



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/8**

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

Contratto Thetis-CORILA n. 122000551

Documento **MACROATTIVITÀ: ARIA**
RAPPORTO FINALE

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2013**

Redazione

Dott. Daniele Contini
(CNR-ISAC)

Redazione e Verifica

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrin

Indice

INTRODUZIONE.....	4
1 INDICATORI MONITORATI E METODOLOGIA DI MISURA	6
1.1 PM ₁₀	6
1.2 Determinazione dei metalli nel PM ₁₀	6
1.3 Idrocarburi Policicli Aromatici (IPA).....	8
1.4 Misure di gas	9
2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE.....	12
2.1 PM ₁₀	12
2.2 Determinazione dei metalli nel PM ₁₀	13
2.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	13
2.4 Misure di gas	14
3 RISULTATI MONITORAGGIO POLVERI.....	16
3.1 Introduzione.....	16
3.2 PM ₁₀	16
3.2.1 <i>Andamento annuale del PM₁₀</i>	16
3.2.2 <i>Superamenti di soglia PM₁₀</i>	24
3.2.3 <i>Conclusioni PM₁₀ in continuo</i>	24
3.3 Monitoraggio dei metalli nel PM ₁₀	24
3.3.1 <i>Campagne di misura a Chioggia</i>	47
3.3.2 <i>Campagne di misura a Malamocco</i>	36
3.3.3 <i>Campagna di misura a Punta Sabbioni</i>	47
3.3.4 <i>Commenti e considerazioni conclusive</i>	58
3.4 Calibrazione del campionatore Air Genius (PM ₁₀)	68
4 RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	72
4.1 Introduzione.....	72
4.2 Risultati del monitoraggio.....	72
4.3 Superamenti di soglia	77
4.4 Conclusioni.....	82
5 RISULTATI MONITORAGGIO GAS	84
5.1 Introduzione.....	84
5.2 Risultati del monitoraggio.....	84
5.2.1 <i>Campagne di misura a Punta Sabbioni</i>	85
5.2.2 <i>Campagne di misura a Malamocco</i>	89
5.3 Superamenti di soglia	93

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

5.4 Conclusioni.....	94
6 CONCLUSIONI.....	99
6.1 Introduzione.....	99
6.2 Sintesi attività di monitoraggio	99
BIBLIOGRAFIA.....	101
ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE	102
A.1 PM ₁₀	102
A.2 Metalli nel PM ₁₀	102
A.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici	102
A.4 Gas	103
ALLEGATO: RAPPORTI DI ANOMALIA POLVERI	104

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

Dott.ssa Chiara Dall'Angelo (CORILA, Venezia)

Dott.ssa Daniela Cesari (ISAC-Lecce)

Dott. Daniele Contini (ISAC-Lecce)

Dott.ssa Francesca Sonetto (Dip. Scienze Ambientali, Univ. Venezia)

Dott.ssa Silvia De Pieri (Dip. Scienze Ambientali, Univ. Venezia)

Prof. Andrea Gambaro (IDPA-CNR, Venezia)

Dott.ssa Elisa Morabito (IDPA-CNR, Venezia)

Dott.ssa Angela Maria Stortini (IDPA-CNR, Venezia)

Dott.ssa Clara Turetta (IDPA-CNR, Venezia)

Dott.ssa Roberta Zangrando (IDPA-CNR, Venezia)

INTRODUZIONE

Il presente documento descrive le attività ed i risultati relativi all'ottavo anno di monitoraggio (maggio 2012 - aprile 2013) degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari relativamente alla matrice aria [Studio B.6.72 B/8, Disciplinare Tecnico, 2012].

Il monitoraggio dei cantieri per la realizzazione degli interventi alle bocche lagunari per la regolazione dei flussi di marea (MOSE) fa riferimento al Disciplinare Tecnico (DT) che a sua volta è basato sulle valutazioni espresse nel documento relativo allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) del Progetto di Massima degli Interventi alle Bocche Lagunari per la Regolazione dei Flussi di Marea (Sezione D, Quadro di Riferimento Ambientale, Vol. 2, 1997. N. Elaborato 95.T706-REL-T067.4 Consorzio Venezia Nuova) aggiornato alla luce delle normative nazionali ed internazionali intervenute successivamente alla sua stesura.

La normativa di riferimento, per quanto riguarda la matrice aria, è il Decreto Legislativo 155/2010 che rappresenta un testo unico sulla qualità dell'aria ed ha abrogato le norme precedentemente in vigore.

Le principali novità introdotte dal Decreto Legislativo 155/2010, ai fini della presente attività di monitoraggio, riguardano l'introduzione di valori obiettivo per il contenuto di Arsenico, Cadmio, Nichel e Benzo(a)pirene nel PM₁₀ da raggiungere entro il 31/12/2012. Per quanto riguarda i valori limite del PM₁₀, del Monossido di Carbonio e del Biossido di Azoto il Decreto non introduce differenze rispetto a quanto in vigore dalla normativa precedente. Infine per gli Ossidi di Azoto il Decreto stabilisce un livello critico per la protezione della vegetazione. In questo caso le stazioni di misurazione devono essere localizzate ad oltre 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50.000 veicoli al giorno e l'area di rappresentatività delle stazioni di misurazione deve essere pari ad almeno 1.000 km². Il Mercurio non è stato considerato nelle attività di monitoraggio in quanto non rappresentativo di emissioni da attività di cantiere.

Gli obiettivi del monitoraggio sono stati individuati sulla base delle pressioni ambientali definite nel SIA e dei cambiamenti legislativi successivamente intervenuti, in particolare quelli riferiti alla protezione della salute della popolazione.

Gli indicatori scelti per valutare lo stato della matrice aria sono stati: le concentrazioni di PM₁₀, le concentrazioni dei metalli nel PM₁₀, le concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) in fase aerosol e gassosa, le concentrazioni di CO, NO_x e NO₂. A questo proposito si sottolinea che rispetto a quanto previsto dal citato Decreto Legislativo 155/2010 si è ritenuto opportuno proseguire l'attuale schema di monitoraggio (determinazione del Benzo(a)pirene sul particolato totale, in sostituzione del contenuto di Benzo(a)pirene nel PM₁₀ come previsto dal citato Decreto) in quanto ciò permette di proseguire il confronto con la serie storica relativa ai precedenti anni di misura (confronto che sarebbe compromesso passando al PM₁₀). Tale confronto, nell'ottica del monitoraggio di un'attività di cantiere, rappresenta un aspetto importante per determinare l'eventuale impatto ambientale delle attività cantieristiche in funzione dello stato di avanzamento dei lavori. In secondo luogo la normativa prevede comunque l'obiettivo qualità (1 ng/m³) espresso come media annuale, su base giornaliera, e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Punta Sabbioni e a Malamocco che prevedono una minore frequenza di campionamento.

Non si segnalano variazioni significative rispetto al precedente anno di monitoraggio [Studio B.6.72 B/7, Disciplinare Tecnico, 2011].

Nel corso dell'ottavo anno di monitoraggio sono proseguite le attività di modellistica mirate a stimare la ricaduta al suolo e le concentrazioni, nelle aree limitrofe ai cantieri alle tre bocche, dei principali inquinanti monitorati (particolato ed ossidi di azoto).

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

È proseguita l'applicazione della procedura di anomalia basata sulla stesura di un Rapporto di Anomalia con successivo Rapporto di Chiusura dell'Anomalia.

1 INDICATORI MONITORATI E METODOLOGIA DI MISURA

Di seguito verrà fornita una descrizione sintetica della metodologia di monitoraggio per ciascun indicatore individuato.

Si ricorda che il monitoraggio è iniziato con una prima fase (Fase A o *ante operam*) che si è svolta nell'inverno 2004-2005, con lo scopo di mettere a punto le metodologie nelle diverse attività previste dal DT e di ottenere una prima stima della variabilità degli indicatori indagati [Studio B.6.72/B1, Rapporto di Variabilità, 2005].

1.1 PM₁₀

L'indicatore di PM₁₀ rappresenta la concentrazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Le concentrazioni di PM₁₀ sono monitorate utilizzando il campionatore automatico basato sulla diffusione della luce (Air Genius, Unitec, Ferrara) certificato in data 25/01/2005, prot.068/2005, dall'Istituto IIA (Istituto dell'Inquinamento dell'Atmosfera, CNR). Presso il campionatore di particolato è stata collocata una centralina per l'acquisizione dei parametri meteorologici standard (MET 3000R: direzione ed intensità del vento, umidità, pressione, temperatura, pioggia). Il campionatore è stato posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE., a Punta Sabbioni, in posizione centrale (Fig. 1.1) in modo da minimizzare le interferenze dovute alla vegetazione locale (Lat. 2318348.83; Long. 5035066.57).



Fig. 1.1 - Campionatore automatico sequenziale di PM₁₀ (Air Genius, Unitec, Ferrara).

1.2 Determinazione dei metalli nel PM₁₀

Nell'ottavo anno di monitoraggio sono state effettuate 8 campagne di misura relative alla composizione elementare nel PM₁₀, ciascuna della durata superiore o uguale a 10 gg, in tutte e tre le bocche di porto secondo il seguente schema: Punta Sabbioni (3 campagne), Malamocco (3 campagne) e Chioggia (2 campagne). La Figura 1.2 riporta la collocazione delle stazioni di misura, mentre la Tabella 1.1 le relative coordinate Gauss Boaga.

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



Fig. 1.2- Stazioni di misura dei metalli nel PM₁₀.

Tab. 1.1 - Coordinate Gauss Boaga delle stazioni per la misura dei metalli nel PM₁₀

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
METAL2	Bocca di Malamocco - S. Maria del Mare. Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309886.58	5023556.59
METAL3	Bocca di Chioggia - Sottomarina. Strumento posizionato nell'area di cantiere, dietro il prefabbricato a sinistra dell'entrata	2307851.24	5012036.27
METAL4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni. Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318346.76	5035066.54

Le analisi per le determinazioni analitiche sono state effettuate presso l'Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali (IDPA) del CNR di Venezia. La metodologia analitica seguita prevede che i campioni di PM₁₀, raccolti su filtri in fibra di quarzo (Sartorius), pesati per tre volte prima e dopo il campionamento, siano sottoposti ad un trattamento di mineralizzazione mediante digestione acida per riscaldamento tramite forno a microonde (Milestone, ETHOS 1) e disgregati con una miscela costituita da 6 ml di HNO₃, 3 ml di H₂O₂ e 3 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 20 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.

11) 20 minuti di ventilazione per il raffreddamento.

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). Gli elementi analizzati sono stati i seguenti: As, Ni, Cd, Pb, V, Cr, Co, Mo, Sb, Zn, Cu, Fe, Tl.

1.3 Idrocarburi Policicli Aromatici (IPA)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), sia associati alle particelle di polvere (aerosol) che presenti in fase gassosa, sono ritenuti ad elevata azione cancerogena e rappresentativi dei processi di combustione che comprendono, fra gli altri, le emissioni dovute a veicoli ad alimentazione diesel quali quelli presenti nell'area cantieri (scavatrici, benne, mezzi marittimi, etc.).

I campionamenti sono stati effettuati con un campionatore ad alto volume (Tisch Environment) con l'aspirazione dell'aria (portata 0.4 m³/min) attraverso un filtro in fibra di quarzo (QFF), per la raccolta degli IPA presenti sulle particelle di polvere, e attraverso un materiale adsorbente, posto a valle del filtro e costituito da un cilindro in schiuma di poliuretano (PUF), per il campionamento della frazione di IPA presente in fase vapore.

Nell'ottavo anno di monitoraggio sono state effettuate 3 campagne di misura in ciascuna delle due bocche di Malamocco e Punta Sabbioni. In Figura 1.3 vengono riportati i punti di misura ed in Tabella 1.2 le relative coordinate.



Fig. 1.3 – Postazioni di misura per gli IPA.

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

Tab. 1.2 - Coordinate Gauss Boaga dei punti di misura degli IPA in aria

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
IPA2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare. Strumento posizionato all'interno del cantiere di Malamocco, presso la pesa	2310358.88	5023371.50
IPA3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318408.60	5035090.23

Le analisi chimiche sono state effettuate dal Laboratorio Centro Studi Microinquinanti Organici di Voltabarozzo del MAV. Gli IPA determinati sia nella fase vapore (puff) che aerosospesa (aerosol) sono i seguenti: Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indenopirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h)perilene.

1.4 Misure di gas

Nell'ottavo anno di monitoraggio sono proseguite le misure di CO, NO_x e NO₂ con la stazione rilocabile con lo stesso schema del precedente anno di monitoraggio: le campagne di misura sono state eseguite per una durata di 8 giorni (da domenica a domenica) in modo da includere due giorni festivi per ogni campagna. I campionamenti sono stati effettuati con frequenza di acquisizione oraria, presso le bocche di Malamocco e Punta Sabbioni.

Si tratta 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, effettuato con un sistema di misura trasportabile che richiede una minore manutenzione rispetto ai sistemi di campionamento tradizionali. La Figura 1.4 mostra il campionatore nelle due postazioni di misura, entrambe ubicate all'esterno del cantiere, riportate in Figura 1.5, mentre la Tabella 1.3 riporta le coordinate dei punti di misura.



Fig. 1.4 - Posizionamento del campionatore per i gas a Punta Sabbioni (sinistra) e Malamocco (destra).

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



Fig. 1.5 - Postazioni di misura dei gas

Nell'ottavo anno di monitoraggio sono state effettuate 8 campagne di misura a Punta Sabbioni e 5 a Malamocco; tra queste, è stata effettuata la campagna supplementare, rispetto alle 12 previste, a Punta Sabbioni dal 07/04/2013 al 14/04/2013. I dati relativi al NO_x per il giorno 14/04/2013 sono stati invalidati a causa di una deriva della calibrazione del sensore emersa durante la procedura di calibrazione.

Tab. 1.3- Coordinate Gauss Boaga delle postazioni di misura dei gas

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
GAS1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni. Circolo Vela. Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318348.90	5035067.32
GAS2	Bocca di Malamocco - S. Maria del Mare. Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.79	5023561.34

Il campionatore utilizzato impiega dei sensori a film spesso che offrono il vantaggio di non utilizzare gas tecnici (come nel metodo di riferimento a chemiluminescenza per gli ossidi di azoto) e questo rende possibile la sua rilocalizzazione in punti di misura diversi.

Nel corso dell'ottavo anno di monitoraggio è stato effettuato un intervento di manutenzione ordinaria e di calibrazione dei sensori dal 09/11/2012 al 07/12/2012 (il secondo intervento previsto è stato effettuato dal 13/05/2013 al 24/05/2013).

La procedura di validazione, rimasta invariata rispetto ai precedenti anni di monitoraggio, consiste nel sostituire il valore misurato con 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.

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

Come criterio di quantificazione del dato medio è scelto tre volte il limite di rilevabilità: $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il CO; $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO_x e $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO₂. Ciò significa che concentrazioni inferiori a questi valori (Non Quantificabili, NQ) sono rilevate strumentalmente ma soggette ad un errore significativo. Nelle tabelle del Capitolo 5 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 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il CO; $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO_x e $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO₂.

2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE

Per quanto riguarda le soglie di riferimento, elaborate dopo sette anni di monitoraggio, si fa riferimento a quanto riportato nell'Allegato "Aggiornamento Soglie" del Rapporto Finale relativo al settimo anno di monitoraggio [Studio B. 6.72 B/7, Rapporto Finale, 01 Luglio 2012].

2.1 PM₁₀

Soglia di medio periodo:

Concentrazione media giornaliera superiore a **50** µg/m³ [Decreto Lgs. n. 155/2010].

Soglia di breve periodo dovuta a possibili sollevamenti eolici:

PM₁₀ (media oraria) >**75** µg/m³

Direzione Vento (170-360 gradi)

Velocità del vento >4 m/s

Il valore di 75 µg/m³ è rappresentativo della media delle concentrazioni orarie ottenute dai quadranti ESE-S-WSW con la relativa deviazione standard. Tali quadranti sono indicativi delle direzioni di provenienza di sabbia sollevata dal vento e proveniente dalle spiagge di Lido e Punta Sabbioni. Quando è stata definita tale soglia l'estensione dei cantieri a Treporti non comprendeva il Terrapieno Sud.

Soglia di breve periodo (aprile-settembre):

PM₁₀ (media oraria) >**33** µg/m³

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento <4 m/s

Soglia di breve periodo (ottobre-marzo):

PM₁₀ (media oraria) > **87** µg/m³

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento <4 m/s

In caso di superamento di una soglia di breve periodo vengono attivate delle indagini conoscitive caratterizzate dal confronto con i dati ARPAV, con l'andamento dei parametri meteorologici e con l'andamento temporale delle concentrazioni. Solo al termine di questi approfondimenti si stabilisce se c'è stato un probabile effetto dovuto ai cantieri (in tal caso viene redatto il Rapporto di Anomalia).

2.2 Determinazione dei metalli nel PM₁₀

Per quanto riguarda le soglie relative ai metalli, anche se il Decreto Legislativo 155 stabilisce che i valori obiettivo per i metalli nel PM₁₀ devono essere raggiunti entro il 2012, si è continuato ad utilizzare lo schema in vigore nei precedenti anni di monitoraggio. Per As, Ni, Cd i valori obiettivo, media annuale delle medie giornaliere, sono riportati in Tabella 2.1, mentre per il Pb il valore limite è 500 ng/m³.

Tab. 2.1- Valori obiettivo dei metalli nel PM₁₀ previsti dal Decreto Legislativo 155.

Elemento	Valore obiettivo (ng/m ³)
As	6
Cd	5
Ni	20

2.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010 prevede il monitoraggio del Benzo(a)pirene nella frazione PM₁₀. Come già riportato nella Introduzione del presente documento si è ritenuto opportuno proseguire l'attuale schema di monitoraggio, che prevede la determinazione del Benzo(a)pirene sul particolato totale, in quanto ciò permette di proseguire il confronto con la serie storica relativa ai precedenti anni di misura. In secondo luogo la normativa prevede l'obiettivo qualità di 1 ng/m³ espresso come media annuale, su base giornaliera, e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Punta Sabbioni e a Malamocco che sono a carattere discontinuo. Infine, poiché il PM₁₀ è una frazione del particolato totale, il rispetto (qualitativo) del valore obiettivo sul particolato totale garantisce anche il suo rispetto nella frazione PM₁₀.

Le concentrazioni di Benzo(a)pirene mostrano un forte andamento stagionale legato alla tipologia di sorgenti (ad esempio il riscaldamento domestico), alle condizioni meteorologiche e alla presenza di radiazione solare (degradazione fotolitica). Pertanto si è individuato un valore, di concentrazione di Benzo(a)pirene, indicativo della variabilità stagionale di tale inquinante nella laguna di Venezia. Si è utilizzato come valore indicativo la media di Benzo(a)pirene del mese nel quale sono stati effettuati i campionamenti, ottenuta dalla serie storica delle misure ARPAV svolte presso la stazione di Bissuola, incrementata di una deviazione standard (Tabella 2.2).

In caso di superamento del valore obiettivo di 1 ng/m³ le medie delle concentrazioni di Benzo(a)pirene, ottenute nelle campagne di misura svolte presso le bocche di Malamocco e di Punta Sabbioni, verranno confrontate con il valore indicativo di variabilità stagionale di tale inquinante (in base al periodo di svolgimento delle campagne di monitoraggio).

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

Tab. 2.2 - Valori indicativi della variabilità stagionale del Benzo(a)pirene nella Laguna di Venezia. Unità di misura: ng/m³

Mese	Media	Dev.Stand.	Valore indicativo
Gennaio	4.4	1.5	5.9
Febbraio	2.3	0.7	3.0
Marzo	0.8	0.3	1.1
Aprile	0.2	0.1	0.3
Maggio	0.1	0.0	0.1
Giugno	0.1	0.0	0.1
Luglio	0.1	0.0	0.1
Agosto	0.1	0.0	0.1
Settembre	0.1	0.0	0.1
Ottobre	0.6	0.2	0.8
Novembre	2.4	0.9	3.3
Dicembre	3.9	0.8	4.8

La soglia di allarme, secondo il Rapporto di Variabilità [Studio B.6.72 B/1, 2005], è identificata come la concentrazione di Benzo(a)pirene >9.4 ng/m³.

2.4 Misure di gas

Per i gas monitorati si fa riferimento alle soglie normative in vigore (DL n. 155/2010):

Valori limite protezione per la salute umana

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

Biossido di Azoto (NO₂): 200 µg/m³ media oraria da non superare più di 18 volte/anno

Valori limite per l'esposizione cronica

Biossido di Azoto (NO₂): 40 µg/m³ media anno

Valori limite per la protezione della vegetazione

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

Per quanto riguarda la soglia relativa agli ecosistemi o alla vegetazione, la normativa precisa "devono essere localizzate ad oltre 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50.000 veicoli al giorno e l'area di rappresentatività delle stazioni di misurazione deve essere pari ad almeno 1.000 km² ..." [Allegato III, DM 155 13/08/2010]. La determinazione di un eventuale impatto, dovuto alle attività di cantiere, sugli ecosistemi o sulla vegetazione 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 alla vegetazione non può che essere di tipo qualitativo.

Le elaborazioni dei dati monitorati prevedono due fasi. La prima riguarda l'andamento generale dei valori rilevati, con le loro medie ed il massimo orario di concentrazione, da confrontare con i livelli normativi. La seconda fase è mirata alla determinazione di eventuali contributi dai cantieri limitando gli effetti meteorologici (temperatura, umidità relativa ed altezza dello strato limite)

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

confrontando le medie nella fascia oraria diurna, dalle 8 alle 20, fra giornate lavorative e giornate festive.

3 RISULTATI MONITORAGGIO POLVERI

3.1 Introduzione

Il monitoraggio delle POLVERI comprende le misure in continuo del PM₁₀ a Punta Sabbioni e la determinazione del contenuto di metalli nel PM₁₀.

3.2 PM₁₀

3.2.1 *Andamento annuale del PM₁₀*

Le figure seguenti (Fig. 3.1-3.6) mostrano il giorno tipo e la settimana tipo rispettivamente per il primo (maggio-agosto 2012), il secondo (settembre-dicembre 2012) e il terzo quadrimestre (gennaio-aprile 2013). Nei grafici sono riportati anche gli andamenti dell'umidità relativa: si osserva una stretta correlazione nel giorno "tipo" fra l'umidità relativa e la concentrazione di PM₁₀; entrambe infatti tendono a diminuire verso le 8 del mattino e ad aumentare nuovamente verso le 20 di sera. Nel primo quadrimestre (Fig. 3.1) è stato osservato un pattern leggermente diverso con un picco di PM₁₀ nella parte notturna e nelle prime ore del mattino.

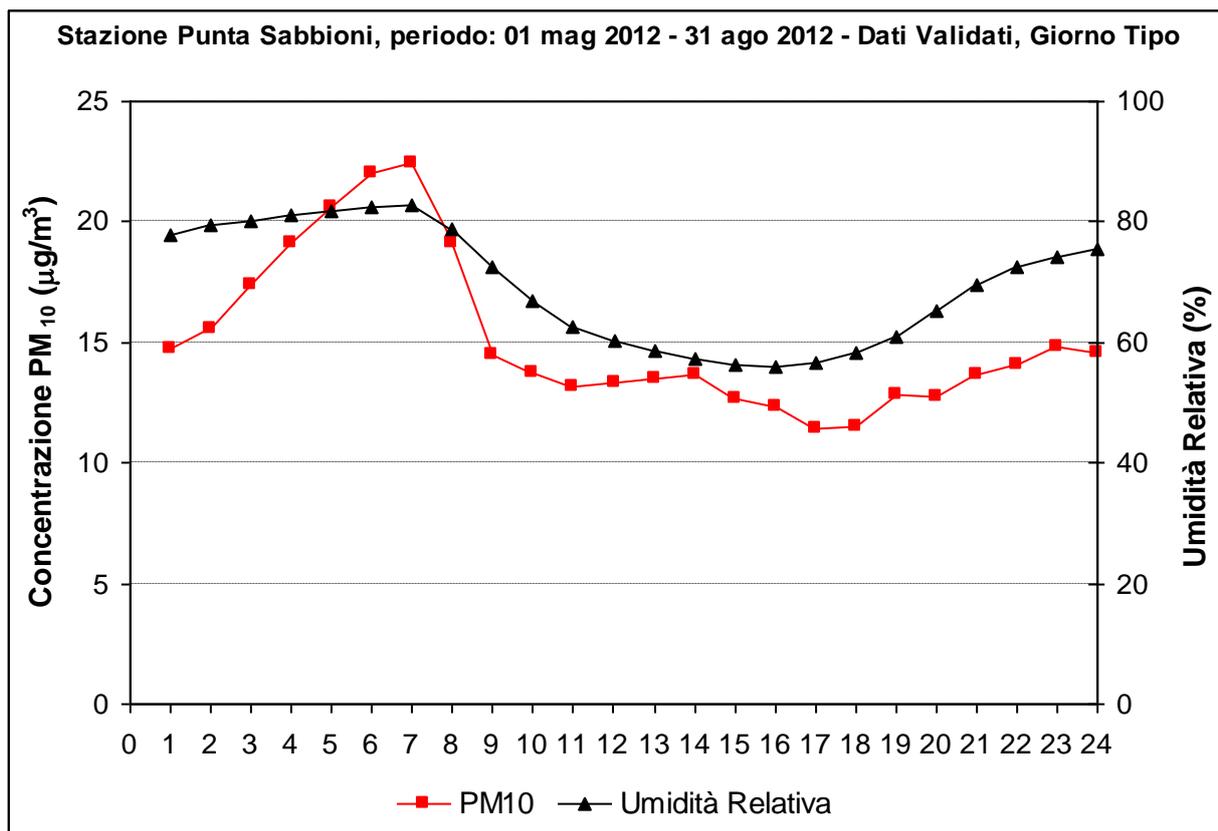


Fig. 3.1 - Giorno tipo - I Quadrimestre, maggio-agosto 2012.

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

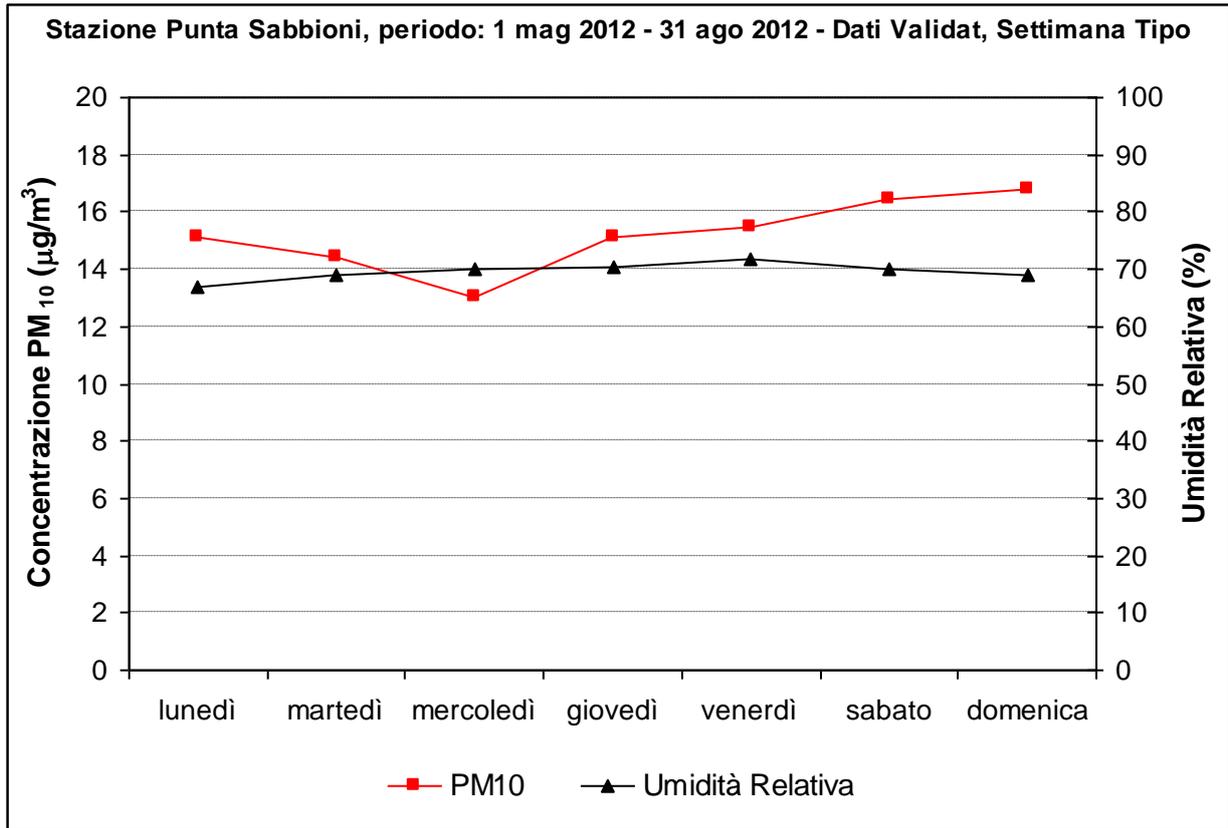


Fig. 3.2 - Settimana tipo - I Quadrimestre, maggio-agosto 2012.

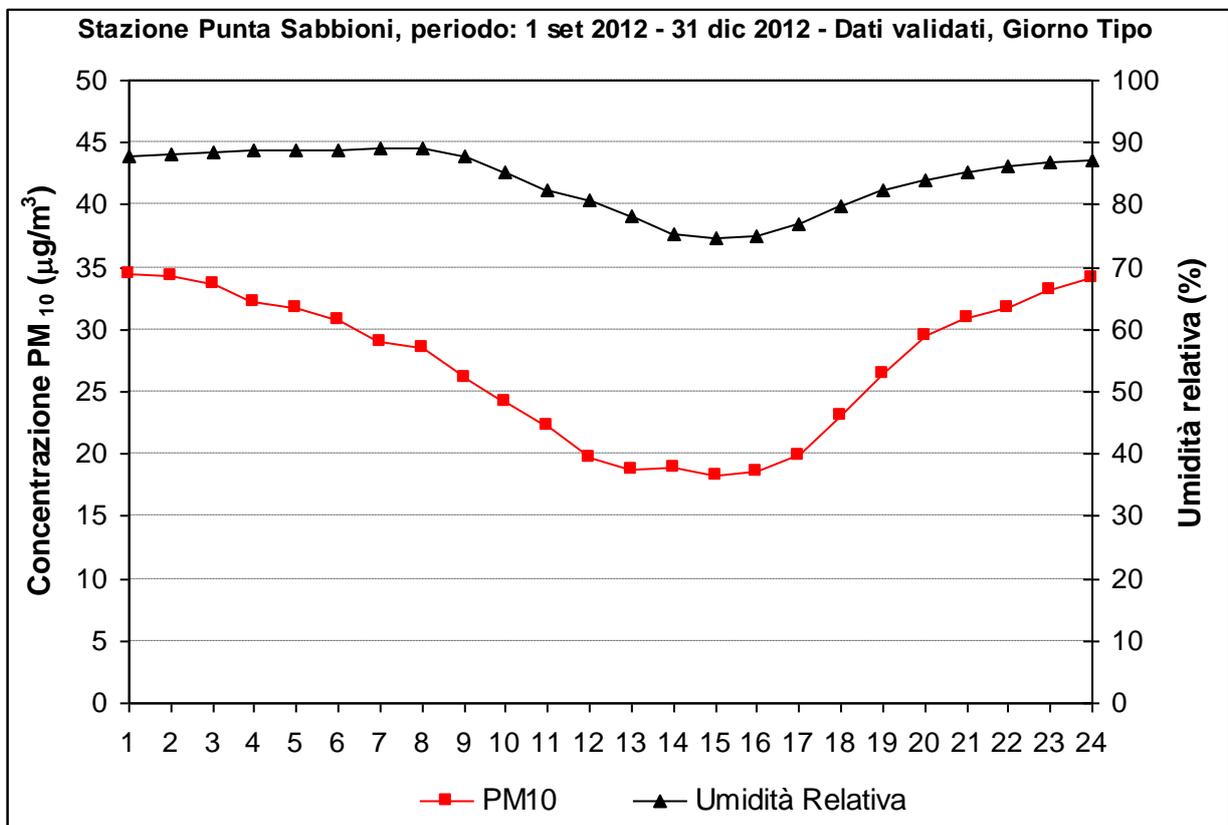


Fig. 3.3 - Giorno tipo - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2012.

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

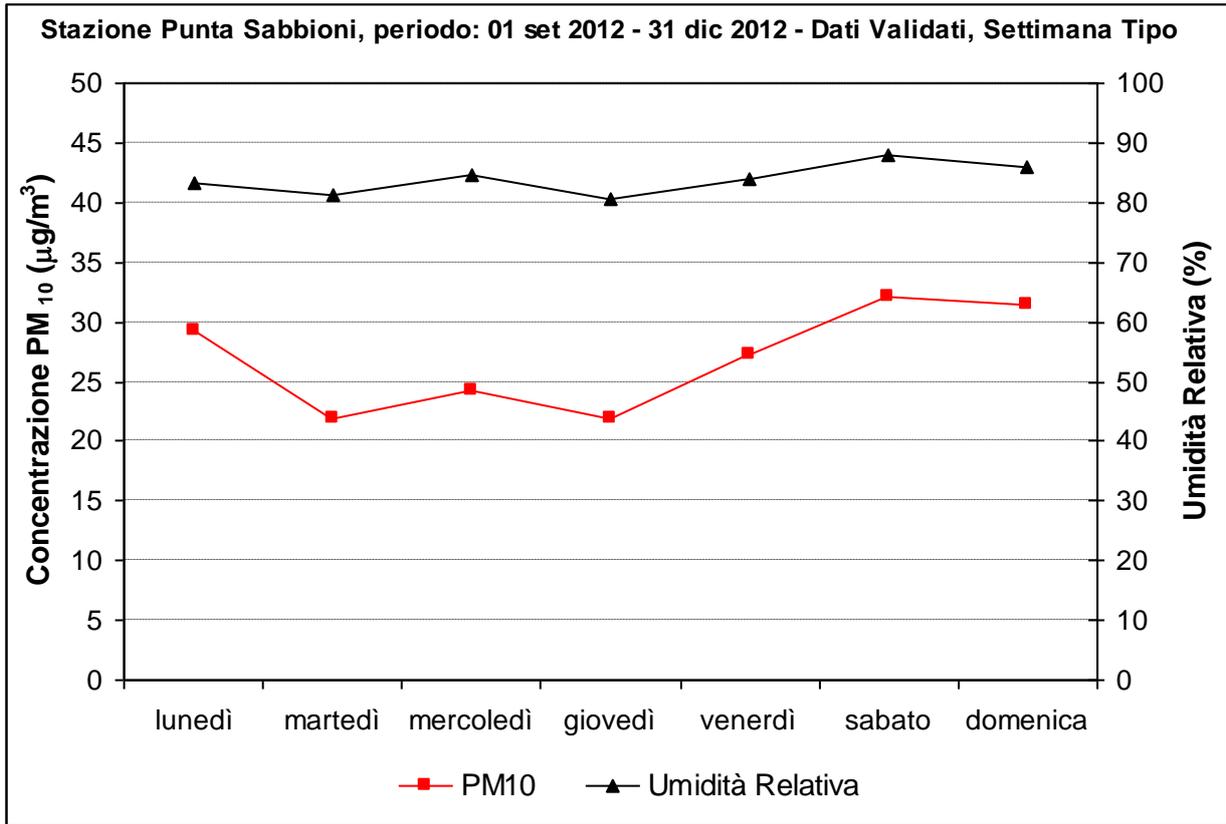


Fig. 3.4 - Settimana tipo - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2012.

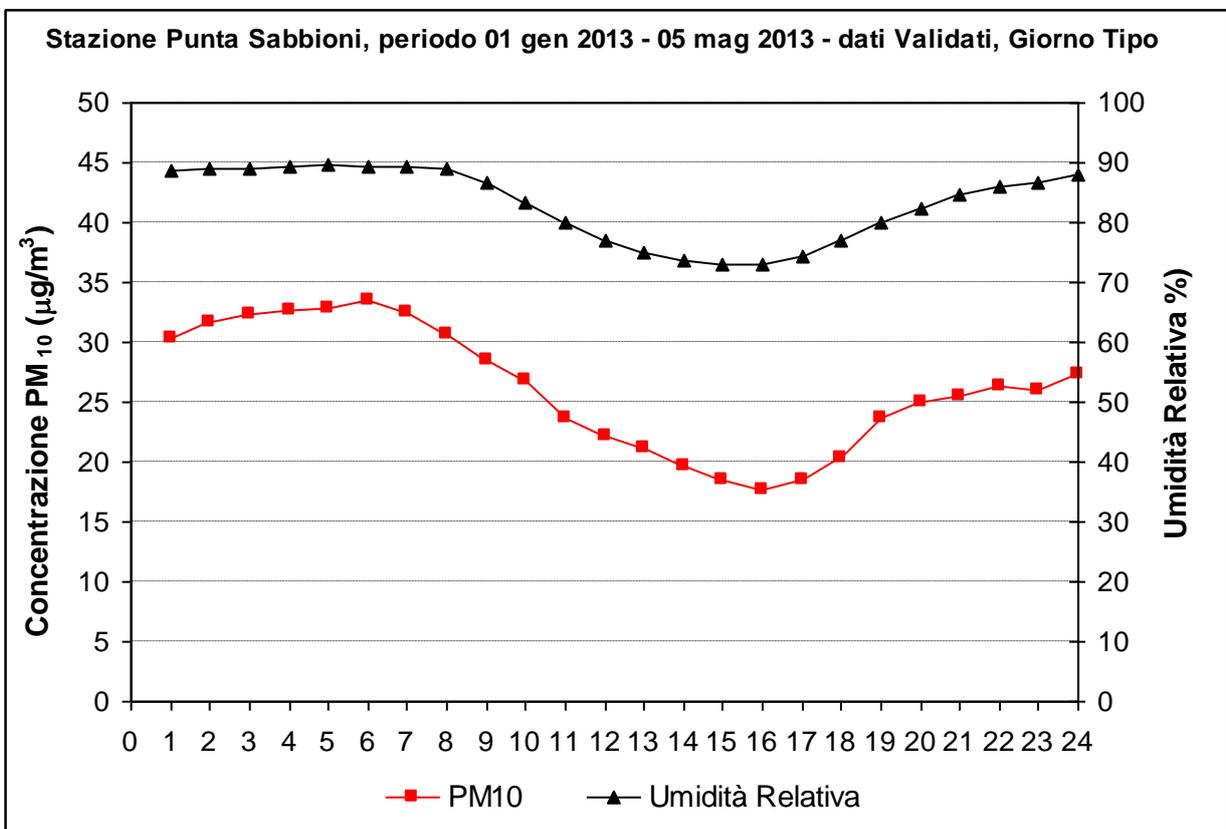


Fig. 3.5 - Giorno tipo - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2013.

