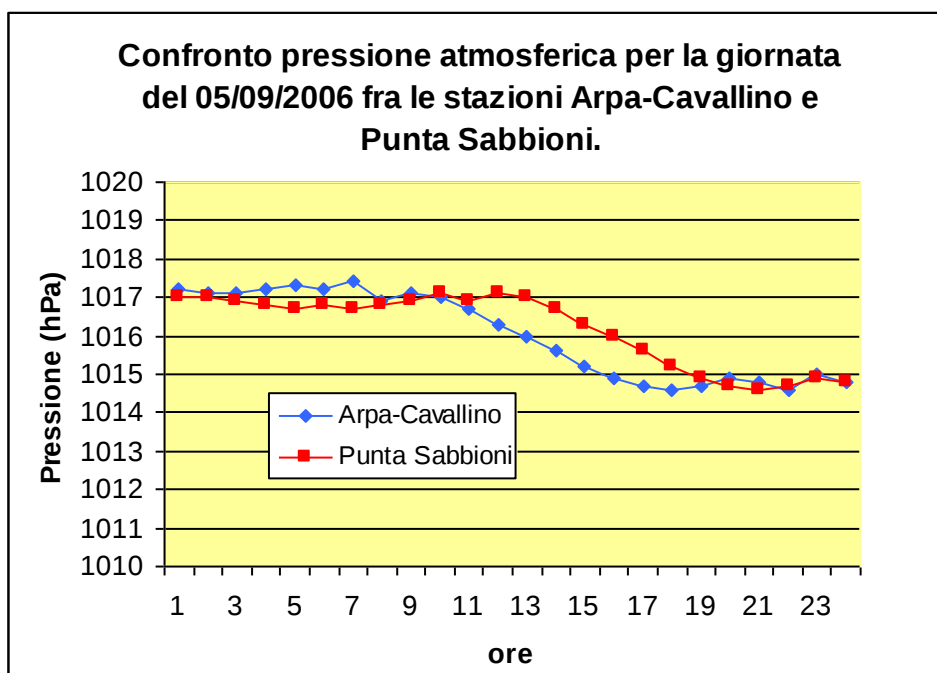


Fig.12A - Pressione atmosferica giornaliera (05/09/2006)

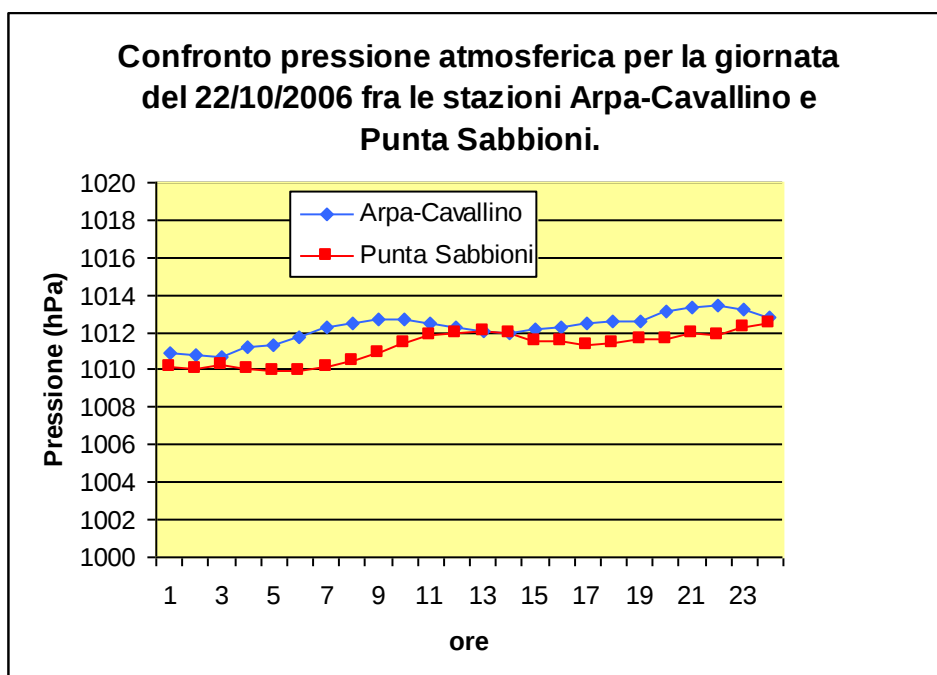


Fig.13A - Pressione atmosferica giornaliera (22/10/2006)

