



Consorzio per il coordinamento delle ricerche
inerenti al 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/9**

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

Contratto Thetis-CORILA n. 132000442

Documento **MACROATTIVITÀ: ARIA**
RAPPORTO FINALE

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2014**

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 Determinazione dei metalli nel PM ₁₀	6
1.2 Idrocarburi Policicli Aromatici (IPA).....	7
1.3 Misure di gas	8
2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE.....	11
2.1 Determinazione dei metalli nel PM ₁₀	11
2.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	11
2.3 Misure di gas	12
3 RISULTATI MONITORAGGIO METALLI	13
3.1 Monitoraggio dei metalli nel PM ₁₀	13
3.1.1 Campagna di misura a Punta Sabbioni	13
3.1.2 Campagne di misura a Malamocco.....	22
3.1.3 Campagne di misura a Chioggia.....	33
3.1.4 Commenti e considerazioni conclusive	42
4 RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	53
4.1 Introduzione.....	53
4.2 Risultati del monitoraggio.....	53
4.3 Superamenti di soglia	58
4.4 Conclusioni.....	64
5 RISULTATI MONITORAGGIO GAS	65
5.1 Introduzione.....	65
5.2 Risultati del monitoraggio.....	65
5.2.1 Campagne di misura a Malamocco.....	65
5.3 Superamenti di soglia	69
5.4 Conclusioni.....	70
6 CONCLUSIONI.....	74
6.1 Introduzione.....	74
6.2 Sintesi attività di monitoraggio	74
BIBLIOGRAFIA.....	76
ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE	78
A.1 Metalli nel PM ₁₀	78
A.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici	78
A.4 Gas	79

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

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

Dr. Franco Belosi (ISAC-Bologna)

Dott.ssa Daniela Cesari (ISAC-Lecce)

Dott. Daniele Contini (ISAC-Lecce)

Dott.ssa Elena Barbaro (UNIVE, Venezia)

Prof. Andrea Gambaro (UNIVE, Venezia)

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

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

Dott. Marco Roman (IDPA-CNR, Venezia)

Dott. Marco Vecchiato (UNIVE, Venezia)

Dott.ssa Caterina Dabalà (CORILA, Venezia)

INTRODUZIONE

Il presente documento descrive le attività ed i risultati relativi al nono anno di monitoraggio (maggio 2013 - aprile 2014) degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari relativamente alla matrice aria [Studio B.6.72 B/9, Disciplinare Tecnico, 2013].

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 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.

Rispetto al precedente anno di attività [Studio B.6.72 B/8, Disciplinare Tecnico, 2012] le variazioni apportate allo schema di monitoraggio riguardano le seguenti attività:

- sospensione delle misure in continuo del particolato PM₁₀ a Punta Sabbioni;
- le misure di concentrazione di CO, NO_x e NO₂ sono state svolte solo presso la bocca di Malamocco;

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

- riduzione da 3 a 2 delle campagne di misura degli IPA a Punta Sabbioni.

Tali variazioni sono state motivate sia dalla diminuzione di attività cantieristiche, presso la bocca di Punta Sabbioni, aventi un potenziale impatto ambientale sulla matrice aria sia dai risultati delle simulazioni modellistiche.

Nel corso del nono 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); per i risultati di tale attività si faccia riferimento al relativo Rapporto Finale.

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 Determinazione dei metalli nel PM₁₀

Nel nono anno di monitoraggio sono state effettuate 7 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 (2 campagne), Malamocco (3 campagne) e Chioggia (2 campagne). La Figura 1.1 riporta la collocazione delle stazioni di misura, mentre la Tabella 1.1 le relative coordinate Gauss Boaga.



Fig. 1.1- 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

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

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.

1.2 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.

Nel nono anno di monitoraggio sono state effettuate 3 campagne di misura a Malamocco e due campagne di misura a Punta Sabbioni. In Figura 1.2 vengono riportati i punti di misura ed in Tabella 1.2 le relative coordinate.

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



Fig. 1.2 – Postazioni di misura per gli IPA.

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 Magistrato alle Acque di Venezia. 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.

1.3 Misure di gas

Nel nono 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 la bocca di Malamocco.

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

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

rispetto ai sistemi di campionamento tradizionali. La Figura 1.3 mostra il campionatore nella 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. 1.3 – Posizionamento del campionatore per i gas a Punta Sabbioni (sinistra) e Malamocco (destra).



Fig. 1.4 – Postazioni di misura dei gas.

Nel nono anno di monitoraggio sono state effettuate 7 campagne di misura a Malamocco. La campagna di misura aggiuntiva, rispetto alle sei previste, è stata svolta per compensare il monitoraggio svolto dal 12/01/2014 al 19/01/2014; infatti le verifiche successive a tale campagna

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

di misura hanno evidenziato un non corretto funzionamento del sensore di NO_x per cui i dati relativi alle concentrazioni di NO_x sono stati invalidati e non utilizzati nel presente rapporto.

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 del nono anno di monitoraggio sono stati effettuati due interventi di manutenzione ordinaria e di calibrazione dei sensori: il primo dal 06/09/2013 al 26/09/2013 e il secondo dal 23/01/2014 al 17/02/2014.

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.

Come criterio di quantificazione del dato medio è scelto tre volte il limite di rilevabilità: 300 µg/m³ per il CO; 30µg/m³ per NO_x e 15 µg/m³ per NO₂. Ciò significa che concentrazioni inferiori a questi valori (Non Quantificabili, NQ) sono rilevate strumentalmente ma soggette ad un errore significativo. Nelle tabelle 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 µg/m³ per il CO; 10 µg/m³ per NO_x e 5 µg/m³ per NO₂.

2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE

Per quanto riguarda le soglie di riferimento, elaborate dopo otto anni di monitoraggio, si fa riferimento a quanto riportato nell'Allegato "Aggiornamento Soglie" del Rapporto Finale relativo all'ottavo anno di monitoraggio [Studio B. 6.72 B/8, Rapporto Finale, Luglio 2013].

2.1 Determinazione dei metalli nel PM₁₀

Per quanto riguarda le soglie relative ai metalli si fa riferimento al Decreto Legislativo 155 che stabilisce che i valori obiettivo per i metalli nel PM₁₀. 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

2.2 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	2.4	0.7	3.1
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	2.5	0.9	3.4
Dicembre	3.9	0.8	4.7

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 >8.7 ng/m³.

2.3 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. Inoltre anche il periodo temporale della media dei dati non corrisponde a quanto richiesto dalla normativa.

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

3 RISULTATI MONITORAGGIO METALLI

3.1 Monitoraggio dei metalli nel PM₁₀

Si riportano i risultati delle analisi del contenuto di metalli nel PM₁₀ relativi al nono 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 3.1.

Tabella 3.1 - Descrizione delle campagne di misura di concentrazione dei metalli nel PM₁₀ effettuate nel nono anno di monitoraggio.

Sito di misura	Numero di campagne	Periodo di campionamento	Numero di dati disponibili
Punta Sabbioni	2	12/10/2013 - 25/10/2013 15/02/2014 - 28/02/2014	28
Malamocco	3	10/07/2013 - 23/07/2013 03/10/2013 - 20/10/2013 15/02/2014 - 28/02/2014	42
Chioggia	2	27/09/2013 - 09/10/2013 04/03/2014 - 17/03/2014	27

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 tutti i siti di misura sono quelli della stazione di Malamocco Laguna forniti da MAV-CVN ad esclusione della campagna di misura di Ottobre 2013 a Punta Sabbioni in cui sono stati utilizzati i dati meteo della centralina di Cavallino Treporti forniti da ARPA Veneto.

3.1.1 Campagna di misura a Punta Sabbioni

I dati meteorologici relativi sono riportati nella Tabella 3.2. Nelle Figure 3.1 e 3.2 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 3.3, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 3.4 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 3.5 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 3.6 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative.

Si osserva che le concentrazioni medie nei periodi festivi sono comparabili (considerando la deviazione standard) o leggermente maggiori di quelle dei periodi feriali sia in termini assoluti che in termini relativi.

Nelle direzioni in cui il sito di misura risulta sottovento rispetto al cantiere (settore fra 180° e 360° gradi) non si osservano concentrazioni significativamente diverse da quelle associate ad altre direzioni del vento.

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

Nella Tabella 3.7 è riportata la matrice dei coefficienti di correlazione fra i diversi metalli rilevati.

Tab. 3.2 - 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. N.D. indica un dato non disponibile.