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

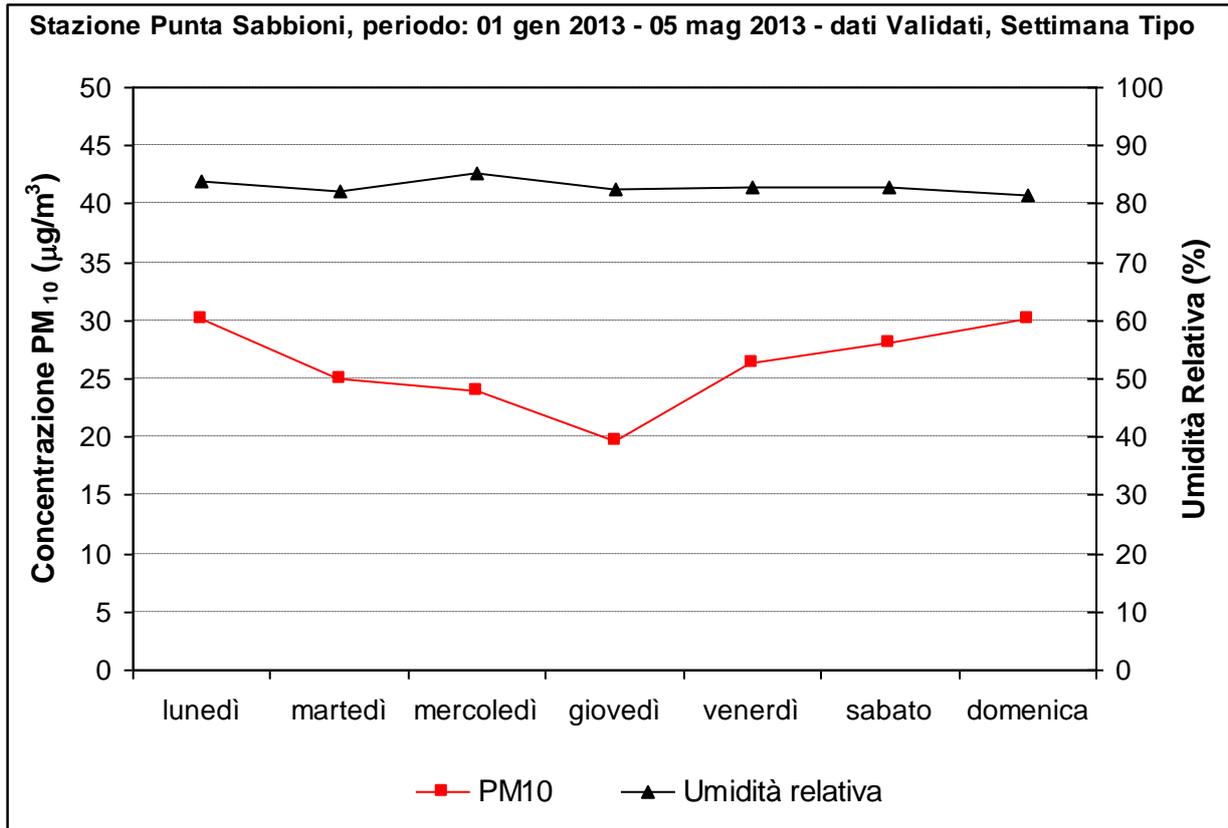


Fig. 3.6 - Settimana tipo - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2013.

La correlazione fra direzione del vento e concentrazione di particolato è riportata nelle Figg. 3.7-3.9.

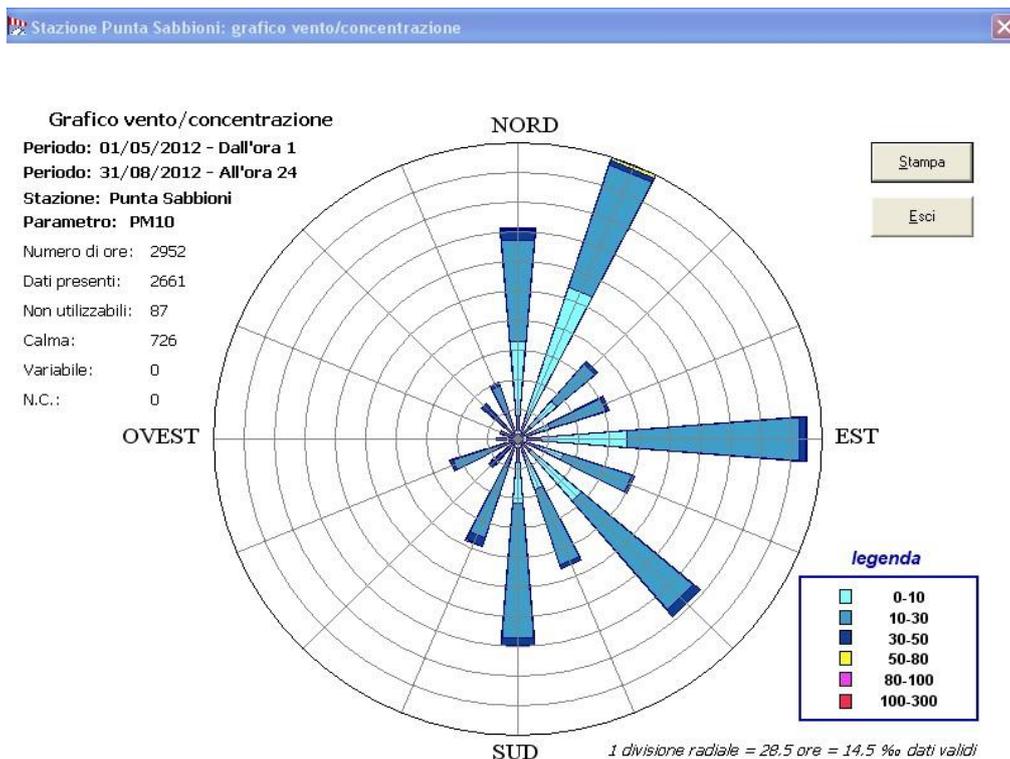


Fig. 3.7 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM₁₀ - I Quadrimestre, maggio-agosto 2012.

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

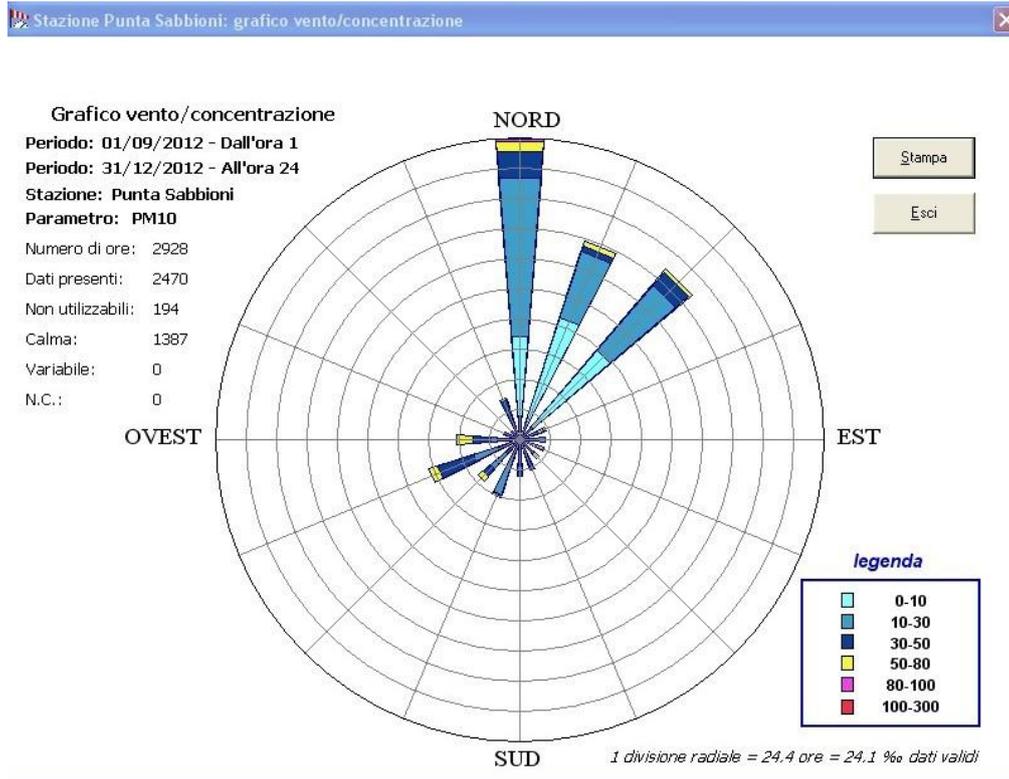


Fig. 3.8 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM₁₀ - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2012.

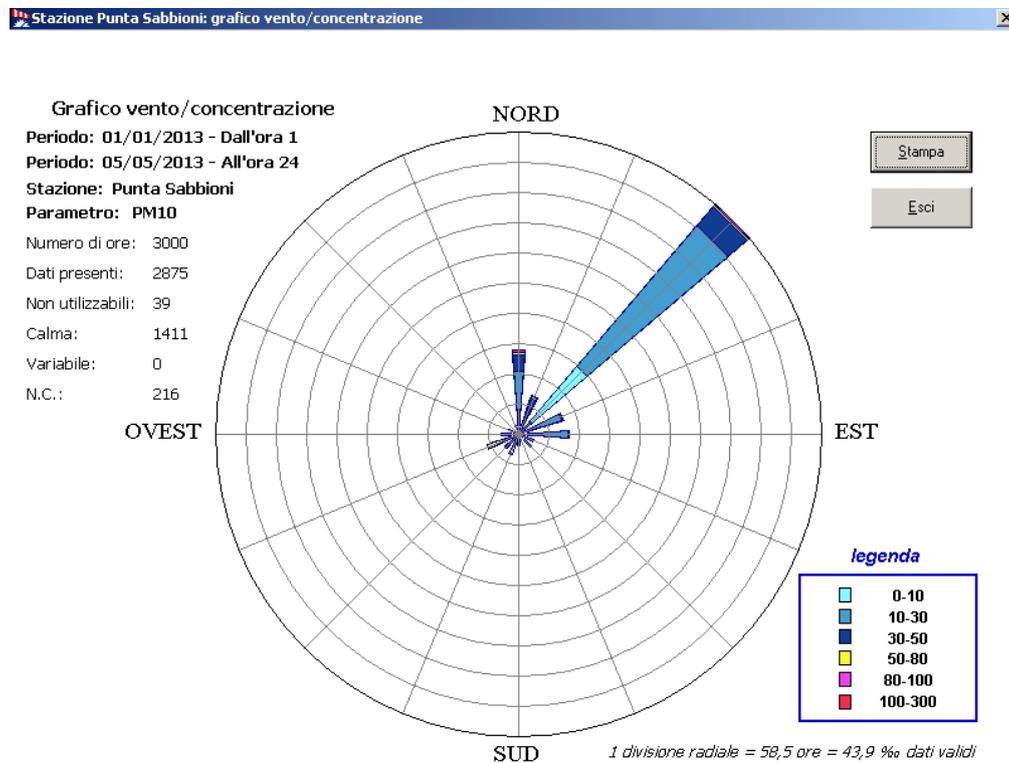


Fig. 3.9 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM₁₀ - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2013.

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

Le Tabelle 3.1 e 3.2 riportano rispettivamente le medie orarie di PM₁₀ (nell'intervallo orario 08-20) nei giorni di interruzione dei lavori (festivi e ferie) e le medie orarie (sempre nello stesso intervallo temporale) nei giorni di attività lavorativa separando i casi di calma di vento (velocità < 0.25 m/s). Il giorno di sabato è stato escluso da entrambe le serie.

Tab. 3.1 - Confronto medie PM₁₀ periodi festivi e lavorativi (velocità < 0.25 m/s).

Quadrimestre	Media (festivi) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev. Std. (festivi) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media (lavorativi) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev. Std. (lavorativi) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	19 (72 dati)	11.7	15 (362 dati)	8.9
2	27 (76 dati)	19.2	18 (202 dati)	12.1
3	24 (35 dati)	15.8	22 (143 dati)	18.7

Tab. 3.2 - Confronto medie PM₁₀ periodi festivi e lavorativi (calme di vento).

Quadrimestre	Media (festivi) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev. Std. (festivi) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media (lavorativi) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev. Std. (lavorativi) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	17 (28 dati)	11.2	19 (67 dati)	16.3
2	37 (194 dati)	22.0	23 (371 dati)	16.8
3	40 (136 dati)	50.1	26 (467 dati)	21.8

Dall'analisi delle tabelle si evince che, mediamente, si osservano concentrazioni medie di PM₁₀ nei giorni lavorativi inferiori a quelle associate ai giorni festivi. Tuttavia il ridotto numero di ore nel periodo festivo rispetto a quello lavorativo rende tale confronto qualitativo.

Le concentrazioni di PM₁₀ misurate a Punta Sabbioni sono state confrontate con quelle rilevate presso le stazioni ARPAV. Le Figure 3.10-3.12 riportano, per i tre quadrimestri, gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ per le diverse stazioni di monitoraggio; i relativi coefficienti di correlazione con Punta Sabbioni sono riportati nella Tabella 3.3 (in grassetto sono evidenziate le stazioni background in zona urbana). Dall'analisi dei grafici si evince che le concentrazioni di PM₁₀ registrate presso Punta Sabbioni sono mediamente più basse rispetto ai valori registrati nelle stazioni ARPAV considerate. Per verificare l'attendibilità dei dati acquisiti in tempo reale a Punta Sabbioni durante l'ottavo anno di monitoraggio sono state svolte tre campagne di confronto fra la tecnica gravimetrica e quella ottica per la determinazione del PM₁₀ (Paragrafo 3.4).

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

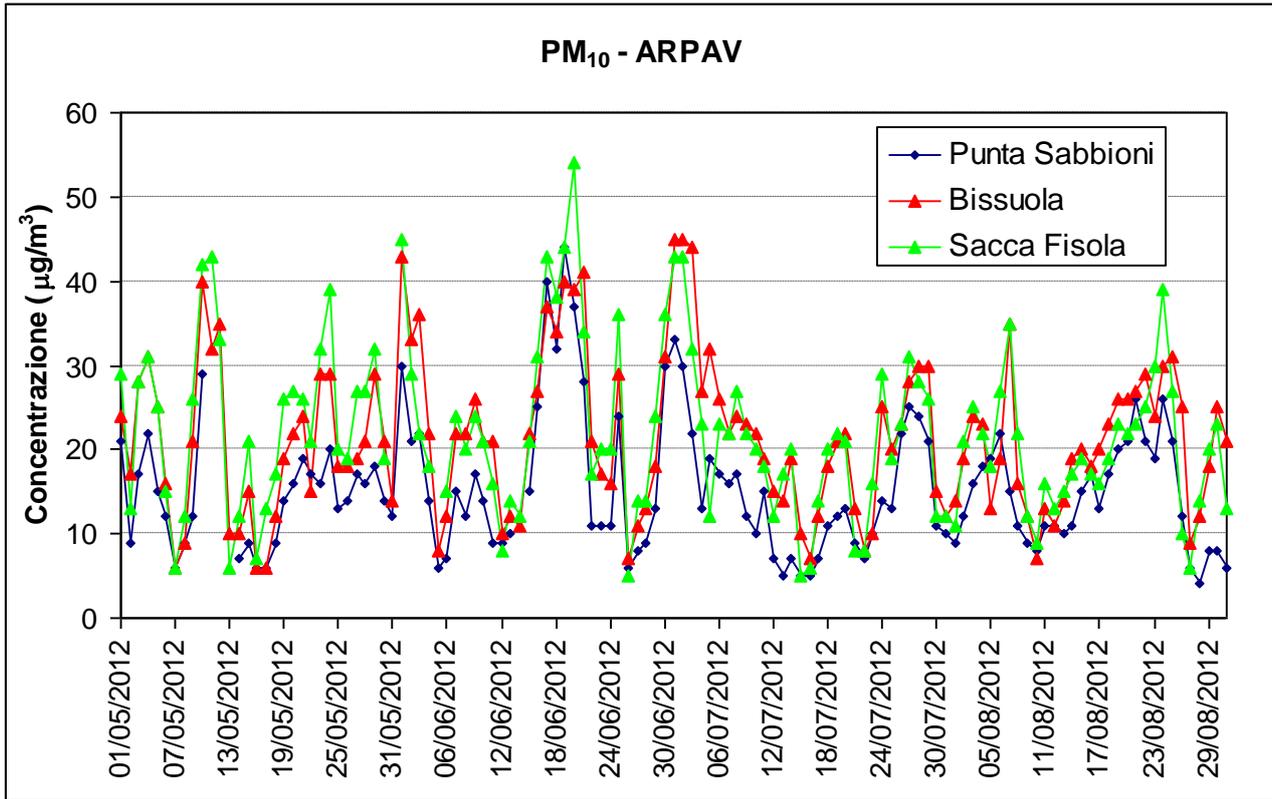


Fig. 3.10 - Andamento del PM₁₀ - I Quadrimestre, maggio-agosto 2012.

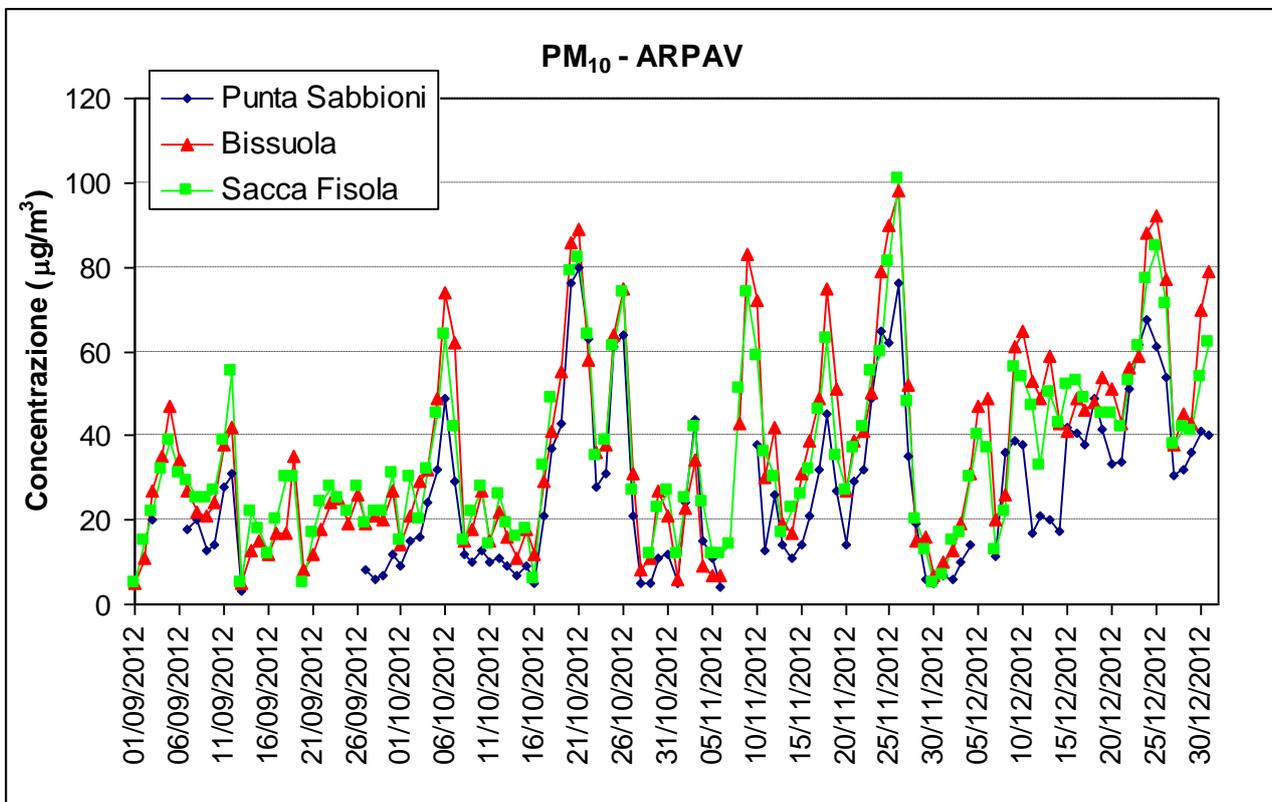


Fig. 3.11 - Andamento del PM₁₀ - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2012.

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

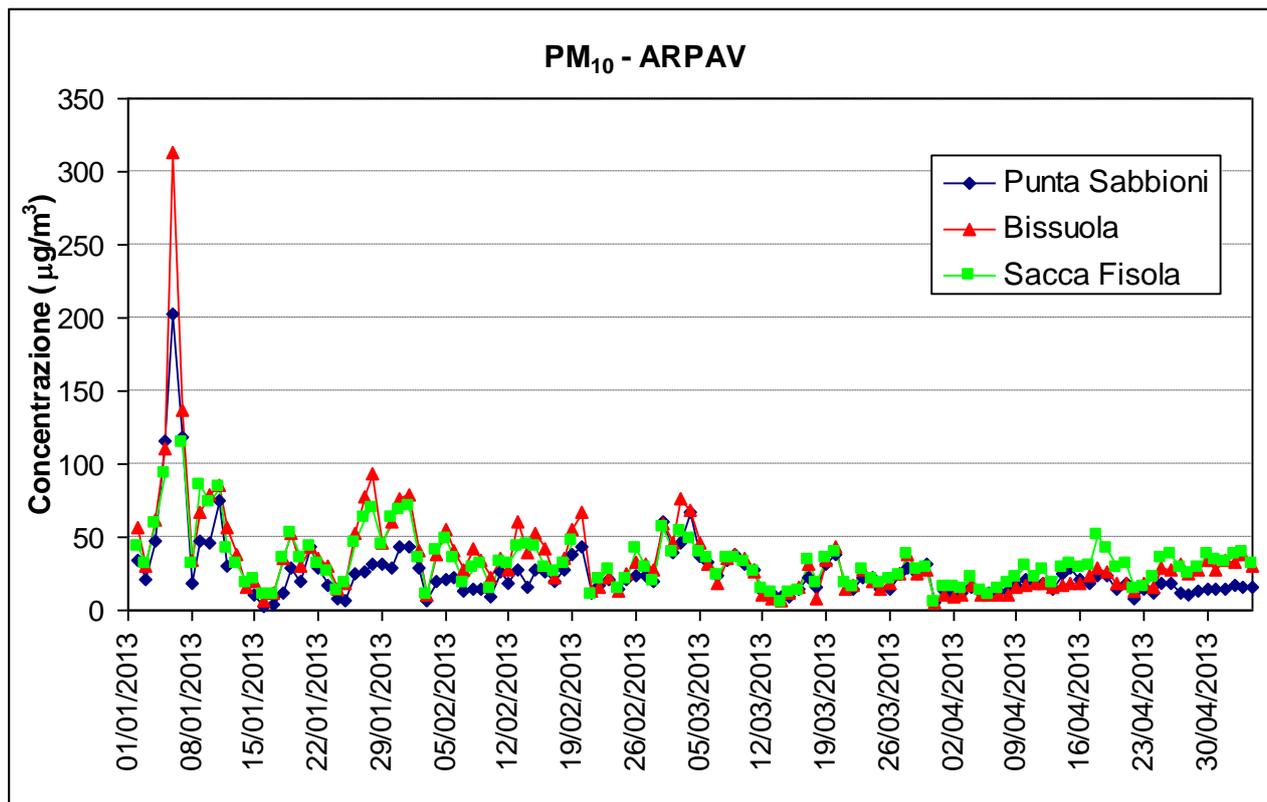


Fig. 3.12 - Andamento del PM₁₀ - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2013.

Tab. 3.3 - Coefficienti di correlazione per le medie giornaliere di PM₁₀ fra diverse stazioni ARPAV e ARPAER con Punta Sabbioni. N.R.: non rilevato.

Stazione	1 Quadrimestre (maggio-agosto '12)	2 Quadrimestre (settembre-dicembre '12)	3 Quadrimestre (gennaio-aprile '13)
Venezia - Sacca Fisola	0.87	0.93	0.85
Venezia - Bissuola	0.85	0.90	0.92
Rovigo - Centro	0.66	0.79	0.84
Padova - Mandria	0.79	0.80	0.70
Padova - Arcella	0.72	0.84	0.82
Reggio Emilia - San Lazzaro	0.43	0.71	0.32
Reggio Emilia - Timavo	0.39	0.68	0.34
Reggio Emilia - Risorgimento	N.R.	N.R.	N.R.

Dalla tabella si osservano correlazioni statisticamente significative in tutti i quadrimestri per le stazioni background in zona urbana della provincia di Venezia e Padova. Tale correlazione si attenua per le stazioni di Reggio Emilia evidenziando la presenza di una macroarea, che comprende il Veneto ed una parte della Emilia Romagna, debolmente correlata, da un punto di vista meteorologico, con la restante porzione della Pianura Padana.

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

3.2.2 Superamenti di soglia PM₁₀

Il numero dei superamenti relativi alle diverse soglie sono riportati nella Tabella 3.4. Fra parentesi è riportato il numero di Rapporti di Anomalia inviati alla Direzione Lavori.

Tab. 3.4 - Superamenti delle soglie di PM₁₀ nel corso del sesto anno di monitoraggio.

Quadrimestre	Soglia sollevamento eolico	Soglia emissioni Cantieri	Soglia medio periodo
1	0 (0)	28 (2)	0
2	0 (0)	13 (1)	13
3	0 (0)	21 (1)	7

In allegato al presente documento si riportano i singoli Rapporti di Anomalia ed i rispettivi Rapporti di Chiusura Anomalia.

3.2.3 Conclusioni PM₁₀ in continuo

L'andamento delle concentrazioni di PM₁₀ presso la stazione di misura di Punta Sabbioni è in linea con quelle rilevate presso le stazioni ARPAV e sono prevalentemente influenzate dai parametri meteorologici. Le correlazioni fra le diverse stazioni ARPA, regioni Veneto ed Emilia Romagna, riportate nella Tabella 3.3, indicano un'area che da Venezia si estende fino alla regione Emilia Romagna nella quale le concentrazioni di particolato presentano andamenti simili (Figure 3.10, 3.11 e 3.12). Il confronto qualitativo (per il ridotto numero di ore nei periodi non lavorativi) fra ore lavorative e non lavorative sia per il periodo invernale che estivo (Tabelle 3.1 e 3.2) riporta valori medi di concentrazione superiori nei periodi festivi rispetto a quelli lavorativi.

3.3 Monitoraggio dei metalli nel PM₁₀

Si riportano i risultati delle analisi del contenuto di metalli nel PM₁₀ relativi all'ottavo anno di monitoraggio. Si fa presente che in alcuni casi il livello di concentrazione non era quantificabile in maniera affidabile. In questi casi è stata riportata la dicitura u.d.l. nelle tabelle e tali giorni non sono inclusi nelle medie. Le campagne di misura svolte sono riportate in Tabella 3.5.

Tabella 3.5 - Descrizione delle campagne di misura di concentrazione dei metalli nel PM₁₀ effettuate nell'ottavo anno di monitoraggio.

Sito di misura	Numero di campagne	Periodo di campionamento	Numero di dati disponibili
Punta Sabbioni	3	01/08/2012 - 15/08/2012 25/10/2012 - 09/11/2012 24/01/2013 - 06/02/2013	41
Malamocco	3	17/07/2012 - 27/07/2012 24/11/2012 - 07/12/2012 24/01/2013 - 06/02/2013	39
Chioggia	2	01/11/2012 - 14/11/2012 21/02/2013 - 06/03/2013	28

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

Gli elementi analizzati sono stati: Vanadio (V), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Cobalto (Co), Nichel (Ni), Rame (Cu), Zinco (Zn), Arsenico (As), Molibdeno (Mo), Cadmio (Cd), Antimonio (Sb), Tallio (Tl) e Piombo (Pb).

I dati meteorologici di riferimento utilizzati per Punta Sabbioni sono quelli rilevati in loco (ad esclusione del periodo 7-9 novembre 2012 nel quale sono stati utilizzati i dati della stazione di Malamocco Laguna forniti da MAV-CVN). Per Malamocco e Chioggia sono stati utilizzati i dati della stazione di Malamocco Laguna forniti da MAV-CVN ad esclusione dei giorni 2 e 3 dicembre 2012 in cui sono stati utilizzati i dati della stazione di Punta Sabbioni. Considerato che la stazione di Malamocco Laguna non è dotata di pluviometro, sono stati utilizzati i dati di precipitazione a Punta Sabbioni per tutti i siti di misura.

3.3.1 Campagna di misura a Punta Sabbioni

I dati meteorologici relativi sono riportati nella Tabella 3.6. Nelle Figure 3.13 e 3.14 si riportano le correlazioni fra le direzioni prevalenti del vento e fra le concentrazioni dei metalli, in termini di concentrazione assoluta e di concentrazione relativa, e il PM₁₀.

Le concentrazioni dei metalli nel PM₁₀ rilevate a Punta Sabbioni sono riportate in Tabella 3.7, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 3.8 con evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi espressi rispettivamente in termini di concentrazione ed in termini relativi.

Nella Tabella 3.9 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con le concentrazioni ottenute scorrendo i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 3.10 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative.

Si osserva che le concentrazioni medie nei periodi feriali sono comparabili o maggiori di quelle dei periodi festivi sia in termini assoluti sia in termini relativi.

Nelle direzioni in cui il sito di misura risulta sottovento rispetto al cantiere (settore fra 180° e 360° gradi) si osservano dei picchi di Cr, Cu, Zn e As.

Nella Tabella 3.11 è riportata la matrice dei coefficienti di correlazione fra i diversi metalli rilevati.

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

Tab. 3.6 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri nel sito di misura di Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi . Con (*) sono contrassegnate le direzioni del vento che risultano variabili.

Data	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM ₁₀ (µg/m ³)
01/08/2012	22.5 (*)	0.0	1.08	22.1
02/08/2012	0 (*)	0.0	0.77	25.2
03/08/2012	90	0.0	0.98	28.9
04/08/2012	22.5 (*)	0.0	0.98	29.2
05/08/2012	112.5 (*)	0.0	1.09	38.3
08/08/2012	22.5	0.0	1.36	47.3
09/08/2012	22.5	0.0	1.26	36.6
10/08/2012	22.5 (*)	0.0	1.13	24.2
11/08/2012	22.5 (*)	0.0	1.07	29.8
12/08/2012	22.5	0.0	1.06	25.4
13/08/2012	22.5 (*)	0.0	0.88	26.2
14/08/2012	135 (*)	0.0	1.01	21.0
15/08/2012	112.5	0.0	1.40	24.3
25/10/2012	N.A.	0.0	Calma di vento	50.4
26/10/2012	0	0.0	0.86	77.2
27/10/2012	N.A.	0.0	Calma di vento	20.7
28/10/2012	45	0.2	3.35	7.5
29/10/2012	0	0.0	0.80	7.8
01/11/2012	22.5 (*)	0.0	1.79	5.9
02/11/2012	---	0.0	Calma di vento	16.7
03/11/2012	---	0.0	Calma di vento	31.6
04/11/2012	0	0.0	0.63	13.5
05/11/2012	202.5	0.0	2.27	22.6
06/11/2012	22.5	0.0	0.44	5.4
07/11/2012	0	N.A.	3.88	13.0
08/11/2012	225 (*)	N.A.	1.78	33.7
09/11/2012	0 (*)	N.A.	1.86	57.3
24/01/2013	45	0.8	1.53	9.6
25/01/2013	45	0.0	1.68	20.7
26/01/2013	45	0.0	0.78	44.1
27/01/2013	---	0.0	Calma di vento	51.4
28/01/2013	0	9.0	0.42	52.7
29/01/2013	247.5	0.2	0.68	45.9
30/01/2013	292.5	0.0	0.27	51.8
31/01/2013	270	0.0	0.35	65.2
01/02/2013	270	0.0	0.33	66.8
02/02/2013	45	62.0	2.24	28.6
03/02/2013	270 (*)	0.0	0.30	11.7
04/02/2013	---	0.0	Calma di vento	35.8
05/02/2013	---	0.0	Calma di vento	41.5
06/02/2013	---	0.0	Calma di vento	2.4

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

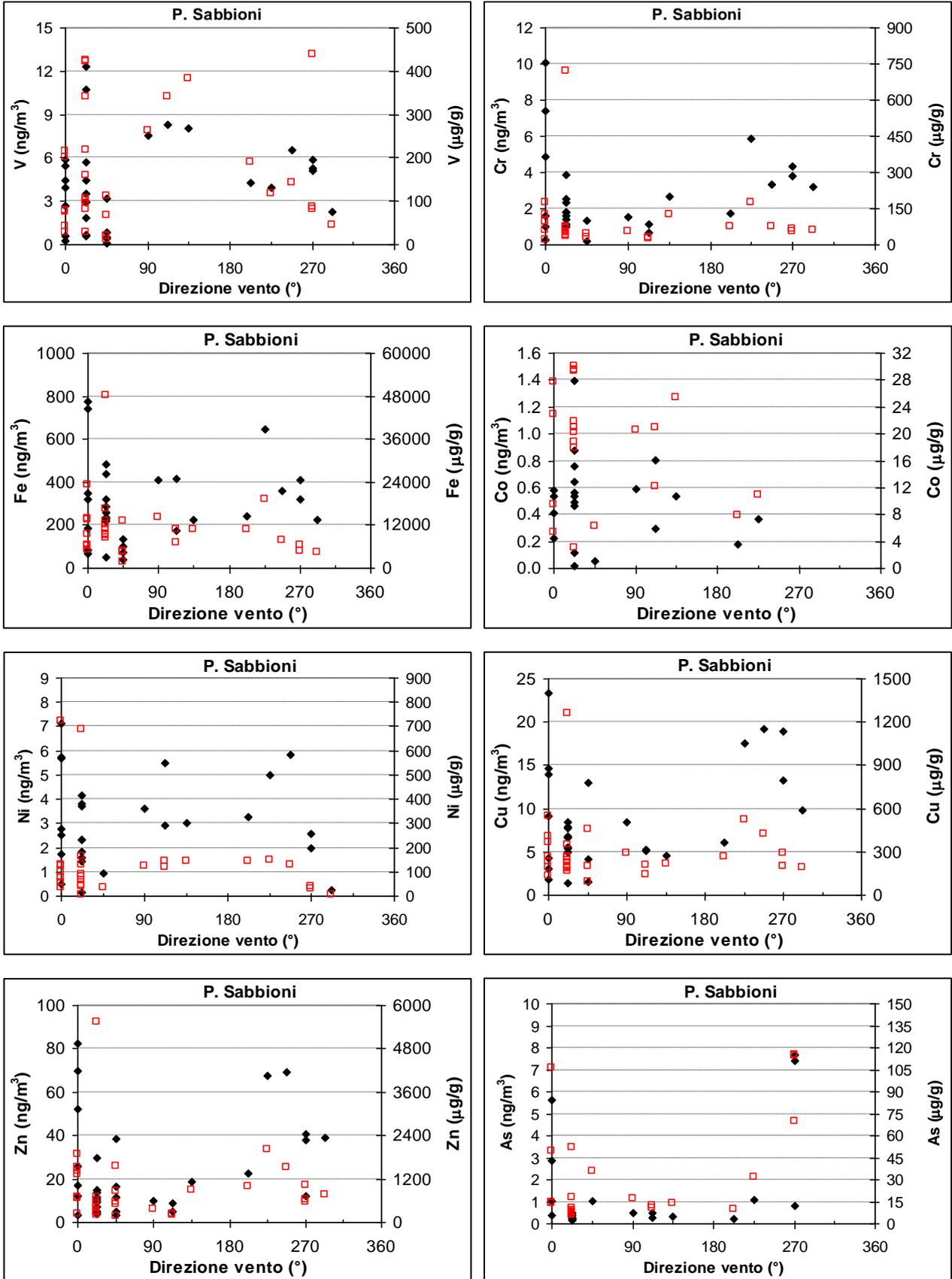


Fig. 3.13 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

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

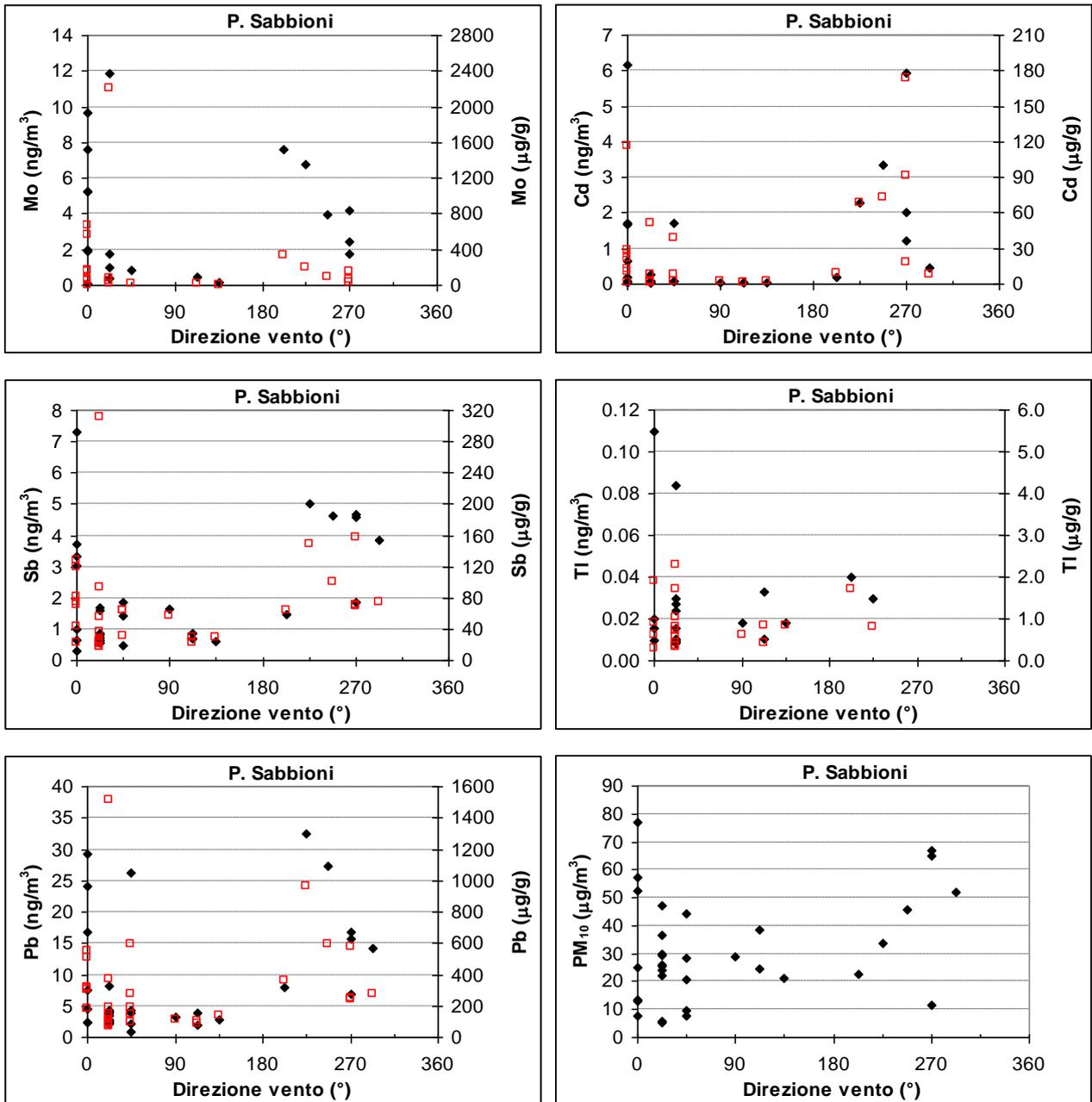


Fig. 3.14 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

CORILA

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

Tab. 3.7 - Concentrazioni assolute (ng/m³) dei metalli nel PM₁₀ a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
01/08/2012	3.54	1.39	288.63	0.65	1.43	5.36	15.00	0.19	1.75	0.06	0.81	0.016	4.19	22.1
02/08/2012	5.42	1.57	346.00	0.58	2.55	9.12	17.01	0.36	0.07	0.65	3.02	0.015	4.56	25.2
03/08/2012	7.56	1.54	411.20	0.59	3.59	8.46	10.08	0.48	u.d.l.	0.06	1.65	0.018	3.16	28.9
04/08/2012	12.28	1.58	482.67	0.88	3.80	7.86	11.76	0.51	u.d.l.	0.06	1.59	0.030	4.30	29.2
05/08/2012	N.A.	1.14	416.45	0.80	5.50	5.25	8.93	0.48	u.d.l.	0.06	0.88	0.033	3.80	38.3
08/08/2012	4.44	2.31	N.A.	1.39	1.81	7.78	13.47	0.39	0.38	0.07	0.85	0.027	3.54	47.3
09/08/2012	2.97	2.55	437.71	0.76	1.57	6.63	9.17	0.23	u.d.l.	0.04	0.63	0.084	2.57	36.6
10/08/2012	0.67	1.80	229.51	0.49	0.17	8.37	10.54	0.18	u.d.l.	0.04	0.63	0.008	2.74	24.2
11/08/2012	2.97	1.13	317.61	0.56	2.35	5.59	14.69	0.21	u.d.l.	0.07	0.73	0.024	3.84	29.8
12/08/2012	10.74	1.81	236.56	0.53	4.17	5.02	7.00	0.15	1.01	0.04	0.58	0.009	2.08	25.4
13/08/2012	5.69	0.98	218.88	0.47	2.33	6.82	5.06	0.27	u.d.l.	0.05	0.55	0.011	2.41	26.2
14/08/2012	8.07	2.66	224.99	0.53	3.03	4.58	18.61	0.30	0.13	0.05	0.60	0.018	2.84	21.0
15/08/2012	8.32	0.64	175.47	0.30	2.93	5.05	4.81	0.26	0.49	0.04	0.70	0.011	2.00	24.3
25/10/2012	8.48	7.35	565.31	0.40	7.17	15.37	46.69	1.67	2.93	1.91	4.63	0.002	18.77	50.4
26/10/2012	5.84	7.41	739.78	0.41	5.74	14.65	52.26	1.03	5.28	1.72	3.32	0.02	24.13	77.2
27/10/2012	5.80	1.97	322.42	0.36	7.49	5.12	31.03	0.51	8.04	1.00	2.19	0.11	10.36	20.7
28/10/2012	0.50	0.23	100.07	0.05	u.d.l.	1.50	11.64	u.d.l.	u.d.l.	0.06	0.48	u.d.l.	2.10	7.5
29/10/2012	0.22	0.97	182.83	0.22	5.68	4.28	11.91	u.d.l.	5.23	0.08	0.64	u.d.l.	2.36	7.8
01/11/2012	0.62	u.d.l.	53.20	0.02	u.d.l.	1.42	3.59	u.d.l.	u.d.l.	0.05	0.55	u.d.l.	2.21	5.9
02/11/2012	2.67	0.63	139.76	0.15	2.13	3.74	13.89	u.d.l.	1.81	0.51	1.09	0.02	6.04	16.7
03/11/2012	4.68	2.22	283.84	0.19	3.81	10.13	35.66	1.77	4.65	1.72	4.23	0.04	20.53	31.6
04/11/2012	2.71	0.27	84.67	u.d.l.	1.73	3.10	25.56	u.d.l.	7.64	0.18	1.00	0.01	7.47	13.5
05/11/2012	4.30	1.74	241.13	0.18	3.26	6.04	22.51	0.22	7.58	0.20	1.46	0.04	8.06	22.6
06/11/2012	1.84	3.88	259.36	0.12	3.71	6.77	29.85	0.28	11.88	0.28	1.67	0.01	8.15	5.4
07/11/2012	0.55	u.d.l.	65.93	u.d.l.	0.47	1.73	3.21	u.d.l.	1.92	0.02	0.30	u.d.l.	2.39	13.0
08/11/2012	3.94	5.84	644.76	0.37	4.99	17.58	67.79	1.06	6.79	2.30	5.02	0.03	32.57	33.7
09/11/2012	4.42	10.04	777.79	0.54	7.14	23.36	82.18	2.84	9.67	1.66	7.31	0.11	29.20	57.3
24/01/2013	0.11	u.d.l.	41.32	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	4.77	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.94	9.6
25/01/2013	0.43	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.17	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.92	20.7