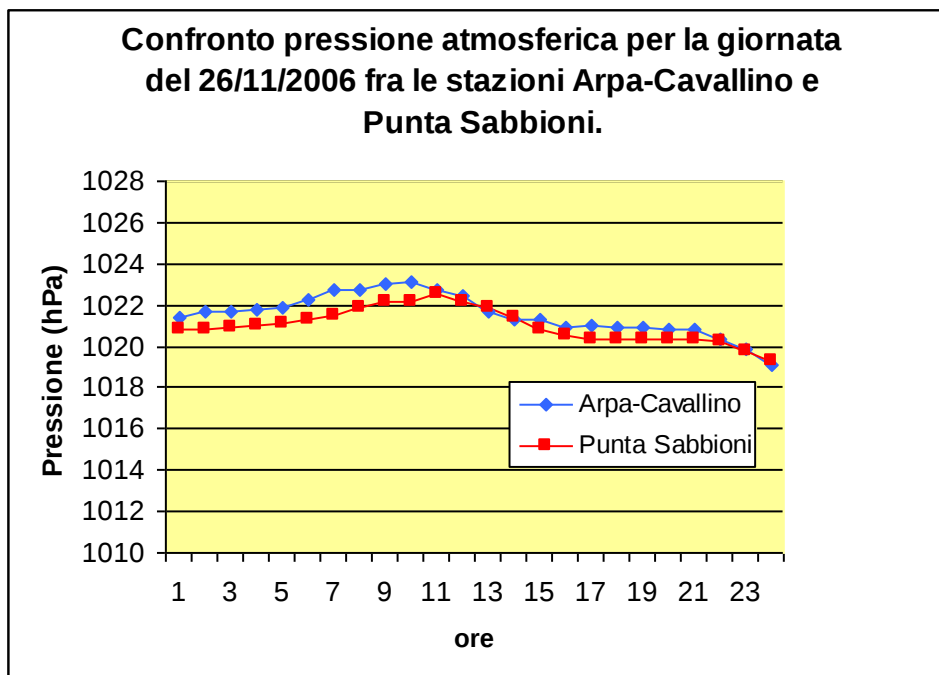


Fig.14A - Pressione atmosferica giornaliera (26/11/2006)

Seguono le tabelle che riportano i valori di pressione relative alle giornate prese in esame e rappresentate nei precedenti grafici.

Tab.3A - Valori orari di pressione (05/09/06 e 22/10/06)

5-set	Pressione atmosferica (hPa) Treporti	Pressione atmosferica (hPa) Isac	22-ott	Pressione atmosferica (hPa) ARPAV-Cavallino	Pressione atmosferica (hPa) Punta Sabbioni
1	1017,2	1017	1	1010,9	1010,2
2	1017,1	1017	2	1010,8	1010,1
3	1017,1	1016,9	3	1010,7	1010,3
4	1017,2	1016,8	4	1011,2	1010,1
5	1017,3	1016,7	5	1011,3	1010
6	1017,2	1016,8	6	1011,7	1010
7	1017,4	1016,7	7	1012,3	1010,2
8	1016,9	1016,8	8	1012,5	1010,5
9	1017,1	1016,9	9	1012,7	1010,9
10	1017	1017,1	10	1012,7	1011,4
11	1016,7	1016,9	11	1012,5	1011,8
12	1016,3	1017,1	12	1012,3	1012
13	1016	1017	13	1012,1	1012,1
14	1015,6	1016,7	14	1012	1012
15	1015,2	1016,3	15	1012,2	1011,5
16	1014,9	1016	16	1012,3	1011,5
17	1014,7	1015,6	17	1012,5	1011,3
18	1014,6	1015,2	18	1012,6	1011,4
19	1014,7	1014,9	19	1012,6	1011,6
20	1014,9	1014,7	20	1013,1	1011,6
21	1014,8	1014,6	21	1013,3	1012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