Data	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM ₁₀ (µg/m ³)
12/10/2013	0 (*)	3.6	1.00	6.3
13/10/2013	22.5 (*)	0.2	0.80	8.7
14/10/2013	N.D.	0	0.30	13.9
15/10/2013	180	0	0.40	22.8
16/10/2013	157.5 (*)	0.2	0.60	48.6
17/10/2013	22.5 (*)	0.2	0.80	28.5
18/10/2013	22.5 (*)	0.2	0.60	30.8
19/10/2013	22.5 (*)	0.2	0.50	41.4
20/10/2013	0	29.8	0.70	81.0
21/10/2013	0 (*)	0	0.50	35.9
22/10/2013	157.5 (*)	0	0.40	43.7
23/10/2013	135	0.4	0.90	26.7
24/10/2013	180 (*)	8.4	1.00	15.9
25/10/2013	225 (*)	0.2	0.40	13.6
15/02/2014	22.5	0.0	3.21	35.2
16/02/2014	11.25	0.0	2.45	30.0
17/02/2014	N.D.	0.0	3.37	22.9
18/02/2014	22.5	0.0	4.04	22.8
19/02/2014	45	2.2	3.90	38.7
20/02/2014	45	9.0	6.34	9.4
21/02/2014	156.25	0.0	3.21	30.0
22/02/2014	0	5.5	6.90	7.1
23/02/2014	315	0.0	2.69	17.0
24/02/2014	0	0.0	2.56	20.8
25/02/2014	292.5	0.0	2.66	43.0
26/02/2014	33.75	0.0	2.72	37.7
27/02/2014	202.5	0.0	3.55	28.8
28/02/2014	90	0.3	2.85	28.1