CORILA

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

Data di misura	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
26/01/2013	0.8	u.d.l.	71.06	u.d.l.	u.d.l.	4.21	38.19	u.d.l.	0.8	1.7	1.41	u.d.l.	26.19	44.1
27/01/2013	3.99	u.d.l.	147.04	u.d.l.	u.d.l.	6.84	68.88	2.8	0.5	0.33	1.56	u.d.l.	15.68	51.4
28/01/2013	3.95	4.89	318.18	u.d.l.	2.75	13.97	69.66	5.61	2.01	6.15	3.7	u.d.l.	16.88	52.7
29/01/2013	6.53	3.33	361.5	u.d.l.	5.83	19.24	69.07	u.d.l.	3.96	3.34	4.62	u.d.l.	27.28	45.9
30/01/2013	2.29	3.17	223.26	u.d.l.	0.24	9.78	39.06	u.d.l.	u.d.l.	0.44	3.83	u.d.l.	14.19	51.8
31/01/2013	5.24	4.36	410.88	u.d.l.	1.97	18.89	40.92	7.43	4.16	5.92	4.57	u.d.l.	15.62	65.2
01/02/2013	5.83	3.8	318.72	u.d.l.	2.56	13.24	37.94	7.68	2.41	1.21	4.67	u.d.l.	16.7	66.8
02/02/2013	3.19	1.31	136.95	u.d.l.	0.94	13.02	16.33	1.03	u.d.l.	0.08	1.85	u.d.l.	4.24	28.6
03/02/2013	5.13	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	11.96	0.82	1.74	2.03	1.85	u.d.l.	6.78	11.7
04/02/2013	4.2	u.d.l.	207.21	u.d.l.	u.d.l.	10.29	50.78	u.d.l.	u.d.l.	5.75	2.72	u.d.l.	16.11	35.8
05/02/2013	5.77	11.61	789.41	0.83	8.33	22.47	84.07	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.93	u.d.l.	7.71	41.5
06/02/2013	0.87	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	5.45	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.71	u.d.l.	3.12	2.4
Media	4.19	3.00	304.65	0.48	3.47	8.99	27.42	1.44	3.71	1.08	2.06	0.03	9.55	30.97
Min	0.11	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.17	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.94	2.40
Max	12.28	11.61	789.41	1.39	8.33	23.36	84.07	7.68	11.88	6.15	7.31	0.11	32.57	77.20

CORILA

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

Tab. 3.8 - Concentrazioni relative ($\mu\text{g/g}$) dei metalli nel PM_{10} a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V ($\mu\text{g/g}$)	Cr ($\mu\text{g/g}$)	Fe ($\mu\text{g/g}$)	Co ($\mu\text{g/g}$)	Ni ($\mu\text{g/g}$)	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Zn ($\mu\text{g/g}$)	As ($\mu\text{g/g}$)	Mo ($\mu\text{g/g}$)	Cd ($\mu\text{g/g}$)	Sb ($\mu\text{g/g}$)	Tl ($\mu\text{g/g}$)	Pb ($\mu\text{g/g}$)
01/08/2012	160.1	63.1	13077.9	29.3	65.0	242.9	679.8	8.5	79.4	2.7	36.7	0.7	189.9
02/08/2012	214.7	62.4	13712.6	23.0	100.9	361.4	674.3	14.2	2.7	25.6	119.5	0.6	180.9
03/08/2012	261.5	53.2	14233.9	20.5	124.4	293.0	349.0	16.7	u.d.l.	2.0	57.0	0.6	109.4
04/08/2012	420.5	54.2	16528.7	30.0	130.1	269.0	402.9	17.5	u.d.l.	2.0	54.5	1.0	147.4
05/08/2012	N.A.	29.7	10867.7	21.0	143.6	137.0	233.1	12.5	u.d.l.	1.5	22.9	0.9	99.2
08/08/2012	93.7	48.7	N.A.	29.4	38.2	164.4	284.6	8.1	8.1	1.5	17.9	0.6	74.8
09/08/2012	81.2	69.6	11969.0	20.9	43.0	181.2	250.8	6.2	u.d.l.	1.1	17.2	2.3	70.2
10/08/2012	27.7	74.4	9502.2	20.2	7.2	346.4	436.3	7.6	u.d.l.	1.5	26.0	0.3	113.4
11/08/2012	99.9	38.1	10665.2	18.8	78.9	187.6	493.3	7.0	u.d.l.	2.3	24.4	0.8	128.8
12/08/2012	423.6	71.2	9330.7	21.0	164.4	197.8	276.2	6.0	39.9	1.6	22.8	0.4	82.0
13/08/2012	217.2	37.5	8359.7	17.9	88.9	260.6	193.1	10.3	u.d.l.	1.7	21.0	0.4	92.2
14/08/2012	384.0	126.4	10707.2	25.4	144.2	217.9	885.7	14.2	6.0	2.2	28.6	0.8	135.2
15/08/2012	342.1	26.3	7212.7	12.1	120.6	207.4	197.7	10.5	20.3	1.6	28.9	0.4	82.2
25/10/2012	168.2	145.8	11219.7	8.0	142.3	305.0	926.6	33.2	58.2	37.8	91.9	0.04	372.5
26/10/2012	75.6	96.0	9583.1	5.3	74.4	189.8	677.0	13.4	68.4	22.2	43.0	0.3	312.6
27/10/2012	279.7	95.2	15539.5	17.3	361.2	246.7	1495.6	24.4	387.5	48.2	105.4	5.3	499.1
28/10/2012	66.3	31.0	13284.6	6.3	u.d.l.	199.0	1544.8	u.d.l.	u.d.l.	7.6	63.4	u.d.l.	279.4
29/10/2012	28.0	123.0	23295.0	27.7	723.3	545.0	1517.5	u.d.l.	667.0	10.0	81.8	u.d.l.	300.3
01/11/2012	104.9	u.d.l.	8987.1	3.0	u.d.l.	240.4	606.5	u.d.l.	u.d.l.	8.2	93.4	u.d.l.	373.8
02/11/2012	159.6	37.7	8348.4	9.0	127.0	223.4	829.5	u.d.l.	108.4	30.5	64.9	0.9	361.0
03/11/2012	147.9	70.1	8976.2	6.1	120.5	320.5	1127.6	56.1	147.0	54.4	133.6	1.3	649.1
04/11/2012	200.5	19.7	6260.8	u.d.l.	128.0	229.5	1889.7	u.d.l.	564.7	13.1	73.7	0.9	552.5
05/11/2012	190.5	76.9	10677.1	7.9	144.3	267.3	996.6	9.5	335.7	8.6	64.6	1.7	357.0
06/11/2012	340.9	718.9	48092.8	21.8	688.8	1255.6	5534.4	52.2	2202.9	51.2	310.6	1.7	1511.3
07/11/2012	42.2	u.d.l.	5061.0	u.d.l.	35.9	132.5	246.3	u.d.l.	147.4	1.7	23.3	u.d.l.	183.7
08/11/2012	116.7	172.9	19105.5	10.9	147.9	520.9	2008.8	31.4	201.3	68.0	148.7	0.8	965.2
09/11/2012	77.1	175.2	13569.0	9.5	124.5	407.6	1433.7	49.6	168.6	29.0	127.6	1.9	509.4
24/01/2013	11.1	u.d.l.	4283.3	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	494.9	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	97.7
25/01/2013	20.7	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	152.8	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	188.7
26/01/2013	18.2	u.d.l.	1609.7	u.d.l.	u.d.l.	95.3	865.0	u.d.l.	18.1	38.6	31.8	u.d.l.	593.3

CORILA

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

Data di misura	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
27/01/2013	77.5	u.d.l.	2859.4	u.d.l.	u.d.l.	132.9	1339.4	54.4	9.8	6.3	30.3	u.d.l.	305.0
28/01/2013	74.9	92.8	6038.3	u.d.l.	52.2	265.1	1322.0	106.5	38.1	116.7	70.2	u.d.l.	320.3
29/01/2013	142.2	72.6	7871.5	u.d.l.	126.9	419.0	1503.9	u.d.l.	86.1	72.8	100.7	u.d.l.	594.1
30/01/2013	44.2	61.2	4310.1	u.d.l.	4.7	188.8	754.1	u.d.l.	u.d.l.	8.4	73.9	u.d.l.	273.9
31/01/2013	80.4	66.9	6305.4	u.d.l.	30.3	290.0	627.9	114.0	63.8	90.9	70.1	u.d.l.	239.7
01/02/2013	87.3	57.0	4774.1	u.d.l.	38.4	198.4	568.4	115.1	36.1	18.1	70.0	u.d.l.	250.1
02/02/2013	111.6	45.8	4792.6	u.d.l.	32.8	455.6	571.4	35.9	u.d.l.	2.7	64.6	u.d.l.	148.3
03/02/2013	437.7	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1020.7	70.1	148.1	173.1	157.5	u.d.l.	578.6
04/02/2013	117.4	u.d.l.	5791.6	u.d.l.	u.d.l.	287.6	1419.4	u.d.l.	u.d.l.	160.7	75.9	u.d.l.	450.1
05/02/2013	139.3	280.0	19039.2	20.1	200.9	541.9	2027.7	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	46.6	u.d.l.	186.0
06/02/2013	357.6	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	2233.9	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	289.2	u.d.l.	1279.7
Media	161.12	99.80	10968.71	17.01	142.30	297.96	1002.27	33.52	224.55	30.43	76.52	1.07	347.27
Min	11.10	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	152.80	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	70.24
Max	437.70	718.90	48092.80	30.02	723.30	1255.60	5534.40	115.10	2202.90	173.10	310.60	5.30	1511.30

CORILA

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

Tab. 3.9 - Confronto fra le concentrazioni assolute medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Punta Sabbioni. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

TUTTI I DATI	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Media	4.19	3.00	304.65	0.48	3.47	8.99	27.42	1.44	3.71	1.08	2.06	0.03	9.55	30.97
Min	0.11	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.17	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.94	2.40
Max	12.28	11.61	789.41	1.39	8.33	23.36	84.07	7.68	11.88	6.15	7.31	0.11	32.57	77.20
FERIALI	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
4.13	4.13	3.31	321.48	0.48	3.44	9.72	28.29	1.50	3.90	1.20	2.25	0.03	10.11	32.06
0.11	0.11	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.17	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.30	u.d.l.	0.94	2.40
12.28	12.28	11.61	789.41	1.39	8.33	23.36	84.07	7.68	11.88	6.15	7.31	0.11	32.57	77.20
FESTIVI	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Media	4.61	0.86	196.96	0.46	3.80	4.34	22.33	1.06	2.72	0.45	1.06	0.02	6.32	24.63
Min	0.50	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	7.00	u.d.l.	u.d.l.	0.04	0.48	u.d.l.	2.08	7.50
Max	10.74	1.81	416.45	0.80	5.50	6.84	68.88	2.80	7.64	2.03	1.85	0.03	15.68	51.40

CORILA

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

Tab. 3.10 - Confronto fra le concentrazioni relative medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Punta Sabbioni.

TUTTI I DATI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	161.12	99.80	10968.71	17.01	142.30	297.96	1002.27	33.52	224.55	30.43	76.52	1.07	347.27
Min	11.10	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	152.80	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	70.24
Max	437.70	718.90	48092.80	30.02	723.30	1255.60	5534.40	115.10	2202.90	173.10	310.60	5.30	1511.30
FERIALI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	149.69	108.64	11351.23	17.13	141.99	316.51	993.97	33.14	231.01	29.77	79.20	1.13	352.61
Min	11.10	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	152.80	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	17.20	u.d.l.	70.24
Max	420.53	718.90	48092.80	30.02	723.30	1255.60	5534.40	115.10	2202.90	160.70	310.60	5.30	1511.30
FESTIVI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	241.12	37.92	8520.63	16.09	145.33	179.25	1050.66	35.75	190.62	33.86	61.77	0.71	316.12
Min	66.30	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	233.14	u.d.l.	u.d.l.	1.45	22.82	u.d.l.	82.00
Max	437.70	71.23	13284.60	21.00	164.36	229.50	1889.70	70.10	564.70	173.10	157.50	0.90	578.60

CORILA

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

Tab. 3.11 - Coefficienti di correlazione fra gli elementi rilevati nel PM₁₀. Evidenziate in grassetto le correlazioni maggiori o uguali a 0.7. Sono stati considerati solo gli elementi che hanno almeno 2/3 dei campioni quantificati (al di sopra della soglia di rilevabilità)

	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Sb	Pb	PM ₁₀
V	1.00	0.14	0.45	0.38	0.28	0.17	0.07	0.22	0.11	0.35
Cr		1.00	0.86	0.61	0.85	0.86	0.52	0.65	0.64	0.61
Fe			1.00	0.68	0.77	0.59	0.26	0.59	0.47	0.59
Ni				1.00	0.47	0.57	0.20	0.39	0.44	0.20
Cu					1.00	0.80	0.61	0.82	0.66	0.69
Zn						1.00	0.64	0.75	0.83	0.65
Cd							1.00	0.60	0.59	0.48
Sb								1.00	0.84	0.66
Pb									1.00	0.65
PM ₁₀										1.00

3.3.2 Campagne di misura a Malamocco

I dati meteorologici relativi ai diversi giorni di misura sono riportati nella Tabella 3.12. Nelle Figure 3.15 e 3.16 si riportano le correlazioni fra le direzioni prevalenti del vento e fra le concentrazioni dei metalli, in termini di concentrazione assoluta e di concentrazione relativa, e il PM₁₀.

Le concentrazioni dei metalli nel PM₁₀ rilevate a Malamocco sono riportate in Tabella 3.13, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 3.14 con evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi espressi rispettivamente in termini di concentrazione ed in termini relativi.

Nella Tabella 3.15 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con le concentrazioni ottenute scorporando i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 3.16 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative.

Si osservano concentrazioni assolute inferiori nei periodi feriali per Co, Ni, Mo, Pb e PM₁₀. Il sito di misura risulta sottovento al cantiere nell'intervallo di direzioni fra 320° e 120° ed in tali direzioni si osservano picchi di concentrazione di Cr e Ni (28/11/2012), Cd (05/12/2012) e PM₁₀ (26/11/2012) associati a giorni feriali. Nella Tabella 3.17 è riportata la matrice dei coefficienti di correlazione fra i diversi metalli rilevati. Si osservano correlazioni fra elementi considerati di natura antropica.

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

Tab. 3.12 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Malamocco. In rosso i giorni festivi . Con (*) sono contrassegnate le direzioni del vento che risultano variabili.

Data	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM ₁₀ (µg/m ³)
17/07/2012	157.5	0.0	4.34	15.1
18/07/2012	45	0.0	3.94	22.6
19/07/2012	90	0.0	3.98	16.2
20/07/2012	157.5	0.0	3.61	33.6
21/07/2012	67.5 (*)	0.0	7.26	29.7
22/07/2012	45	0.0	9.40	40.4
23/07/2012	157.5	0.0	9.72	65.0
24/07/2012	225	0.0	5.47	33.6
25/07/2012	157.5	0.0	3.00	27.5
26/07/2012	225	0.0	2.84	34.1
27/07/2012	225 (*)	0.0	3.00	27.1
24/11/2012	292.5 (*)	0	1.03	62.6
25/11/2012	0	0.2	1.27	82.1
26/11/2012	22.5	0	3.09	119.9
27/11/2012	45 (*)	23.2	4.56	30.9
28/11/2012	90 (*)	24.8	5.23	50.6
29/11/2012	292.5	1.2	4.01	26.0
30/11/2012	45	9.6	11.10	14.8
01/12/2012	22.5	1	8.91	10.5
02/12/2012	0 (*)	3.4	1.20	8.6
03/12/2012	247.5 (*)	0	1.78	12.6
04/12/2012	0 (*)	0.8	4.29	21.4
05/12/2012	0	0	4.00	31.6
06/12/2012	0 (*)	0.6	4.39	30.8
07/12/2012	22.5	0.8	9.07	11.8
24/01/2013	45	0.8	6.48	24.8
25/01/2013	67.5	0	7.25	29.4
26/01/2013	22.5	0	5.23	28.7
27/01/2013	0 (*)	0	2.29	47.1
28/01/2013	0	9.0	4.23	39.9
29/01/2013	247.5	0.2	3.67	41.9
30/01/2013	292.5	0	2.96	48.4
31/01/2013	247.5	0	2.70	63.5
01/02/2013	270 (*)	0	2.77	60.9
02/02/2013	0	62.0	8.28	30.9
03/02/2013	167.5 (*)	0	3.21	14.9
04/02/2013	225	0	2.46	37.8
05/02/2013	22.5	0	3.16	33.9
06/02/2013	22.5 (*)	0	6.02	29.5

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

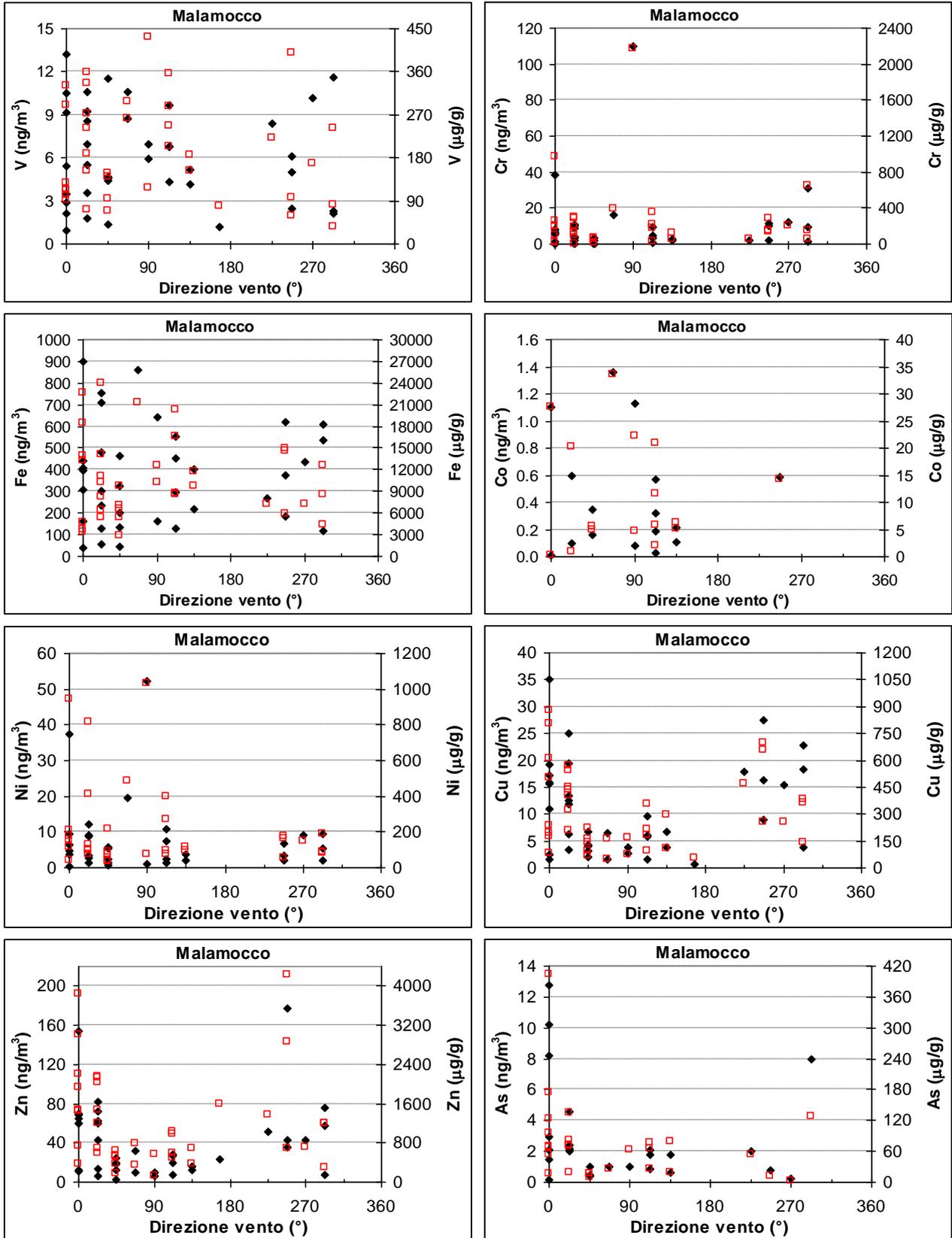


Fig. 3.15 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM_{10} e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Malamocco.

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

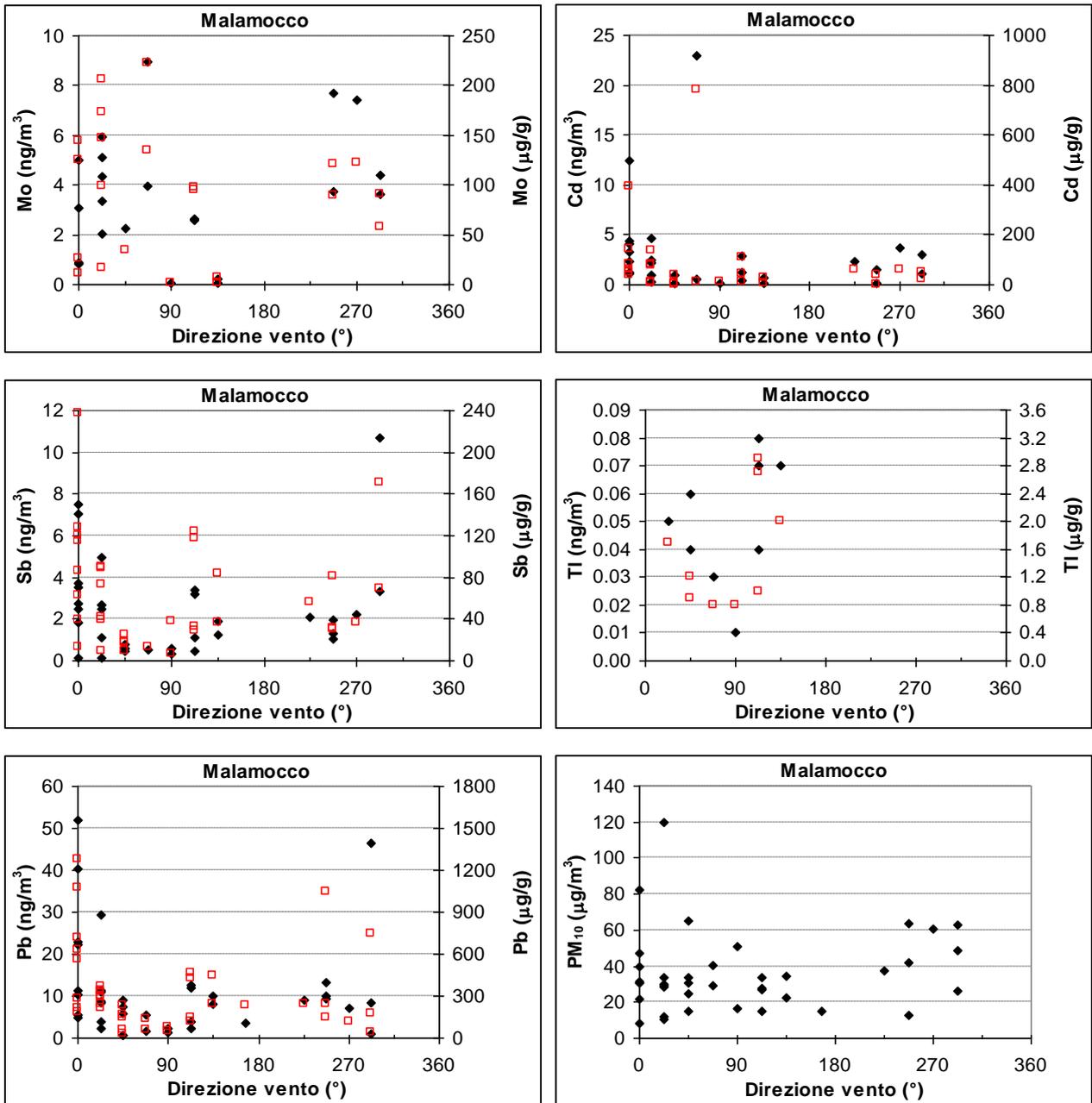


Fig. 3.16 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Malamocco.

CORILA

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

Tab. 3.13- Concentrazioni assolute dei metalli (ng/m³) nel PM₁₀ a Malamocco. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
17/07/2012	4.34	3.35	129.60	0.03	1.38	1.46	7.49	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.43	u.d.l.	2.12	15.1
18/07/2012	4.19	2.76	218.75	0.11	2.17	6.70	15.66	1.78	0.04	0.68	1.89	u.d.l.	9.98	22.6
19/07/2012	6.97	u.d.l.	164.43	0.08	1.16	2.71	9.28	1.01	u.d.l.	0.13	0.60	0.01	1.23	16.2
20/07/2012	6.81	0.84	294.63	0.19	2.41	6.00	19.83	0.85	u.d.l.	0.43	1.10	0.04	3.84	33.6
21/07/2012	10.62	8.74	710.77	0.60	12.22	11.93	43.34	2.14	4.36	0.31	2.65	0.05	11.02	29.7
22/07/2012	10.58	15.98	858.55	1.36	19.70	6.50	31.42	1.03	8.97	0.49	0.54	0.03	5.39	40.4
23/07/2012	4.42	3.61	462.25	0.35	5.62	4.20	23.90	0.99	2.23	0.16	0.61	0.06	9.18	65.0
24/07/2012	4.66	0.23	325.66	0.16	1.20	3.08	18.32	0.35	u.d.l.	0.10	0.56	0.04	5.68	33.6
25/07/2012	6.75	4.90	454.58	0.32	7.49	5.84	27.02	1.76	2.60	2.93	3.41	0.08	11.78	27.5
26/07/2012	5.21	1.97	402.50	0.21	3.85	3.77	12.53	0.63	0.23	0.15	1.23	0.07	8.18	34.1
27/07/2012	9.67	9.63	551.95	0.57	10.73	9.58	28.17	2.05	2.65	1.18	3.18	0.07	12.57	27.1
24/11/2012	2.25	9.15	538.87	u.d.l.	5.32	22.69	75.72	7.93	3.61	3.01	10.67	u.d.l.	46.51	62.6
25/11/2012	10.53	7.89	306.05	u.d.l.	9.30	15.83	59.53	10.18	0.90	4.07	7.05	u.d.l.	51.87	82.1
26/11/2012	8.56	10.80	756.82	0.10	9.20	24.95	82.09	2.10	2.03	0.92	4.98	u.d.l.	29.24	119.9
27/11/2012	4.56	2.12	199.84	u.d.l.	2.39	6.78	19.58	0.47	u.d.l.	u.d.l.	0.77	u.d.l.	7.32	30.9
28/11/2012	5.90	109.72	640.00	1.13	52.39	3.86	6.15	u.d.l.	0.08	u.d.l.	0.35	u.d.l.	2.21	50.6
29/11/2012	2.12	1.32	115.09	u.d.l.	2.17	3.71	7.64	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.91	26.0
30/11/2012	1.39	0.25	41.91	u.d.l.	0.57	2.05	2.56	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.80	14.8
01/12/2012	3.54	0.06	56.76	u.d.l.	8.60	3.39	6.16	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	2.20	10.5
02/12/2012	0.96	0.09	40.91	u.d.l.	0.37	1.48	12.47	0.14	u.d.l.	u.d.l.	0.11	u.d.l.	4.88	8.6
03/12/2012	5.03	1.77	185.04	u.d.l.	2.19	8.84	36.02	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.02	u.d.l.	13.19	12.6
04/12/2012	2.15	5.46	394.32	u.d.l.	3.74	17.14	64.20	1.50	3.08	1.24	2.72	u.d.l.	22.98	21.4
05/12/2012	9.12	6.48	440.93	0.01	6.56	19.30	69.68	12.76	0.81	12.44	7.51	u.d.l.	40.23	31.6
06/12/2012	3.48	5.80	408.13	u.d.l.	4.76	15.59	59.61	2.93	u.d.l.	1.11	3.53	u.d.l.	22.20	30.8
07/12/2012	1.79	2.30	129.71	u.d.l.	1.51	6.36	14.01	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.11	u.d.l.	4.00	11.8
24/01/2013	11.55	0.32	131.65	u.d.l.	5.32	3.92	12.68	u.d.l.	u.d.l.	0.90	0.47	u.d.l.	0.71	24.8
25/01/2013	8.70	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.48	9.86	u.d.l.	3.95	22.92	u.d.l.	u.d.l.	1.65	29.4
26/01/2013	6.95	3.57	233.49	u.d.l.	2.85	12.56	61.94	2.00	5.93	2.17	1.13	u.d.l.	8.44	28.7
27/01/2013	5.41	1.12	160.13	u.d.l.	u.d.l.	11.01	68.66	8.20	u.d.l.	2.35	1.82	u.d.l.	10.19	47.1
28/01/2013	13.24	38.65	900.39	1.10	37.58	35.06	153.40	2.09	4.98	3.27	2.51	u.d.l.	11.23	39.9

CORILA

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

Data di misura	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
29/01/2013	2.48	11.77	622.08	0.59	6.87	27.44	177.00	u.d.l.	3.73	1.55	1.30	u.d.l.	10.10	41.9
30/01/2013	11.64	31.13	611.39	u.d.l.	9.27	18.35	57.92	u.d.l.	4.40	1.12	3.31	u.d.l.	8.23	48.4
31/01/2013	6.09	9.82	373.58	u.d.l.	3.32	16.34	43.20	0.76	7.68	0.07	1.93	u.d.l.	9.25	63.5
01/02/2013	10.20	12.24	437.79	u.d.l.	9.17	15.50	43.14	0.21	7.44	3.74	2.21	u.d.l.	7.01	60.9
02/02/2013	2.84	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	2.49	11.03	2.09	u.d.l.	4.35	3.69	u.d.l.	5.56	30.9
03/02/2013	1.16	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.76	23.55	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.43	14.9
04/02/2013	8.40	2.24	269.46	u.d.l.	u.d.l.	17.86	51.46	2.02	u.d.l.	2.36	2.11	u.d.l.	8.98	37.8
05/02/2013	9.25	9.80	478.19	u.d.l.	3.24	19.33	72.34	4.59	3.37	4.65	2.47	u.d.l.	11.30	33.9
06/02/2013	5.53	4.12	302.79	u.d.l.	u.d.l.	13.33	60.12	2.41	5.12	2.46	2.65	u.d.l.	8.80	29.5
Media	6.13	9.71	370.81	0.43	7.72	10.49	40.99	2.78	3.55	2.80	2.37	0.05	11.14	35.66
Min	0.96	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.76	2.56	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.71	8.60
Max	13.24	109.72	900.39	1.36	52.39	35.06	177.00	12.76	8.97	22.92	10.67	0.08	51.87	119.90

CORILA

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

Tab. 3.14- Concentrazioni relative dei metalli ($\mu\text{g/g}$) nel PM_{10} a Malamocco. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V ($\mu\text{g/g}$)	Cr ($\mu\text{g/g}$)	Fe ($\mu\text{g/g}$)	Co ($\mu\text{g/g}$)	Ni ($\mu\text{g/g}$)	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Zn ($\mu\text{g/g}$)	As ($\mu\text{g/g}$)	Mo ($\mu\text{g/g}$)	Cd ($\mu\text{g/g}$)	Sb ($\mu\text{g/g}$)	Tl ($\mu\text{g/g}$)	Pb ($\mu\text{g/g}$)
17/07/2012	287.9	222.0	8588.7	1.9	91.3	96.9	496.2	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	28.2	u.d.l.	140.7
18/07/2012	185.4	122.2	9686.7	5.1	96.1	296.7	693.5	78.7	1.9	29.9	83.7	u.d.l.	442.1
19/07/2012	431.5	u.d.l.	10180.2	4.7	72.0	168.1	574.3	62.5	u.d.l.	8.3	37.4	0.8	75.9
20/07/2012	202.6	25.0	8768.5	5.8	71.8	178.7	590.2	25.2	u.d.l.	12.9	32.7	1.0	114.4
21/07/2012	357.4	294.0	23908.8	20.2	411.1	401.5	1457.8	71.9	146.8	10.3	89.2	1.7	370.7
22/07/2012	262.0	395.7	21263.0	33.6	488.0	161.0	778.2	25.4	222.1	12.2	13.3	0.8	133.4
23/07/2012	68.0	55.6	7111.9	5.5	86.4	64.6	367.8	15.3	34.3	2.5	9.3	0.9	141.2
24/07/2012	138.7	6.9	9690.9	4.9	35.6	91.7	545.0	10.3	u.d.l.	3.0	16.7	1.2	169.1
25/07/2012	245.9	178.6	16556.6	11.6	272.8	212.8	984.1	64.0	94.9	106.7	124.2	2.9	429.2
26/07/2012	152.7	57.7	11799.0	6.2	112.9	110.4	367.3	18.4	6.9	4.5	35.9	2.0	239.9
27/07/2012	356.5	355.0	20346.6	21.0	395.5	353.0	1038.3	75.5	97.7	43.6	117.3	2.7	463.4
24/11/2012	35.9	146.1	8607.1	u.d.l.	84.9	362.4	1209.5	126.7	57.6	48.0	170.5	u.d.l.	742.9
25/11/2012	128.3	96.1	3729.9	u.d.l.	113.3	192.9	725.6	124.1	11.0	49.5	86.0	u.d.l.	632.1
26/11/2012	71.4	90.1	6313.6	0.8	76.7	208.1	684.8	17.5	17.0	7.6	41.5	u.d.l.	243.9
27/11/2012	147.3	68.5	6459.0	u.d.l.	77.3	219.2	632.8	15.1	u.d.l.	u.d.l.	24.7	u.d.l.	236.5
28/11/2012	116.5	2166.5	12637.8	22.3	1034.6	76.1	121.5	u.d.l.	1.6	u.d.l.	6.9	u.d.l.	43.7
29/11/2012	81.8	51.0	4434.1	u.d.l.	83.5	142.7	294.3	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	35.2
30/11/2012	93.9	16.6	2827.0	u.d.l.	38.2	138.4	172.4	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	53.9
01/12/2012	336.1	5.7	5386.4	u.d.l.	816.2	321.8	584.8	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	208.4
02/12/2012	111.8	10.2	4741.3	u.d.l.	42.9	171.2	1445.1	15.9	u.d.l.	u.d.l.	13.1	u.d.l.	566.0
03/12/2012	398.0	140.3	14633.0	u.d.l.	173.1	698.7	2848.6	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	80.4	u.d.l.	1043.0
04/12/2012	100.7	255.3	18450.5	u.d.l.	175.0	802.1	3004.0	70.0	144.1	58.0	127.2	u.d.l.	1075.4
05/12/2012	288.8	205.2	13955.8	0.3	207.5	610.7	2205.5	403.9	25.6	393.8	237.7	u.d.l.	1273.5
06/12/2012	113.1	188.1	13245.5	u.d.l.	154.3	506.1	1934.6	95.1	u.d.l.	36.2	114.7	u.d.l.	720.4
07/12/2012	152.1	195.5	11032.1	u.d.l.	128.2	541.2	1191.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	9.0	u.d.l.	340.0
24/01/2013	465.4	12.7	5305.4	u.d.l.	214.5	158.1	511.1	u.d.l.	u.d.l.	36.3	18.8	u.d.l.	28.8
25/01/2013	296.3	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	50.2	335.6	u.d.l.	134.5	780.4	u.d.l.	u.d.l.	56.3
26/01/2013	242.0	124.2	8131.4	u.d.l.	99.2	437.3	2157.1	69.8	206.5	75.4	39.2	u.d.l.	293.8
27/01/2013	114.8	23.8	3400.8	u.d.l.	u.d.l.	233.8	1458.1	174.2	u.d.l.	49.8	38.8	u.d.l.	216.4
28/01/2013	331.7	968.5	22562.6	27.5	941.8	878.5	3844.1	52.3	124.7	81.9	62.8	u.d.l.	281.3