22	1014,6	1014,7	22	1013,4	1011,8
23	1015	1014,9	23	1013,2	1012,3
24	1014,8	1014,8	24	1012,8	1012,5

Tab.4A – Valori orari di pressione (26/11/06)

26-nov	Pressione atmosferica (hPa) ARPAV-Cavallino	Pressione atmosferica (hPa) Punta Sabbioni
1	1021,4	1020,8
2	1021,7	1020,8
3	1021,7	1020,9
4	1021,8	1021
5	1021,9	1021,1
6	1022,3	1021,3
7	1022,7	1021,5
8	1022,7	1021,9
9	1023	1022,2
10	1023,1	1022,2
11	1022,7	1022,5
12	1022,4	1022,2
13	1021,7	1021,9
14	1021,3	1021,4
15	1021,3	1020,8
16	1020,9	1020,5
17	1021	1020,3
18	1020,9	1020,3
19	1020,9	1020,3
20	1020,8	1020,3
21	1020,8	1020,3
22	1020,3	1020,2
23	1019,9	1019,8
24	1019,1	1019,3

Nei seguenti grafici ci sono invece i confronti per le medie giornaliere per i mesi da settembre a novembre 2006.

Le curve presentano lo stesso andamento per tutto l'arco di tempo analizzato; lo scostamento maggiore riscontrato è di 2 hPa. In generale si può affermare che le due stazioni sono confrontabili.

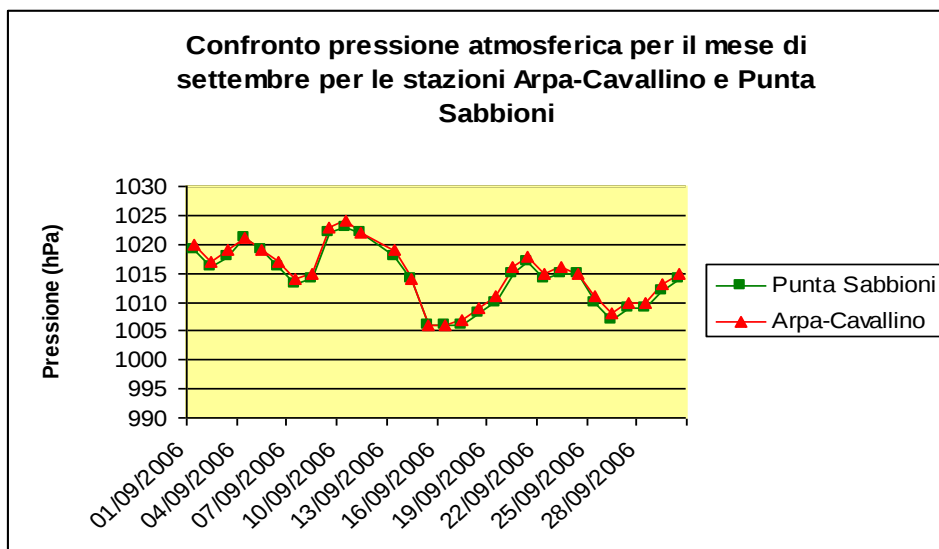


Fig.15A - Medie giornaliere pressione atmosferica (settembre 2006)



Fig. 16A - Medie giornaliere pressione atmosferica (ottobre 2006)