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

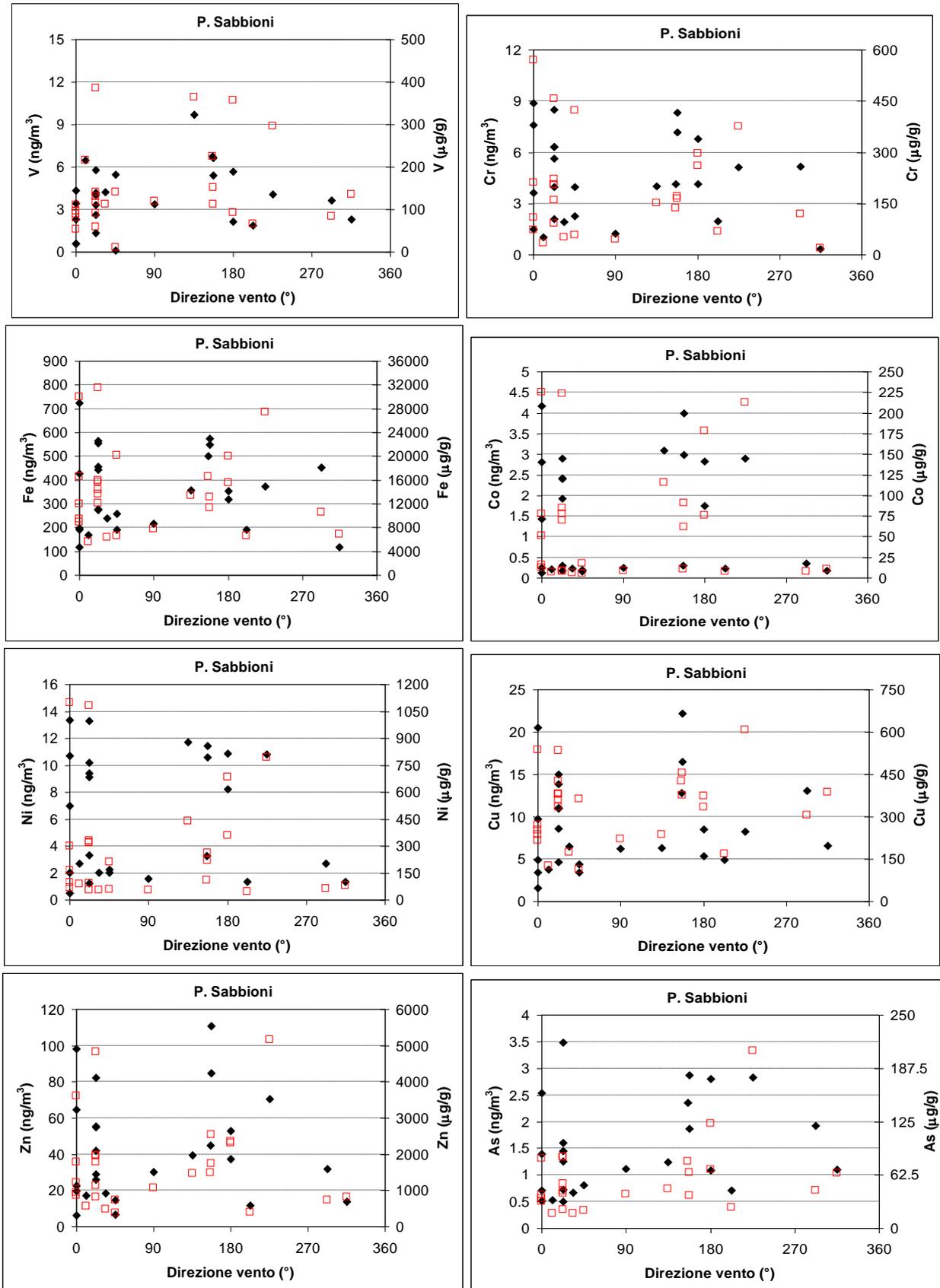


Fig. 3.1 – Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

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

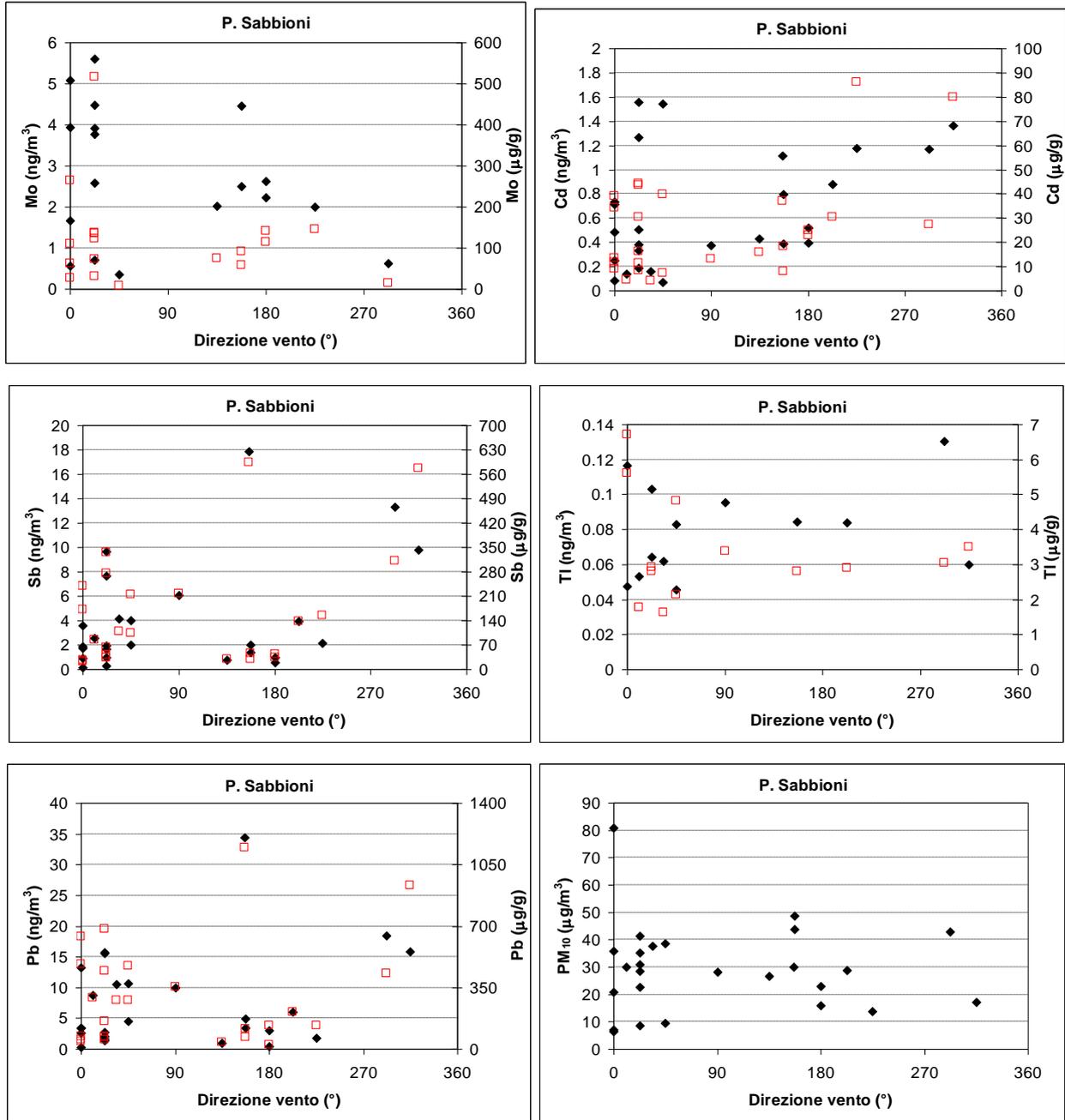


Fig. 3.2 Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

CORILA

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

Tab. 3.3 - 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)
12/10/2013	0.56	3.62	190.60	1.43	6.98	3.40	22.82	0.52	1.67	0.25	0.17	u.d.l.	0.34	6.3
13/10/2013	3.34	3.96	273.07	1.93	9.39	4.63	41.91	0.72	4.48	0.38	0.30	u.d.l.	1.36	8.7
14/10/2013	2.64	3.29	264.16	1.62	6.78	6.53	26.51	0.94	1.99	0.39	0.50	u.d.l.	0.77	13.9
15/10/2013	2.12	6.79	354.65	1.74	8.22	8.53	52.83	2.80	2.62	0.52	1.00	u.d.l.	3.02	22.8
16/10/2013	5.43	8.31	549.44	2.99	10.61	22.18	84.63	1.86	4.46	0.39	1.39	u.d.l.	3.35	48.6
17/10/2013	2.60	6.32	454.98	2.42	9.10	10.92	55.56	1.25	3.91	0.33	0.94	u.d.l.	2.03	28.5
18/10/2013	4.02	6.31	445.12	2.40	10.20	11.10	54.83	1.60	3.77	0.51	1.96	u.d.l.	1.62	30.8
19/10/2013	5.81	8.50	565.43	2.89	13.32	13.85	82.11	3.48	5.61	1.27	1.69	u.d.l.	2.70	41.4
20/10/2013	4.33	8.90	723.45	4.17	13.35	20.54	98.15	2.53	5.08	0.73	1.84	u.d.l.	3.40	81.0
21/10/2013	3.44	7.61	429.02	2.80	10.73	9.73	64.41	1.39	3.94	0.49	0.86	u.d.l.	2.64	35.9
22/10/2013	6.65	7.16	574.11	3.99	11.46	16.49	110.85	2.87	2.51	0.80	2.02	u.d.l.	4.94	43.7
23/10/2013	9.71	4.03	358.42	3.09	11.71	6.31	39.38	1.24	2.02	0.43	0.75	u.d.l.	0.97	26.7
24/10/2013	5.66	4.12	319.19	2.83	10.90	5.32	37.28	1.09	2.24	0.39	0.52	u.d.l.	0.36	15.9
25/10/2013	4.05	5.12	374.43	2.91	10.83	8.28	70.48	2.84	2.00	1.18	2.11	u.d.l.	1.81	13.6
15/02/2014	4.15	5.62	554.65	0.31	3.33	14.99	28.95	1.44	2.59	1.56	9.68	0.10	15.71	35.2
16/02/2014	6.46	1.03	169.01	0.22	2.69	3.76	17.01	0.53	u.d.l.	0.14	2.55	0.05	8.72	30.0
17/02/2014	6.01	1.59	201.64	0.19	2.83	4.18	12.43	0.78	0.77	0.18	2.66	0.05	7.43	22.9
18/02/2014	1.34	2.07	276.89	0.19	1.25	8.63	25.86	0.50	0.71	0.19	7.67	0.06	15.56	22.8
19/02/2014	5.47	2.25	257.13	0.20	2.27	4.36	14.63	0.81	0.35	1.54	3.98	0.08	10.66	38.7
20/02/2014	0.11	3.98	190.10	0.16	2.00	3.44	6.88	u.d.l.	u.d.l.	0.07	2.03	0.05	4.45	9.4
21/02/2014	6.74	4.12	499.77	0.31	3.26	12.83	44.91	2.35	u.d.l.	1.12	17.86	0.08	34.41	30.0
22/02/2014	0.58	u.d.l.	117.77	0.12	0.48	1.54	6.16	u.d.l.	u.d.l.	0.08	1.70	0.05	3.44	7.1
23/02/2014	2.31	0.33	117.10	0.18	1.35	6.58	13.95	1.10	u.d.l.	1.36	9.83	0.06	15.89	17.0
24/02/2014	2.30	1.51	196.50	0.25	2.04	4.92	19.55	0.72	0.57	0.71	3.56	0.12	13.30	20.8
25/02/2014	3.63	5.16	453.17	0.36	2.69	13.07	31.69	1.92	0.63	1.17	13.34	0.13	18.46	43.0
26/02/2014	4.22	1.93	238.93	0.23	2.01	6.53	18.41	0.67	u.d.l.	0.16	4.11	0.06	10.48	37.7
27/02/2014	1.88	1.99	189.91	0.22	1.37	4.87	11.64	0.70	u.d.l.	0.88	3.96	0.08	6.06	28.8
28/02/2014	3.38	1.24	218.06	0.24	1.55	6.23	30.24	1.12	u.d.l.	0.37	6.07	0.10	9.93	28.1
Media	3.89	4.33	341.31	1.44	6.17	8.71	40.15	1.45	2.60	0.63	3.75	0.08	7.28	28.2
Min	0.11	u.d.l.	117.10	0.12	0.48	1.54	6.16	u.d.l.	u.d.l.	0.07	0.17	u.d.l.	0.34	6.3
Max	9.71	8.90	723.45	4.17	13.35	22.18	110.85	3.48	5.61	1.56	17.86	0.13	34.41	81.0

CORILA

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

Tab. 3.4 - 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 ($\mu\text{g/g}$)
12/10/2013	89.0	570.9	30060.2	224.9	1100.1	535.6	3599.3	82.2	264.2	39.2	26.8	u.d.l.	53.1
13/10/2013	385.4	456.4	31497.8	223.1	1082.9	534.0	4834.3	83.6	517.0	43.8	34.1	u.d.l.	156.7
14/10/2013	190.0	236.6	18987.3	116.4	487.5	469.3	1905.3	67.4	143.1	28.2	35.8	u.d.l.	55.5
15/10/2013	92.7	297.2	15522.6	76.2	359.8	373.3	2312.4	122.6	114.6	22.7	43.6	u.d.l.	132.3
16/10/2013	111.6	170.9	11301.5	61.5	218.2	456.3	1740.8	38.3	91.7	7.9	28.6	u.d.l.	68.9
17/10/2013	91.2	221.2	15938.5	84.7	318.8	382.7	1946.5	44.0	137.1	11.6	33.0	u.d.l.	71.1
18/10/2013	130.5	205.1	14460.9	78.1	331.3	360.5	1781.4	52.1	122.4	16.4	63.7	u.d.l.	52.7
19/10/2013	140.3	205.3	13650.3	69.8	321.6	334.3	1982.2	84.0	135.4	30.6	40.7	u.d.l.	65.1
20/10/2013	53.5	110.0	8935.9	51.5	164.9	253.7	1212.3	31.3	62.7	9.0	22.7	u.d.l.	42.0
21/10/2013	95.7	212.0	11944.9	78.1	298.7	271.0	1793.4	38.8	109.8	13.5	24.1	u.d.l.	73.5
22/10/2013	152.1	163.7	13128.6	91.3	262.0	377.0	2535.0	65.6	57.3	18.2	46.1	u.d.l.	112.9
23/10/2013	363.6	151.1	13424.3	115.6	438.8	236.3	1475.0	46.5	75.8	16.0	28.0	u.d.l.	36.2
24/10/2013	356.4	259.5	20099.3	178.4	686.2	335.3	2347.4	68.9	140.8	24.9	32.7	u.d.l.	22.6
25/10/2013	297.3	375.6	27468.0	213.1	794.4	607.7	5170.7	208.0	146.4	86.2	154.8	u.d.l.	132.9
15/02/2014	117.9	159.5	15743.5	8.7	94.5	425.4	821.7	41.0	73.5	44.3	274.9	2.9	446.0
16/02/2014	215.3	34.3	5629.3	7.2	89.5	125.3	566.5	17.5	u.d.l.	4.6	85.0	1.8	290.4
17/02/2014	262.2	69.6	8797.2	8.1	123.3	182.4	542.3	34.1	33.6	7.8	115.9	2.1	324.3
18/02/2014	58.6	91.0	12147.5	8.1	54.9	378.8	1134.4	22.0	31.2	8.3	336.4	2.8	682.4
19/02/2014	141.5	58.3	6650.0	5.1	58.8	112.6	378.4	21.0	9.0	39.8	103.0	2.1	275.6
20/02/2014	11.6	421.9	20135.8	17.3	212.3	364.0	728.6	u.d.l.	u.d.l.	7.3	214.6	4.8	471.0
21/02/2014	224.4	137.2	16631.4	10.2	108.5	427.1	1494.6	78.3	u.d.l.	37.2	594.2	2.8	1145.1
22/02/2014	81.1	u.d.l.	16576.5	16.3	67.8	216.7	867.1	u.d.l.	u.d.l.	11.8	239.3	6.7	484.6
23/02/2014	135.8	19.2	6873.5	10.5	79.2	386.1	819.1	64.6	u.d.l.	79.9	576.8	3.5	932.5
24/02/2014	110.9	72.7	9457.8	12.1	98.0	236.8	940.8	34.4	27.3	34.4	171.5	5.6	640.3
25/02/2014	84.5	120.1	10541.0	8.3	62.5	304.1	737.2	44.7	14.6	27.2	310.2	3.0	429.4
26/02/2014	111.7	51.2	6331.0	6.0	53.2	173.1	487.9	17.8	u.d.l.	4.3	109.0	1.6	277.7
27/02/2014	65.3	68.9	6589.4	7.7	47.6	169.1	404.1	24.4	u.d.l.	30.6	137.3	2.9	210.2
28/02/2014	120.5	44.2	7766.8	8.7	55.2	221.9	1077.1	39.8	u.d.l.	13.3	216.3	3.4	353.8
Media	153.2	184.6	14153.2	64.2	288.2	330.4	1629.8	56.7	115.4	25.7	146.4	3.3	287.1
Min	11.6	u.d.l.	5629.3	5.1	47.6	112.6	378.4	u.d.l.	u.d.l.	4.3	22.7	u.d.l.	22.6
Max	385.4	570.9	31497.8	224.9	1100.1	607.7	5170.7	208.0	517.0	86.2	594.2	6.7	1145.1

CORILA

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

Tab. 3.5 – 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 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	3.89	4.33	341.31	1.44	6.17	8.71	40.15	1.45	2.60	0.63	3.75	0.08	7.28	28.2
Min	0.11	u.d.l.	117.10	0.12	0.48	1.54	6.16	u.d.l.	u.d.l.	0.07	0.17	u.d.l.	0.34	6.3
Max	9.71	8.90	723.45	4.17	13.35	22.18	110.85	3.48	5.61	1.56	17.86	0.13	34.41	81.0
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)
Media	3.85	4.46	344.75	1.41	6.08	8.68	39.71	1.50	2.35	0.62	3.77	0.08	7.27	27.2
Min	0.11	u.d.l.	117.77	0.12	0.48	1.54	6.16	u.d.l.	u.d.l.	0.07	0.17	u.d.l.	0.34	6.3
Max	9.71	8.50	574.11	3.99	13.32	22.18	110.85	3.48	5.61	1.56	17.86	0.13	34.41	48.6
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	4.11	3.55	320.66	1.62	6.69	8.88	42.76	1.22	4.78	0.65	3.63	0.06	7.34	34.2
Min	2.31	0.33	117.10	0.18	1.35	3.76	13.95	0.53	u.d.l.	0.14	0.30	u.d.l.	1.36	8.7
Max	6.46	8.90	723.45	4.17	13.35	20.54	98.15	2.53	5.08	1.36	9.83	0.06	15.89	81.0