CORILA

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

Data di misura	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
29/01/2013	59.2	281.2	14858.8	14.2	164.1	655.4	4227.8	u.d.l.	89.2	37.1	31.0	u.d.l.	241.3
30/01/2013	240.5	643.1	12628.5	u.d.l.	191.4	379.0	1196.4	u.d.l.	90.9	23.0	68.5	u.d.l.	170.0
31/01/2013	95.9	154.7	5882.9	u.d.l.	52.3	257.3	680.2	11.9	121.0	1.0	30.5	u.d.l.	145.6
01/02/2013	167.5	201.0	7187.2	u.d.l.	150.5	254.5	708.2	3.4	122.1	61.4	36.3	u.d.l.	115.2
02/02/2013	92.0	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	80.7	357.1	67.6	u.d.l.	140.9	119.6	u.d.l.	180.0
03/02/2013	78.3	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	50.8	1584.2	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	231.0
04/02/2013	222.1	59.3	7125.9	u.d.l.	u.d.l.	472.4	1360.8	53.5	u.d.l.	62.3	55.9	u.d.l.	237.4
05/02/2013	272.4	288.6	14088.5	u.d.l.	95.3	569.5	2131.4	135.3	99.2	137.0	72.9	u.d.l.	332.8
06/02/2013	187.6	139.8	10268.8	u.d.l.	u.d.l.	452.2	2038.8	81.7	173.5	83.3	90.0	u.d.l.	298.4
Media	198.21	235.57	10716.52	11.60	219.65	309.15	1218.94	72.79	91.96	82.65	63.64	1.56	327.26
Min	35.90	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	50.20	121.50	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	28.80
Max	465.40	2166.50	23908.80	33.60	1034.60	878.50	4227.80	403.90	222.10	780.40	237.70	2.90	1273.50

CORILA

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

Tab. 3.15 - Confronto fra le concentrazioni assolute medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Malamocco. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

TUTTI I DATI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Media	6.13	9.71	370.81	0.43	7.72	10.49	40.99	2.78	3.55	2.80	2.37	0.05	11.14	35.66
Min	0.96	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.76	2.56	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.71	8.60
Max	13.24	109.72	900.39	1.36	52.39	35.06	177.00	12.76	8.97	22.92	10.67	0.08	51.87	119.90
FERIALI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Media	6.19	10.16	374.48	0.37	7.51	10.99	41.27	2.41	3.42	2.86	2.37	0.05	10.55	35.22
Min	1.39	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.46	2.56	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.71	10.50
Max	13.24	109.72	900.39	1.13	52.39	35.06	177.00	12.76	7.68	22.92	10.67	0.08	46.51	119.90
FESTIVI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Media	5.73	6.27	341.41	1.36	9.79	7.12	39.13	4.89	4.94	2.30	2.38	0.03	15.15	38.62
Min	0.96	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.76	12.47	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.43	8.60
Max	10.58	15.98	858.55	1.36	19.70	15.83	68.66	10.18	8.97	4.07	7.05	0.03	51.87	82.10

CORILA

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

Tab. 3.16 - Confronto fra le concentrazioni relative medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Malamocco. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

TUTTI DATI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	198.21	235.57	10716.52	11.60	219.65	309.15	1218.94	72.79	91.96	82.65	63.64	1.56	327.26
Min	35.90	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	50.20	121.50	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	28.80
Max	465.40	2166.50	23908.80	33.60	1034.60	878.50	4227.80	403.90	222.10	780.40	237.70	2.90	1273.50
FERIALI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	206.91	249.00	11020.62	10.13	220.14	330.79	1221.98	70.68	89.50	87.90	67.09	1.65	323.07
Min	35.90	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	50.20	121.50	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	28.80
Max	465.40	2166.50	23908.80	27.50	1034.60	878.50	4227.80	403.90	206.50	780.40	237.70	2.90	1273.50
FESTIVI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	139.04	131.45	8283.75	33.60	214.73	161.94	1198.24	84.90	116.55	37.17	37.80	0.80	355.78
Min	78.30	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	50.80	725.60	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	133.40
Max	262.00	395.70	21263.00	33.60	488.00	233.80	1584.20	174.20	222.10	49.80	86.00	0.80	632.10

CORILA

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

Tab. 3.17 - Coefficienti di correlazione fra gli elementi rilevati nel PM₁₀ a Malamocco. Sono evidenziati in grassetto i coefficienti maggiori o uguali a 0.7. Sono stati considerati solo gli elementi che hanno almeno 2/3 dei campioni quantificati (al di sopra della soglia di rilevabilità).

	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sb	Pb	PM ₁₀
V	1.00	0.24	0.55	0.40	0.39	0.26	0.17	0.17	0.12	0.14	0.36
Cr		1.00	0.50	0.91	0.15	0.10	0.02	0.08	-0.05	-0.06	0.24
Fe			1.00	0.62	0.62	0.56	0.00	0.02	0.30	0.28	0.53
Ni				1.00	0.25	0.23	0.05	0.12	-0.01	-0.02	0.25
Cu					1.00	0.91	0.39	-0.05	0.52	0.56	0.51
Zn						1.00	0.41	-0.04	0.35	0.43	0.38
As							1.00	0.75	0.76	0.79	0.23
Cd								1.00	0.57	0.11	-0.10
Sb									1.00	0.90	0.46
Pb										1.00	0.53
PM ₁₀											1.00

3.3.3 *Campagne di misura a Chioggia*

I dati meteorologici relativi ai giorni di campionamento nel sito di Chioggia sono riportati nella Tabella 3.18. Nelle Figure 3.17 e 3.18 si riportano le correlazioni fra le direzioni prevalenti del vento e fra le concentrazioni dei metalli, in termini di concentrazione assoluta e di concentrazione relativa, e il PM₁₀.

Le concentrazioni dei metalli nel PM₁₀ rilevate a Chioggia sono riportate in Tabella 3.19 mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 3.20 con evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi espressi rispettivamente in termini di concentrazione ed in termini relativi.

Nella Tabella 3.21 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con le concentrazioni ottenute scorrendo i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 3.22 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative. In termini assoluti e relativi le concentrazioni medie nei periodi feriali sono maggiori rispetto a quelle dei periodi festivi per tutti gli elementi analizzati mentre il contrario si osserva per le concentrazioni medie di PM₁₀ (feriali-festivi).

Si osservano picchi di concentrazione di alcuni metalli analizzati (V, Mo) nel settore sottovento al cantiere, 350° - 70° associati a giorni feriali.

Nella Tabella 3.23 è riportata la matrice dei coefficienti di correlazione fra i diversi metalli rilevati. Si osservano correlazioni fra elementi considerati di natura antropica.

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

Tab. 3.18 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Chioggia. In rosso i giorni festivi. Con (*) sono contrassegnate le direzioni del vento che risultano variabili. N.A. indica un dato non disponibile.

Data	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM ₁₀ (µg/m ³)
01/11/2012	22.5 (*)	0.0	6.54	11.8
02/11/2012	0 (*)	0.0	2.83	23.1
03/11/2012	22.5	0.0	3.21	29.1
04/11/2012	22.5	0.0	5.02	23.2
05/11/2012	225	0.0	6.34	21.9
06/11/2012	0 (*)	0.0	3.98	18.1
07/11/2012	0	N.A.	3.88	13.9
08/11/2012	225 (*)	N.A.	1.78	49.2
09/11/2012	0 (*)	N.A.	1.86	57.9
10/11/2012	45	0.0	5.68	53.9
11/11/2012	135	10.0	8.56	82.4
12/11/2012	202.5	2.0	2.34	36.7
13/11/2012	22.5 (*)	1.2	5.16	15.2
14/11/2012	22.5	0.0	7.21	20.2
21/02/2013	45	0.0	11.02	19.5
22/02/2013	45	0.0	9.31	19.5
23/02/2013	22.5	0.0	6.57	26.6
24/02/2013	45	0.0	5.96	47.1
25/02/2013	45 (*)	0.2	4.10	30.3
26/02/2013	315 (*)	1.0	2.87	43.3
27/02/2013	337.5	0.0	3.31	34.3
28/02/2013	45 (*)	0.0	2.81	29.7
01/03/2013	135 (*)	0.0	2.07	75.6
02/03/2013	22.5 (*)	0.0	4.16	29.2
03/03/2013	N.A. (*)	0.0	1.69	81.3
04/03/2013	0	0.0	2.59	59.7
05/03/2013	45	0.0	3.54	32.4
06/03/2013	22.5	0.0	5.74	33

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

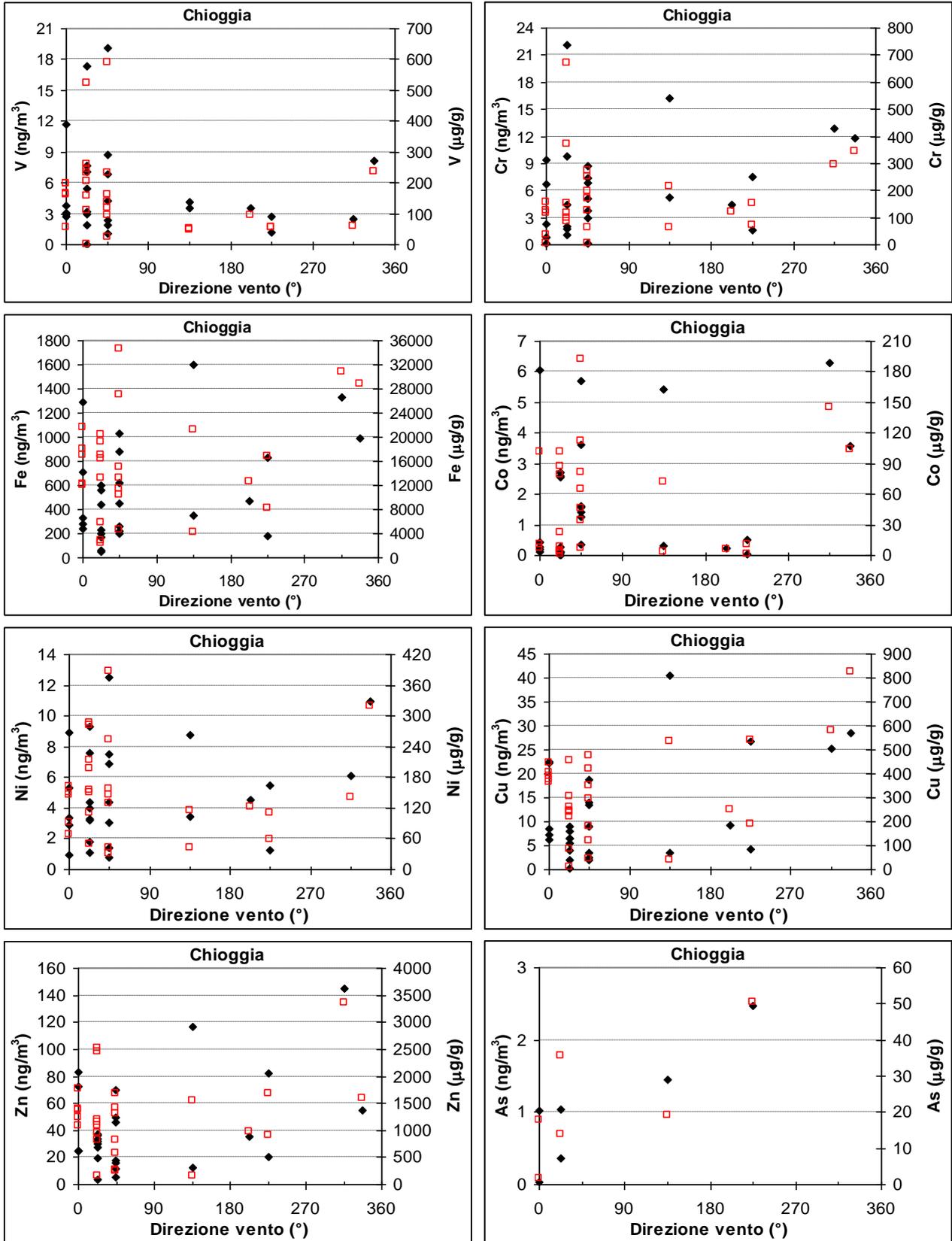


Fig. 3.17 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM_{10} e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Chioggia.

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

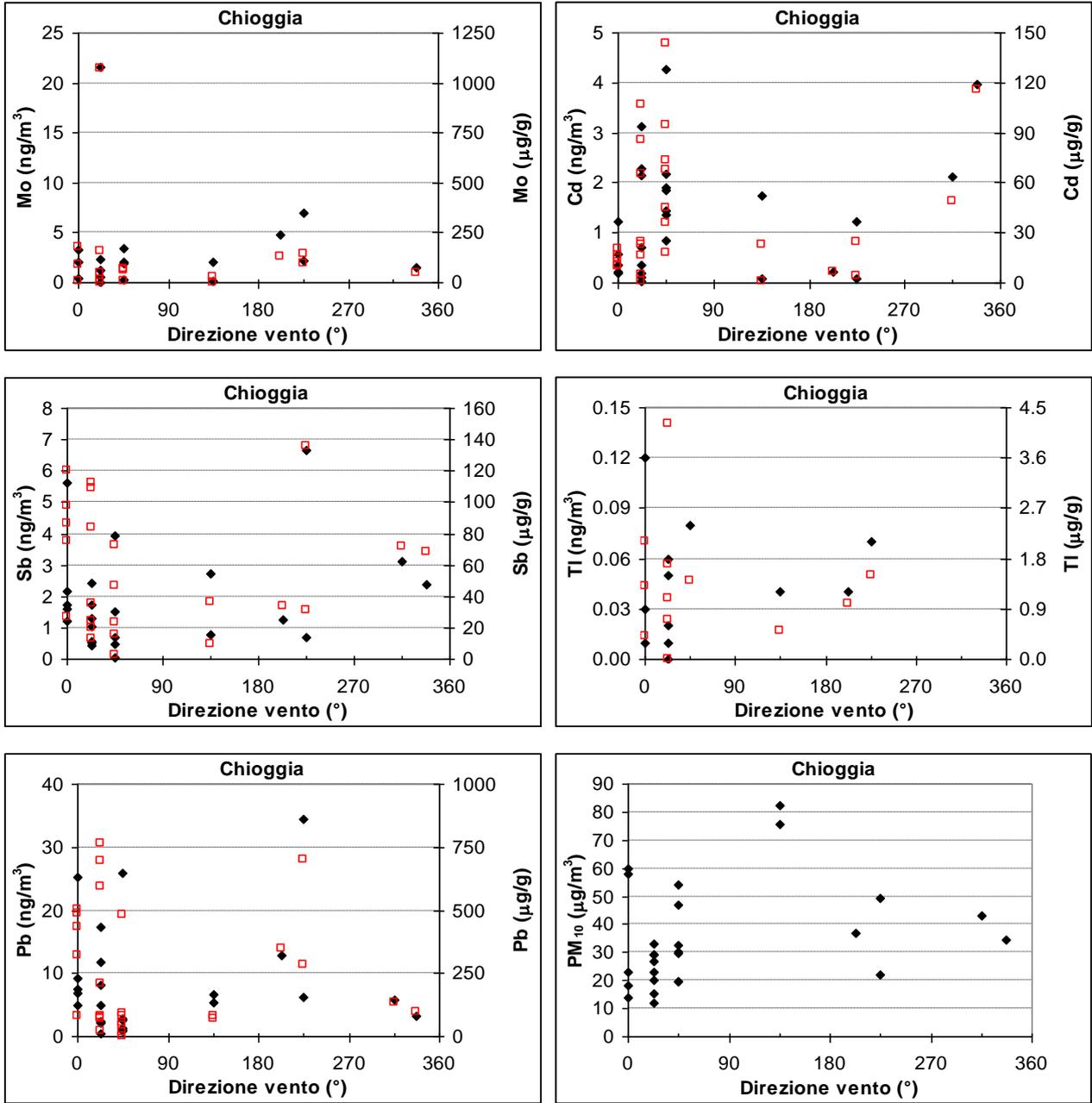


Fig. 3.18 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Chioggia.

CORILA

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

Tab. 3.19 - Concentrazioni assolute dei metalli (ng/m³) nel PM₁₀ (μg/m³) a Chioggia. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (μg/m ³)
01/11/2012	1.86	1.03	225.61	0.26	1.83	5.40	29.76	u.d.l.	0.03	0.19	1.28	0.01	8.22	11.8
02/11/2012	3.78	0.81	278.59	0.26	3.38	8.39	25.07	u.d.l.	2.01	0.34	1.74	0.03	7.39	23.1
03/11/2012	7.05	u.d.l.	168.02	0.11	3.18	6.43	27.80	1.04	u.d.l.	0.70	2.44	0.05	17.25	29.1
04/11/2012	5.41	u.d.l.	53.73	0.01	1.12	1.98	19.22	u.d.l.	u.d.l.	0.11	0.56	0.02	4.88	23.2
05/11/2012	1.19	1.55	180.81	0.04	1.26	4.14	19.93	u.d.l.	2.16	0.09	0.68	u.d.l.	6.19	21.9
06/11/2012	2.94	2.30	325.47	0.20	2.93	7.28	24.77	0.03	3.25	0.20	2.17	0.01	9.10	18.1
07/11/2012	2.75	0.08	238.04	0.10	0.96	6.21	24.66	u.d.l.	u.d.l.	0.22	1.21	u.d.l.	6.75	13.9
08/11/2012	2.75	7.53	830.06	0.51	5.48	26.69	82.24	2.47	6.95	1.21	6.68	0.07	34.37	49.2
09/11/2012	3.10	6.74	710.30	0.43	5.30	22.51	72.20	1.03	0.40	0.57	5.64	0.12	25.18	57.9
10/11/2012	8.74	6.81	617.60	0.37	6.90	18.74	69.77	u.d.l.	3.38	1.91	3.93	0.08	25.97	53.9
11/11/2012	4.18	5.21	347.33	0.33	3.46	3.38	12.29	u.d.l.	2.05	0.08	0.76	0.04	6.64	82.4
12/11/2012	3.50	4.43	465.51	0.23	4.52	9.19	35.46	u.d.l.	4.74	0.23	1.25	0.04	12.76	36.7
13/11/2012	3.14	1.74	200.80	0.12	3.25	3.93	37.40	u.d.l.	2.38	0.35	1.71	0.06	11.67	15.2
14/11/2012	0.02	2.01	58.47	0.09	4.00	0.16	3.31	u.d.l.	21.62	0.02	u.d.l.	0.0003	0.39	20.2
21/02/2013	2.31	0.12	202.02	1.25	0.82	2.38	5.11	u.d.l.	u.d.l.	1.85	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	19.5
22/02/2013	1.86	3.79	256.04	1.59	3.05	3.50	16.05	u.d.l.	u.d.l.	1.43	0.06	u.d.l.	1.06	19.5
23/02/2013	2.91	9.80	436.33	2.71	7.61	6.40	31.50	0.37	1.22	2.27	0.54	u.d.l.	2.13	26.6
24/02/2013	1.10	2.96	220.80	1.61	1.43	2.11	11.39	u.d.l.	u.d.l.	0.85	u.d.l.	u.d.l.	0.80	47.1
25/02/2013	4.19	5.09	452.09	1.41	4.40	8.94	17.28	u.d.l.	0.22	1.35	0.46	u.d.l.	1.27	30.3
26/02/2013	2.53	12.88	1334.88	6.30	6.10	25.22	145.38	u.d.l.	u.d.l.	2.12	3.11	u.d.l.	5.77	43.3
27/02/2013	8.11	11.82	989.20	3.56	10.97	28.38	54.46	u.d.l.	1.54	3.97	2.36	u.d.l.	3.26	34.3
28/02/2013	6.88	7.38	1026.43	5.71	7.53	14.09	49.76	u.d.l.	1.93	4.27	0.70	u.d.l.	2.72	29.7
01/03/2013	3.49	16.22	1598.09	5.44	8.73	40.49	116.58	1.45	0.16	1.73	2.73	u.d.l.	5.41	75.6
02/03/2013	7.63	4.42	597.18	2.54	4.37	8.95	33.92	u.d.l.	u.d.l.	3.12	1.03	u.d.l.	2.12	29.2
03/03/2013	3.72	u.d.l.	803.20	4.37	u.d.l.	13.42	47.54	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.90	u.d.l.	3.16	81.3
04/03/2013	11.64	9.41	1294.54	6.07	8.92	22.28	83.38	u.d.l.	u.d.l.	1.22	1.62	u.d.l.	4.92	59.7
05/03/2013	19.06	8.78	876.31	3.62	12.50	13.53	46.10	u.d.l.	2.03	2.18	1.50	u.d.l.	2.56	32.4
06/03/2013	17.31	22.16	563.33	2.61	9.28	8.12	35.90	u.d.l.	0.54	2.15	0.43	u.d.l.	2.29	33.0

CORILA

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

Data di misura	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Media	5.11	6.20	548.24	1.85	4.94	11.51	42.08	1.07	3.15	1.29	1.82	0.04	7.93	36.36
Min	0.02	u.d.l.	53.73	0.01	u.d.l.	0.16	3.31	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	11.80
Max	19.06	22.16	1598.09	6.30	12.50	40.49	145.38	2.47	21.62	4.27	6.68	0.12	34.37	82.40

CORILA

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

Tab. 3.20 - Concentrazioni relative ($\mu\text{g/g}$) dei metalli nel PM_{10} a Chioggia. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V ($\mu\text{g/g}$)	Cr ($\mu\text{g/g}$)	Fe ($\mu\text{g/g}$)	Co ($\mu\text{g/g}$)	Ni ($\mu\text{g/g}$)	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Zn ($\mu\text{g/g}$)	As ($\mu\text{g/g}$)	Mo ($\mu\text{g/g}$)	Cd ($\mu\text{g/g}$)	Sb ($\mu\text{g/g}$)	Tl ($\mu\text{g/g}$)	Pb ($\mu\text{g/g}$)
01/11/2012	157.6	86.8	19106.5	22.0	154.6	456.9	2519.9	u.d.l.	2.3	16.4	108.7	1.1	696.1
02/11/2012	163.7	35.3	12073.8	11.2	146.3	363.7	1086.4	u.d.l.	87.0	14.7	75.6	1.3	320.1
03/11/2012	242.6	u.d.l.	5780.3	3.8	109.3	221.3	956.5	35.7	u.d.l.	24.2	84.0	1.7	593.4
04/11/2012	233.1	u.d.l.	2314.5	0.6	48.3	85.4	828.1	u.d.l.	u.d.l.	4.6	24.1	0.7	210.1
05/11/2012	54.4	70.8	8247.7	1.7	57.5	188.7	909.3	u.d.l.	98.5	4.0	31.2	u.d.l.	282.3
06/11/2012	162.5	127.0	17985.9	10.9	161.8	402.6	1368.7	1.6	179.7	11.0	119.8	0.4	503.1
07/11/2012	197.4	5.6	17085.2	7.1	69.2	445.5	1769.7	u.d.l.	u.d.l.	15.9	86.8	u.d.l.	484.2
08/11/2012	55.9	153.1	16870.4	10.3	111.4	542.5	1671.6	50.3	141.2	24.5	135.7	1.5	698.5
09/11/2012	53.5	116.3	12257.2	7.4	91.4	388.5	1245.9	17.7	7.0	9.9	97.4	2.1	434.6
10/11/2012	162.3	126.5	11468.6	6.9	128.1	347.9	1295.6	u.d.l.	62.7	35.5	73.0	1.4	482.2
11/11/2012	50.7	63.2	4215.9	4.0	42.0	41.1	149.2	u.d.l.	24.9	1.0	9.2	0.5	80.6
12/11/2012	95.3	120.5	12673.8	6.2	123.0	250.2	965.4	u.d.l.	129.1	6.2	34.0	1.0	347.3
13/11/2012	206.1	114.6	13196.0	8.1	213.6	258.1	2457.9	u.d.l.	156.6	22.9	112.7	4.2	767.0
14/11/2012	0.9	99.6	2893.0	4.5	197.8	7.9	163.5	u.d.l.	1069.5	1.2	u.d.l.	0.01	19.5
21/02/2013	118.7	6.3	10375.9	64.3	42.0	122.3	262.6	u.d.l.	u.d.l.	94.8	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.
22/02/2013	95.3	194.7	13148.2	81.8	156.8	179.5	824.3	u.d.l.	u.d.l.	73.6	3.0	u.d.l.	54.2
23/02/2013	109.5	369.1	16427.6	102.0	286.7	241.0	1186.0	13.9	46.1	85.4	20.3	u.d.l.	80.1
24/02/2013	23.3	62.7	4684.5	34.2	30.3	44.9	241.6	u.d.l.	u.d.l.	18.1	u.d.l.	u.d.l.	17.0
25/02/2013	138.3	168.3	14930.7	46.5	145.4	295.2	570.6	u.d.l.	7.4	44.7	15.3	u.d.l.	41.8
26/02/2013	58.3	297.2	30797.5	145.2	140.7	581.9	3354.0	u.d.l.	u.d.l.	48.9	71.9	u.d.l.	133.1
27/02/2013	236.4	344.5	28829.7	103.8	319.8	827.1	1587.2	u.d.l.	44.9	115.8	68.7	u.d.l.	94.9
28/02/2013	231.4	248.1	34518.2	192.0	253.3	473.8	1673.5	u.d.l.	64.9	143.6	23.6	u.d.l.	91.4
01/03/2013	46.1	214.6	21146.8	72.0	115.5	535.8	1542.7	19.1	2.1	22.9	36.1	u.d.l.	71.6
02/03/2013	261.1	151.1	20421.6	86.8	149.4	306.1	1160.0	u.d.l.	u.d.l.	106.6	35.4	u.d.l.	72.5
03/03/2013	45.7	u.d.l.	9874.5	53.8	u.d.l.	165.0	584.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	11.1	u.d.l.	38.9
04/03/2013	194.9	157.5	21681.9	101.6	149.3	373.2	1396.5	u.d.l.	u.d.l.	20.5	27.2	u.d.l.	82.4
05/03/2013	589.1	271.3	27076.2	111.8	386.2	418.2	1424.5	u.d.l.	62.7	67.3	46.3	u.d.l.	79.1
06/03/2013	524.0	670.9	17055.5	79.0	280.9	245.7	1087.0	u.d.l.	16.4	65.0	13.1	u.d.l.	69.3

CORILA

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

Data di misura	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	161.00	171.02	15254.91	49.27	152.24	314.64	1224.38	23.05	122.39	40.71	54.57	1.33	253.53
Min	0.90	u.d.l.	2314.50	0.60	u.d.l.	7.90	149.20	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.
Max	589.10	670.90	34518.20	192.00	386.20	827.10	3354.00	50.30	1069.50	143.60	135.70	4.20	767.00

CORILA

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

Tab. 3.21 - Confronto fra le concentrazioni assolute medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Chioggia. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

TUTTI I DATI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Media	5.11	6.20	548.24	1.85	4.94	11.51	42.08	1.07	3.15	1.29	1.82	0.04	7.93	36.36
Min	0.02	u.d.l.	53.73	0.01	u.d.l.	0.16	3.31	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	11.80
Max	19.06	22.16	1598.09	6.30	12.50	40.49	145.38	2.47	21.62	4.27	6.68	0.12	34.37	82.40
FERIALI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Media	5.36	6.39	580.24	1.90	5.30	12.56	45.32	1.07	3.21	1.40	1.97	0.05	8.64	32.67
Min	0.02	u.d.l.	58.47	0.04	0.82	0.16	3.31	u.d.l.	u.d.l.	0.02	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	11.80
Max	19.06	22.16	1598.09	6.30	12.50	40.49	145.38	2.47	21.62	4.27	6.68	0.12	34.37	75.60
FESTIVI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Media	3.60	4.09	356.27	1.58	2.00	5.22	22.61	u.d.l.	2.05	0.35	0.74	0.03	3.87	58.50
Min	1.10	u.d.l.	53.73	0.01	u.d.l.	1.98	11.39	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.80	23.20
Max	5.41	5.21	803.20	4.37	3.46	13.42	47.54	u.d.l.	2.05	0.85	0.90	0.04	6.64	82.40

CORILA

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

Tab. 3.22 - Confronto fra le concentrazioni relative medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Chioggia. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

TUTTI I DATI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	161.00	171.02	15254.91	49.27	152.24	314.64	1224.38	23.05	122.39	40.71	54.57	1.33	253.53
Min	0.90	u.d.l.	2314.50	0.60	u.d.l.	7.90	149.20	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.
Max	589.10	670.90	34518.20	192.00	386.20	827.10	3354.00	50.30	1069.50	143.60	135.70	4.20	767.00
FERIALI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	173.14	180.42	16918.68	53.62	166.25	353.07	1353.30	23.05	128.12	44.81	59.99	1.47	282.55
Min	0.90	u.d.l.	2893.00	1.70	42.00	7.90	163.50	u.d.l.	u.d.l.	1.20	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.
Max	589.10	670.90	34518.20	192.00	386.20	827.10	3354.00	50.30	1069.50	143.60	135.70	4.20	767.00
FESTIVI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	88.20	62.95	5272.35	23.15	40.20	84.10	450.85	u.d.l.	24.90	7.90	14.80	0.60	86.65
Min	23.30	u.d.l.	2314.50	0.60	u.d.l.	41.10	149.20	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	17.00
Max	233.10	63.20	9874.50	53.80	48.30	165.00	828.10	u.d.l.	24.90	18.10	24.10	0.70	210.10

CORILA

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

Tab. 3.23 - Coefficienti di correlazione fra gli elementi rilevati nel PM₁₀ a Chioggia. In grassetto sono evidenziati i coefficienti maggiori o uguali a 0.7. Sono stati considerati solo gli elementi che hanno almeno 2/3 dei campioni quantificati (al di sopra della soglia di rilevabilità).

	V	Cr	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Sb	Pb	PM ₁₀
V	1.00	0.58	0.34	0.36	0.72	0.20	0.15	0.44	-0.12	-0.10	0.11
Cr		1.00	0.71	0.65	0.79	0.62	0.60	0.52	0.11	-0.07	0.47
Fe			1.00	0.86	0.75	0.90	0.87	0.58	0.34	0.04	0.58
Co				1.00	0.68	0.60	0.64	0.70	-0.09	-0.38	0.41
Ni					1.00	0.65	0.53	0.65	0.15	-0.06	0.39
Cu						1.00	0.88	0.43	0.63	0.33	0.55
Zn							1.00	0.33	0.60	0.32	0.49
Cd								1.00	-0.03	-0.21	0.09
Sb									1.00	0.87	0.32
Pb										1.00	0.20
PM ₁₀											1.00

3.3.4 *Commenti e considerazioni conclusive*

Nella Tabella 3.24 si confrontano i valori medi di concentrazione osservati nei diversi siti di misura con le indicazioni normative del Decreto Legislativo n. 155/2010 recante i valori obiettivo (per Ni, As e Cd) ed il valore limite (per il Pb) per le concentrazioni di metalli nel PM₁₀. Nella Tabella sono anche riportati, per confronto, gli intervalli di concentrazione, relativi ad aree di fondo ed urbane, indicati del WHO [WHO – Air Quality Guiderlines for Europe 2000]. Le concentrazioni medie di tutti gli elementi sono entro i limiti normativi seppure questa informazione è indicativa in quanto tali medie non sono annuali ma sono invece riferite a periodi di misura limitati.

Nella Tabella 3.25 si riporta un confronto fra i valori osservati nei diversi siti di misura e quelli forniti da ARPA Veneto per alcuni siti della rete di monitoraggio di Venezia. I risultati mostrano che le concentrazioni dei metalli rilevate nel PM₁₀ nei diversi siti di monitoraggio sono confrontabili a quelle rilevate dalla rete di monitoraggio. Il confronto tra i diversi siti mostra delle concentrazioni più elevate degli elementi normati a Malamocco rispetto a Punta Sabbioni e Chioggia.

È stata inoltre fatta un'analisi statistica sui metalli, rilevati nel particolato atmosferico, volta a determinare l'Enrichment Factor (EF), ossia il fattore di arricchimento crostale di ogni metallo rispetto alla sua naturale concentrazione media presente nella crosta terrestre superficiale. In particolare i valori di EF sono stati determinati mediante la formula:

$$EF(X) = ([X]_{air}/[Ref]_{air}) / ([X]_{source}/[Ref]_{source})$$

dove "X" è il metallo di interesse (espresso come concentrazione media in massa dei singoli valori) e "Ref" è il metallo di riferimento rispetto al quale si calcola l'Enrichment Factor. I calcoli sono fatti con il supporto di tabelle nelle quali si riportano le abbondanze medie dei vari elementi che costituiscono la crosta continentale [Wedepohl, 1995]. Nel caso in esame, è stato scelto come metallo di riferimento il Ferro a cui è assegnato un valore unitario di EF. Il metallo di riferimento è generalmente l'Alluminio, tuttavia anche il Fe è spesso utilizzato nella letteratura scientifica [Dordevic et al 2005; Samara & Voutsas 2005, Manoli et al 2002]. La scelta di utilizzare come riferimento il Ferro è anche supportata dal fatto che negli studi di EF questo elemento ha un valore molto basso di arricchimento generalmente prossimo all'unità [Han, J.S. et al., 2005; Güllü G. et al., 2005; Senaratne I. et al., 2004; Kim K.H., 2003]. Le indicazioni ottenibili dall'analisi di EF sono indicative a causa di ampie variazioni della composizione della crosta terrestre superficiale. In particolare, valori di EF inferiori a 10 indicano che il metallo in questione ha un'origine prevalentemente crostale e viene quindi definito "elemento non arricchito"; al contrario, valori maggiori di 20-30 sono indicativi di metalli di origine antropica e sono definiti "elementi arricchiti". Valori compresi tra le due soglie indicano invece un'origine mista dell'elemento in questione. Nella Figura 3.19 si riportano i valori di EF ottenuti nei diversi siti di misura. Sono stati esclusi i dati relativi ai metalli che contenevano valori inferiori alla soglia di rilevazione (per oltre 1/3 dei prelievi). I risultati indicano che tutti i metalli, ad esclusione di Co, Cr e V, sono significativamente arricchiti. Per Cr, Co e V non si può escludere anche un contributo di origine crostale. Il fattore di arricchimento a Chioggia è inferiore rispetto agli altri due siti ma le conclusioni, essenzialmente di tipo qualitativo, sono le medesime.

Nelle Figure 3.20-3.25 si riporta un confronto fra le concentrazioni medie assolute e relative rilevate nei diversi siti di monitoraggio ed un confronto fra le rilevazioni dei precedenti anni di monitoraggio. Il confronto viene effettuato solo sui giorni feriali (domeniche e festivi esclusi). Si osservano ampie variabilità di concentrazione sia al variare dei siti di misura sia al variare dell'anno di monitoraggio. A Chioggia si osserva un aumento di Cr, Co, Cu e Fe (solo relativo) mentre a Malamocco un aumento di Cr. Tuttavia, tali aumenti rientrano nella variabilità evidenziata dalle deviazioni standard (barre di errore).

CORILA

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

Tab. 3.24 - Tabella dei valori limite, valori obiettivo e soglie di valutazione superiori ed inferiori secondo il DL.vo n. 155 del 13 Agosto 2010 recante i valori obiettivo (per Ni, As e Cd) ed il valore limite (per Pb) per le concentrazioni di metalli nel PM₁₀. Nella tabella sono incluse le indicazioni del WHO per le aree di background e le aree urbane ed i valori riscontrati nelle diverse campagne di misura. Le indicazioni normative sono riferite a medie annuali. I superamenti delle soglie di valutazione superiore ed inferiore vanno determinati sulla base delle concentrazioni del quinquennio precedente. Si considera superata una soglia se, nel quinquennio precedente, è stata superata per almeno tre anni non consecutivi.