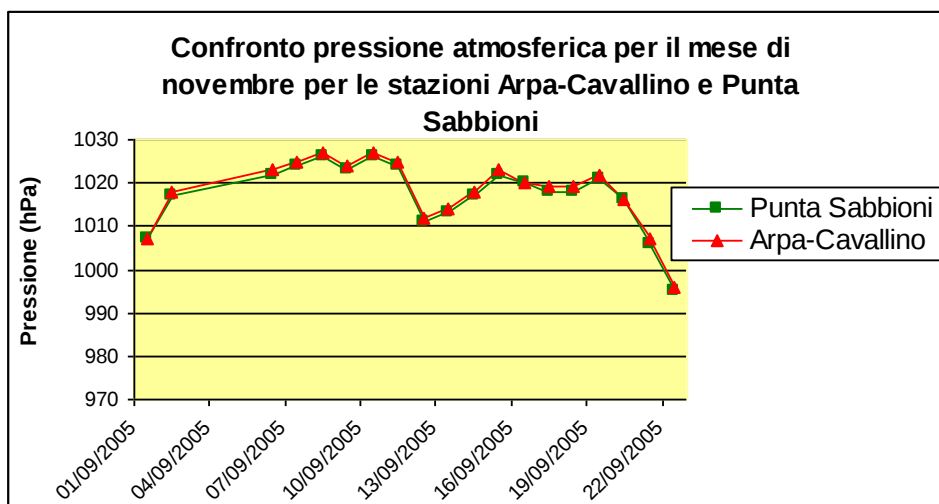


Fig.17A- Medie giornaliere pressione atmosferica (novembre 2006)

Umidità relativa

Per quanto riguarda l'umidità relativa, si è effettuato un confronto giornaliero fra le stazioni per le giornate del 4 settembre, 22 ottobre e 13 novembre 2006.

Gli andamenti delle curve sono simili ma compaiono discrepanze per quanto concerne i valori registrati. Lo scostamento medio giornaliero della stazione di Punta Sabbioni rispetto alla stazione ARPAAV-Cavallino è di circa: -5,1% per la giornata del 4 settembre, -4,9% per la giornata del 22 ottobre, -8,0% per la giornata dell' 13 novembre.

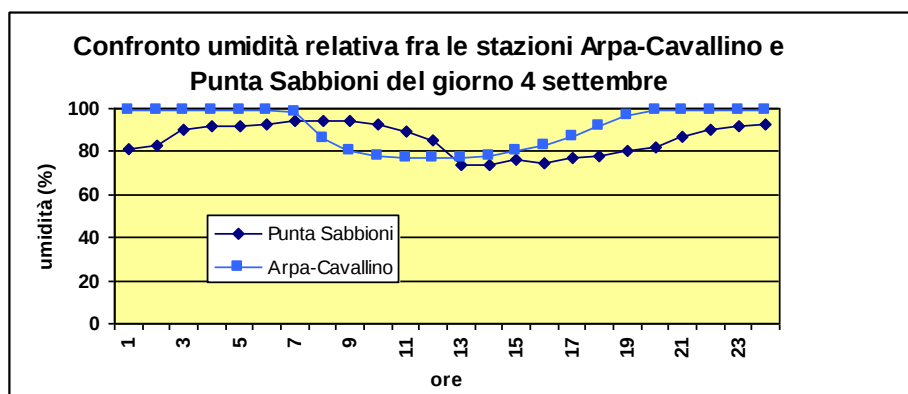


Fig.18A - Umidità relativa giornaliera (04/09/2006)

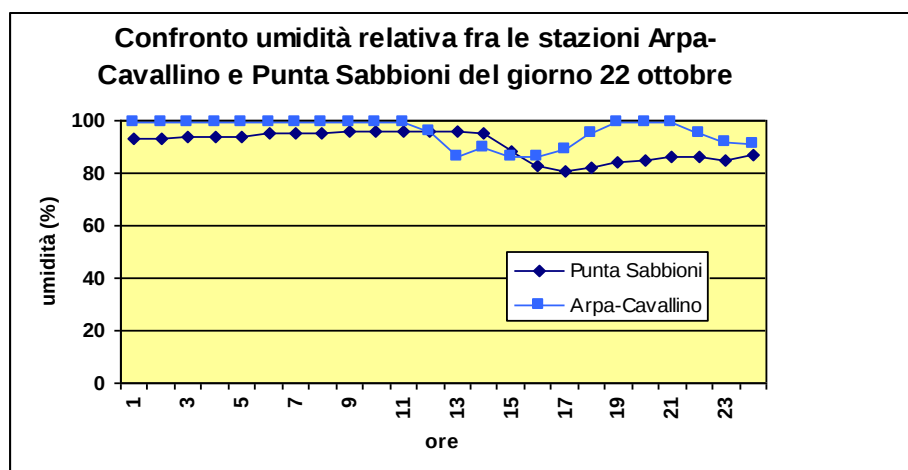


Fig.19A - Umidità relativa giornaliera (22/10/2006)