CORILA

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

Tab. 3.6 - 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	153.2	184.6	14153.2	64.2	288.2	330.4	1629.8	56.7	115.4	25.7	146.4	3.3	287.1
Min	11.6	u.d.l.	5629.3	5.1	47.6	112.6	378.4	u.d.l.	u.d.l.	4.3	22.7	u.d.l.	22.6
Max	385.4	570.9	31497.8	224.9	1100.1	607.7	5170.7	208.0	517.0	86.2	594.2	6.7	1145.1
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	145.9	189.7	14306.4	62.7	277.3	331.3	1591.8	58.0	96.0	24.2	140.9	3.4	275.7
Min	11.6	u.d.l.	6331.0	5.1	47.6	112.6	378.4	u.d.l.	u.d.l.	4.3	24.1	u.d.l.	22.6
Max	363.6	570.9	30060.2	224.9	1100.1	607.7	5170.7	208.0	264.2	86.2	594.2	6.7	1145.1
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	197.5	154.9	13234.1	73.1	354.1	324.8	1858.0	49.3	289.9	34.3	179.6	2.6	355.4
Min	53.5	19.2	5629.3	7.2	79.2	125.3	566.5	17.5	u.d.l.	4.6	22.7	u.d.l.	42.0
Max	385.4	456.4	31497.8	223.1	1082.9	534.0	4834.3	83.6	517.0	79.9	576.8	3.5	932.5

CORILA

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

Tab. 3.7 - 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	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM ₁₀
V	1.00	0.16	0.42	0.38	0.41	0.32	0.38	0.28	0.11	0.22	0.07	0.10	0.42
Cr		1.00	0.88	0.79	0.80	0.78	0.86	0.75	0.82	0.14	-0.25	-0.34	0.53
Fe			1.00	0.69	0.68	0.92	0.85	0.75	0.67	0.37	0.10	0.02	0.75
Co				1.00	0.97	0.56	0.88	0.58	0.71	0.00	-0.52	-0.58	0.39
Ni					1.00	0.52	0.84	0.59	0.79	0.02	-0.52	-0.59	0.33
Cu						1.00	0.80	0.67	0.57	0.34	0.19	0.12	0.78
Zn							1.00	0.80	0.71	0.18	-0.21	-0.26	0.60
As								1.00	0.49	0.43	0.06	-0.03	0.44
Mo									1.00	-0.06	-0.44	-0.56	0.40
Cd										1.00	0.51	0.43	0.31
Sb											1.00	0.95	0.14
Pb												1.00	0.13
PM ₁₀													1.00

3.1.2 Campagne di misura a Malamocco

I dati meteorologici relativi ai diversi giorni di misura sono riportati nella Tabella 3.8. Nelle Figure 3.3 e 3.4 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 3.9, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 3.10 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 3.11 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con le concentrazioni ottenute scorpendo i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 3.12 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative. Le concentrazioni medie risultano leggermente più basse nei periodi festivi per tutti gli elementi ad esclusione del Cd che presenta invece il valore giornaliero massimo in un giorno festivo.

Il sito di misura risulta sottovento al cantiere nell'intervallo di direzioni fra 320° e 120° ed in tali direzioni si osservano concentrazioni maggiori di As che comunque non risulta essere un elemento tipicamente associato alle emissioni da cantiere.

Nella Tabella 3.13 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 BOCHE LAGUNARI

Tab. 3.8 - 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)
10/07/2013	0	0.0	3.64	23.5
11/07/2013	135 (*)	77.8	4.08	39.3
12/07/2013	135	0.2	4.50	19.1
13/07/2013	112.5 (*)	0.0	3.50	16.0
14/07/2013	0	0.0	3.18	19.6
15/07/2013	157.5	0.0	3.52	28.0
16/07/2013	135	0.0	3.45	20.8
17/07/2013	135	0.0	2.66	17.7
18/07/2013	45 (*)	0.0	3.01	18.9
19/07/2013	202.5	0.0	2.83	30.5
20/07/2013	135	0.0	2.33	35.9
21/07/2013	22.5	0.0	3.79	20.0
22/07/2013	67.5 (*)	0.0	2.96	25.8
23/07/2013	135	0.0	3.86	28.6
03/10/2013	67.5	0.0	5.15	17.6
04/10/2013	22.5	0.0	4.93	21.1
05/10/2013	22.5	3.0	6.5	19.7
06/10/2013	33.75	26.4	6.38	14.7
07/10/2013	45	11.6	6.21	29.8
08/10/2013	0	0.0	4.1	36.7
09/10/2013	0 (*)	0.0	2.14	45.4
10/10/2013	146.25	0.0	5.65	37.0
11/10/2013	225 (*)	0.0	5.36	15.2
16/10/2013	135 (*)	0.0	2.97	78.9
17/10/2013	0 (*)	0.0	3	32.3
18/10/2013	0 (*)	0.0	2.22	30.5
19/10/2013	45	0.0	1.77	43.0
20/10/2013	67.5 (*)	31.4	2.76	78.3
15/02/2014	22.5	0.0	3.21	34.1
16/02/2014	11.25 (*)	0.0	2.45	24.6
17/02/2014	N.A.	0.0	3.37	36.7
18/02/2014	22.5	0.0	4.04	51.1
19/02/2014	45 (*)	2.2	3.90	22.8
20/02/2014	45	9.0	6.34	13.7
21/02/2014	156.25	0.0	3.21	9.9
22/02/2014	0	5.5	6.90	31.6
23/02/2014	315 (*)	0.0	2.69	14.2
24/02/2014	0	0.0	2.56	44.2
25/02/2014	292.5 (*)	0.0	2.66	27.1
26/02/2014	33.75	0.0	2.72	33.3
27/02/2014	202.5 (*)	0.0	3.55	33.5
28/02/2014	90	0.3	2.85	30.8

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

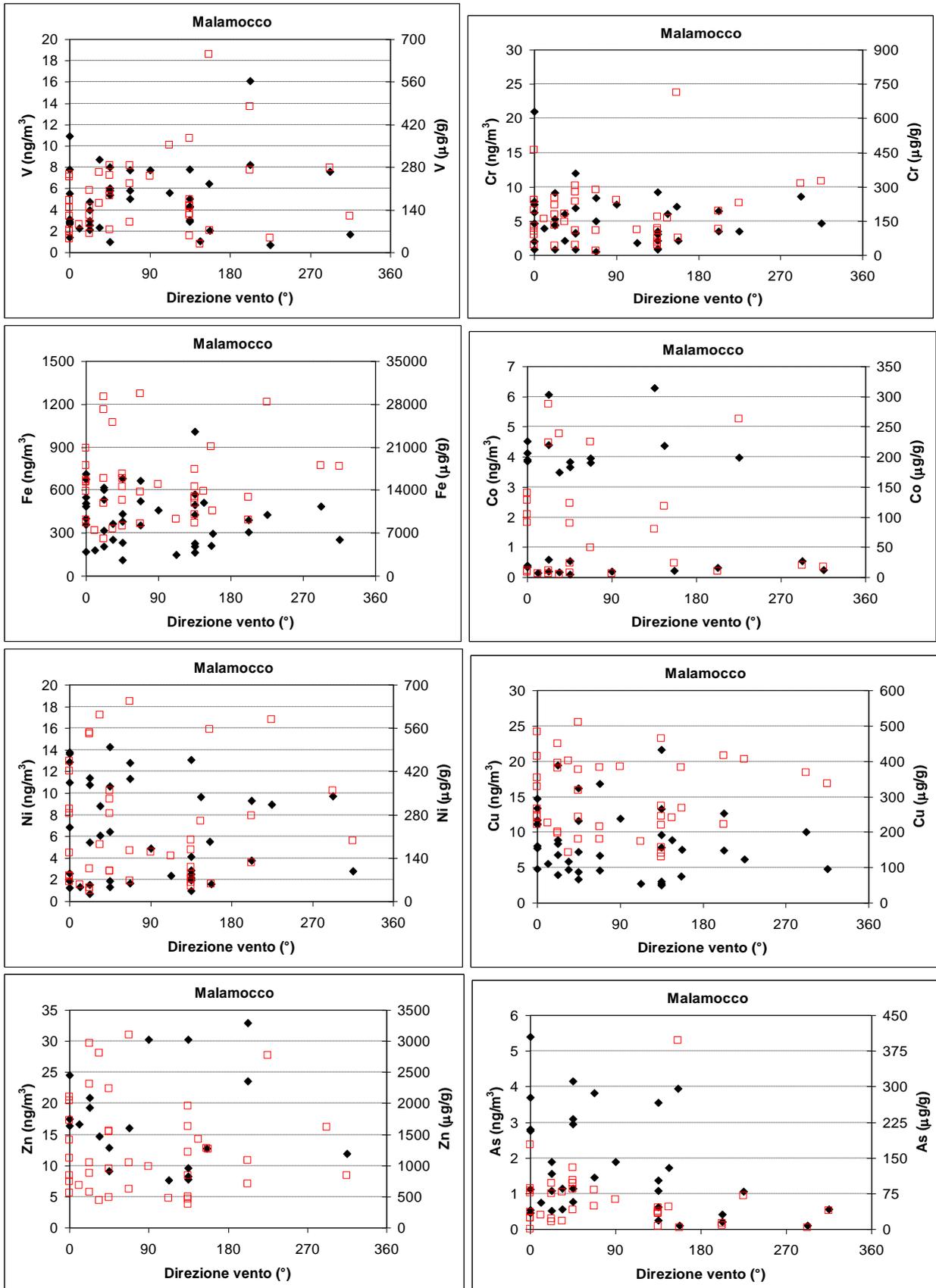


Fig. 3.3 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM_{10} e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Malamocco.