Elemento	Chioggia	Malamocco	Punta Sabbioni	WHO	Indicazioni Normative		
					Valore Limite/Valore obiettivo	Soglia di valutazione inferiore	Soglia di valutazione superiore
Nichel	4.9 (u.d.l. - 12.5)	7.7 (u.d.l. - 52.4)	3.5 (u.d.l. - 8.3)	1 (B)/9-60 (U)	20	10	14
Arsenico	1.1 (u.d.l. - 2.5)	2.8 (u.d.l. - 12.8)	1.4 (u.d.l. - 7.7)	1-3 (B)/20-30 (U)	6	2.4	3.6
Cadmio	1.3 (u.d.l. - 4.3)	2.8 (u.d.l. - 22.9)	1.1 (u.d.l. - 6.2)	0.1 (B)/1-10 (U)	5	2	3
Piombo	7.9 (u.d.l. - 34.4)	11.1 (0.7 - 51.9)	9.6 (0.9 - 32.6)	0.6 (B)/ 5-500 (U)	500	250	350

* B background; U Urbano

CORILA

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

Tab. 3.25 - Confronto fra le concentrazioni medie dei metalli pesanti ottenute nei tre siti di misura e quelle rilevate in alcuni siti della rete di monitoraggio di Venezia e resi disponibili da Arpa Veneto. I dati relativi al 2011 sono stati estrapolati da grafici contenuti nella Relazione Regionale di Qualità dell'aria del 2012 di Arpa Veneto. Le concentrazioni riportate sono in ng/ m3. B: Sito di Background Urbano. T: Sito di Traffico.

Elemento	Chioggia	Malamocco	Punta Sabbioni	Arpa Veneto (Relazioni Qualità dell'aria 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012)		
				A. Da Mestre (B)	Bissuola (B)	Via Circonvallazione (T)
Nichel	4.9 (u.d.l. - 12.5)	7.7 (u.d.l. - 52.4)	3.5 (u.d.l. - 8.3)	5.5 (2005)	5.4 (2006) 6.9 (2007) 7.2 (2008) 3.9 (2009) 3.8 (2010) 3.2 (2011) 3.2 (2012)	7.1 (2006) 8.7 (2007) 8.3 (2008)
Arsenico	1.1 (u.d.l. - 2.5)	2.8 (u.d.l. - 12.8)	1.4 (u.d.l. - 7.7)	2.9 (2005)	4.5 (2006) 3.4 (2007) 3.0 (2008) 2.3 (2009) 1.8 (2010) 2.2 (2011) 2.1 (2012)	4.3 (2006) 3.5 (2007) 2.7 (2008)
Cadmio	1.3 (u.d.l. - 4.3)	2.8 (u.d.l. - 22.9)	1.1 (u.d.l. - 6.2)	3.7 (2005)	4.1 (2006) 3.5 (2007) 2.8 (2008) 1.9 (2009) 1.6 (2010) 1.7 (2011) 1.4 (2012)	4.2 (2006) 3.2 (2007) 2.4 (2008)
Piombo	7.9 (u.d.l. - 34.4)	11.1 (0.7 - 51.9)	9.6 (0.9 - 32.6)	20.1 (2005)	25.4 (2006) 19.0 (2007) 20.0 (2008) 13.8 (2009) 13.8 (2010) 13.4 (2011) 9.0 (2012)	27.8 (2006) 26.2 (2007) 20.0 (2008)

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

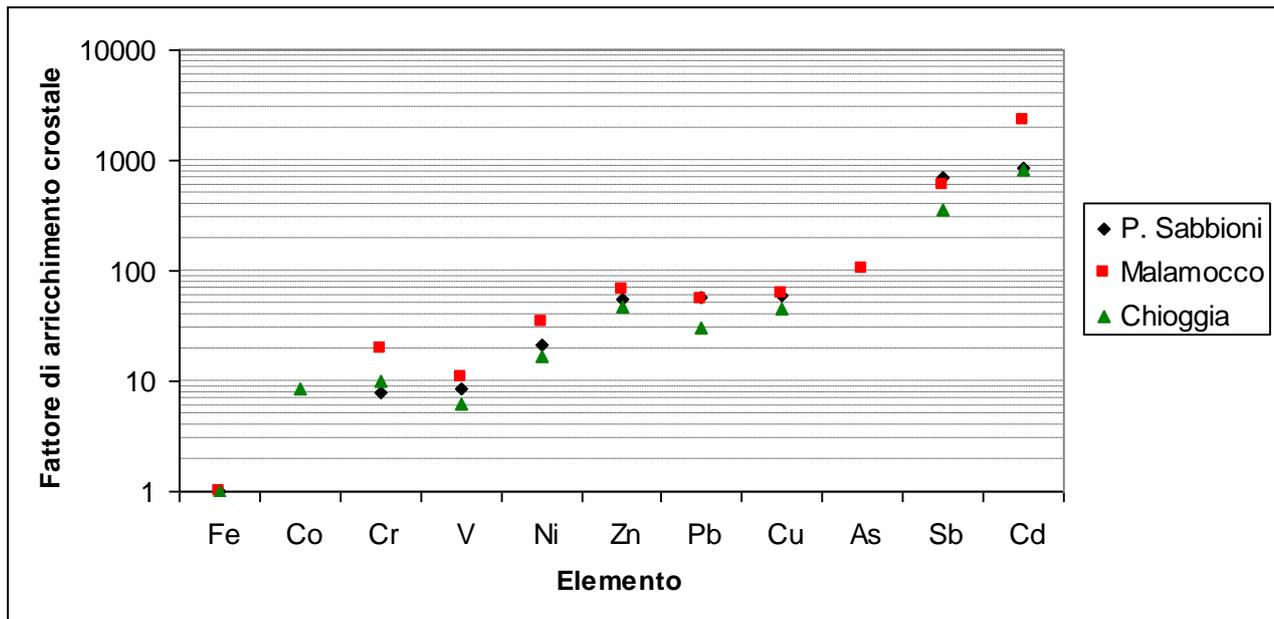


Fig. 3.19 - Valori del fattore di arricchimento crostale osservati nei tre siti di misura.

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

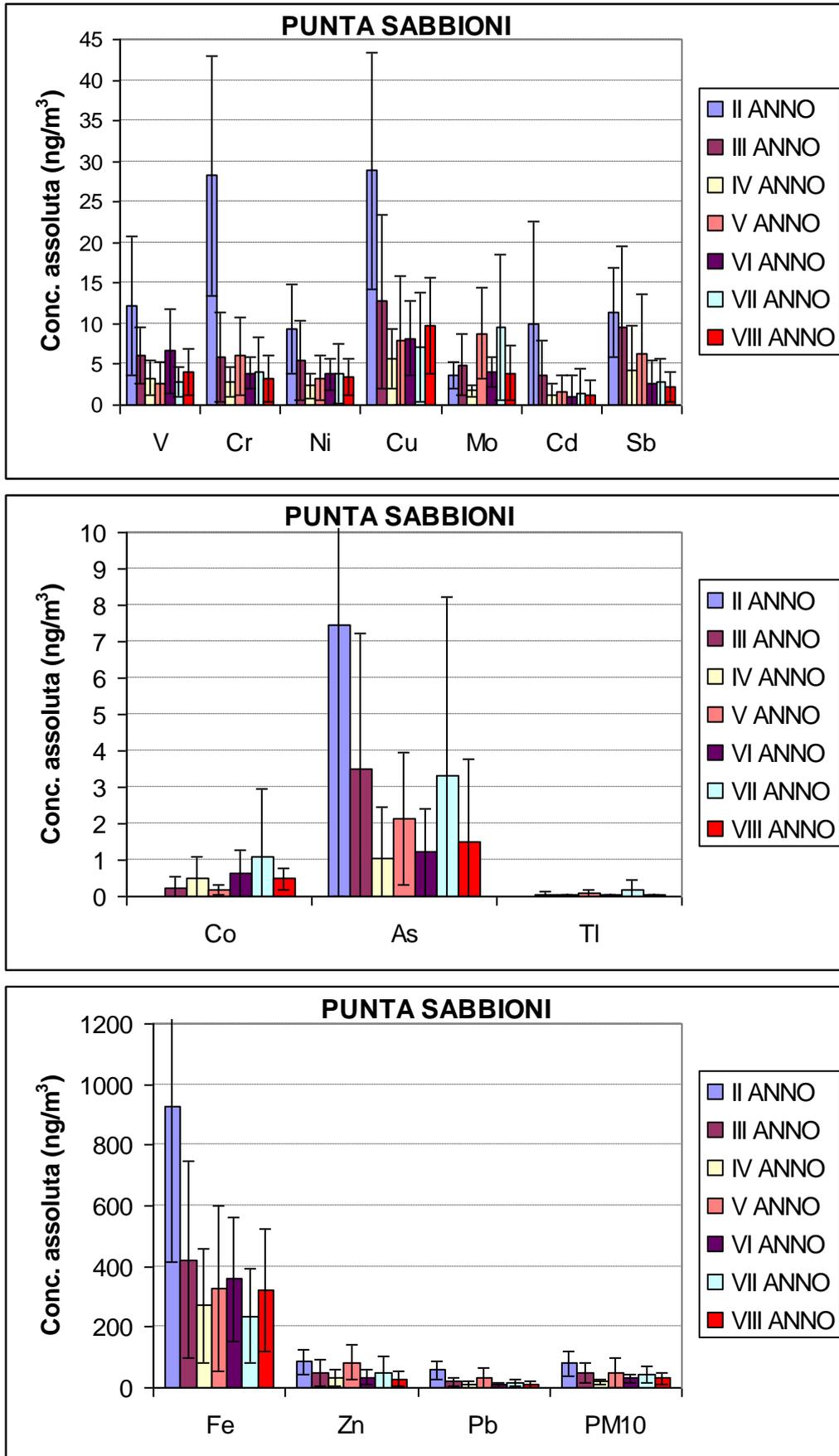


Fig. 3.20 - Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

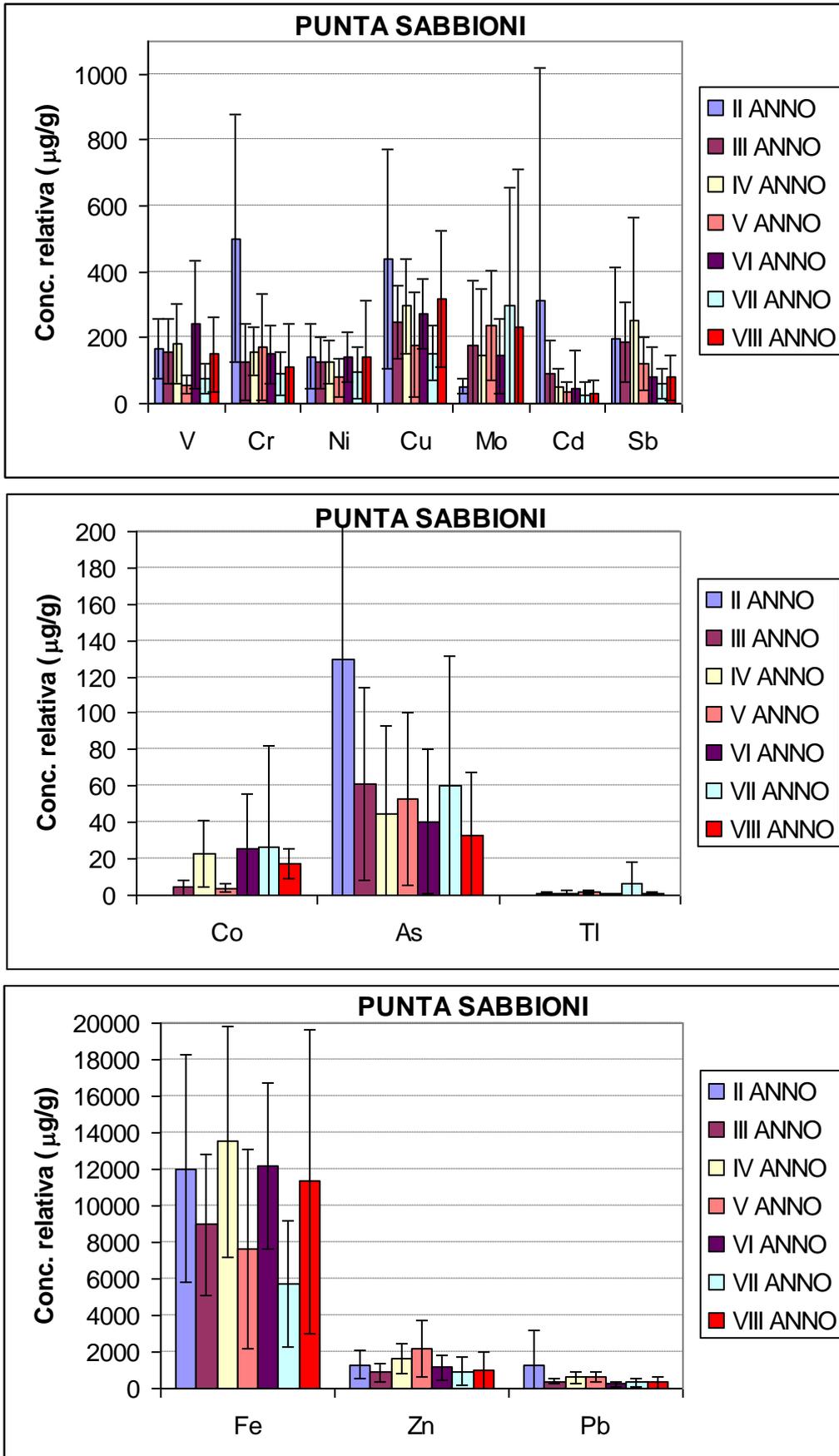


Fig. 3.21 - Andamenti delle concentrazioni medie relative osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

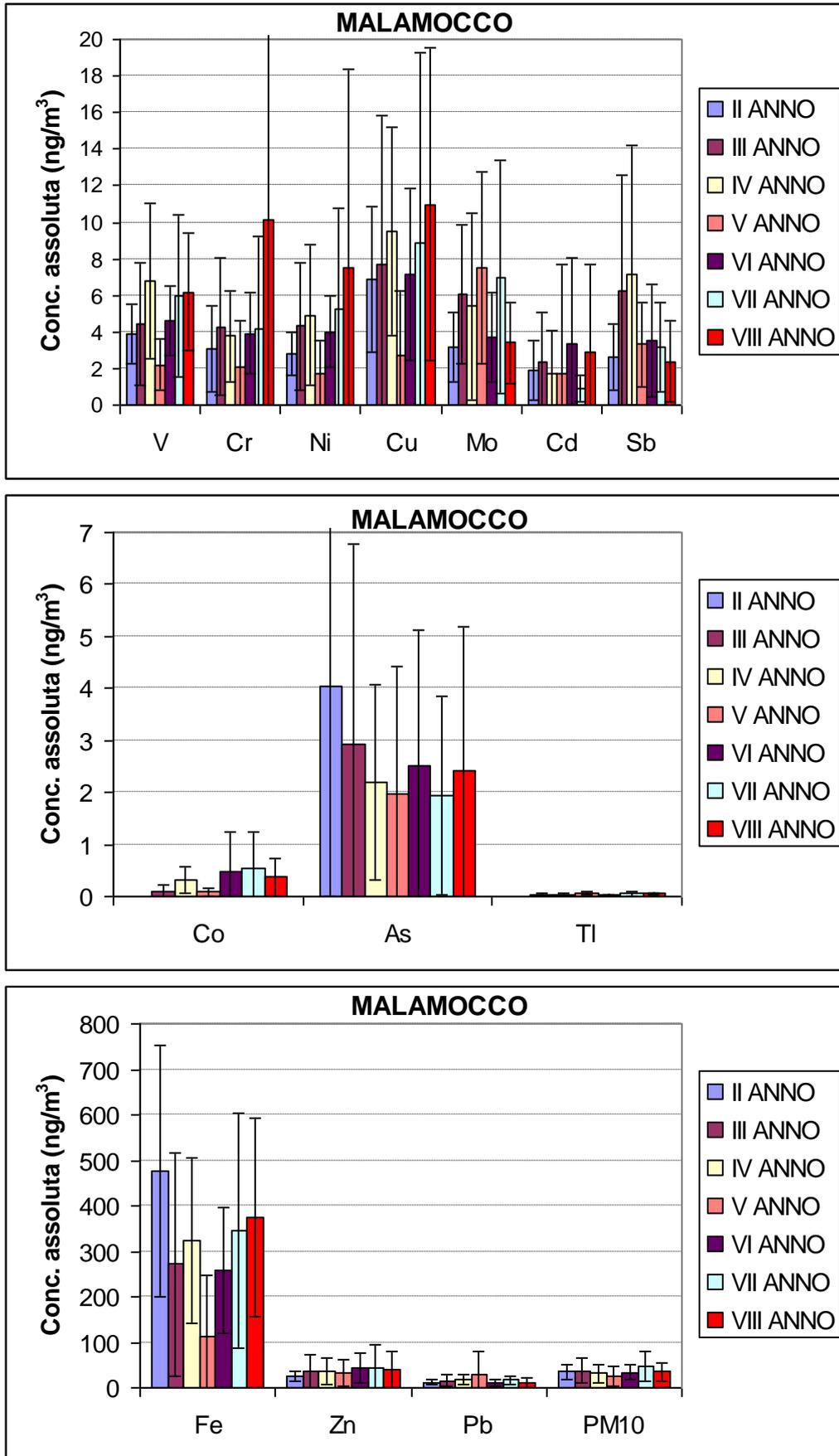


Fig. 3.22 - Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Malamocco nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

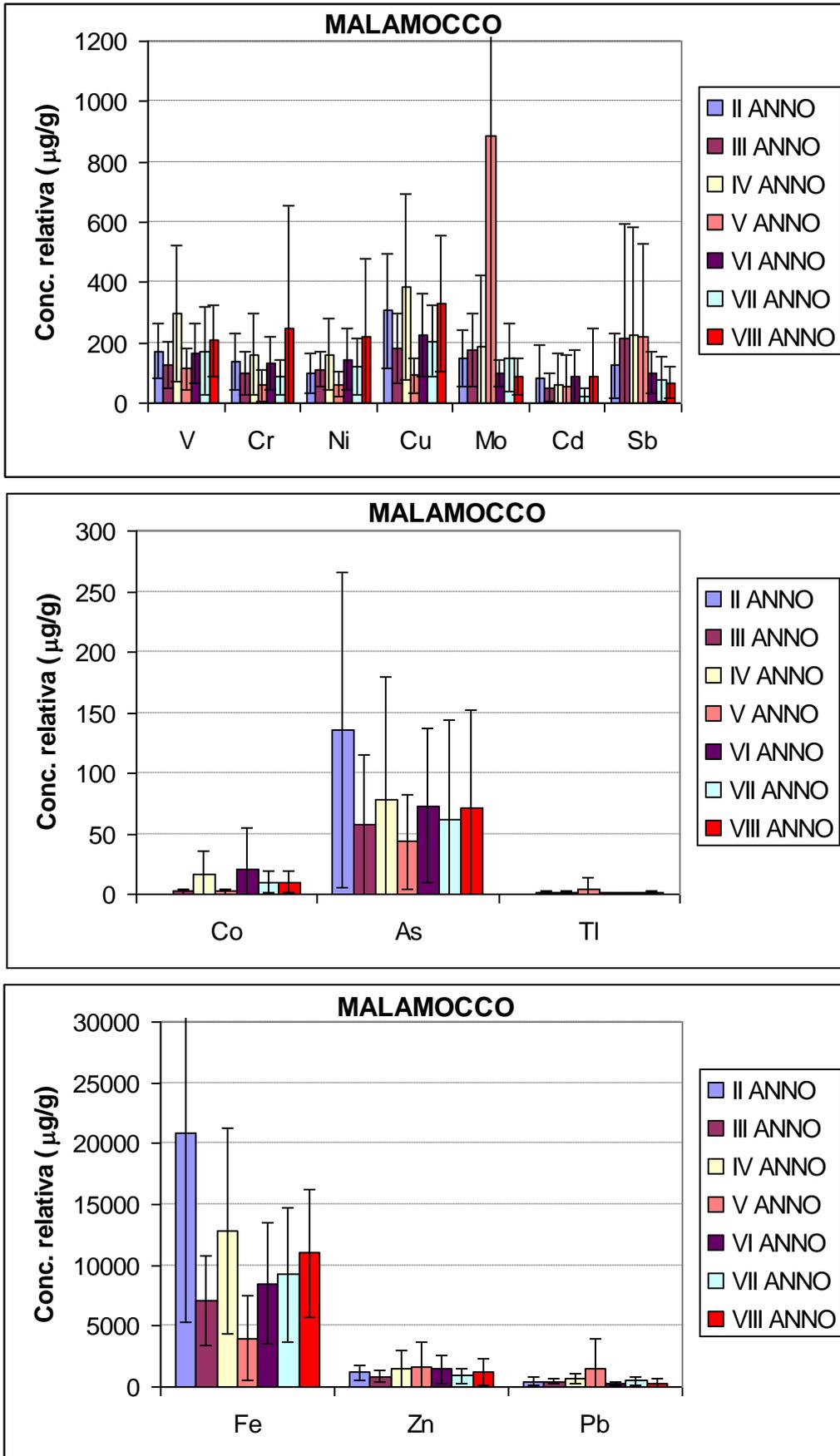


Fig. 3.23 - Andamenti delle concentrazioni medie relative osservate a Malamocco nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

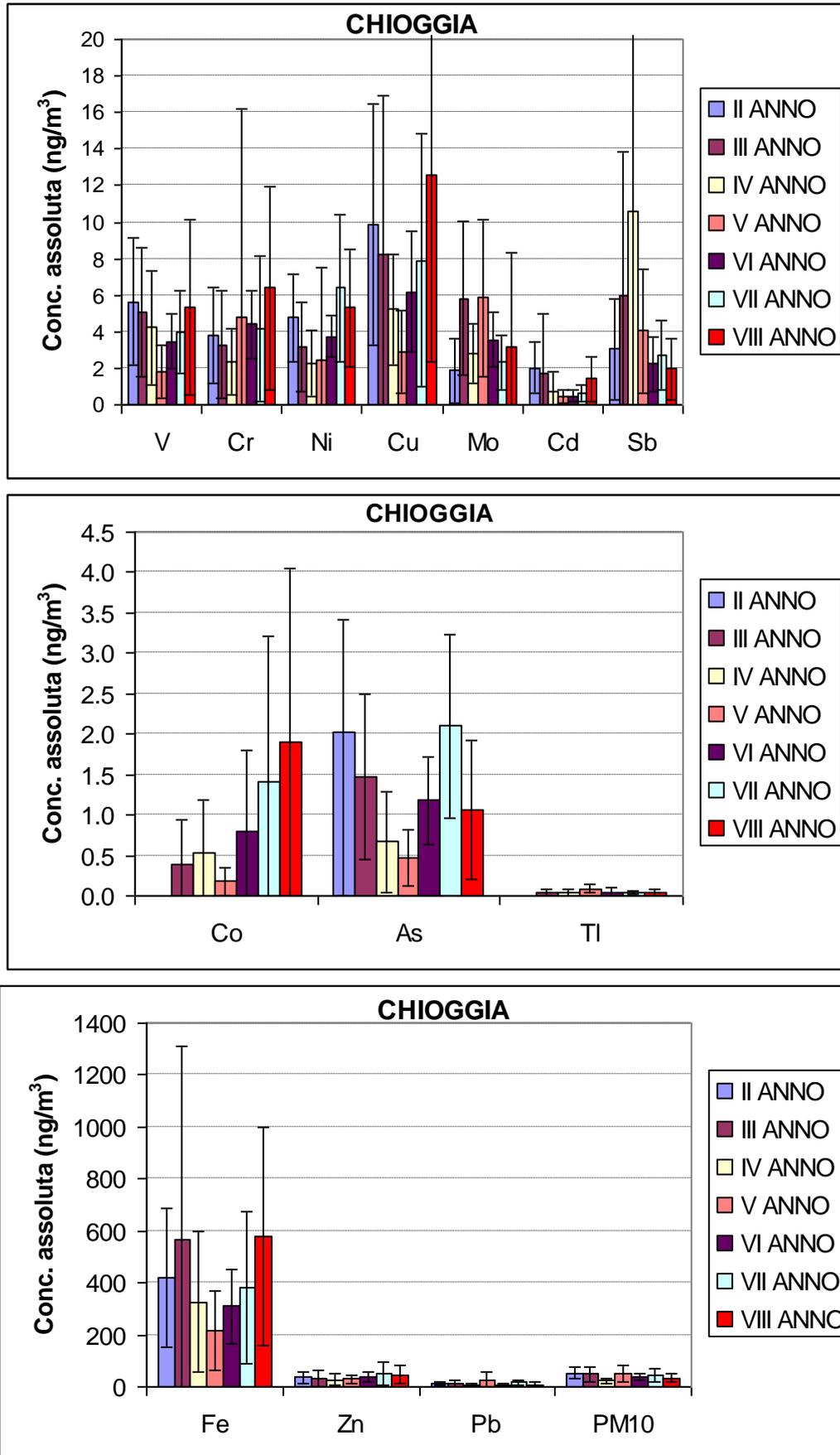


Fig. 3.24 – Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Chioggia nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

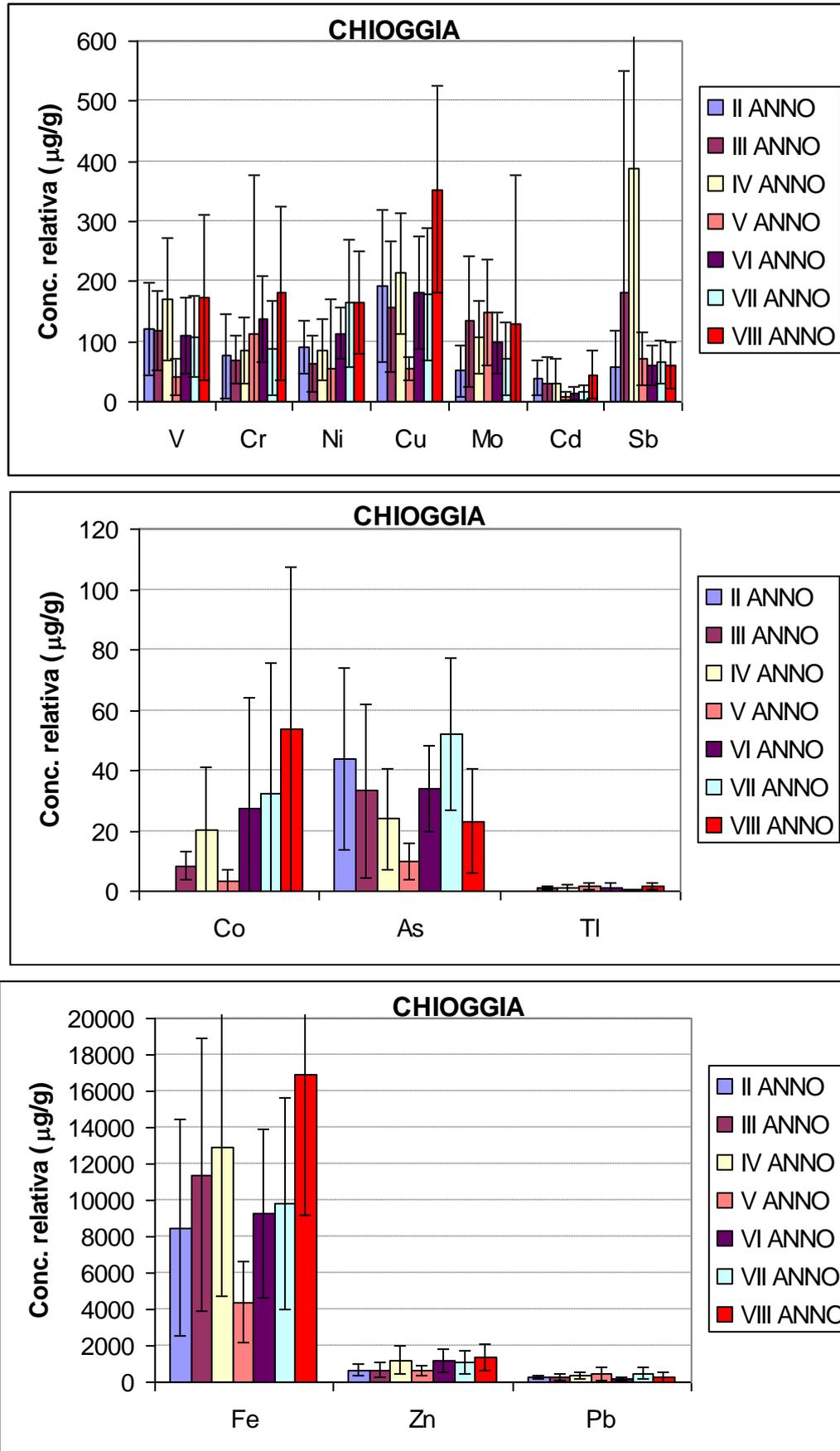


Fig. 3.25 - Andamenti delle concentrazioni medie relative a Chioggia nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

3.4 Calibrazione del campionatore Air Genius (PM₁₀)

Durante l'ottavo anno di monitoraggio sono state svolte tre campagne di calibrazione del sensore ottico di particolato installato nella centralina Air Genius a Punta Sabbioni. La prima dal 03/09/2012 al 13/09/2012, la seconda dal 03/12/2012 al 19/12/2012 e la terza dal 18/03/2013 al 27/03/2013. I singoli campionamenti sono stati effettuati dalle ore 14 di ogni giorno per una durata di 24 ore. 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: 22°C ± 1°C, Umidità relativa: 50% ± 5%). Le pesate sono state svolte con bilancia analitica a 5 cifre decimali. Le Tabelle 3.26-3.28 riportano le masse di PM₁₀ pesate sui filtri, le relative concentrazioni e le concentrazioni medie ottenute con il campionatore in tempo reale (LSPM10-Air Genius) per ciascuna delle campagne effettuate. Per completezza si riportano la media dell'umidità relativa e la precipitazione per ciascun periodo di misura rilevati nella centralina meteo adiacente alla centralina Air Genius.

Tab. 3.26- Risultati campagna di calibrazione (03/09/12-13/09/12).

Filtro	Diff. Peso (µg)	Volume (m ³)	Conc. Grav. (µg/m ³)	Conc. LSPM10 (µg/m ³)	Umidità Rel. (%)	Precipitazione (mm H ₂ O)
1	*	*	*	6	87,7	0,1
2	1068	55	19	21	73,5	0,1
3	816	55	15	21	74,4	0
4	916	55	17	14	62,1	0
5	911	55	17	13	65,7	0
6	867	51	16	24	76,3	0
7	1705	55	31	34	81,9	0,4
8	357	55	6**	9	77,4	0

* La quantità di polveri campionata è risultata inferiore al limite di rilevazione in quanto dopo tre ore dall'avvio del prelievo è venuta meno l'alimentazione elettrica.

** Concentrazione paragonabile al Limite di Quantificazione.

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

Tab. 3.27 – Risultati campagna di calibrazione (03/12/12-19/12/12).

Filtro	Diff. Peso (µg)	Volume (m³)	Conc. Grav. (µg/m³)	Conc. LSPM10 (µg/m³)	Umidità Rel. (%)	Precipitazione (mm H ₂ O)
1	943	55	17	14	68,9	0,40
2	39	5*	9	10	89,1	0,40
3	749	55	14	17	90,7	7,60
4	1288	55	23	22	71,0	0,00
5	2285	55	42	47	78,5	0,00
6	1519	48	31	28	69,4	0,00
7	1224	55	22	14	57,3	0,00
8	1780	55	32	28	72,6	0,00
9	1595	55	29	12	78,6	5,80
10	286	28**	10	19	98,9	3,40
11	1691	55	31	44	100,0	0,40
12	2079	55	38	37	97,4	0,00
13	2354	55	43	45	95,2	0,00
14	2164	48	45	51	98,2	0,20

*Tempo di campionamento pari a 2 ore per una interruzione nella alimentazione elettrica (dato non considerato).

**Tempo di campionamento pari a 12 ore per una interruzione nella alimentazione elettrica.

Tab. 3.28– Risultati campagna di calibrazione (18/03/13-27/03/13).

Filtro	Diff. Peso (µg)	Volume (m³)	Conc. Grav. (µg/m³)	Conc. LSPM10 (µg/m³)	Umidità Rel. (%)	Precipitazione (mm H ₂ O)
1	710	53	14	16	66,1	0,00
2	644	55	13	15	76,6	0,33
3	498	55	10	16	89,3	1,06
4	1045	55	20	23	85,4	0,02
5	760	55	15	20	78,6	0,02
6	537	55	11	16	65,9	0,02
7	880	55	17	19	84,6	0,00
8	1607	55	30	40	85,4	0,00
9	1193	55	23	26	90,3	0,01

Durante la procedura di calibrazione sono stati utilizzati alcuni filtri come bianchi di campo (filtri inseriti nel campionatore ma senza essere esposti) per determinare la correzione sulle pesate (dovuta alla manipolazione dei filtri), che è risultata pari a 2 µg/m³. Per quanto riguarda i limiti di rilevabilità (LOD) e di quantificazione (LOQ), essi valgono: LOD pari a 2 µg/m³ e LOQ (10 volte la deviazione standard) risulta 7 µg/m³ (ad eccezione della terza campagna dove il LOD é 1 µg/m³ e il LOQ 3 µg/m³). La Tabella 3.29 riporta il confronto fra le concentrazioni medie ottenute per via gravimetrica e quelle ottenute con il sensore ottico insieme con il quadrato del coefficiente di correlazione lineare R di Pearson.

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

Tab. 3.29- Confronto fra le concentrazioni medie (gravimetriche ed ottiche) e coefficiente R².

Campagna	Conc. Grav. (µg/m ³)	Conc. LSPM10 (µg/m ³)	R ²
1	19	21	0.71
2	28	28	0.73
3	17	21	0.91

Le Figure 3.26-3.28 riportano i rispettivi grafici di correlazione.

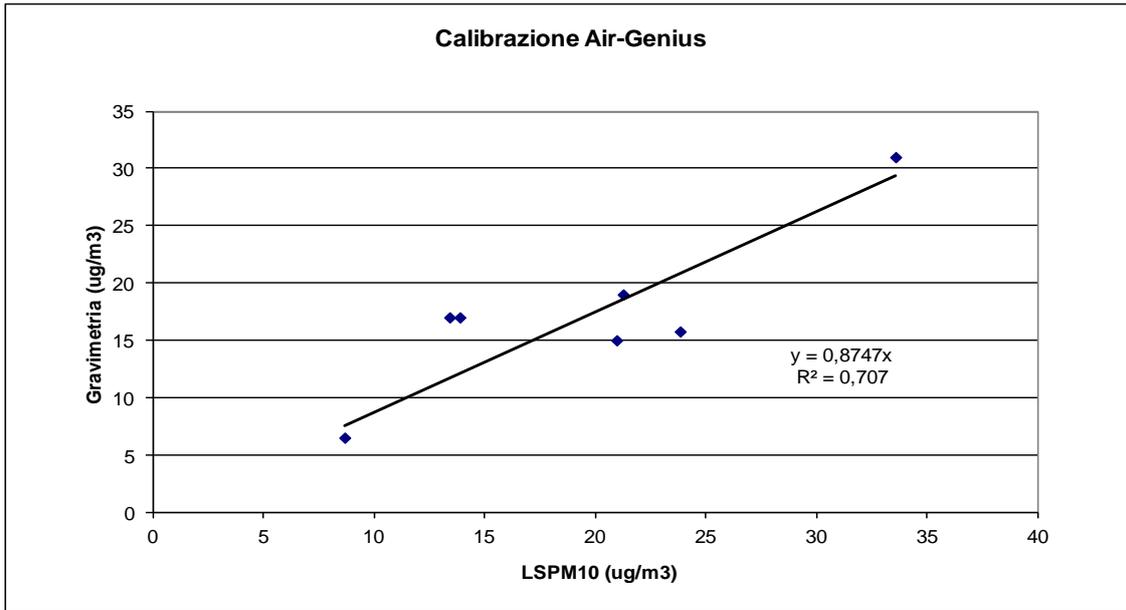


Fig. 3.26 - Correlazione fra le concentrazioni di PM₁₀ ottenute con il metodo gravimetrico e con il metodo ottico (LSPM10). Prima Campagna.

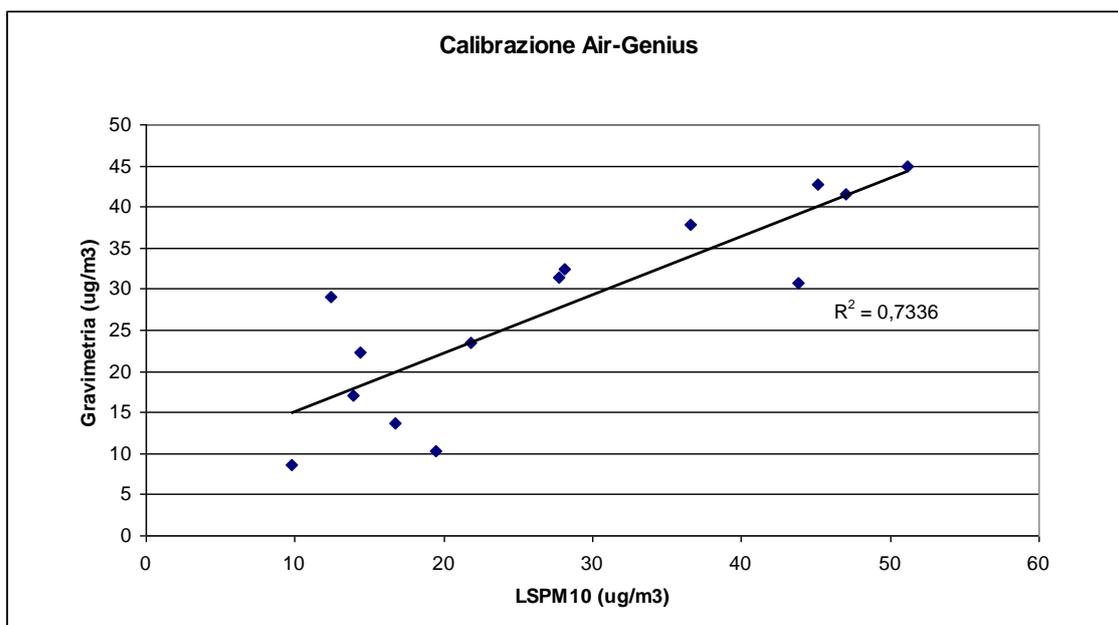


Fig. 3.27 - Correlazione fra le concentrazioni di PM₁₀ ottenute con il metodo gravimetrico e con il metodo ottico (LSPM10). Seconda campagna.