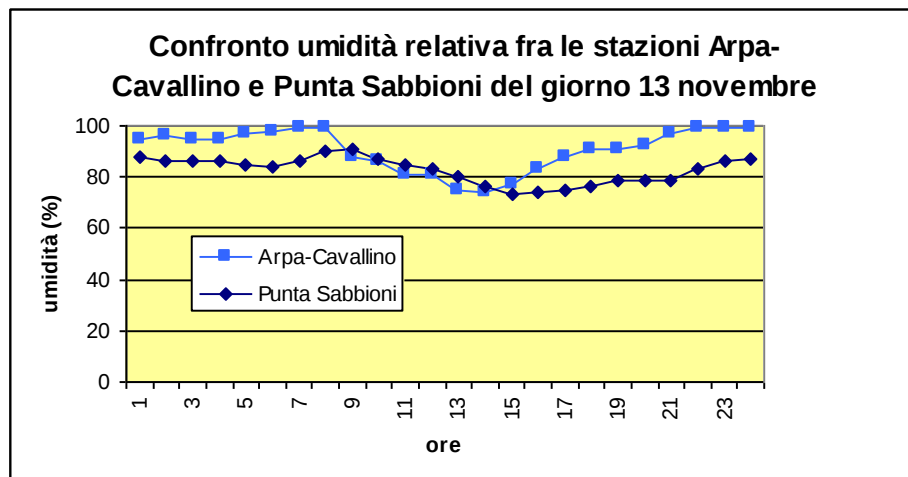


Fig.20 A- Umidità relativa giornaliera (13/11/2006)

Considerando anche l'andamento delle temperature, in particolare la giornata del 13 novembre, presa in considerazione per l'analisi di entrambe le variabili, si può osservare anzitutto come ai massimi della temperatura corrispondano i minimi dell'umidità relativa; viene cioè verificata la nota anticorrelazione fra l'andamento delle due variabili. Dunque una spiegazione relativa alla maggiore umidità misurata presso la stazione ARPAV-Cavallino può essere trovata nel fatto che le temperature registrate in quest'ultima stazione sono spesso minori rispetto a quelle della stazione di Punta Sabbioni.

Direzione del vento

Per quanto riguarda la direzione del vento sono stati eseguiti dei confronti giornalieri per le giornate del 3 settembre, 4 ottobre e 17 dicembre 2006. Le due stazioni misurano valori simili (considerando che i punti di maggior distacco indicano in realtà la stessa direzione).

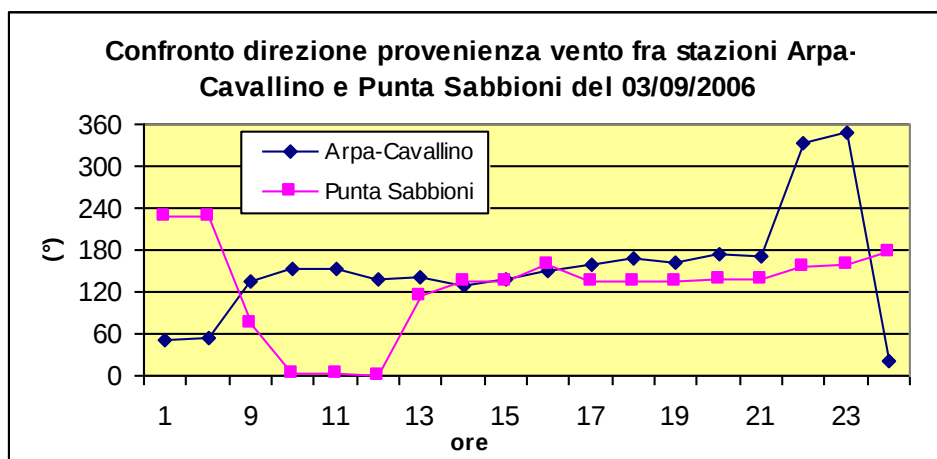


Fig.21A - Direzione provenienza vento giornaliera (03/09/2006)