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

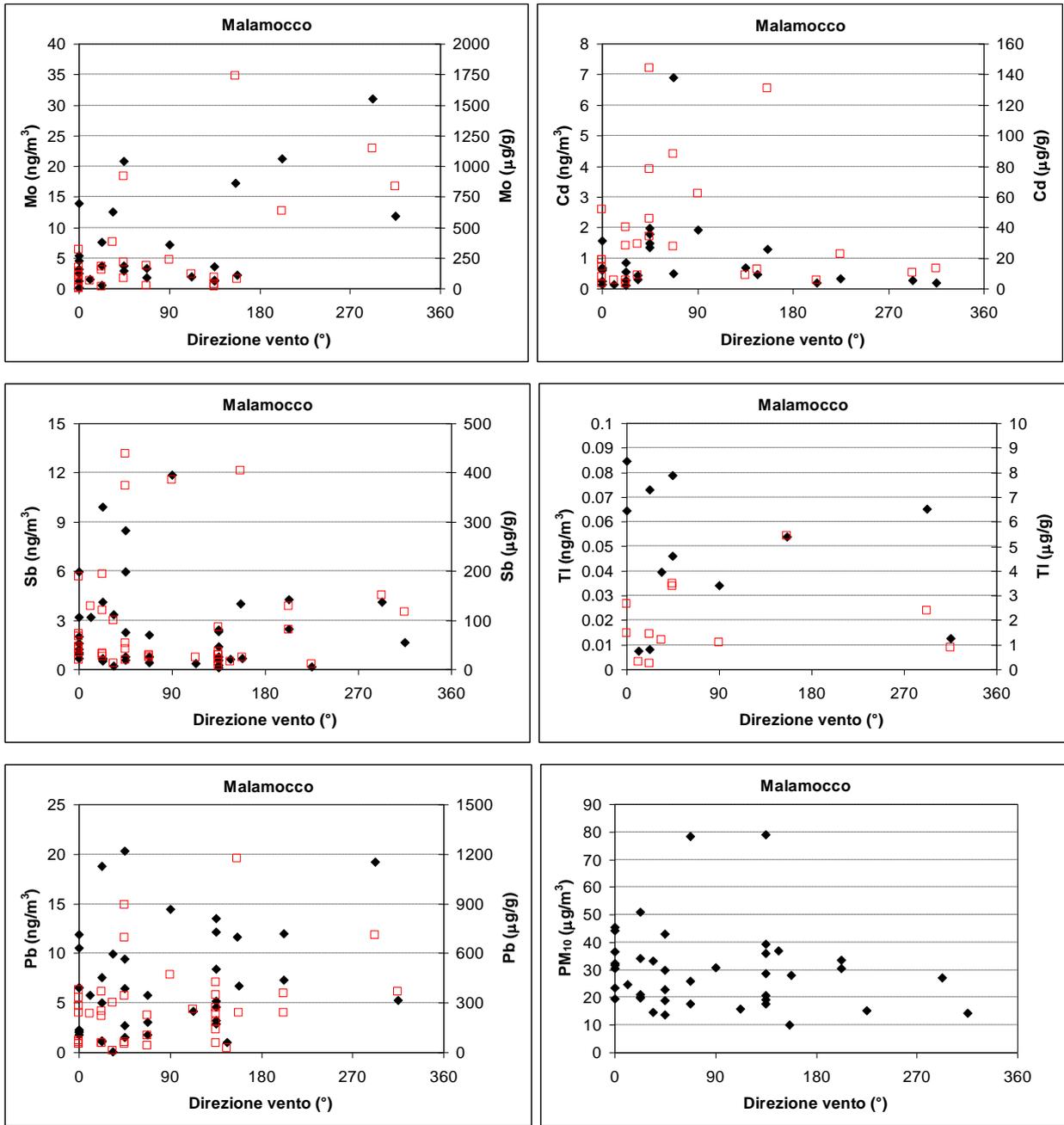


Fig. 3.4 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Malamocco.

CORILA

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

Tab. 3.9- 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)
10/07/2013	2.81	2.06	358.31	u.d.l.	1.88	7.71	17.44	0.53	2.54	u.d.l.	1.00	u.d.l.	6.55	23.5
11/07/2013	5.02	3.03	570.56	u.d.l.	2.89	9.60	47.68	1.36	3.62	u.d.l.	1.39	u.d.l.	13.55	39.3
12/07/2013	2.94	0.88	163.60	u.d.l.	0.95	3.00	9.54	0.63	u.d.l.	u.d.l.	0.57	u.d.l.	5.17	19.1
13/07/2013	5.62	1.75	146.81	u.d.l.	2.36	2.77	7.61	u.d.l.	1.88	u.d.l.	0.37	u.d.l.	4.14	16.0
14/07/2013	2.88	0.85	168.63	u.d.l.	1.24	4.82	16.37	0.47	1.21	u.d.l.	0.91	u.d.l.	6.52	19.6
15/07/2013	2.04	2.13	297.59	u.d.l.	1.60	7.52	35.30	0.10	2.17	u.d.l.	0.66	u.d.l.	6.76	28.0
16/07/2013	7.84	3.48	208.43	u.d.l.	4.14	2.69	7.78	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.27	u.d.l.	2.91	20.8
17/07/2013	3.06	0.95	228.67	u.d.l.	1.96	2.46	8.24	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.11	u.d.l.	3.21	17.7
18/07/2013	5.39	0.84	231.83	u.d.l.	1.86	3.38	9.09	0.78	u.d.l.	u.d.l.	0.76	u.d.l.	6.46	18.9
19/07/2013	8.25	3.46	390.69	u.d.l.	3.78	12.67	32.94	0.21	u.d.l.	u.d.l.	2.47	u.d.l.	7.35	30.5
20/07/2013	4.33	2.13	425.69	u.d.l.	2.17	7.88	30.24	0.24	1.31	u.d.l.	0.77	u.d.l.	8.40	35.9
21/07/2013	2.99	0.82	319.27	u.d.l.	0.69	3.93	20.91	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.53	u.d.l.	5.05	20.0
22/07/2013	5.83	0.52	351.96	u.d.l.	1.71	4.62	16.10	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.76	u.d.l.	5.74	25.8
23/07/2013	4.36	3.11	494.64	u.d.l.	2.53	13.26	46.64	1.08	u.d.l.	u.d.l.	2.44	u.d.l.	12.14	28.6
03/10/2013	5.01	5.02	521.14	3.96	11.34	6.72	54.50	1.44	3.31	0.49	0.43	u.d.l.	1.78	17.6
04/10/2013	2.55	5.29	616.32	6.06	11.42	8.33	48.54	1.56	3.79	0.85	0.68	u.d.l.	1.20	21.1
05/10/2013	4.00	4.35	534.25	4.41	10.77	8.88	58.57	1.89	u.d.l.	0.56	0.60	u.d.l.	1.08	19.7
06/10/2013	2.37	2.17	366.37	3.49	8.84	5.88	41.21	1.13	u.d.l.	0.43	0.19	u.d.l.	0.12	14.7
07/10/2013	6.02	3.24	434.85	3.67	10.66	7.22	46.08	3.08	u.d.l.	1.35	0.58	u.d.l.	1.53	29.8
08/10/2013	2.70	4.70	505.34	3.85	10.98	8.09	63.25	2.81	0.14	0.68	0.67	u.d.l.	1.78	36.7
09/10/2013	3.15	20.98	712.01	4.13	12.84	11.03	63.98	3.70	0.09	0.65	1.58	u.d.l.	2.26	45.4
10/10/2013	1.03	6.03	512.06	4.36	9.65	8.88	52.48	1.72	u.d.l.	0.46	0.60	u.d.l.	1.02	37.0
11/10/2013	0.72	3.46	430.43	3.99	8.92	6.14	42.04	1.05	u.d.l.	0.34	0.16	u.d.l.	u.d.l.	15.2
16/10/2013	4.24	9.23	1006.32	6.28	13.09	21.62	154.37	3.54	1.22	0.68	2.33	u.d.l.	4.59	78.9
17/10/2013	5.52	7.85	674.31	4.52	13.63	13.40	66.05	2.76	4.50	0.61	1.25	u.d.l.	2.03	32.3
18/10/2013	7.78	7.38	549.73	3.90	13.77	14.69	63.90	5.41	3.14	1.57	2.01	u.d.l.	2.13	30.5
19/10/2013	8.03	11.95	683.26	3.84	14.24	16.19	96.20	4.14	3.70	1.47	2.27	u.d.l.	2.72	43.0
20/10/2013	7.74	8.36	667.38	3.82	12.83	16.84	82.29	3.81	1.83	6.91	2.10	u.d.l.	3.03	78.3
15/02/2014	2.09	4.43	203.67	0.21	1.53	6.82	19.30	0.51	0.53	0.10	4.11	0.01	7.55	34.1
16/02/2014	2.26	3.87	181.01	0.15	1.32	5.55	16.68	0.74	1.55	0.14	3.17	0.01	5.78	24.6
17/02/2014	9.09	2.96	230.25	0.20	3.76	5.57	20.75	1.02	u.d.l.	0.11	3.73	0.04	10.60	36.7
18/02/2014	4.77	9.16	602.23	0.58	5.43	19.49	44.45	1.08	7.63	0.27	9.91	0.07	18.79	51.1

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)
19/02/2014	5.78	6.93	379.45	0.53	6.46	11.61	35.42	2.95	20.89	1.78	8.49	0.08	20.32	22.8
20/02/2014	1.02	3.20	111.32	0.10	1.35	4.35	12.92	1.15	2.95	1.97	5.98	0.05	9.45	13.7
21/02/2014	6.47	7.06	209.11	0.23	5.51	3.81	12.70	3.94	17.24	1.30	4.01	0.05	11.63	9.9
22/02/2014	1.39	6.23	486.03	0.34	2.60	11.15	35.45	1.11	5.36	0.24	5.95	0.08	11.94	31.6
23/02/2014	1.70	4.62	253.45	0.24	2.79	4.77	11.95	0.55	11.90	0.19	1.66	0.01	5.24	14.2
24/02/2014	10.91	4.64	400.53	0.38	6.89	11.76	24.51	u.d.l.	13.88	0.15	3.17	0.06	10.50	44.2
25/02/2014	7.56	8.56	487.20	0.55	9.73	9.98	43.74	0.10	31.06	0.28	4.10	0.07	19.23	27.1
26/02/2014	8.76	6.01	253.42	0.18	6.11	4.73	14.67	0.55	12.56	0.30	3.32	0.04	9.98	33.3
27/02/2014	16.08	6.48	306.04	0.32	9.29	7.46	23.64	0.41	21.28	0.18	4.28	u.d.l.	11.95	33.5
28/02/2014	7.73	7.46	460.79	0.20	4.87	11.87	30.27	1.90	7.22	1.91	11.88	0.03	14.49	30.8
Media	5.00	4.94	407.98	2.30	6.20	8.55	37.76	1.65	6.73	0.93	2.43	0.05	6.99	29.8
Min	0.72	0.52	111.32	u.d.l.	0.69	2.46	7.61	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.11	u.d.l.	u.d.l.	9.9
Max	16.08	20.98	1006.32	6.28	14.24	21.62	154.37	5.41	31.06	6.91	11.88	0.08	20.32	78.9