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

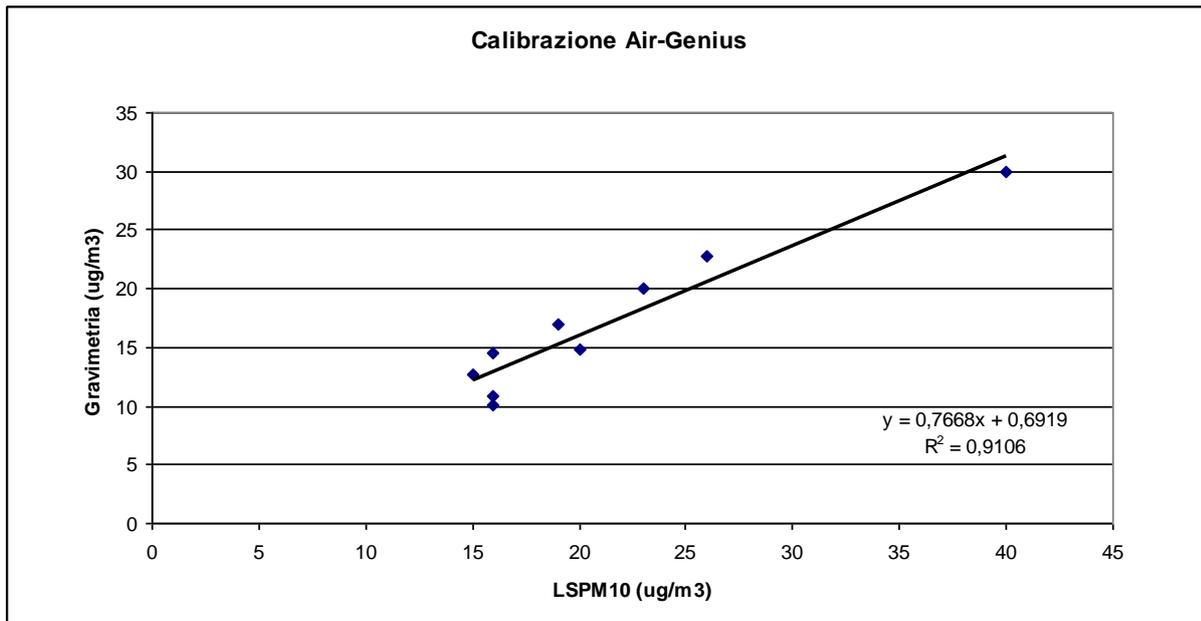


Fig. 3.28 – Correlazione fra le concentrazioni di PM₁₀ ottenute con il metodo gravimetrico e con il metodo ottico (LSPM10). Terza campagna.

I risultati delle campagne di calibrazione indicano concentrazioni medie confrontabili fra le due tecniche di misura confermando i valori acquisiti in tempo reale di concentrazione di PM₁₀ presso la stazione di Punta Sabbioni.

4 RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

4.1 Introduzione

In questo rapporto vengono presentati i risultati dei rilevamenti di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) relativi alla prima, alla seconda ed alla terza campagna di misura a Malamocco (26/09/2012 - 15/10/2012; 04/03/2013 - 19/03/2013 e 16/07/2012 - 30/07/2012) ed alla prima, seconda e terza campagna di misura a Punta Sabbioni (07/12/2012 - 19/12/2012; 04/03/2013 - 19/03/2013 e 14/09/2012 - 26/09/2012). La denominazione delle campagne di misure non segue il loro svolgimento temporale per permettere il confronto con i precedenti anni di monitoraggio (dove erano previste due campagne di misura per ogni sito). Pertanto la "terza" campagna di misura è associata al monitoraggio svolto, in entrambi i siti di Malamocco e Punta Sabbioni, nel periodo estivo.

4.2 Risultati del monitoraggio

Le Tabelle 4.1 e 4.2 riportano sinteticamente i dati relativi alle tre campagne di misura a Malamocco e a Punta Sabbioni (in rosso i giorni festivi; u.d.l. indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità e RC indica rischio cancerogeno).

Le Figure 4.1-4.2 riportano in forma grafica le concentrazioni misurate nelle tre campagne di misure per gli IPA Totali (sia in fase gassosa che aerosol) e per il Benzo(a)pirene.

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

Tab. 4.1 - Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura a Malamocco. In rosso i periodi festivi. u.d.l. indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità. N.A. indica un dato non disponibile.

	Σ IPA Aerosol (ng/m³)	Σ IPA Vapore (ng/m³)	B(a)pirene Aerosol (ng/m³)	Σ IPA RC Aerosol (ng/m³)	Direzione Prevalente vento
1° Campagna					
Camp. 1	0.09	0.54	u.d.l.	0.05	N - 4.29 m/s
Camp. 2	0.64	1.11	0.07	0.52	SO - 3.95 m/s
Camp. 3	0.59	0.27	0.05	0.46	N.A.
Camp. 4	0.35	0.41	0.03	0.27	N.A.
Camp. 5	0.50	0.90	0.03	0.36	N.A.
Camp. 6	0.94	0.47	0.08	0.73	NNE - 4.17 m/s
Camp. 7	2.09	2.26	0.22	1.71	NNE - 5.12 m/s
Camp. 8	1.08	0.74	0.11	0.85	NNE - 4.53 m/s
Media	0.79	0.84	0.08	0.62	
Dev. Stand.	0.61	0.63	0.07	0.51	
2° Campagna					
Camp. 1	3.79	6.37	0.34	2.85	NE (variabile) - 3.17 m/s
Camp. 2	2.14	6.83	0.16	1.61	NE - 4.32 m/s
Camp. 3	1.20	7.90	0.06	0.99	NE - 4.32 m/s
Camp. 4	1.14	8.37	0.11	0.95	SO (variabile) - 2.00 m/s
Camp. 5	1.05	5.48	0.09	0.90	E (variabile) - 2.82 m/s
Camp. 6	1.48	6.16	0.15	1.25	NNE - 5.15 m/s
Camp. 7	0.68	2.03	0.05	0.41	NE - 6.98 m/s
Camp. 8	1.11	2.90	0.07	0.82	NE (variabile) - 5.67 m/s
Media	1.57	5.76	0.13	1.22	
Dev. Stand.	0.99	2.24	0.09	0.74	
3° Campagna					
Camp. 1	0.095	0.554	0.005	0.063	ESE - 3.41 m/s
Camp. 2	0.095	1.438	0.004	0.064	ESE (variabile) - 3.74 m/s
Camp. 3	0.068	0.477	0.006	0.058	SE - 4.47 m/s
Camp. 4	0.134	0.519	0.011	0.091	NE - 8.38 m/s
Camp. 5	0.266	1.356	0.019	0.190	NE - 6.88 m/s
Camp. 6	0.346	1.546	0.031	0.221	NNE (variabile) - 3.20 m/s
Camp. 7	0.072	1.368	u.d.l.	0.054	SE - 3.17 m/s
Camp. 8	0.115	0.720	0.008	0.080	E (variabile) - 4.16 m/s
Media	0.149	0.997	0.012	0.103	
Dev. Stand.	0.101	0.468	0.010	0.065	

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

Tab. 4.2 - Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura a Punta Sabbioni. In rosso i periodi festivi. ND indica un dato non disponibile.

	Σ IPA Aerosol (ng/m ³)	Σ IPA Vapore (ng/m ³)	B(a)pirene Aerosol (ng/m ³)	Σ IPA RC Aerosol (ng/m ³)	Direzione Prevalente vento e velocità media
1° Campagna					
Camp. 1	19.67	27.98	2.65	16.58	N (variabile) - 0.87 m/s
Camp. 2	30.66	53.47	4.05	24.89	Calma di vento
Camp. 3	20.93	24.97	2.36	14.92	Calma di vento
Camp. 4	33.68	53.44	4.27	27.26	Calma di vento
Camp. 5	30.32	52.65	3.77	24.32	N - 0.76 m/s
Camp. 6	33.47	50.21	5.67	30.50	OSO - 0.33 m/s
Camp. 7	31.43	57.26	4.28	26.49	O - 0.70 m/s
Camp. 8	47.29	94.06	6.97	41.24	O - 0.39 m/s
Media	30.93	51.76	4.25	25.77	
Dev. Stand.	8.53	21.08	1.51	8.19	
2° Campagna					
Camp. 1	6.65	10.82	0.73	5.46	E (variabile) - 0.25 m/s
Camp. 2	2.83	10.76	0.24	2.27	NE - 0.90 m/s
Camp. 3	1.68	13.01	0.12	1.37	NE - 0.43 m/s
Camp. 4	1.43	10.70	0.12	1.21	Calma di vento
Camp. 5	1.94	11.25	0.18	1.70	Calma di vento
Camp. 6	1.82	7.76	0.16	1.44	NE - 0.76 m/s
Camp. 7	1.15	3.61	0.09	0.70	NE - 1.77 m/s
Camp. 8	1.61	6.21	0.13	1.23	NE - 1.38 m/s
Media	2.39	9.26	0.22	1.92	
Dev. Stand.	1.79	3.12	0.21	1.50	
3° Campagna					
Camp. 1	u.d.l.	4.44	u.d.l.	u.d.l.	ENE - 4.58 m/s
Camp. 2	0.31	1.69	u.d.l.	0.067	NO - 2.00 m/s
Camp. 3	0.40	3.45	0.023	0.257	ESE (variabile) - 3.22 m/s
Camp. 4	0.32	4.11	0.021	0.215	NE - 5.55 m/s
Camp. 5	0.16	1.99	u.d.l.	0.029	SE (variabile) - 2.98 m/s
Camp. 6	0.21	3.37	0.015	0.138	NNE - 4.09 m/s
Camp. 7	0.19	3.90	0.008	0.117	SO - 4.68 m/s
Camp. 8	0.16	0.93	0.008	0.093	SE (variabile) - 4.07 m/s
Media	0.22	2.98	0.015	0.131	
Dev. Stand.	0.12	1.98	0.007	0.081	

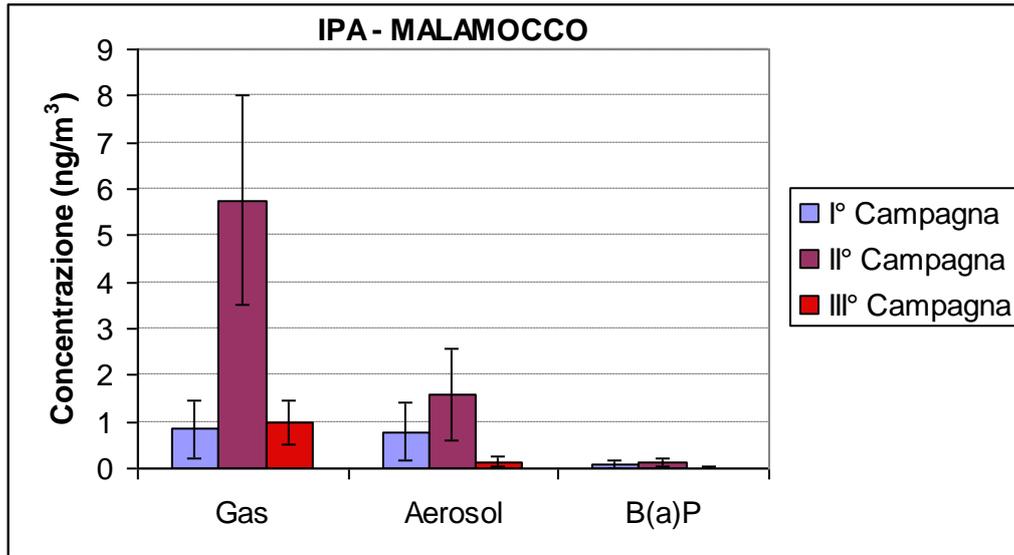


Fig. 4.1 - IPA totali (fase gassosa e aerosol) e Benzo(a)pirene a Malamocco.

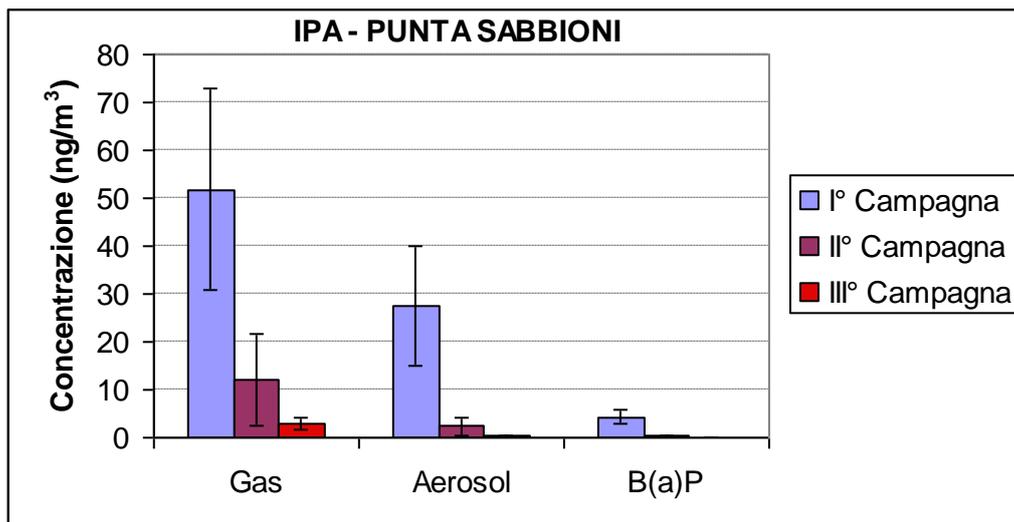


Fig. 4.2 - IPA totali (fase gassosa e aerosol) e Benzo(a)pirene a Punta Sabbioni.

Le Tabelle 4.3 e 4.4 riportano i dati riassuntivi relativi ai monitoraggi effettuati nell'ottavo anno di attività. Vengono riportate le concentrazioni di IPA Totali (fase gassosa ed aerosol), IPA a Rischio cancerogeno (IPA RC fase aerosol), il Fluorantene (fase aerosol) [Masplet P. *et al.*, 1986], la somma degli IPA ritenuti da Khalili N. R. *et al.* [1995] significativi di emissioni diesel (somma di Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene e Fenantrene nella fase aerosol) e il Benzo(a)pirene (fase aerosol).

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

Tab. 4.3 - Risultati campionamenti effettuati a Malamocco. u.d.l. indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

	ΣIPA Vapore (ng/m³)	ΣIPA Aerosol (ng/m³)	ΣIPA RC (ng/m³)	Fluorantene (ng/m³)	ΣIPA Emiss. Diesel (ng/m³)	Benzo(a)pirene (ng/m³)
1° Campagna						
Media	0.84	0.79	0.62	0.07	0.03	0.08
Dev. Stand.	0.64	0.61	0.51	0.04	0.01	0.07
2° Campagna						
Media	5.76	1.57	1.22	0.14	0.07	0.13
Dev. Stand.	2.24	0.99	0.74	0.11	0.05	0.09
3° Campagna						
Media	1.00	0.15	0.10	0.03	0.01	0.01
Dev. Stand.	0.47	0.10	0.07	0.02	0.01	0.01
8 Anno						
Media	2.53	0.84	0.65	0.08	0.04	0.08
Dev. Stand.	2.68	0.88	0.68	0.08	0.04	0.08

Tab. 4.4 - Risultati campionamenti effettuati a Punta Sabbioni.

	ΣIPA Vapore (ng/m³)	ΣIPA Aerosol (ng/m³)	ΣIPA RC (ng/m³)	Fluorantene (ng/m³)	ΣIPA Emiss. Diesel (ng/m³)	Benzo(a)pirene (ng/m³)
1° Campagna						
Media	51.76	27.57	25.77	2.26	0.65	4.25
Dev. Stand.	21.08	12.63	8.19	0.61	0.20	1.51
2° Campagna						
Media	12.05	2.39	1.92	0.19	0.08	0.22
Dev. Stand.	9.46	1.79	1.50	0.13	0.05	0.21
3° Campagna						
Media	2.98	0.25	0.13	0.06	0.01	0.02
Dev. Stand.	1.28	0.09	0.08	0.03	0.01	0.01
8 Anno						
Media	22.26	10.50	9.67	0.87	0.25	1.71
Dev. Stand.	25.12	14.66	12.93	1.10	0.31	2.24

Nella seconda campagna di misure si è avuto un incremento nelle concentrazioni di IPA (sia in fase gassosa che aerosol) per Malamocco mentre a Punta Sabbioni le concentrazioni maggiori sono state osservate durante la prima campagna di misura. Questo può essere dovuto alle condizioni atmosferiche in quanto tali rilevamenti avvengono nel periodo invernale e le concentrazioni di IPA sono mediamente maggiori, infatti nella terza campagna di misura, svolta nel periodo estivo, le concentrazioni medie tendono ad abbassarsi in entrambi i siti di misura.

4.3 Superamenti di soglia

La Tabella 4.5 riporta il confronto fra le concentrazioni di Benzo(a)pirene con i rispettivi indici rappresentativi della variabilità stagionale dell'inquinante riportati in precedenza (Tab. 2.4). Nel caso in cui la campagna di misura sia avvenuta a cavallo tra due mesi, il valore viene calcolato come media dei valori delle soglie dei due mesi (indicati nella Tab. 2.2). Si ricorda che il valore obiettivo di Benzo(a)pirene è pari a 1 ng/m³ (riferito alla media annuale).

Tab. 4.5 - Confronto fra concentrazioni medie di Benzo(a)pirene a Punta Sabbioni e Malamocco e soglie. u.d.l. indica un valore al di sotto della soglia di rilevabilità.

Sito		Media Benzo(a)pirene (ng/m ³)	Indice stagionale Benzo(a)pirene (ng/m ³)
Malamocco	1° Campagna: 26/09/12 - 15/10/12		
	Media	0.08	0.45
	Dev. Stand.	0.07	/
	2° Campagna: 04/03/13-19/03/13		
	Media	0.13	1.1
	Dev. Stand.	0.09	/
	3° Campagna: 16/07/12-30/07/12		
	Media	0.01	0.1
	Dev. Stand.	0.01	/
Punta Sabbioni	1° Campagna: 07/12/12-19/12/12		
	Media	4.25	4.8
	Dev. Stand.	1.51	/
	2° Campagna: 04/03/13-19/03/13		
	Media	0.22	1.1
	Dev. Stand.	0.21	/
	3° Campagna: 14/09/12-26/09/12		
	Media	0.015	0.1
	Dev. Stand.	0.07	/

Dalla Tabella 4.5 si osserva che le concentrazioni medie di Benzo(a)pirene ottenute a Malamocco sono inferiori al limite legislativo, per tutte le campagne effettuate, ed anche al valore indicativo della variabilità stagionale ottenuto dalla serie storiche delle misure effettuate da ARPA Veneto. La concentrazione media di Benzo(a)pirene ottenuta a Punta Sabbioni è superiore al limite legislativo per la prima campagna di misura anche se leggermente inferiore all'indice di variabilità stagionale.

Nel 2012 presso la stazione di Bissuola, stazione di fondo urbano, è stato osservato un valore medio della concentrazione di Benzo(a)pirene pari a circa 1.4 ng/m³ [Relazione Regionale della Qualità dell'Aria 2012, Arpa Veneto].

Al fine di evidenziare un eventuale andamento nelle concentrazioni di IPA, si possono confrontare, per entrambi i siti, periodi di misura congruenti da un punto di vista stagionale:

- Fase A (Febbraio 2005) e 2° Campagna di ogni anno di monitoraggio svolta prevalentemente fra Febbraio e Marzo);
- 1° Campagna di ogni anno di monitoraggio svolta prevalentemente fra Novembre e Dicembre;

In questo modo, considerando la correlazione stagionale degli IPA, la prima campagna è associata all'inizio del periodo invernale, mentre la seconda al termine del periodo invernale.

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

La Figura 4.3 riporta l'istogramma relativo al confronto fra le seconde campagne di monitoraggio, mentre la Figura 4.4 riguarda il confronto fra le prime campagne di misura di ogni anno di monitoraggio per Punta Sabbioni. La barra degli errori riporta una deviazione standard. Nelle Figure 4.5 e 4.6 si riporta, per il sito di Malamocco, una analisi simile a quella delle Figure 4.3 e 4.4 confrontando separatamente i periodi della prima e della seconda campagna di misura per i diversi anni di monitoraggio.

I livelli di concentrazione osservati a Punta Sabbioni nell'ottavo anno di monitoraggio sono superiori in media a quelli osservati nell'anno di monitoraggio precedente (a causa delle concentrazioni maggiori osservate nella prima campagna di misura). A Malamocco i livelli di concentrazione dell'ottavo anno di monitoraggio risultano confrontabili o inferiori a quelli dell'anno precedente.

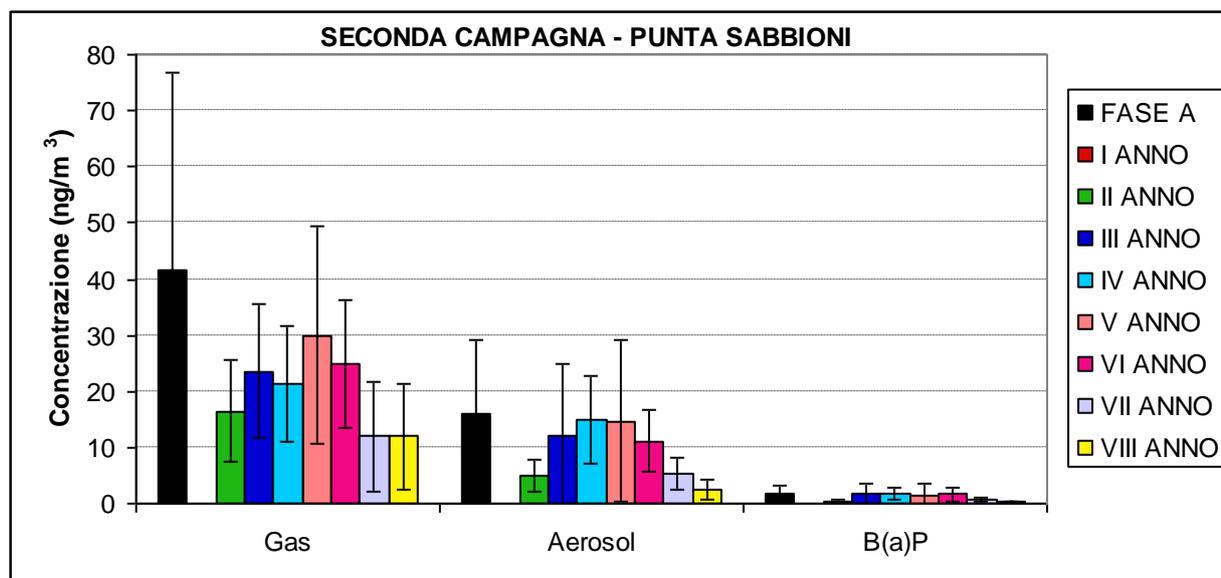


Fig. 4.3 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (2° campagna) a Punta Sabbioni.

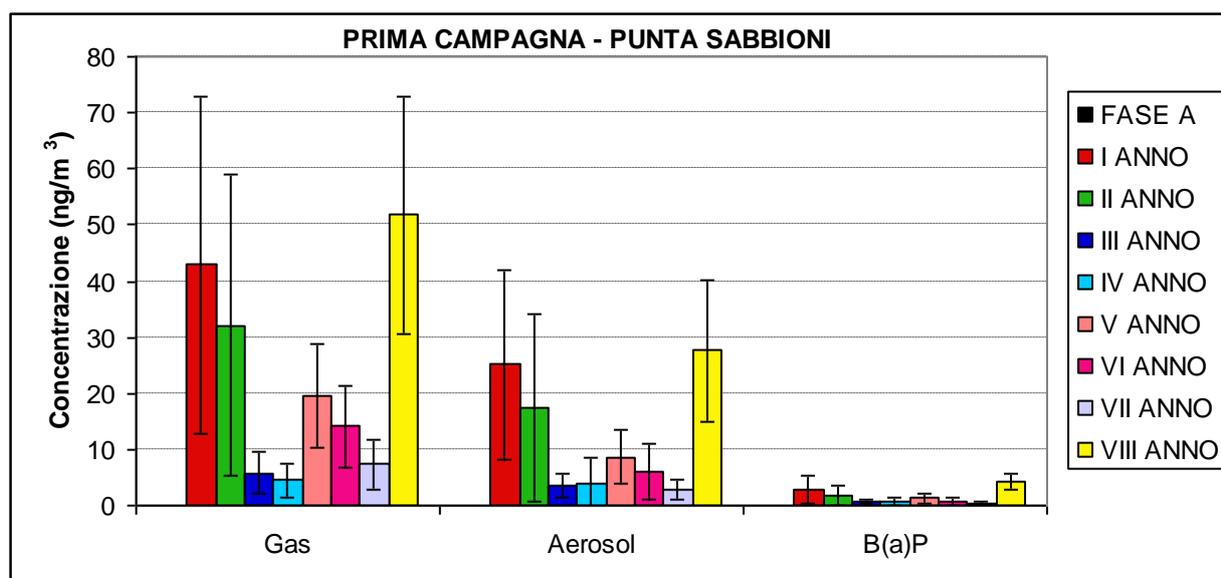


Fig. 4.4 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (1° campagna) a Punta Sabbioni.

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

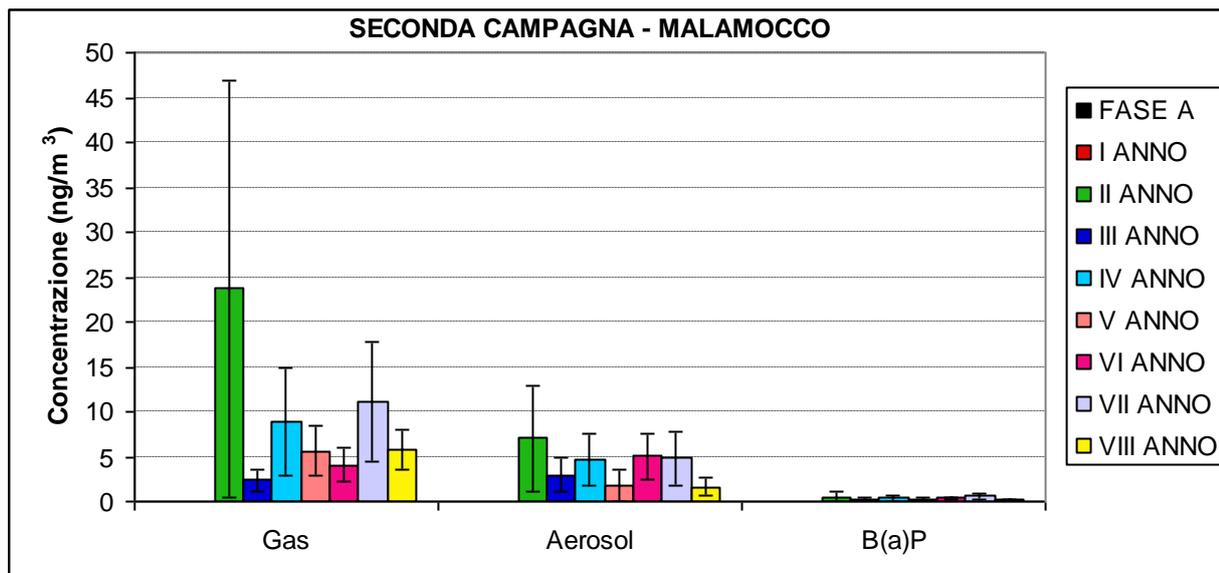


Fig. 4.5 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (2° campagna) a Malamocco.

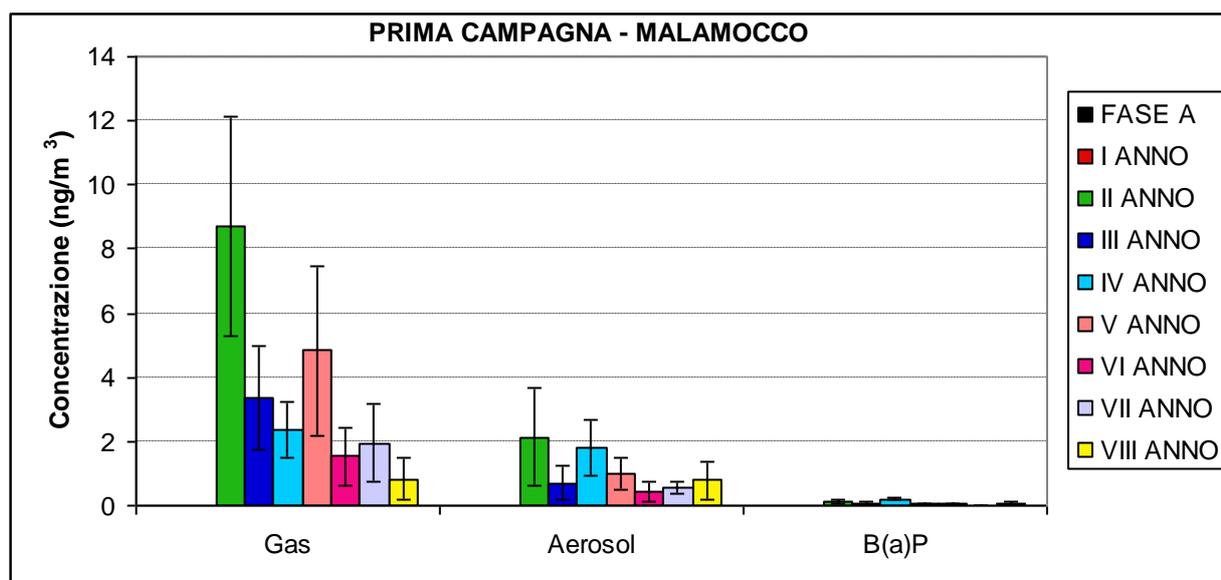


Fig. 4.6 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (1° campagna) a Malamocco.

Infine, la Tabella 4.6 riporta, per il sito di Punta Sabbioni, le medie relative all'ottavo anno di monitoraggio considerando separatamente i giorni lavorativi e festivi. Poiché questi ultimi sono meno numerosi dei giorni lavorativi, si tratta di un confronto prevalentemente di tipo qualitativo. Una analisi simile per il sito di Malamocco è riportata in Tabella 4.7.

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

Tab. 4.6 - Medie ottenute nei giorni festivi (cantiere chiuso) e feriali nella parte aerosol - Punta Sabbioni.

8° Anno	ΣIPA (ng/m ³)	ΣIPA RC (ng/m ³)	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
Giorni festivi			
Media	11.38	10.03	1.73
Dev. Stand.	8.01	13.29	2.46
Giorni lavorativi			
Media	10.25	9.57	1.70
Dev. Stand.	15.07	13.22	2.25

Tab. 4.7 - Medie ottenute nei giorni festivi (cantiere chiuso) e feriali nella parte aerosol - Malamocco

8° Anno	ΣIPA (ng/m ³)	ΣIPA RC (ng/m ³)	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
Giorni festivi			
Media	0.68	0.53	0.06
Dev. Stand.	0.47	0.38	0.04
Giorni lavorativi			
Media	0.89	0.69	0.09
Dev. Stand.	0.98	0.76	0.09

Si osserva che, considerando anche le deviazioni standard, i valori medi risultano confrontabili nei giorni lavorativi e nei giorni festivi sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni.

Le Figure 4.7 e 4.8, infine, riportano il confronto con i precedenti anni di monitoraggio rispettivamente per Punta Sabbioni e Malamocco.

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

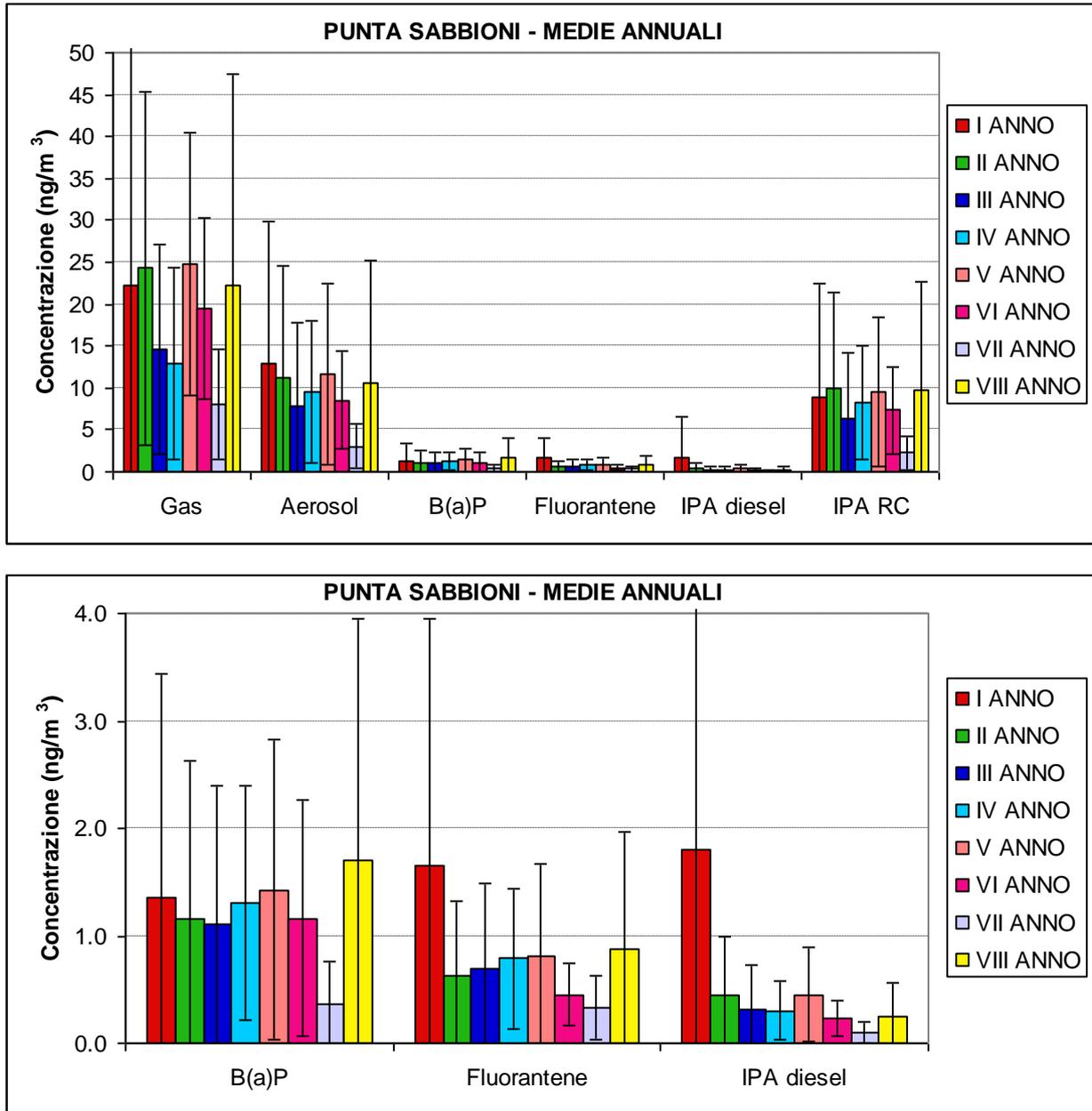


Fig. 4.7 - Andamento delle concentrazioni di IPA negli anni di monitoraggio (Punta Sabbioni). Fluorantene, IPA Diesel e Benzo(a)pirene sono riportati anche separatamente per facilitare la lettura.

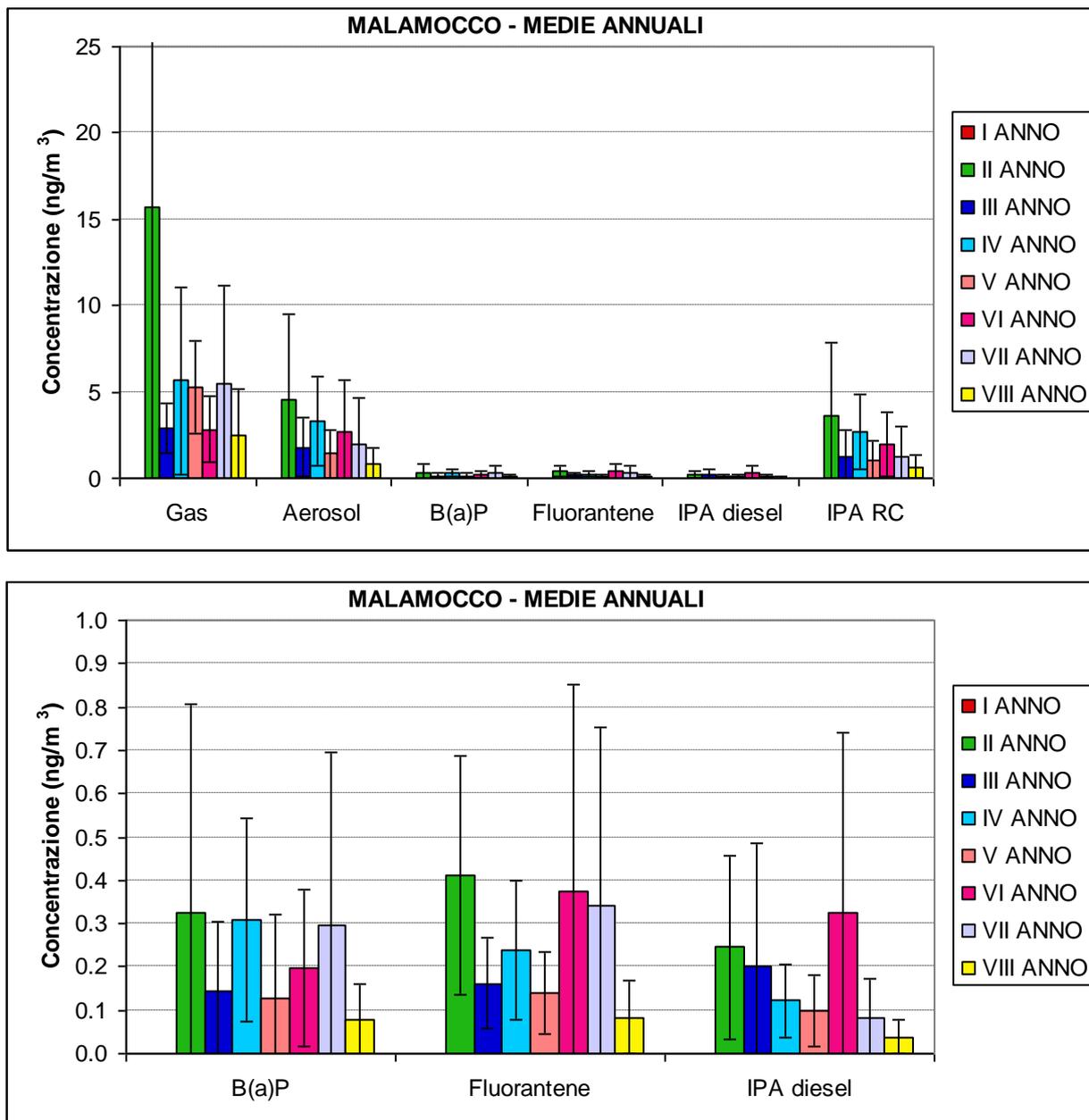


Fig. 4.8 – Andamento delle concentrazioni di IPA negli anni di monitoraggio (Malamocco). Fluorantene, IPA Diesel e Benzo(a)pirene sono riportati anche separatamente per facilitare la lettura.