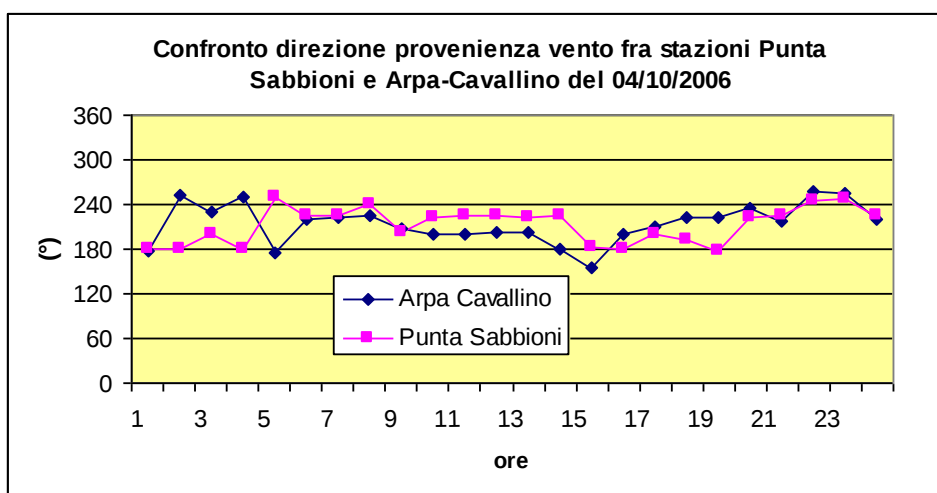


Fig.22A - Direzione provenienza vento giornaliera (04/10/2006)

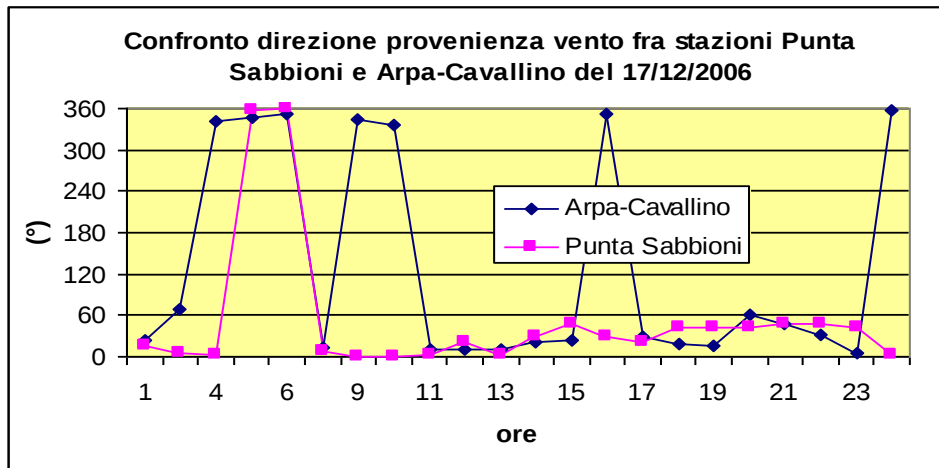


Fig.23A - Direzione provenienza vento giornaliera (17/12/2006)

Velocità del vento

Per quanto riguarda la velocità del vento si sono prese in considerazione le giornate del 3 settembre, 4 ottobre e 17 dicembre 2006.

Si nota che il valore registrato presso la stazione ARPAV-Cavallino è sempre inferiore rispetto a quello della stazione di Punta Sabbioni. Lo scostamento medio giornaliero della stazione di Punta Sabbioni rispetto alla stazione ARPAV risulta: 1.0 m/s (per il 03/09/2006), 4,3 m/s (per il 04/10/2006), 0,6 m/s (per il 17/12/2006).