CORILA

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

Tab. 3.10- 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 ($\mu\text{g/g}$)
10/07/2013	119.6	87.8	15244.2	u.d.l.	80.0	327.9	742.2	22.7	108.2	u.d.l.	42.7	u.d.l.	278.5
11/07/2013	127.6	77.1	14510.2	u.d.l.	73.4	244.1	1212.6	34.7	92.1	u.d.l.	35.4	u.d.l.	344.7
12/07/2013	154.1	46.1	8570.5	u.d.l.	50.0	157.1	500.0	32.9	u.d.l.	u.d.l.	29.9	u.d.l.	270.9
13/07/2013	351.8	109.9	9195.0	u.d.l.	147.9	173.4	476.4	u.d.l.	117.8	u.d.l.	23.4	u.d.l.	259.5
14/07/2013	146.8	43.5	8600.5	u.d.l.	63.3	245.8	835.1	23.8	61.8	u.d.l.	46.3	u.d.l.	332.7
15/07/2013	72.8	76.1	10625.8	u.d.l.	57.3	268.4	1260.3	3.4	77.7	u.d.l.	23.4	u.d.l.	241.4
16/07/2013	376.0	167.2	10001.5	u.d.l.	198.8	129.3	373.2	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	13.2	u.d.l.	139.8
17/07/2013	173.1	53.8	12948.2	u.d.l.	110.9	139.6	466.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	6.4	u.d.l.	181.5
18/07/2013	285.2	44.5	12279.1	u.d.l.	98.3	179.0	481.4	41.1	u.d.l.	u.d.l.	40.3	u.d.l.	342.2
19/07/2013	270.5	113.5	12816.0	u.d.l.	124.1	415.6	1080.5	7.0	u.d.l.	u.d.l.	81.0	u.d.l.	241.1
20/07/2013	120.8	59.3	11872.7	u.d.l.	60.5	219.7	843.5	6.7	36.7	u.d.l.	21.3	u.d.l.	234.4
21/07/2013	149.6	40.9	15947.6	u.d.l.	34.3	196.5	1044.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	26.4	u.d.l.	252.3
22/07/2013	225.7	20.2	13632.1	u.d.l.	66.2	178.8	623.4	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	29.3	u.d.l.	222.4
23/07/2013	152.5	109.0	17316.1	u.d.l.	88.7	464.2	1632.9	37.9	u.d.l.	u.d.l.	85.3	u.d.l.	424.9
03/10/2013	285.0	285.8	29661.0	225.3	645.3	382.8	3101.9	82.2	188.4	27.7	24.7	u.d.l.	101.3
04/10/2013	121.2	250.9	29249.8	287.7	541.9	395.4	2303.7	74.1	179.7	40.1	32.3	u.d.l.	57.0
05/10/2013	202.5	220.4	27060.3	223.3	545.7	449.9	2966.6	95.8	u.d.l.	28.3	30.3	u.d.l.	54.9
06/10/2013	161.3	147.7	24975.0	237.7	602.6	400.9	2809.5	77.2	u.d.l.	29.2	12.8	u.d.l.	7.9
07/10/2013	201.9	108.6	14594.5	123.1	357.9	242.2	1546.5	103.5	u.d.l.	45.4	19.6	u.d.l.	51.3
08/10/2013	73.5	128.0	13771.2	104.9	299.1	220.6	1723.6	76.5	3.7	18.6	18.3	u.d.l.	48.5
09/10/2013	69.3	461.8	15674.9	91.0	282.8	242.8	1408.5	81.4	1.9	14.3	34.7	u.d.l.	49.9
10/10/2013	27.9	163.0	13831.1	117.9	260.6	239.9	1417.5	46.4	u.d.l.	12.4	16.2	u.d.l.	27.6
11/10/2013	47.5	228.1	28389.2	262.9	588.5	404.7	2772.6	69.5	u.d.l.	22.6	10.5	u.d.l.	u.d.l.
16/10/2013	53.7	116.9	12749.2	79.6	165.9	273.9	1955.8	44.8	15.4	8.7	29.5	u.d.l.	58.2
17/10/2013	170.5	242.7	20847.4	139.6	421.3	414.3	2042.0	85.2	139.2	18.7	38.6	u.d.l.	62.7
18/10/2013	255.5	242.1	18040.6	128.1	451.8	482.0	2097.0	177.5	103.1	51.6	66.0	u.d.l.	69.8
19/10/2013	186.8	277.8	15882.9	89.3	331.0	376.3	2236.3	96.3	85.9	34.3	52.7	u.d.l.	63.3
20/10/2013	98.8	106.8	8520.5	48.7	163.8	214.9	1050.6	48.7	23.4	88.2	26.8	u.d.l.	38.7
15/02/2014	61.5	130.1	5980.4	6.1	44.9	200.4	566.8	15.1	15.4	3.1	120.7	0.2	221.7
16/02/2014	92.1	157.5	7365.0	6.0	53.9	226.0	678.5	30.0	62.9	5.5	129.1	0.3	235.1
17/02/2014	247.5	80.7	6268.5	5.5	102.3	151.6	564.8	27.8	u.d.l.	3.1	101.5	1.2	288.7
18/02/2014	93.4	179.3	11786.6	11.4	106.2	381.4	870.0	21.1	149.3	5.4	194.0	1.4	367.7

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE 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)
19/02/2014	254.0	304.5	16665.3	23.4	283.8	509.7	1555.5	129.6	917.3	78.2	373.1	3.5	892.3
20/02/2014	74.8	234.5	8150.0	7.6	98.9	318.7	945.9	84.3	215.8	144.0	437.9	3.4	691.7
21/02/2014	651.5	711.0	21052.2	23.1	554.5	383.6	1278.6	397.1	1735.3	131.0	403.6	5.4	1171.3
22/02/2014	44.1	197.1	15386.5	10.7	82.3	352.8	1122.1	35.2	169.7	7.7	188.3	2.7	378.0
23/02/2014	119.8	325.3	17838.8	17.0	196.4	335.9	840.9	38.9	837.5	13.0	117.1	0.9	368.7
24/02/2014	247.0	105.1	9066.0	8.7	155.9	266.1	554.8	u.d.l.	314.3	3.4	71.7	1.5	237.7
25/02/2014	278.8	315.4	17957.6	20.1	358.5	368.0	1612.3	3.7	1145.0	10.3	151.3	2.4	708.7
26/02/2014	263.2	180.6	7616.8	5.4	183.7	142.1	440.9	16.6	377.6	9.0	99.8	1.2	300.0
27/02/2014	479.5	193.1	9124.7	9.6	277.0	222.3	704.7	12.2	634.5	5.4	127.6	u.d.l.	356.4
28/02/2014	250.8	242.1	14949.3	6.4	157.9	385.0	982.1	61.6	234.1	62.0	385.4	1.1	470.0
Media	186.7	175.9	14667.0	82.9	227.8	293.4	1279.1	62.3	287.3	32.9	90.9	1.9	271.8
Min	27.9	20.2	5980.4	u.d.l.	34.3	129.3	373.2	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	6.4	u.d.l.	u.d.l.
Max	651.5	711.0	29661.0	287.7	645.3	509.7	3101.9	397.1	1735.3	144.0	437.9	5.4	1171.3

CORILA

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

Tab. 3.11 - 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	5.00	4.94	407.98	2.30	6.20	8.55	37.76	1.65	6.73	0.93	2.43	0.05	6.99	29.8
Min	0.72	0.52	111.32	u.d.l.	0.69	2.46	7.61	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.11	u.d.l.	u.d.l.	9.9
Max	16.08	20.98	1006.32	6.28	14.24	21.62	154.37	5.41	31.06	6.91	11.88	0.08	20.32	78.9
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	5.27	5.19	421.63	2.37	6.46	8.81	38.79	1.70	7.17	0.76	2.60	0.05	7.46	30.0
Min	0.72	0.52	111.32	u.d.l.	0.95	2.46	7.61	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.11	u.d.l.	u.d.l.	9.9
Max	16.08	20.98	1006.32	6.28	14.24	21.62	154.37	5.41	31.06	1.97	11.88	0.08	20.32	78.9
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	3.32	3.45	326.02	1.92	4.62	6.97	31.57	1.34	4.12	1.91	1.43	0.01	4.29	28.6
Min	1.70	0.82	168.63	u.d.l.	0.69	3.93	11.95	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.19	u.d.l.	0.12	14.2
Max	7.74	8.36	667.38	3.82	12.83	16.84	82.29	3.81	11.90	6.91	3.17	0.01	6.52	78.3