4.4 Conclusioni

A Malamocco la concentrazione media di Benzo(a)pirene è inferiore al valore obiettivo fissato dalla normativa e all'indice di variabilità stagionale. A Punta Sabbioni la concentrazione media di Benzo(a)pirene è superiore al valore obiettivo fissato dalla normativa ma inferiore all'indice di variabilità stagionale; questo è dovuto essenzialmente ai livelli di concentrazione relativamente elevati osservati durante la prima campagna di misura a Punta Sabbioni (Dicembre 2012). In termini generali, le concentrazioni di IPA a Punta Sabbioni risultano superiori a quelle osservate a Malamocco ed è quindi possibile un contributo di sorgenti emissive più rilevanti nell'area di Punta Sabbioni.

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

Il confronto fra periodi di monitoraggio stagionalmente omogenei (per la correlazione stagionale degli IPA) indica una correlazione positiva fra periodi più freddi (Fase A e seconda Campagna di misure di ogni anno di monitoraggio) e maggiori concentrazioni di inquinanti. Non si osservano andamenti crescenti nella serie storica dei monitoraggi fin'ora svolti relativamente agli IPA, a parte l'aumento delle concentrazioni durante la prima campagna di misura a Punta Sabbioni che potrebbe essere associata alle condizioni meteorologiche (per una analisi dettagliata delle condizioni meteorologiche del periodo si veda il III Rapporto di Valutazione quadrimestrale, Studio B.6.72 B/8, tabella 2.16).

Il confronto fra giorni lavorativi e festivi, seppure in modo qualitativo, indica concentrazioni confrontabili sia a Punta Sabbioni sia a Malamocco (Tabelle 4.6 e 4.7).

5 RISULTATI MONITORAGGIO GAS

5.1 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).

5.2 Risultati del monitoraggio

Nella elaborazione dei risultati sono stati utilizzati i dati meteorologici provenienti dalla stazione di Punta Sabbioni per le misure effettuate in loco. Per quanto riguarda il sito di Malamocco sono stati utilizzati i dati meteorologici provenienti dalla stazione MAV di San Leonardo (forniti da MAV-CVN) per la campagna MAL57 e successivamente sono stati utilizzati di dati della stazione di Malamocco Laguna (forniti da MAV-CVN).

Punta Sabbioni:

SAB53: 03/06/12 - 10/06/12;

SAB54: 24/06/12 - 01/07/12;

SAB55: 16/09/12 - 23/09/12;

SAB56: 01/01/13 - 08/01/13;

SAB57: 13/01/13 - 20/01/13;

SAB58: 10/03/13 - 17/03/13;

SAB59: 24/03/13 - 31/03/13;

SAB60: 07/04/13 - 13/04/13;

Nella campagna di misura SAB60 sono stati invalidati i dati di NO_x del giorno 14/04/2013 per un problema di deriva del sensore riscontrato nella calibrazione dei sensori effettuata a Maggio 2013.

Malamocco:

MAL57: 20/05/12 - 27/05/12;

MAL58: 30/09/12 - 07/10/12;

MAL59: 21/10/12 - 28/10/12;

MAL60: 10/02/13 - 17/02/13;

MAL61: 24/02/13 - 03/03/13.

5.2.1 Campagne di misura a Punta Sabbioni

I grafici delle Figure 5.1-5.3 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorrendo i periodi di lavoro (ore 8-20) 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 568 per i periodi di attività del cantiere e 958 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere). Le Figure 5.4-5.6 riportano la stessa tipologia di analisi con le concentrazioni messe in correlazione con la velocità del vento. Si osserva che i massimi orari di CO, NO₂ e NO_x sono associati a periodi di calma di vento o di vento debole.

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 si osservano, nei periodi feriali, dei picchi di concentrazione di CO e NO₂.

Le Tabelle 5.1-5.3 riportano i valori medi ed i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione delle attività di cantiere (relativamente all'orario diurno 8-20). Nella Tabella 5.4 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i diversi periodi di monitoraggio fatti a Punta Sabbioni nel corso dell'ottavo anno di monitoraggio. Si osserva che i valori medi di tutti i gas sono maggiori nei periodi di inattività del cantiere. I massimi orari di NO₂ e NO_x avvengono in periodi di chiusura del cantiere mentre il massimo orario di CO avviene in un periodo di apertura del cantiere. La maggior parte dei massimi orari, osservati nelle diverse campagne di misura, avvengono in orari di inattività del cantiere.

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

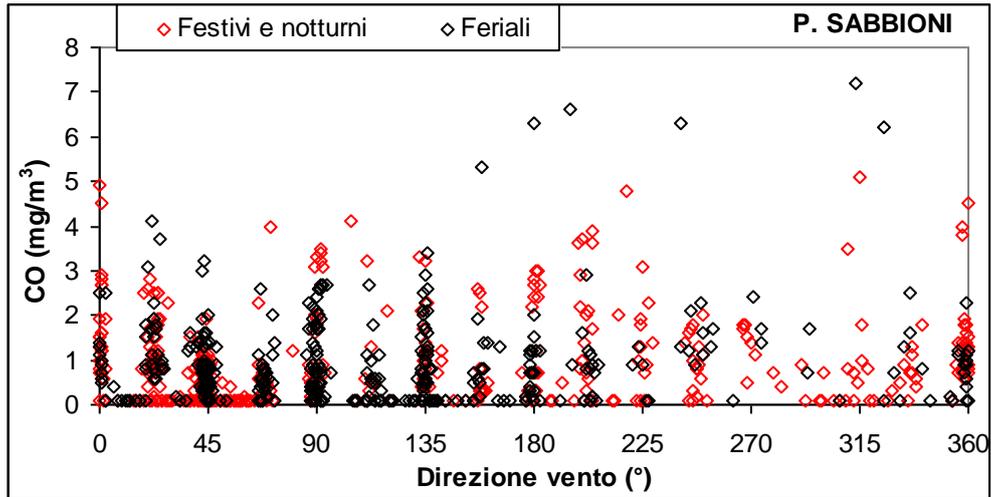


Fig. 5.1 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

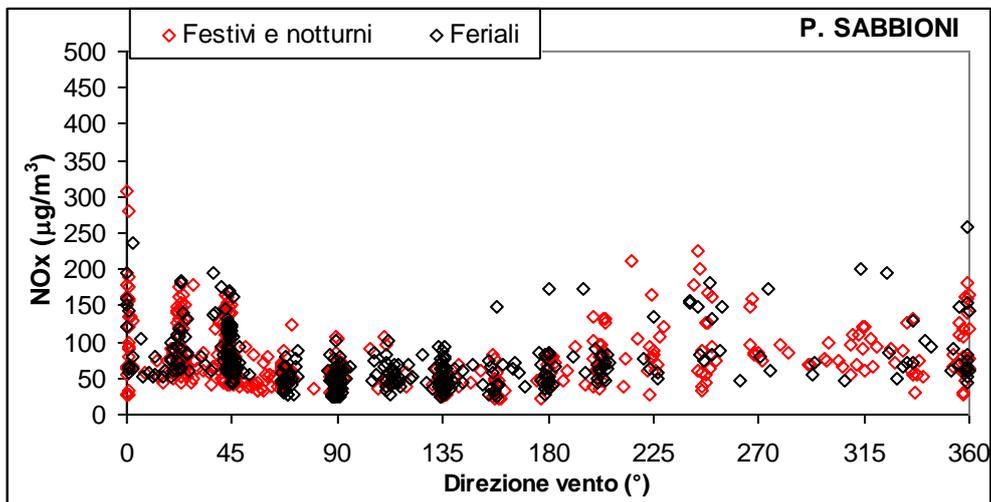


Fig. 5.2 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

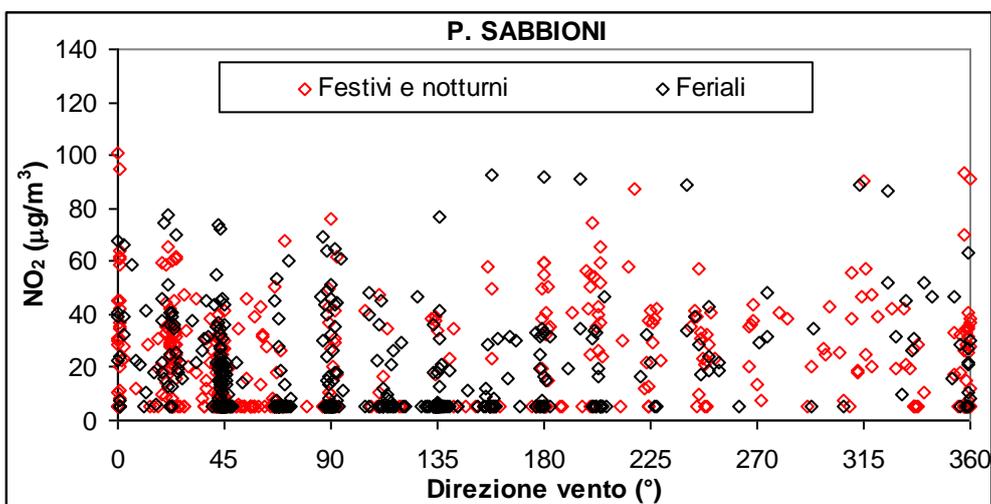


Fig. 5.3 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

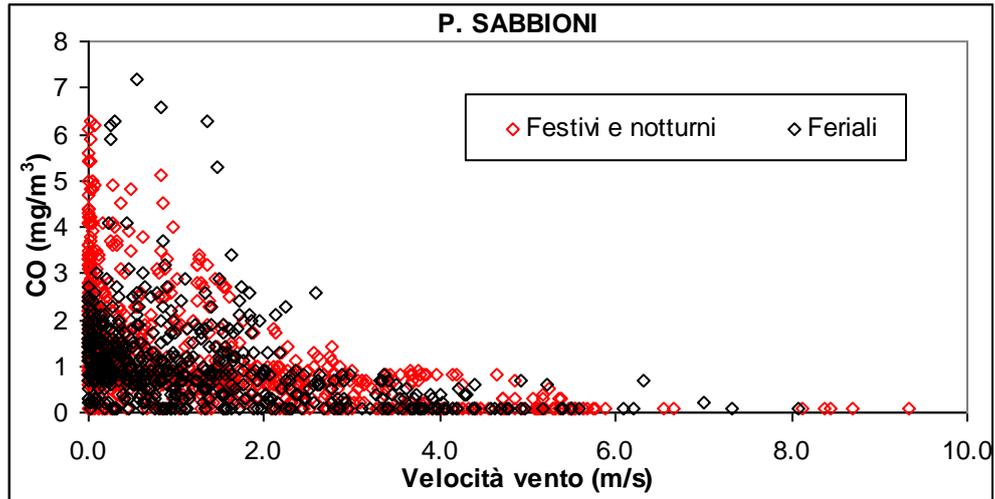


Fig. 5.4 - Concentrazione oraria di CO in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

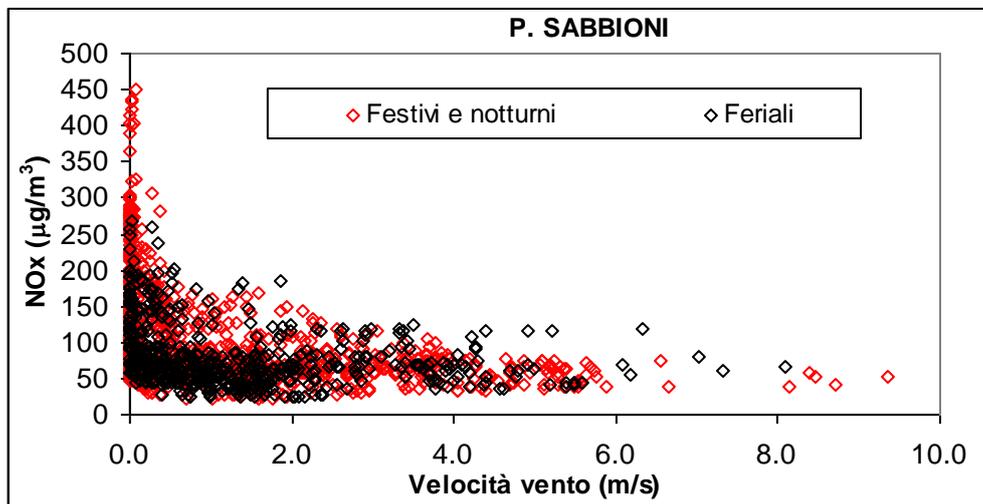


Fig. 5.5 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

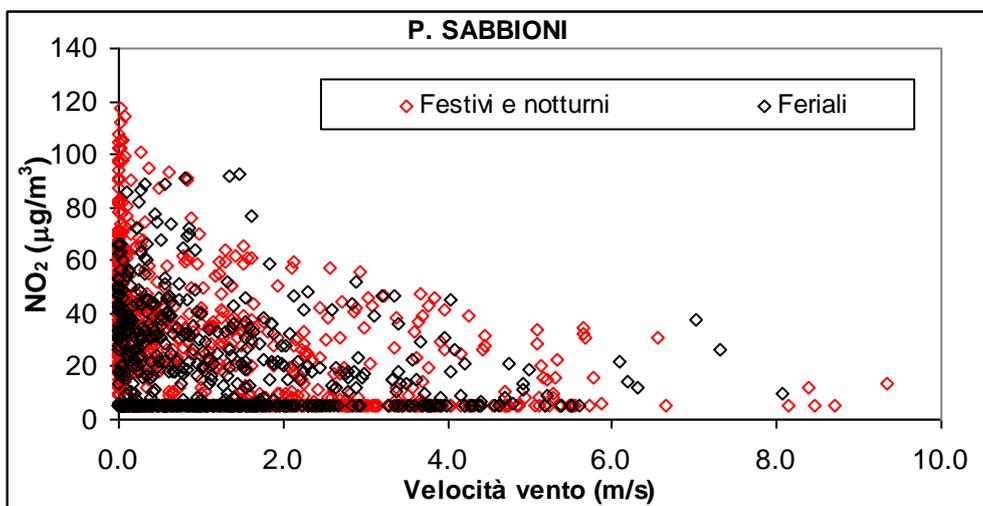


Fig. 5.6 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

Tab. 5.1 – 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	1179	7200 (25/06/2012 ore 10 vento debole da NO)
NO _x	96	452 (06/01/2013 ore 5 calma di vento)
NO ₂	24	117 (06/01/2013 ore 6 calma di vento)

Tab. 5.2 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere attivo) a Punta Sabbioni nel periodo diurno (8-20).

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1029	7200 (25/06/2012 ore 10 vento debole da NO)
NO _x	81	269 (07/01/2013 ore 9 calma di vento)
NO ₂	21	93 (25/06/2012 ore 14 vento da SSE)

Tab. 5.3 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Punta Sabbioni nel periodo diurno (8-20).

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1503	6100 (05/01/2013 ore 19 calma di vento)
NO _x	116	402 (06/01/2013 ore 8 calma di vento)
NO ₂	33	104 (05/01/2013 ore 19 calma di vento)

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

Tab. 5.4 Medie e massime orarie dei gas monitorati per i diversi periodi di monitoraggio a Punta sabbioni.

Periodo	Media CO (µg/m ³)	Media NO _x (µg/m ³)	Media NO ₂ (µg/m ³)	Max CO (µg/m ³)	Max NO _x (µg/m ³)	Max NO ₂ (µg/m ³)
SAB53	991	50	20	3500 (03/06/12 ore 13)	109 (09/06/12 ore 24)	64 (07/06/12 ore 7)
SAB54	2725	81	43	7200 (25/06/12 ore 10)	201 (25/06/12 ore 10)	98 (30/06/12 ore 7; 01/07/12 ore 7)
SAB55	148 (NQ)	61	19	1000 (18/09/12 ore 4)	120 (18/09/12 ore 4)	59 (18/09/12 ore 9)
SAB56	1887	212	51	6300 (06/01/13 ore 6)	452 (06/01/13 ore 5)	117 (06/01/13 ore 6)
SAB57	1058	138	26	2800 (19/01/13 ore 4 e 5)	303 (19/01/13 ore 6)	62 (19/01/13 ore 5)
SAB58	796	63	NQ (13)	3900 (10/03/13 ore 13)	133 (10/03/13 ore 14)	65 (10/03/13 ore 14)
SAB59	834	75	NQ (12)	2300 (27/03/13 ore 22 e 23 30/03/13 ore 11)	168 (27/03/13 ore 22)	41 (30/03/13 ore 11 e 12)
SAB60	980	86	NQ (11)	3700 (14/04/13 ore 13 e 14)	165 (13/04/13 ore 23)	74 (14/04/13 ore 14)

NB: i periodi di massimo festivi o in orari di chiusura del cantiere sono riportati in rosso.

5.2.2 Campagne di misura a Malamocco

I grafici delle Figure 5.7-5.9 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorporando i periodi di lavoro (ore 8-20) 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 388 per i periodi di attività del cantiere e 566 per i restanti periodi. Le Figure 5.10-5.12 riportano la stessa tipologia di analisi in cui però le concentrazioni sono messe in correlazione con la velocità del vento. Si osserva una diminuzione delle concentrazioni di CO e di NO₂ all'aumentare della velocità del vento.

Considerando la postazione di misura le direzioni nelle quali il campionario è sottovento, rispetto al cantiere, sono comprese indicativamente fra 320 e 120 gradi. In tali direzioni si osservano livelli di concentrazione essenzialmente confrontabili fra i periodi di attività e di fermo cantiere. I valori medi di concentrazione ed i valori massimi orari sono più alti nei periodi di attività del cantiere.

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

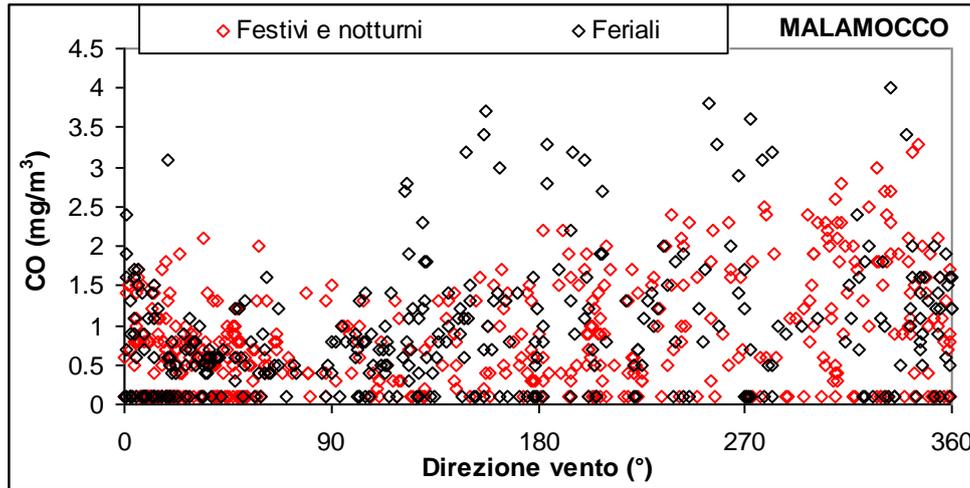


Fig. 5.7 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

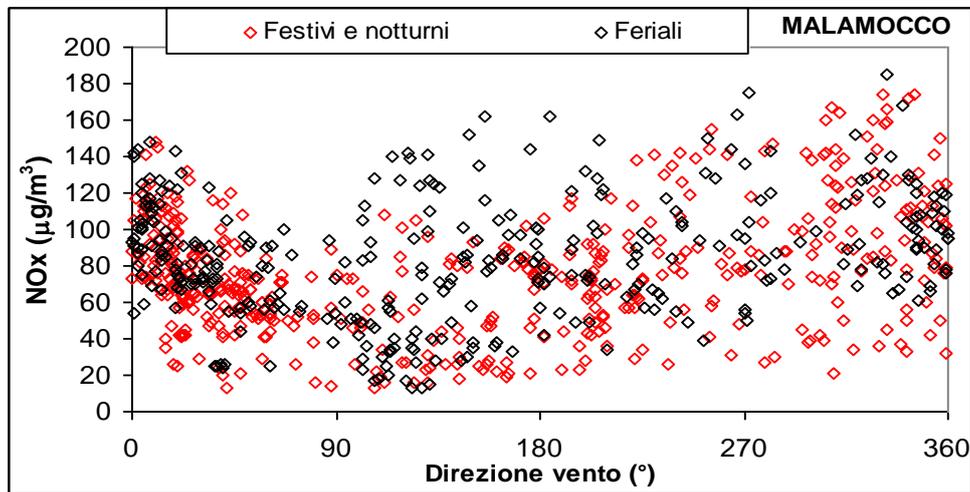


Fig. 5.8 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

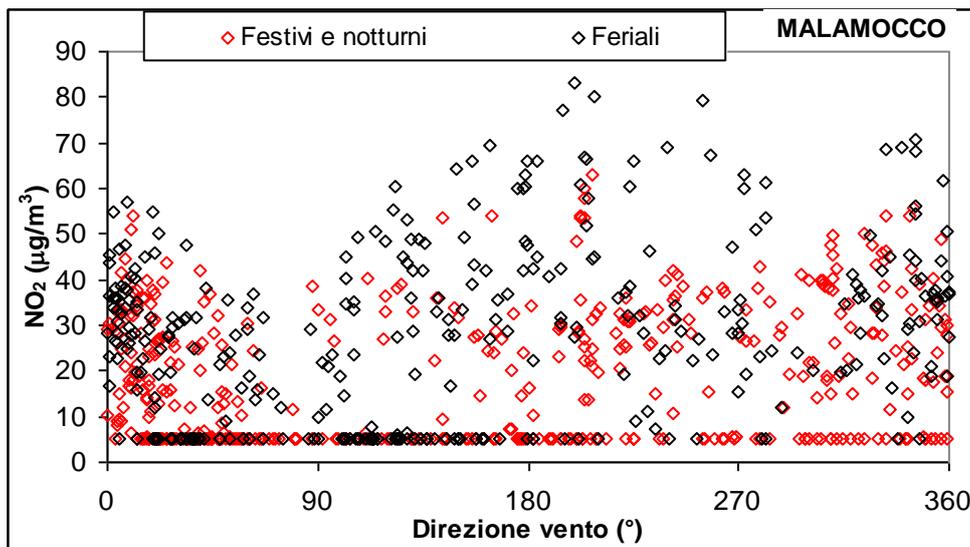


Fig. 5.9 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

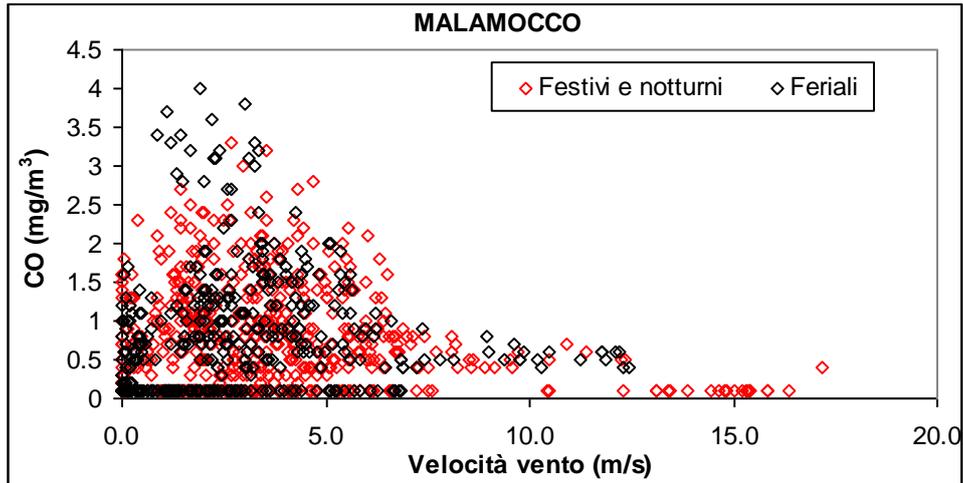


Fig. 5.10 - Concentrazione oraria di CO in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

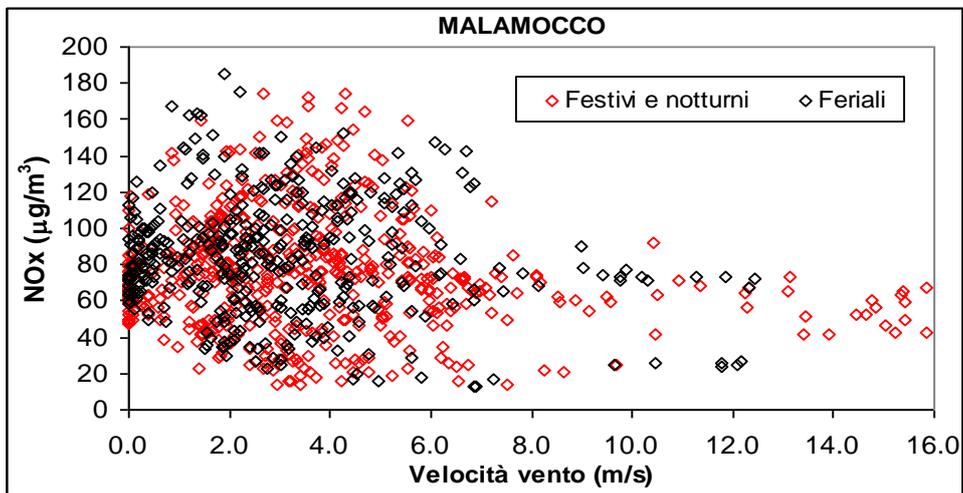


Fig. 5.11 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

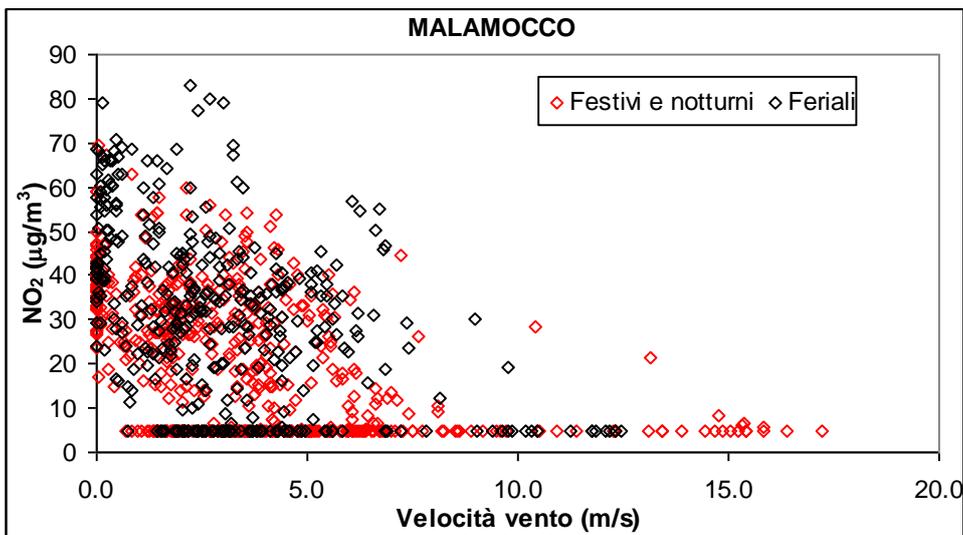


Fig. 5.12 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

Le Tabelle 5.5-5.7 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione. Nella Tabella 5.8 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i diversi periodi di monitoraggio fatti a Malamocco. Le concentrazioni medie e le concentrazioni massime di tutti i gas analizzati sono superiori nei periodi di attività del cantiere.

Tab. 5.5 – 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	790	4000 (01/03/2013 ore 10 vento da NNO)
NO _x	79	185 (01/03/2013 ore 10 vento da NNO)
NO ₂	25	83 (24/05/2012 ore 12 vento da SSO)

Tab. 5.6 – Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) a Malamocco nel periodo diurno (8-20)

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	852	4000 (01/03/2013 ore 10 vento da NNO)
NO _x	84	185 (01/03/2013 ore 10 vento da NNO)
NO ₂	31	83 (24/05/2012 ore 12 vento da SSO)

Tab. 5.7 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Malamocco nel periodo diurno (8-20)

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	608	2300 (03/03/2013 ore 10 vento da OSO)
NO _x	67	119 (03/03/2013 ore 10 vento da OSO)
NO ₂	22	70 (07/10/2012 ore 10 calma di vento)

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

Tab. 5.8 Medie e massime orarie dei gas monitorati per i diversi periodi di monitoraggio a Malamocco.

Periodo	Media CO (µg/m ³)	Media NOx (µg/m ³)	Media NO ₂ (µg/m ³)	Max CO (µg/m ³)	Max NOx (µg/m ³)	Max NO ₂ (µg/m ³)
MAL57	1128	44	NQ (12)	3800 (24/05/12 ore 11)	150 (24/05/12 ore 11)	83 (24/05/12 ore 12)
MAL58	444	71	43	1800 (07/10/12 ore 10)	126 (03/10/12 ore 12)	79 (03/10/12 ore 12)
MAL59	105 (NQ)	96	30	400 (22/10/12 ore 4 e 5)	150 (23/10/12 ore 1)	60 (22/10/12 ore 15)
MAL60	976	89	18	2800 (14/02/13 ore 4)	175 (13/02/13 ore 5)	48 (14/02/13 ore 5)
MAL61	1296	95	25	4000 (01/03/13 ore 10)	185 (01/03/13 ore 10)	69 (01/03/13 ore 10)

NB: i periodi di massimo festivi o in orari di chiusura del cantiere sono riportati in rosso.

5.3 Superamenti di soglia

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

Punta Sabbioni

- 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) c'è il superamento della soglia di protezione degli ecosistemi (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale). Tuttavia, si ribadisce che il confronto in questo caso è puramente qualitativo, poiché il sito di campionamento non rispetta le caratteristiche previste dalla normativa per questo tipo di misura;

Malamocco

- 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) c'è il superamento della soglia di protezione degli ecosistemi (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale). Tuttavia, si ribadisce che il confronto in questo caso è puramente qualitativo, poiché il sito di campionamento non rispetta le caratteristiche previste dalla normativa per questo tipo di misura.

5.4 Conclusioni

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.

Il valore medio sul periodo di monitoraggio per l'NO₂ è risultato pari a 25 µg/m³ a Malamocco e pari a 24 µg/m³ a Punta Sabbioni. Questi valori sono inferiori alle medie annuali per le stazioni di Bissuola (media annuale 32 µg/m³) e Sacca Fisola (media annuale 32 µg/m³) riportate nella Relazione Regionale Qualità dell'Aria 2012 [ARPA, Relazione Regionale Qualità dell'Aria, Maggio 2013].

Il confronto con i valori della normativa indica che l'unico superamento osservato è quello relativo alla soglia di protezione degli ecosistemi per NO_x in entrambi i siti di misura, dove le concentrazioni medie sono risultate pari a 96 µg/m³ a Punta Sabbioni e 79 µg/m³ a Malamocco. Si sottolinea che la normativa prevede che gli NO_x devono essere misurati solo in stazioni che hanno le caratteristiche di background rurale.

A Punta Sabbioni i livelli medi di concentrazione nei periodi festivi, limitatamente al periodo diurno fra le 8 e le 20, sono maggiori rispetto ai periodi feriali mentre a Malamocco risultano maggiori le concentrazioni nei periodi feriali.

Nella Figura 5.13 si riporta l'andamento giornaliero tipico delle concentrazioni dei diversi gas analizzati per il sito di Punta Sabbioni, sia considerando tutti i dati disponibili sia scorrendo i giorni feriali da quelli festivi (interruzione dei lavori di cantiere). La stessa analisi per il sito di Malamocco è riportata in Figura 5.14. Si deve sottolineare che l'analisi relativi ai giorni festivi è svolta su di una statistica piuttosto limitata. Comunque i risultati indicano che a Punta Sabbioni si osservano due picchi di concentrazione la mattina e la notte con valori maggiori nei periodi festivi. A Malamocco l'andamento del giorno tipico mostra che le concentrazioni maggiori si hanno nelle ore diurne della mattina con una significativa differenza fra i giorni festivi e quelli feriali (più basse le concentrazioni dei festivi).

Nella Figura 5.15 si riportano i livelli medi annuali di CO, NO_x e NO₂ osservati per i diversi anni di monitoraggio. I dati relativi ai periodi di cantieri aperti (8-20) sono scorporati rispetto a quelli relativi ai periodi di cantieri chiusi (notturni e festivi).

Nella Figura 5.16 si riporta il confronto, per i due siti di misura, fra le concentrazioni osservate (limitatamente ai giorni feriali fra le 8 e le 20) in orari di attività dei cantieri associate a direzioni del vento compatibili con emissioni dei cantieri con le analoghe concentrazioni associate alle altre direzioni del vento. L'analisi è svolta escludendo i periodi di calma di vento (vento < 0.25 m/s) nei quali la direzione del vento non è ben definita. A Punta Sabbioni si hanno concentrazioni leggermente maggiori nelle direzioni associate ai cantieri mentre a Malamocco si hanno concentrazioni inferiori nelle direzioni associate ai cantiere o confrontabili tra i due settori di direzioni. Si sottolinea comunque che a Punta Sabbioni in tale intervallo di direzioni è localizzata anche l'area urbana di Venezia e l'area di Porto Marghera.

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

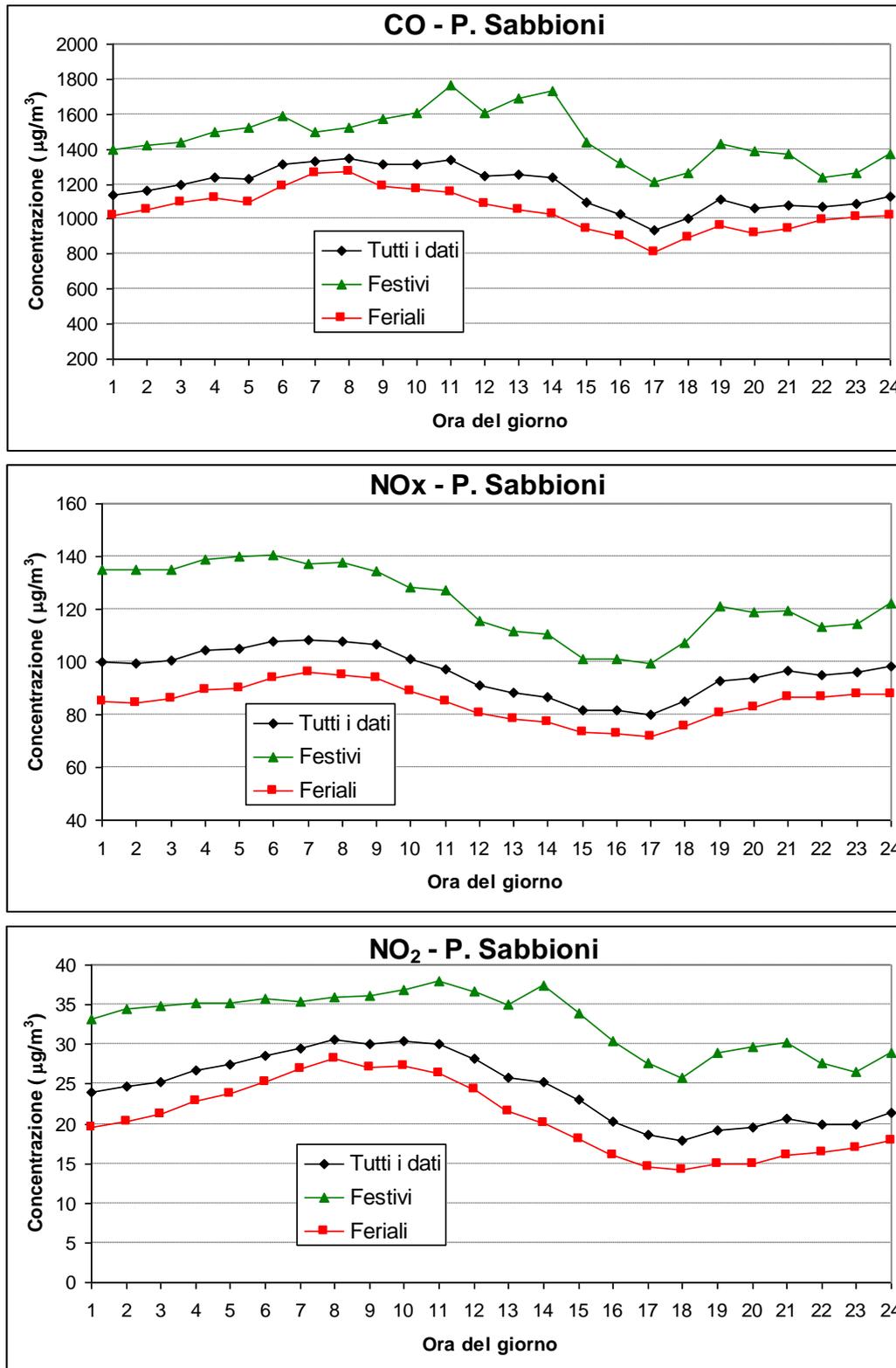


Fig. 5.13 - Andamento giornaliero tipico dei gas rilevati a Punta Sabbioni. L'analisi è fatta sia su tutti i dati sia scorporando i giorni feriali e quelli festivi.