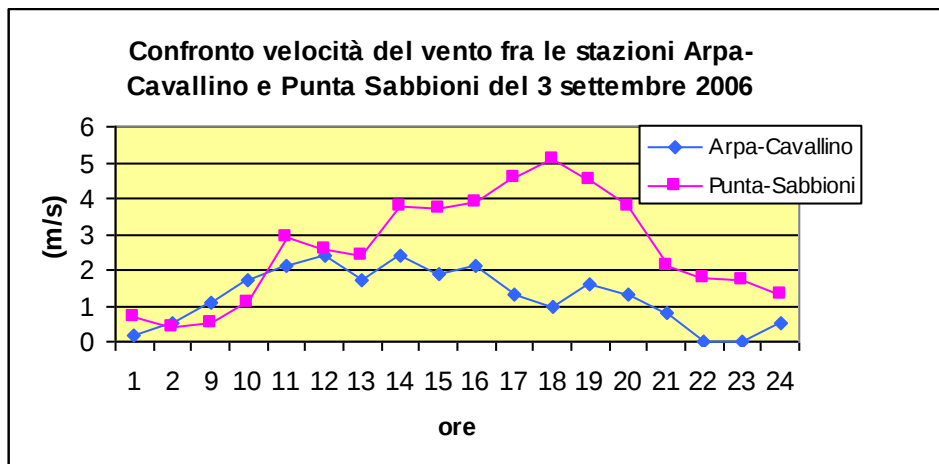


Fig.24A- Velocità del vento giornaliera (03/09/2006)

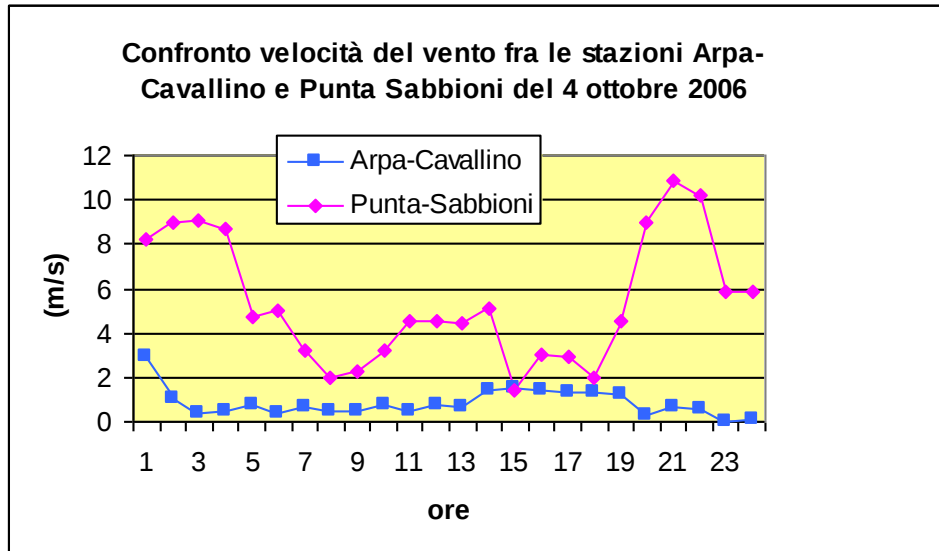


Fig.25A - Velocità del vento giornaliera (04/10/2006)