CORILA

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

Tab. 3.12 - 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 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	186.7	175.9	14667.0	82.9	227.8	293.4	1279.1	62.3	287.3	32.9	90.9	1.9	271.8
Min	27.9	20.2	5980.4	u.d.l.	34.3	129.3	373.2	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	6.4	u.d.l.	7.9
Max	651.5	711.0	29661.0	287.7	645.3	509.7	3101.9	397.1	1735.3	144.0	437.9	5.4	1171.3
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	196.4	182.3	14799.1	83.8	234.8	297.3	1290.7	65.3	294.1	32.7	96.1	2.2	283.1
Min	27.9	20.2	5980.4	u.d.l.	44.9	129.3	373.2	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	6.4	u.d.l.	u.d.l.
Max	651.5	711.0	29661.0	287.7	645.3	509.7	3101.9	397.1	1735.3	144.0	437.9	5.4	1171.3
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	128.1	137.0	13874.6	77.4	185.7	270.0	1209.8	43.7	246.4	34.0	59.7	0.6	205.9
Min	92.1	40.9	7365.0	u.d.l.	34.3	196.5	678.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	12.8	u.d.l.	7.9
Max	161.3	325.3	24975.0	237.7	602.6	400.9	2809.5	77.2	837.5	88.2	129.1	0.9	368.7

CORILA

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

Tab. 3.13 - 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	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
V	1.00	0.18	0.04	-0.26	0.25	0.20	0.01	0.16	0.56	0.13	0.24	0.29	0.27
Cr		1.00	0.63	0.21	0.66	0.60	0.56	0.58	0.10	0.15	0.33	0.07	0.51
Fe			1.00	0.76	0.75	0.84	0.92	0.56	-0.17	0.21	0.03	-0.13	0.69
Co				1.00	0.83	0.36	0.78	0.50	-0.52	0.17	-0.66	-0.76	0.27
Ni					1.00	0.56	0.76	0.70	0.06	0.26	-0.09	-0.34	0.43
Cu						1.00	0.80	0.49	-0.07	0.33	0.38	0.18	0.78
Zn							1.00	0.62	-0.25	0.27	-0.04	-0.23	0.71
As								1.00	-0.16	0.49	0.01	-0.31	0.37
Mo									1.00	-0.18	0.38	0.69	-0.21
Cd										1.00	0.08	-0.10	0.42
Sb											1.00	0.76	0.18
Pb												1.00	0.04
PM10													1.00

3.1.3 *Campagne di misura a Chioggia*

I dati meteorologici relativi ai giorni di campionamento nel sito di Chioggia sono riportati nella Tabella 3.14. Nelle Figure 3.5 e 3.6 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 3.15 mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 3.16 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 3.17 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con le concentrazioni ottenute scorpendo i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 3.18 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 ad esclusione di V e Ni che presentano il massimo giornaliero di concentrazione in un giorno festivo.

Non si osservano picchi di concentrazione significativi nel settore sottovento al cantiere (350° - 70°).

Nella Tabella 3.19 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. 3.14 - 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.

Data	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM ₁₀ (µg/m ³)
27/09/2013	90 (*)	0.0	2.23	29.4
28/09/2013	22.5 (*)	0.0	3.13	31.6
29/09/2013	22.5 (*)	38.0	5.51	14.4
30/09/2013	22.5	0.1	9.66	7.6
01/10/2013	22.5	0.0	4.18	15.2
02/10/2013	67.5	0.0	5.20	15.7
03/10/2013	67.5	0.0	5.15	26.6
04/10/2013	22.5	0.0	4.93	16.6
05/10/2013	22.5	3.0	6.50	16.8
06/10/2013	33.75	26.4	6.38	12.7
07/10/2013	45	11.6	6.21	29.1
08/10/2013	0	0.0	4.10	32.8
09/10/2013	0 (*)	0.0	2.14	46.2
04/03/2014	45	0.0	8.58	24.1
05/03/2014	22.5	0.0	3.43	34.6
06/03/2014	345 (*)	0.0	2.25	26.5
07/03/2014	0	0.0	2.49	32.0
08/03/2014	45 (*)	0.0	4.06	35.8
09/03/2014	0	0.0	3.34	32.9
10/03/2014	67.5	0.0	7.34	43.1
11/03/2014	0 (*)	0.0	4.70	38.5
12/03/2014	225 (*)	0.0	2.46	61.7
13/03/2014	0	0.0	2.35	64.7
14/03/2014	135	0.0	2.74	82.3
15/03/2014	45 (*)	0.0	3.15	91.0
16/03/2014	135 (*)	0.0	3.28	60.3
17/03/2014	45	0.0	1.64	47.7

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

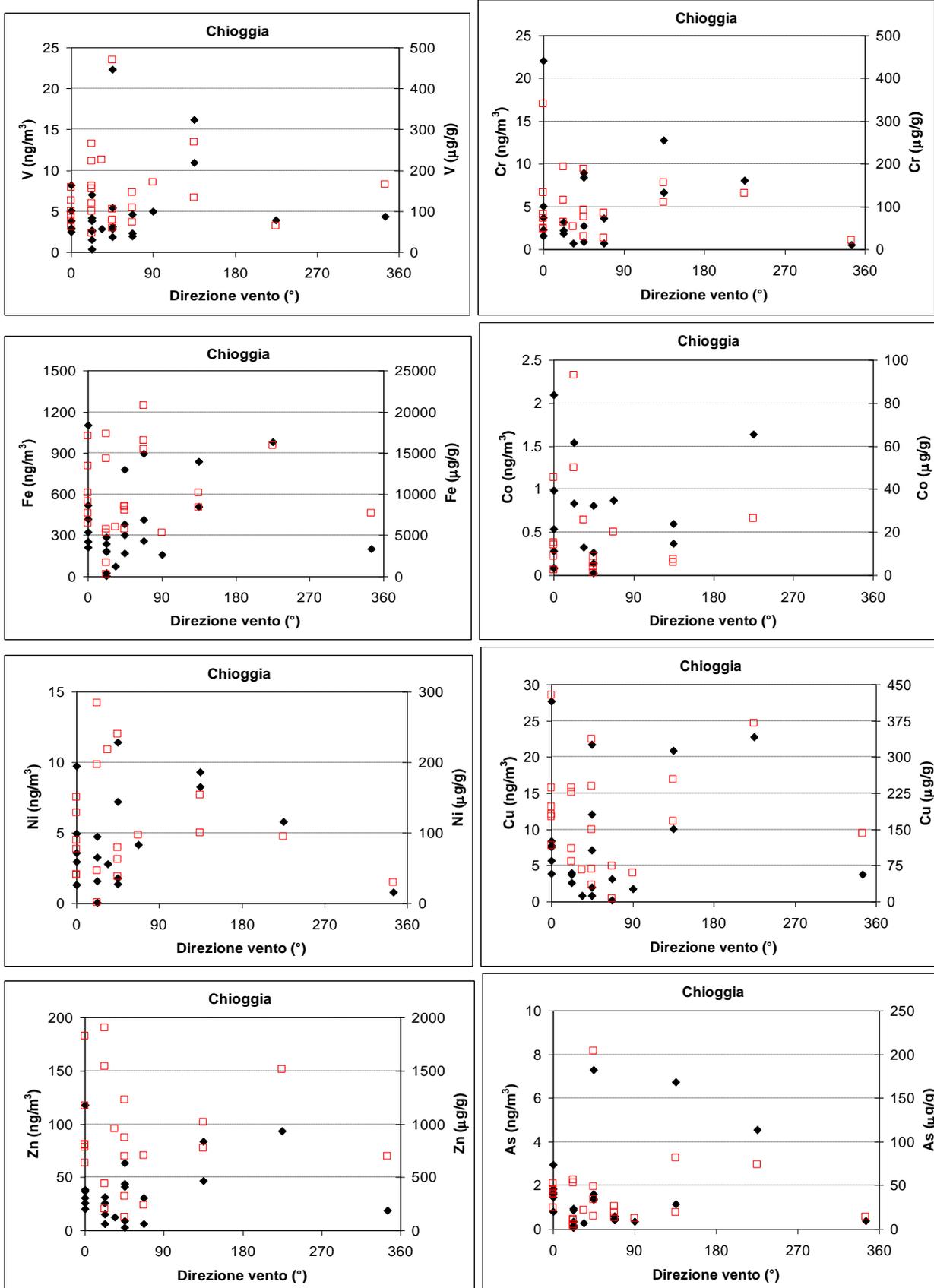


Fig. 3.5 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM_{10} e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Chioggia.