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

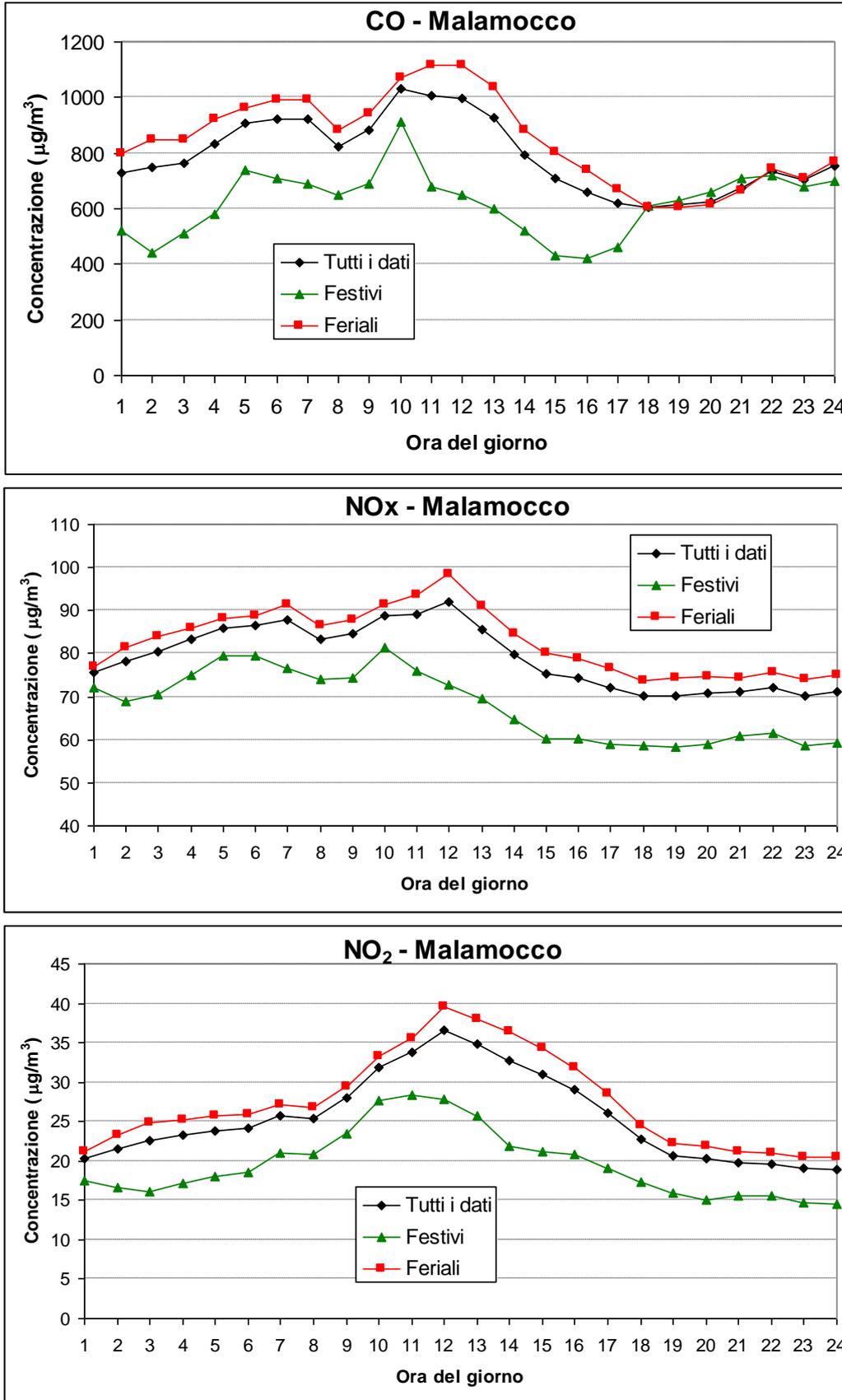


Fig. 5.14 - Andamento giornaliero tipico dei gas rilevati a Malamocco. L'analisi è fatta sia su tutti i dati sia scorrendo i giorni feriali e quelli festivi.

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

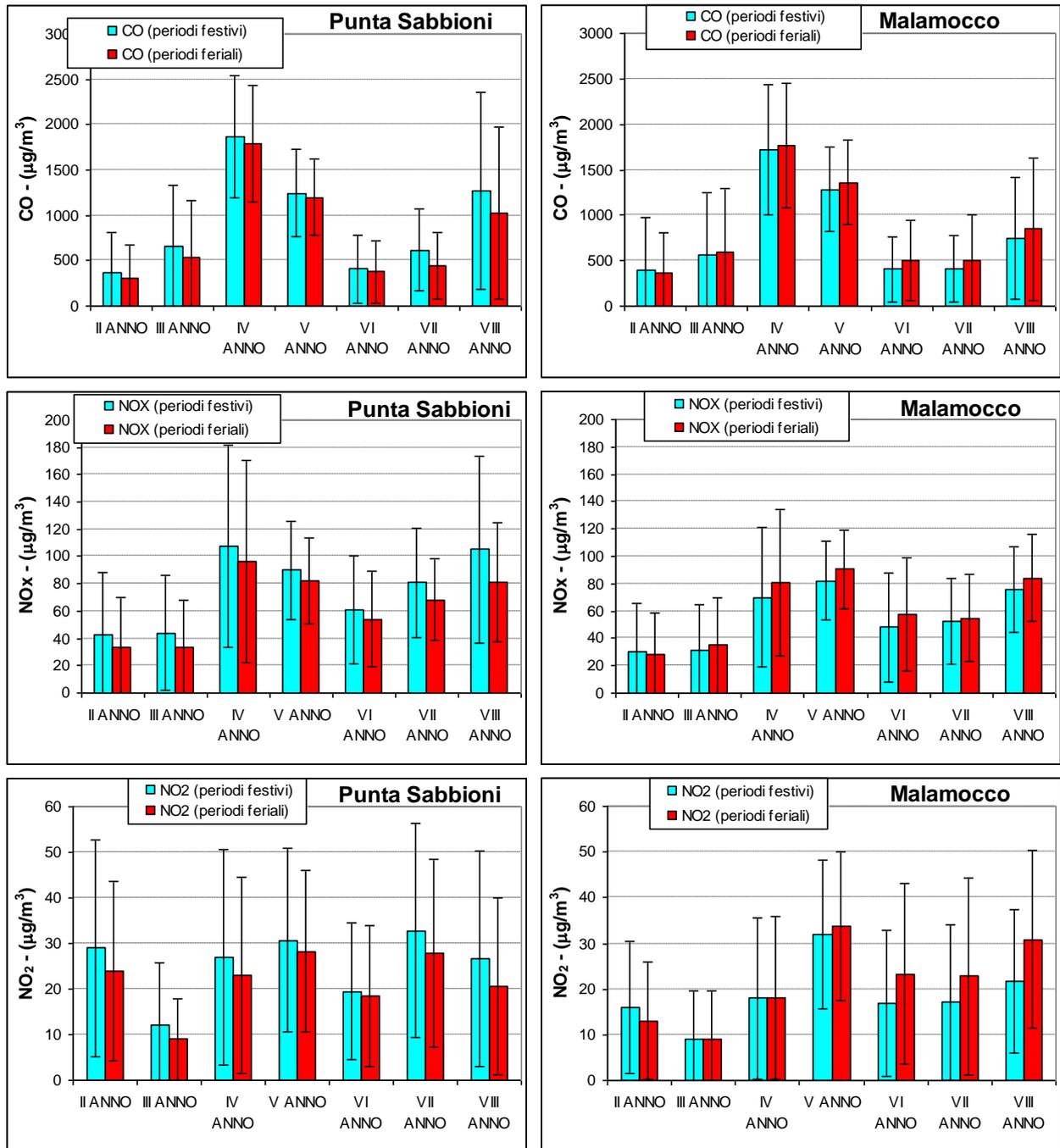


Fig. 5.15 – Andamento dei valori medi annuali dei diversi gas analizzati durante gli anni di monitoraggio. I dati sono suddivisi in periodi di cantieri aperti e periodi di cantieri chiusi.

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

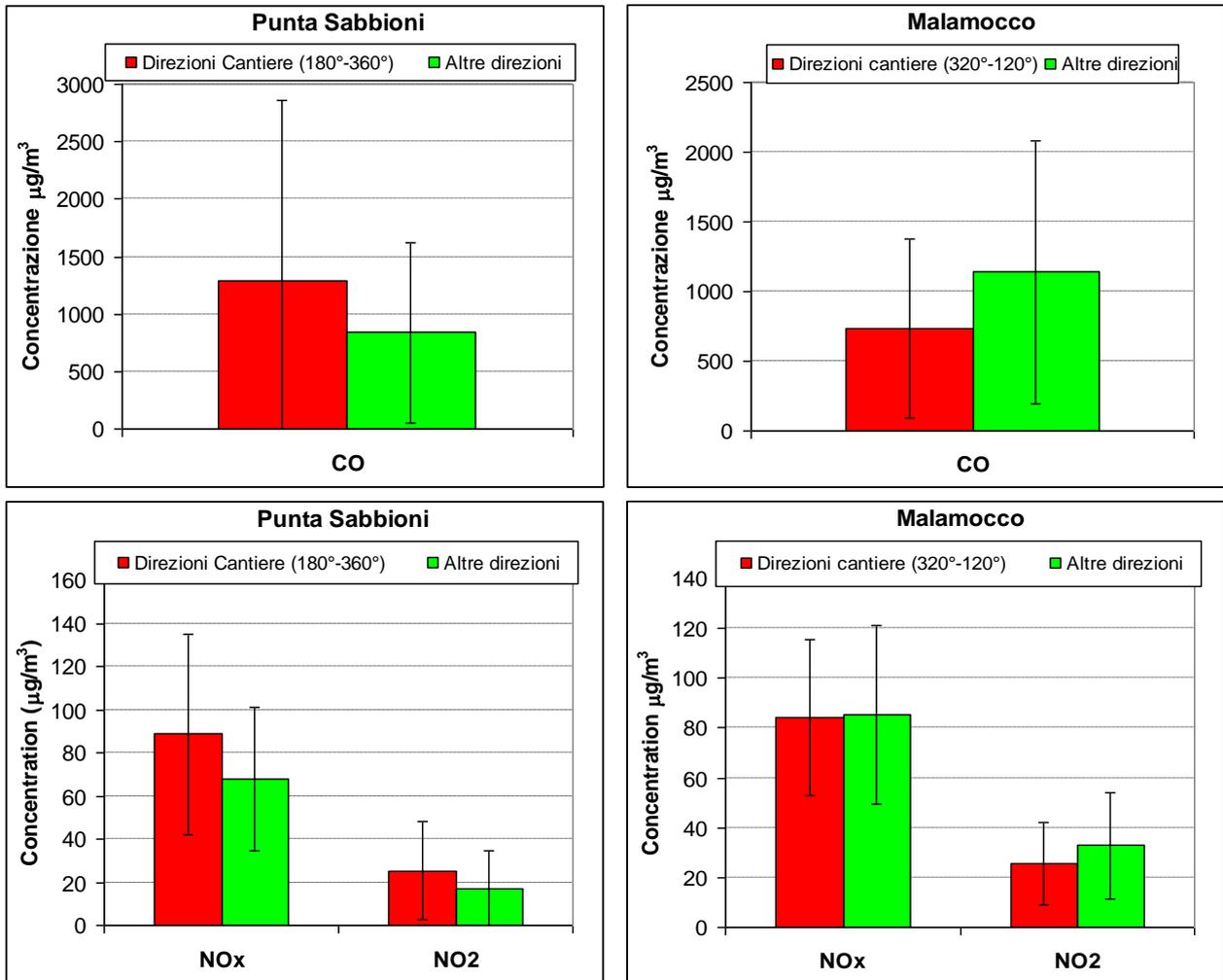


Fig. 5.16 - Andamento dei valori medi annuali dei diversi gas analizzati nell'ottavo anno di monitoraggio considerando solo i periodi di attività dei cantieri, escludendo i periodi di calma di vento (vento < 0.25 m/s) e suddividendoli per direzioni associabili al cantiere ed altre direzioni del vento.

6 CONCLUSIONI

6.1 Introduzione

In questa parte finale del documento verranno presentate in forma sintetica le conclusioni relative all'ottavo anno di monitoraggio. Si precisa che il confronto con i limiti legislativi risulta nella maggior parte dei casi solo a livello tendenziale in quanto tali limiti sono basati su medie annuali, mentre le campagne di misure effettuate coprono un intervallo limitato di giorni.

La Tabella 6.1 riportano 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 rispetto alle soglie di riferimento), con un punto giallo in caso di valutazione intermedia (superamenti saltuari o non dovuti alle attività di cantiere) e con un punto rosso in caso di criticità (superamenti direttamente attribuiti alle attività di cantiere).

Tab. 6.1 – Esposizione in forma schematica dei risultati ottenuti dalle varie attività di monitoraggio

Sito	PM ₁₀	Metalli nel PM ₁₀	IPA	Gas
Punta Sabbioni	●	●	●	●
Malamocco	*	●	●	●
Chioggia	*	●	*	*

*Non previsto da Disciplinare Tecnico.

6.2 Sintesi attività di monitoraggio

La sintesi delle attività dell'ottavo anno di monitoraggio viene suddivisa in base agli indicatori monitorati.

PM₁₀: il monitoraggio in continuo del PM₁₀ con la stazione collocata a Punta Sabbioni, presso il Circolo SO.CI.VE., non ha evidenziato particolari contributi di polveri dovuti alle attività di cantiere (Tabelle 3.1 e 3.2). Nel corso dell'ottavo anno di monitoraggio sono stati inviati tre Rapporti di Anomalia che si sono chiusi senza indicare particolari contributi associabili alle emissioni da cantiere. Il relativo indicatore nella Tabella 6.1 è pertanto verde.

Metalli: il monitoraggio dei metalli nel PM₁₀ non ha evidenziato superamenti del valore obiettivo per As, Ni e Cd e del valore limite per il Pb presso i siti di misura alle tre bocche di porto (Tab. 3.24). L'analisi dei dati, sia correlando le concentrazioni dei singoli elementi con le direzioni di provenienza del vento, sia confrontando le concentrazioni medie relative ai giorni festivi con quelle relative ai giorni lavorativi, non ha evidenziato contributi diretti dovuti alle attività di cantiere. I livelli medi di concentrazione osservati sono inferiori ai valori obiettivo per tutti i siti di misura. In Tab. 6.1 gli indicatori relativi ai metalli nel PM₁₀ sono verdi per tutte e tre le bocche.

IPA: l'attività di monitoraggio degli IPA (Tab. 4.3 e Tab. 4.4) ha messo in evidenza un valore medio di concentrazione di Benzo(a)pirene a Malamocco inferiore al valore obiettivo fissato dalla normativa e all'indice di variabilità stagionale. A Punta Sabbioni la concentrazione media di Benzo(a)pirene è superiore al valore obiettivo fissato dalla normativa ma inferiore all'indice di

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

variabilità stagionale. Il confronto fra periodi di monitoraggio stagionalmente omogenei (per la correlazione stagionale degli IPA) indica una correlazione positiva fra periodi più freddi (Fase A e seconda Campagna di misure di ogni anno di monitoraggio) e maggiori concentrazioni di inquinanti. Non si osservano andamenti crescenti nella serie storica dei monitoraggi fin'ora svolti relativamente agli IPA a parte l'aumento delle concentrazioni durante la prima campagna di misura a Punta Sabbioni che potrebbe essere associata alle condizioni meteorologiche. Il confronto fra giorni lavorativi e festivi, seppure in modo qualitativo, indica concentrazioni confrontabili sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni (Tabelle 4.6 e 4.7).

Gas: il monitoraggio dei gas non ha evidenziato, per quanto riguarda il CO e l'NO₂, superamenti dei limiti legislativi in vigore per la protezione della salute umana. Sono state invece misurate concentrazioni di NO_x superiori alla soglia della protezione relativa alla vegetazione sia a Malamocco che a Punta Sabbioni, pertanto l'indicatore è giallo in entrambi i siti. A Punta Sabbioni i livelli medi di concentrazione nei periodi festivi, limitatamente al periodo diurno fra le 8 e le 20, sono maggiori rispetto ai periodi feriali mentre a Malamocco risultano maggiori le concentrazioni nei periodi feriali. I risultati dei pattern giornalieri indicano che a Punta Sabbioni si osservano due picchi di concentrazione la mattina e la notte con concentrazioni maggiori nei periodi festivi. A Malamocco l'andamento del giorno tipico mostra che le concentrazioni maggiori si hanno nelle ore diurne della mattina con una significativa differenza fra i giorni festivi e quelli feriali (più basse le concentrazioni dei festivi).

BIBLIOGRAFIA

- ARPAV, Relazione Regionale Qualità dell'Aria: Anno di riferimento 2012, Maggio 2013.
- Decreto Legislativo 155, 13/08/2010. Supplemento Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 Settembre 2010 - Serie generale.
- Dordevic, D., Mihajlidi-Zelic, A., Relic, D., 2005. "Differentiation of the contribution of local resuspension from that of regional and remote sources on trace elements contained in the atmospheric aerosol in the Mediterranean area", *Atm. Env.* 39, pp. 6271-6281.
- Güllü G., Dogan G., Tuncel G., 2005. "Atmospheric trace element and major ion concentrations over the eastern Mediterranean Sea: Identification of anthropogenic source regions", *Atm. Env.* 39, pp. 6376-6387.
- Han J.S., Moon K.J., Ryu S.Y., Kim Y.J., Perry K.D., 2005. "Source estimation of anthropogenic aerosols collected by a DRUM sampler during spring of 2002 at Gosan, Korea", *Atm. Env.* 39, pp. 3113-3125.
- Khalili N. R., P. A. Scheff, T. M. Holsen, "PAH Source fingerprints for coke ovens, diesel and gasoline engines, highway tunnels, and wood combustion emissions", *Atmospheric Environment* 29, pp. 533-542, 1995.
- Kim K.H., Choi G.H., Kang C.H., Lee J.H., Kim J.Y., Youn Y.H., Lee S.R., 2003. "The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events", *Atm. Env.* 37, pp. 753-765.
- Magistrato alle Acque di Venezia-CORILA. Studio B.6.72 B/1 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari". Macroattività: aria. Rapporto di Variabilità, Luglio 2005. Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia-CORILA. Studio B.6.72 B/7 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - VII Fase. Rapporto Finale", Luglio 2012. Consorzio Venezia Nuova .
- Magistrato alle Acque di Venezia-CORILA. Studio B.6.72 B/8 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - VIII Fase. Disciplinare Tecnico", Giugno 2012. Consorzio Venezia Nuova.
- Manoli E., Voutsas D., Samara C., 2002. "Chemical characterization and source identification/apportionment of fine and coarse air particles in Thessaloniki, Greece", *Atm. Env.* 36, pp. 949-961.
- Masclat P., G. Mouvier, K. Nikolaou, "Relative decay index and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons", *Atmospheric Environment*, Vol. 20, N.3, pp.439-446, 1986.
- Samara, C., Voutsas, D., 2005. "Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment", *Chemosp.* 56, pp. 1197-1206.
- Senaratne I., Shooter D., 2004. "Elemental composition in source identification of brown haze in Auckland, New Zealand", *Atm. Env.* 38, pp. 3049-3059.
- Wedepohl K.H., 1995. "The composition of the continental crust", *Geoch. Et Cosmoch. Acta* 59, pp. 1217-1232.
- World Health Organization, 2000. "Air quality guidelines for Europe". 2nd ed. Copenhagen: Regional Office for Europe. WHO Regional Publications, European Series, no. 91.

ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE

In questa appendice si procede ad un riesame critico delle diverse soglie per i parametri monitorati (PM₁₀, metalli nel PM₁₀, IPA e Gas).

A.1 PM₁₀

Le soglie relative al PM₁₀ non sono state aggiornate in quanto il monitoraggio del PM₁₀ non è previsto nel nono anno di monitoraggio.

A.2 Metalli nel PM₁₀

Nessuna modifica. Per As, Ni, Cd i limiti (valori obiettivo), riferiti alla media annuale, sono riportati in Tabella A.1, mentre per il valore limite per il Pb è 500 ng/m³ [Decreto Legislativo 155/2010].

Tab. A.1 - Valori obiettivo dei metalli nel PM₁₀ previsti dalla normativa nazionale

Elemento	Valore obiettivo (ng/m ³)
As	6
Cd	5
Ni	20

A.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Per il Benzo(a)pirene usualmente viene aggiornata la serie temporale delle concentrazioni per la stazione ARPAV di Bissuola ritenuta più rappresentativa rispetto ai siti di misura di Punta Sabbioni e Malamocco. Tali concentrazioni sono utilizzate per ottenere delle soglie di variabilità stagionale. Alla data di stesura del presente documento risultano disponibili i dati di concentrazione mensile fino al 2011 per la stazione ARPAV di Bissuola. Le soglie di riferimento da utilizzarsi nel nono anno di monitoraggio sono riportate in Tabella A.2.

Tab. A.2 - Indici di riferimento stagionali per il Benzo(a)pirene. Unità di misura ng/m³

Mese	Media	Dev.Stand.	Nuova Soglia	Precedente Soglia
Gennaio	4.4	1.5	5.9	5.9
Febbraio	2.4	0.7	3.1	3.0
Marzo	0.8	0.3	1.1	1.1
Aprile	0.2	0.1	0.3	0.3
Maggio	0.1	0.0	0.1	0.1
Giugno	0.1	0.0	0.1	0.1
Luglio	0.1	0.0	0.1	0.1
Agosto	0.1	0.0	0.1	0.1
Settembre	0.1	0.0	0.1	0.1
Ottobre	0.6	0.2	0.8	0.8
Novembre	2.5	0.9	3.4	3.3
Dicembre	3.9	0.8	4.7	4.8

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

Il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010 prevede il monitoraggio del Benzo(a)pirene nella frazione PM₁₀. Come già riportato nella Introduzione del presente documento si è ritenuto opportuno proseguire l'attuale schema di monitoraggio, che prevede la determinazione del Benzo(a)pirene sul particolato totale, in quanto ciò permette di proseguire il confronto con la serie storica relativa ai precedenti anni di misura. In secondo luogo la normativa prevede l'obiettivo qualità di 1 ng/m³ espresso come media annuale, su base giornaliera, e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Punta Sabbioni e a Malamocco che sono a carattere discontinuo. Infine, poiché il PM₁₀ è una frazione del particolato totale, il rispetto (qualitativo) del valore obiettivo sul particolato totale garantisce anche il suo rispetto nella frazione PM₁₀.

In caso di superamento del valore obiettivo di 1 ng/m³ le medie delle concentrazioni di Benzo(a)pirene, ottenute nelle campagne di misura svolte presso le bocche di Malamocco e di Punta Sabbioni, verranno confrontate con il valore indicativo di variabilità stagionale in base al periodo di svolgimento delle campagne di monitoraggio (Tabella A2).

La soglia di allarme, secondo il Rapporto di Variabilità [Studio B.6.72 B/1, Luglio 2005], è identificata come la concentrazione di Benzo(a)pirene > 8.7 ng/m³.

A.4 Gas

Nessuna variazione.

Valori limite protezione per la salute umana

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

Biossido di Azoto (NO₂): **200 µg/m³** da non superare più di 18 volte/anno

Valori limite per l'esposizione cronica

Biossido di Azoto (NO₂): **40 µg/m³** media anno.

Valori limite per la protezione della vegetazione

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

Per quanto riguarda la soglia relativa agli ecosistemi o alla vegetazione, la normativa precisa "...che le stazioni di misurazione devono essere localizzate ad oltre 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50.000 veicoli al giorno e l'area di rappresentatività delle stazioni di misurazione deve essere pari ad almeno 1.000 km²..." [Decreto Legislativo 155, 13/08/2010].

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

ALLEGATO: RAPPORTI DI ANOMALIA POLVERI

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



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/8**

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

Documento **MACROATTIVITA': ARIA
RAPPORTO ANOMALIA PM10
01 GIUGNO 2012
PUNTA SABBIONI**

Versione 1.0

Emissione 04 Giugno 2012

Redazione

Redazione e Verifica

Approvazione

Franco Belosi Franco Belosi Pierpaolo Campostri

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Ing. Pierpaolo Campostri

Rapporto Anomalia PM10, Punta Sabbioni, Giugno 2012

Pag. 1 di 2

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

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

Il pomeriggio del giorno 01 Giugno 2012 si è osservato un incremento nelle concentrazioni medie orarie di PM₁₀ in presenza di vento proveniente da Sud (Sud-Ovest). A differenza di altri episodi (ad esempio l'anomalia del 1/05/2012) non si è trattato di un breve picco di concentrazione di particolato quanto piuttosto di un aumento della concentrazione di particolato nelle ore pomeridiane (dalle 12 alle 17). La concentrazione media di PM₁₀ dalle ore 8 alle ore 20 risulta pari a circa 32 µg/m³, mentre la media oraria delle ore 12 alle ore 17 è circa 38 µg/m³. Si tratta quindi un incremento modesto rispetto al valore medio del periodo lavorativo; inoltre anche nella mattinata si sono avuti valori analoghi di concentrazioni medie orarie ma in orari precedenti le attività lavorative e in condizioni di calma di vento.

In Fig. 1 si riportano l'andamento orario delle concentrazioni di PM₁₀ e dell'umidità relativa per il giorno 01/06/2012.

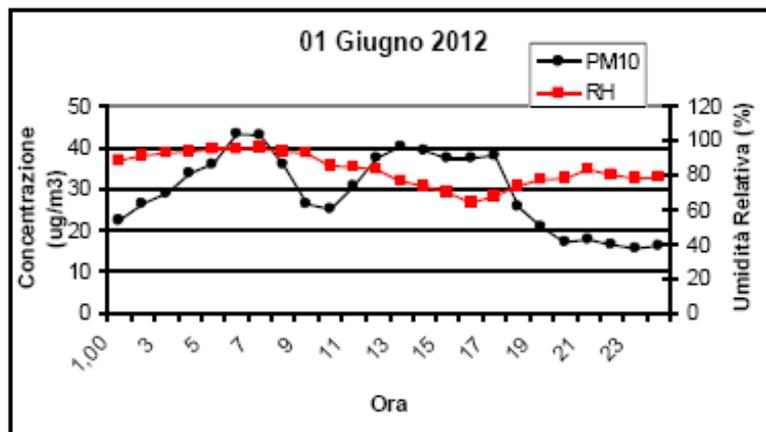


Fig. 1 - Andamento della concentrazione di PM₁₀ e dell'umidità relativa (RH) per il giorno 01/06/2012.

Escludendo occasionali episodi provocati da sorgenti locali (caratterizzate da picchi più elevati di concentrazione e di breve durata temporale) si chiede alla Direzione Lavori di verificare le attività presenti in cantiere (Spalla Sud) nell'orario compreso fra le 12 e le 17. In base al documento relativo alla Programmazione Cantieri del 29/05/2012 (prot. 13788 din/mtb/lab) vengono previste attività di movimentazione pietrame per il completamento della mantellata e inerenti alla installazione delle parti meccaniche finalizzate alla movimentazione delle porte della conca. Entrambe le attività potrebbero essere compatibili con un rilascio, anche se modesto, di particolato ambientale.

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

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



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/8**

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

Documento **MACROATTIVITA': ARIA
RAPPORTO CHIUSURA ANOMALIA PM10
01 GIUGNO 2012
PUNTA SABBIONI**

Versione 1.0

Emissione 27 Giugno 2012

Redazione

Redazione e Verifica

Approvazione

Franco Belosi Franco Belosi Pierpaolo Campostrini

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

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

Il giorno 01 Giugno 2012 si è osservato un incremento nelle concentrazioni medie orarie di PM₁₀ in presenza di vento proveniente da Sud (Sud-Ovest) nelle ore pomeridiane (dalle 12 alle 17). La concentrazione media di PM₁₀ dalle ore 8 alle ore 20 risulta pari a circa 32 µg/m³, mentre la media oraria delle ore 12 alle ore 17 è circa 38 µg/m³. Si tratta quindi un incremento modesto rispetto al valore medio del periodo lavorativo; inoltre anche nella mattinata si sono avuti valori analoghi di concentrazioni medie orarie ma in orari precedenti le attività lavorative e in condizioni di calma di vento.

In Fig. 1 si riportano l'andamento orario delle concentrazioni di PM₁₀ e dell'umidità relativa per il giorno 01/06/2012.

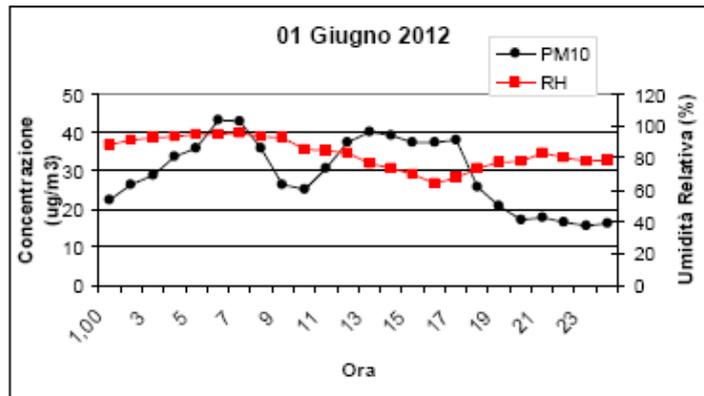


Fig. 1 - Andamento della concentrazione di PM₁₀ e della direzione del vento per il giorno 01/06/2012.

E' stato pertanto chiesto alla Direzione Lavori di verificare le lavorazioni in corso nelle ore pomeridiane.

In data 25/06/2012 è pervenuta risposta da parte del del Direttore dei Lavori dello studio B.6.72 B/8 (allegata al presente documento) che indica getti di magrone da betoniera per l'edificio strumentazione e controllo adiacente alla conca di navigazione quale potenziale attività di rilascio polveri (essendo le altre attività dedicate all'allestimento di macchinari e controllo di sacconi e tubi getto).

Viene chiusa l'anomalia riscontrata.

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



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/8**

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

Contratto Thetis-CORILA n. 122000551

Documento **MACROATTIVITA': ARIA
RAPPORTO ANOMALIA PM10
24 NOVEMBRE 2012
PUNTA SABBIONI**

Versione 1.0

Emissione 27 Novembre 2012

Redazione

Handwritten signature of Daniele Contini in black ink.

Dott. Daniele Contini
(CNR-ISAC)

Redazione e Verifica

Handwritten signature of Franco Belosi in black ink.

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Handwritten signature of Pierpaolo Campostrini in black ink.

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

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

Nel corso della giornata del 24 Novembre 2012 si sono osservati alcuni picchi di concentrazione media oraria di PM₁₀ in condizioni di calma di vento ed elevata umidità relativa. La concentrazione media di PM₁₀ passa da 37 µg/m³, dalle ore 9 alle ore 10, a circa 81 µg/m³ dalle ore 10 alle ore 11 per poi scendere dell'ora successiva a 47 µg/m³. Infine dalle 17 alle 18 sale a circa 113 µg/m³ (142 µg/m³ nella successiva ora).

In Fig. 1 si riportano l'andamento orario delle concentrazioni di PM₁₀ e dell'umidità relativa per il giorno 24/11/2012.

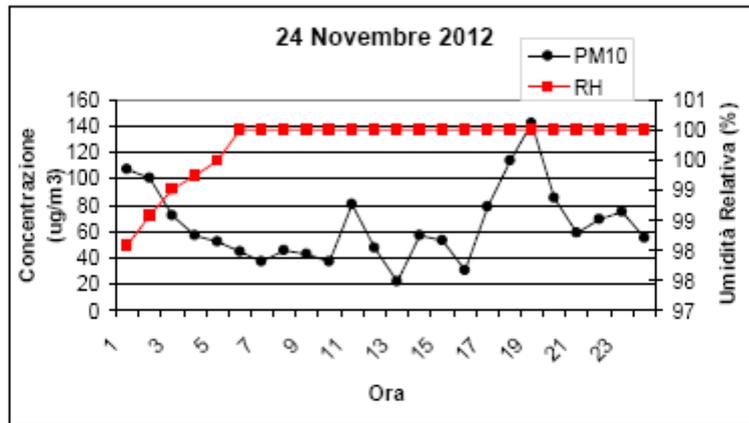


Fig. 1 - Andamento della concentrazione di PM₁₀ e dell'umidità relativa (RH) per il giorno 24/11/2012.

Si chiede alla Direzione Lavori di verificare se nella giornata di sabato 24 Novembre 2012 erano in corso delle attività cantieristiche nei pressi della stazione di misura ed in particolare le attività svolte dalle ore 10 alle ore 11 ed a partire dalle ore 17.

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



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/8**

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

Contratto Thetis-CORILA n. 122000551

Documento **MACROATTIVITA': ARIA**

RAPPORTO CHIUSURA ANOMALIA PM10

24 NOVEMBRE 2012

PUNTA SABBIONI

Versione 1.0

Emissione 14 Gennaio 2013

Redazione

Handwritten signature of Daniele Contini in black ink.

Dott. Daniele Contini
(CNR-ISAC)

Redazione e Verifica

Handwritten signature of Franco Belosi in black ink.

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Handwritten signature of Pierpaolo Campostrini in black ink.

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

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

Il 24 Novembre 2012 sono stati osservati alcuni picchi di concentrazione media oraria di PM₁₀ in condizioni di calma di vento ed elevata umidità relativa. La concentrazione media di PM₁₀ passa da 37 µg/m³, dalle ore 9 alle ore 10, a circa 81 µg/m³ dalle ore 10 alle ore 11 per poi scendere dell'ora successiva a 47 µg/m³. Infine dalle 17 alle 18 sale a circa 113 µg/m³ (142 µg/m³ nella successiva ora).

In Fig. 1 si riportano l'andamento orario delle concentrazioni di PM₁₀ e dell'umidità relativa per il giorno 24/11/2012.

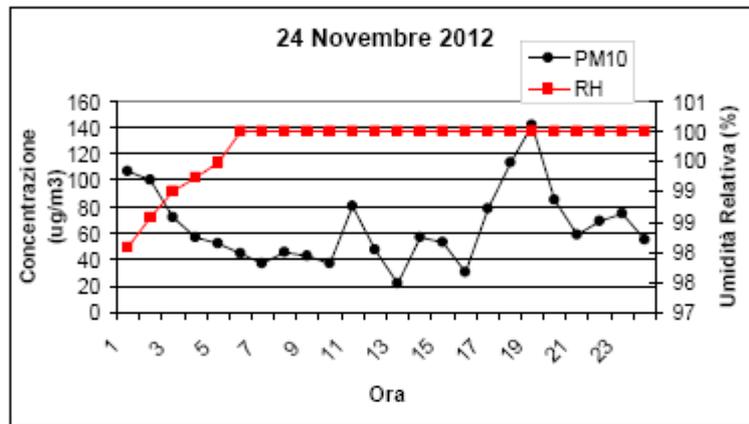


Fig. 1 - Andamento della concentrazione di PM₁₀ e dell'umidità relativa (RH) per il giorno 24/11/2012.

È stato pertanto richiesto alla Direzione Lavori di verificare se nella giornata di sabato 24 Novembre 2012 erano in corso delle attività cantieristiche nei pressi della stazione di misura ed in particolare le attività svolte dalle ore 10 alle ore 11 ed a partire dalle ore 17.

In data 11/01/2013 è pervenuta risposta da parte del DL che riporta l'assenza di attività cantieristiche.

Viene chiusa l'anomalia riscontrata.

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



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/8**

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

Contratto Thetis-CORILA n. 122000551

Documento **MACROATTIVITA': ARIA
RAPPORTO ANOMALIA PM10
1 FEBBRAIO 2013
PUNTA SABBIONI**

Versione 1.0

Emissione 6 Febbraio 2013

Redazione

Redazione e Verifica

Approvazione

Dott. Daniele Contini
(CNR-ISAC)

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

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

Nel corso della giornata del 1 Febbraio 2013 si è osservato un picco di concentrazione media oraria di PM₁₀, in condizioni di calma di vento ed elevata umidità relativa, dalle ore 8 alle ore 9. La concentrazione media di PM₁₀ passa da 37 µg/m³, dalle ore 7 alle ore 8, a 84 µg/m³ dalle ore 8 alle ore 9 per poi scendere gradualmente.

In Fig. 1 si riportano l'andamento orario delle concentrazioni di PM₁₀ e dell'umidità relativa per il giorno 01/02/2013.

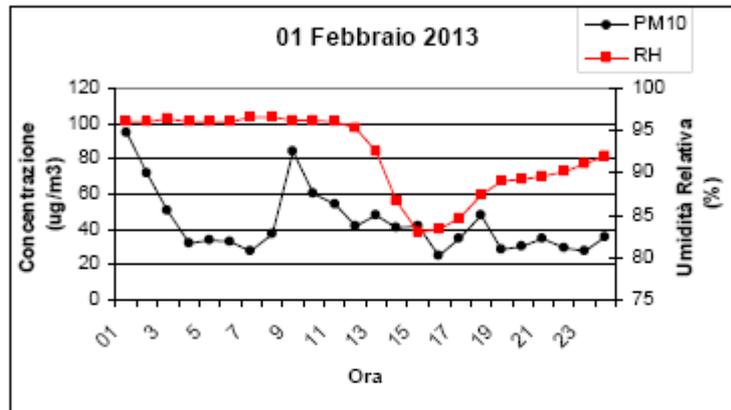


Fig. 1 - Andamento della concentrazione di PM₁₀ e dell'umidità relativa (RH) per il giorno 01/02/2013.

Si chiede alla Direzione Lavori di verificare le attività cantieristiche in essere dalle ore 8 alle ore 9 del giorno 1 Febbraio 2013.

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



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/8**

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

Contratto Thetis-CORILA n. 122000551

Documento **MACROATTIVITA': ARIA**

RAPPORTO CHIUSURA ANOMALIA PM10

1 FEBBRAIO 2013

PUNTA SABBIONI

Versione 1.0

Emissione 19 Marzo 2013

Redazione

Handwritten signature of Daniele Contini in black ink.

Dott. Daniele Contini
(CNR-ISAC)

Redazione e Verifica

Handwritten signature of Franco Belosi in black ink.

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Handwritten signature of Pierpaolo Campostrini in black ink.

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

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

Il 1 Febbraio 2013 si è osservato un picco di concentrazione media oraria di PM_{10} , in condizioni di calma di vento ed elevata umidità relativa, dalle ore 8 alle ore 9. La concentrazione media di PM_{10} è aumentata da $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dalle ore 7 alle ore 8, a $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dalle ore 8 alle ore 9 per poi scendere gradualmente.

In Fig. 1 si riportano l'andamento orario delle concentrazioni di PM_{10} e dell'umidità relativa per il giorno 01/02/2013.

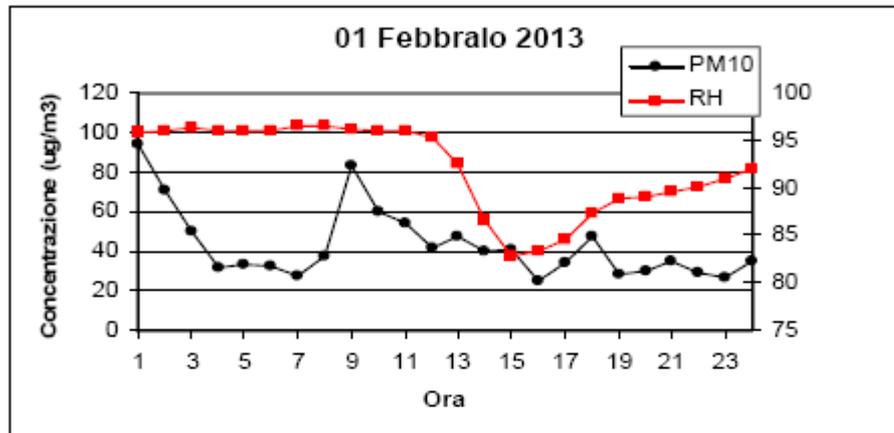


Fig. 1 - Andamento della concentrazione di PM_{10} e dell'umidità relativa (RH) per il giorno 01/02/2013.

È stato pertanto richiesto alla Direzione Lavori verificare le attività cantieristiche in essere dalle ore 8 alle ore 9 del giorno 1 Febbraio 2013.

In data 18/03/2013 è pervenuta risposta da parte del DL che riporta, fra le ore 8 e le ore 9, l'imbarco su pontone di una betoniera ed attività cantieristiche simili a quelle in corso nell'arco della giornata. Si esclude pertanto che il picco di concentrazione di PM_{10} riscontrato sia dovuto ad una specifica emissione da attività cantieristica.

Viene pertanto chiusa l'anomalia riscontrata.