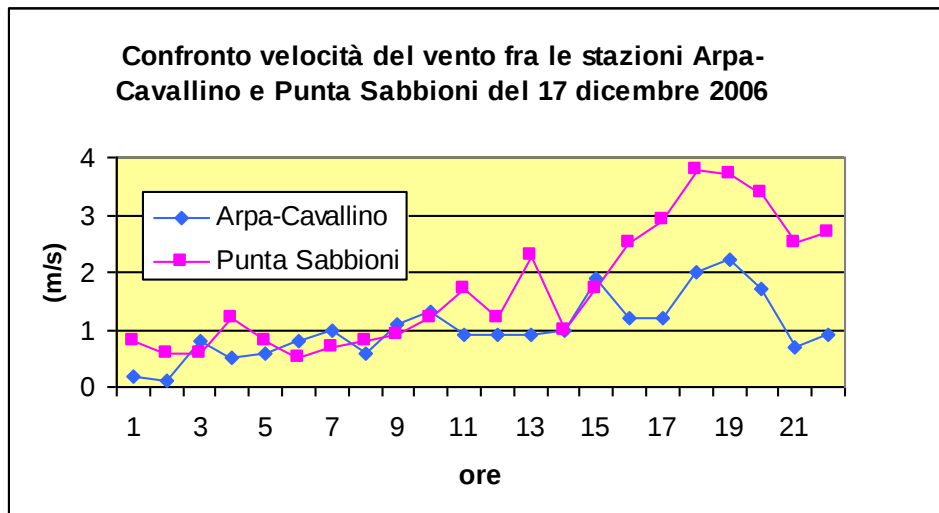


Fig.26A - Velocità del vento giornaliera (04/10/2006)

Le due stazioni registrano andamenti simili anche se le velocità sono maggiori nella stazione di Punta Sabbioni rispetto alla stazione ARPAAV; una possibile spiegazione può essere dovuta al fatto che tale stazione meteorologica, trovandosi in prossimità della bocca di porto, è maggiormente esposta al vento.

Conclusioni

Lo scopo dell'analisi è mettere a confronto i parametri meteorologici registrati presso due stazioni situate a pochi chilometri una dall'altra, con la differenza che la stazione di Punta Sabbioni è posizionata sulla bocca di porto, mentre quella di ARPAAV-Cavallino è situata nell'entroterra.

Le variabili meteorologiche prese in esame sono state: precipitazione, temperatura, direzione e velocità del vento, umidità relativa e pressione. Si sono analizzate in maniera più accurata le prime due variabili, per le quali è stato anche effettuato un confronto con criteri di carattere statistico,

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

poiché generalmente sono considerate quelle più rappresentative nella caratterizzazione di stazioni meteorologiche.

Per quanto riguarda precipitazione e temperatura, infatti, oltre a confronti tra medie orarie e giornaliere, si sono messe in relazione le due stazioni tramite il calcolo della retta di regressione lineare e mediante il test statistico di Student, per verificare l'appartenenza o meno delle due stazioni alla stessa popolazione. Dall'analisi grafica è emersa una leggera sottostima della precipitazione per la stazione di Punta Sabbioni rispetto a quella di ARPAV-Cavallino; nonostante ciò le variabili meteorologiche sono risultate linearmente correlate e anche il test di Student ha evidenziato come Punta Sabbioni e ARPAV-Cavallino siano da considerarsi appartenenti alla stessa popolazione.

Per la temperatura, al contrario, si è registrata una sovrastima per la stazione di Punta Sabbioni rispetto a quella di ARPAV-Cavallino; anche in tal caso le due stazioni sono risultate sia linearmente correlate, sia appartenenti alla stessa popolazione.

Per le variabili pressione, direzione del vento e umidità le discrepanze annotate sono minime e casuali in quanto, a differenza di precipitazione e temperatura, non si è verificata sovrastima di una stazione rispetto all'altra ma i valori misurati sono risultati talora superiori in una talora nell'altra postazione.

Per la velocità del vento invece si sono misurati valori costantemente più elevati presso la stazione di Punta Sabbioni, che si trova sulla bocca di porto di Lido di Venezia ed è pertanto più ventilata.

Per concludere possiamo affermare che complessivamente le due stazioni sono confrontabili; le discrepanze riscontrate, peraltro minime, possono rientrare nella variabilità tipica sia dei sensori utilizzati, sia nelle diverse condizioni meteorologiche presenti presso la bocca di porto e a Cavallino.

Il medesimo confronto, effettuato anche nei 2 anni precedenti, ha in generale le stesse informazioni che sono emerse da questa analisi.