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

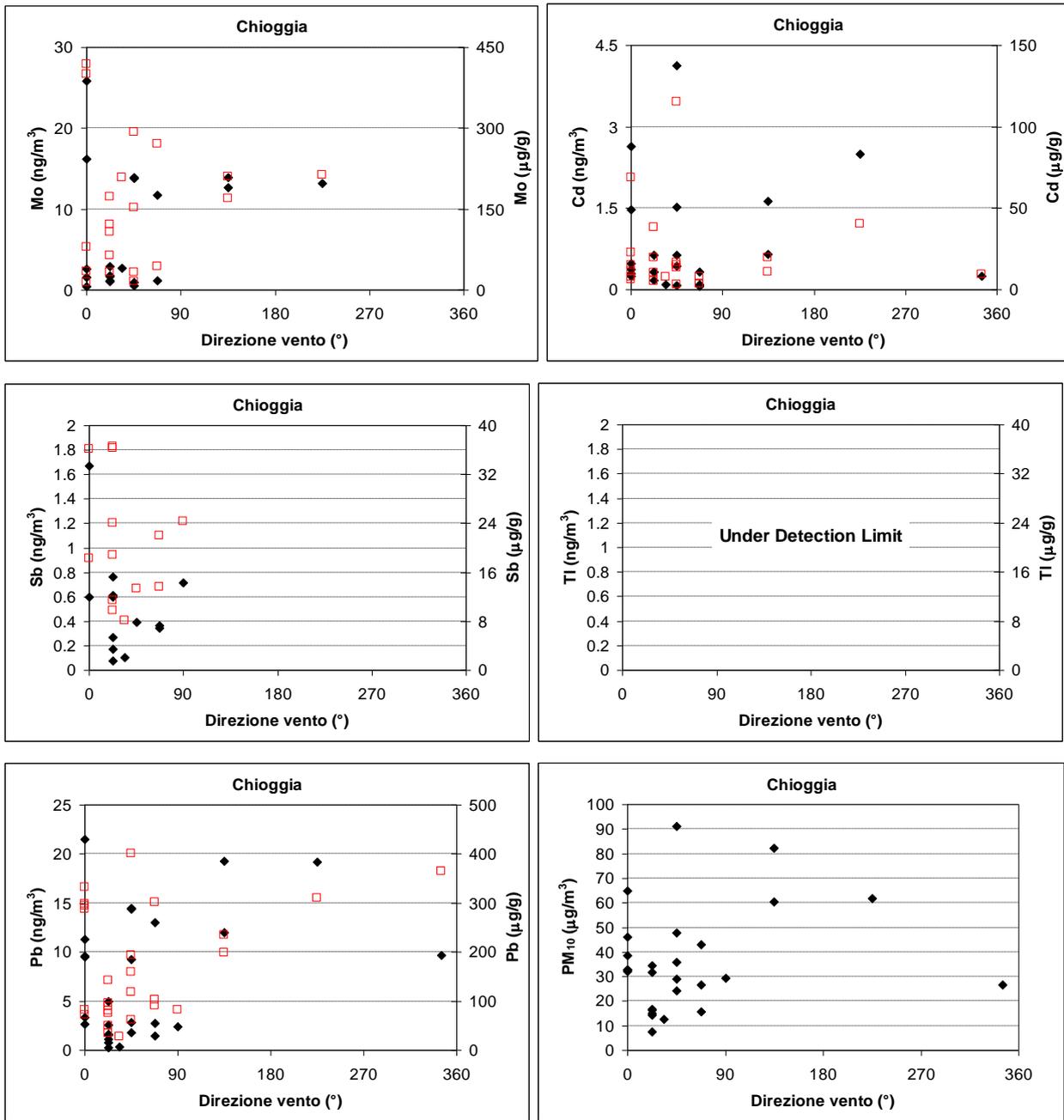


Fig. 3.6 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Chioggia.

CORILA

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

Tab. 3.15 - 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)
27/09/2013	5.01	u.d.l.	156.57	u.d.l.	u.d.l.	1.73	u.d.l.	0.35	u.d.l.	u.d.l.	0.72	u.d.l.	2.41	29.4
28/09/2013	7.01	u.d.l.	181.56	u.d.l.	0.04	2.62	6.31	0.36	u.d.l.	0.32	0.76	u.d.l.	2.54	31.6
29/09/2013	3.82	u.d.l.	24.16	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.08	1.75	u.d.l.	0.27	u.d.l.	1.08	14.4
30/09/2013	0.34	u.d.l.	0.07	u.d.l.	0.26	7.6								
01/10/2013	1.52	u.d.l.	4.32	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.16	1.63	u.d.l.	0.17	u.d.l.	0.76	15.2
02/10/2013	2.29	u.d.l.	259.13	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.41	u.d.l.	0.06	0.35	u.d.l.	1.43	15.7
03/10/2013	1.96	0.69	411.99	u.d.l.	u.d.l.	0.18	6.31	0.50	1.17	0.09	0.36	u.d.l.	2.71	26.6
04/10/2013	2.69	1.90	287.04	1.54	3.26	3.75	31.45	0.87	1.05	0.63	0.60	u.d.l.	1.60	16.6
05/10/2013	2.59	3.23	240.10	0.84	4.76	3.94	25.84	0.94	2.90	0.33	0.61	u.d.l.	1.51	16.8
06/10/2013	2.89	0.68	76.74	0.33	2.77	0.84	12.21	0.28	2.66	0.10	0.10	u.d.l.	0.36	12.7
07/10/2013	3.07	0.87	167.01	0.03	1.80	1.97	9.29	1.41	0.97	0.43	0.39	u.d.l.	1.80	29.1
08/10/2013	2.52	1.62	210.46	0.28	2.94	3.83	25.62	1.45	2.63	0.25	0.60	u.d.l.	2.67	32.8
09/10/2013	2.84	3.75	418.95	2.09	3.55	8.36	37.23	1.84	1.60	0.30	1.67	u.d.l.	3.32	46.2
04/03/2014	1.89	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.83	2.94	u.d.l.	u.d.l.	0.07	u.d.l.	u.d.l.	2.83	24.1
05/03/2014	4.14	2.19	184.21	u.d.l.	1.60	3.82	15.08	0.09	1.13	0.18	u.d.l.	u.d.l.	4.94	34.6
06/03/2014	4.39	0.55	203.46	u.d.l.	0.77	3.76	18.51	0.37	u.d.l.	0.25	u.d.l.	u.d.l.	9.64	26.5
07/03/2014	5.09	2.35	324.85	0.08	1.32	5.66	20.21	1.66	u.d.l.	0.37	u.d.l.	u.d.l.	9.55	32.0
08/03/2014	2.81	2.73	302.79	0.14	1.37	12.09	43.91	7.30	0.55	4.13	u.d.l.	u.d.l.	14.34	35.8
09/03/2014	2.90	1.56	251.86	0.09	1.33	7.78	38.47	0.79	0.44	0.49	u.d.l.	u.d.l.	9.46	32.9
10/03/2014	4.66	3.64	896.72	0.87	4.17	3.19	30.45	0.58	11.70	0.33	u.d.l.	u.d.l.	12.97	43.1
11/03/2014	3.85	5.09	516.80	0.54	4.93	7.60	30.79	1.59	16.15	2.64	u.d.l.	u.d.l.	11.33	38.5
12/03/2014	3.95	8.08	982.04	1.64	5.81	22.78	93.38	4.56	13.18	2.50	u.d.l.	u.d.l.	19.16	61.7
13/03/2014	8.17	22.04	1104.03	0.99	9.72	27.69	118.07	2.94	25.88	1.47	u.d.l.	0.01	21.49	64.7
14/03/2014	10.92	12.81	839.25	0.60	8.27	20.82	83.75	6.73	13.96	1.63	u.d.l.	u.d.l.	19.27	82.3
15/03/2014	5.41	8.46	777.32	0.81	7.23	21.70	63.20	1.37	13.83	1.53	u.d.l.	u.d.l.	14.46	91.0
16/03/2014	16.20	6.61	506.26	0.37	9.29	10.04	46.50	1.16	12.68	0.65	u.d.l.	u.d.l.	12.02	60.3
17/03/2014	22.37	8.92	382.42	0.26	11.43	7.16	41.38	1.60	13.96	0.64	u.d.l.	u.d.l.	9.23	47.7
Media	5.01	4.89	388.40	0.68	4.32	7.92	36.40	1.58	6.99	0.84	0.51	u.d.l.	7.15	35.9
Min	0.34	u.d.l.	0.26	7.6										
Max	22.37	22.04	1104.03	2.09	11.43	27.69	118.07	7.30	25.88	4.13	1.67	u.d.l.	21.49	91.0

CORILA

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

Tab. 3.16 - 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 ($\mu\text{g/g}$)
27/09/2013	170.8	u.d.l.	5333.0	u.d.l.	u.d.l.	59.1	u.d.l.	12.1	u.d.l.	u.d.l.	24.4	u.d.l.	82.2
28/09/2013	221.8	u.d.l.	5745.9	u.d.l.	1.2	82.8	199.7	11.4	u.d.l.	10.1	24.1	u.d.l.	80.3
29/09/2013	265.7	u.d.l.	1680.1	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	5.2	121.7	u.d.l.	18.9	u.d.l.	74.8
30/09/2013	45.6	u.d.l.	9.8	u.d.l.	34.8								
01/10/2013	100.0	u.d.l.	284.9	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	10.8	107.2	u.d.l.	11.4	u.d.l.	49.9
02/10/2013	146.0	u.d.l.	16521.1	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	26.2	u.d.l.	3.8	22.0	u.d.l.	91.2
03/10/2013	73.8	26.1	15479.2	u.d.l.	u.d.l.	6.7	237.2	18.9	43.9	3.5	13.6	u.d.l.	102.0
04/10/2013	162.6	114.7	17342.7	93.1	196.9	226.7	1900.3	52.8	63.6	38.2	36.3	u.d.l.	96.4
05/10/2013	154.5	192.8	14330.2	49.8	284.0	235.3	1542.0	56.1	173.1	19.8	36.6	u.d.l.	89.9
06/10/2013	226.7	53.3	6022.3	25.9	217.7	66.3	957.9	22.0	208.7	7.8	8.1	u.d.l.	28.1
07/10/2013	105.5	29.9	5735.2	1.0	61.9	67.6	319.1	48.5	33.3	14.8	13.4	u.d.l.	61.8
08/10/2013	76.8	49.3	6414.1	8.6	89.6	116.7	780.9	44.1	80.0	7.7	18.2	u.d.l.	81.5
09/10/2013	61.4	81.0	9060.3	45.2	76.8	180.8	805.1	39.7	34.6	6.4	36.1	u.d.l.	71.7
04/03/2014	78.4	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	34.3	122.3	u.d.l.	u.d.l.	2.9	u.d.l.	u.d.l.	117.5
05/03/2014	119.7	63.2	5323.7	u.d.l.	46.1	110.3	435.7	2.6	32.8	5.1	u.d.l.	u.d.l.	142.6
06/03/2014	165.9	20.8	7686.0	u.d.l.	29.2	142.1	699.1	13.9	u.d.l.	9.5	u.d.l.	u.d.l.	364.0
07/03/2014	158.9	73.3	10143.0	2.6	41.4	176.8	631.0	51.9	u.d.l.	11.6	u.d.l.	u.d.l.	298.3
08/03/2014	78.3	76.3	8449.6	3.9	38.1	337.4	1225.4	203.8	15.3	115.3	u.d.l.	u.d.l.	400.3
09/03/2014	88.2	47.5	7663.8	2.6	40.4	236.6	1170.6	24.0	13.4	14.8	u.d.l.	u.d.l.	288.0
10/03/2014	108.0	84.5	20801.9	20.2	96.7	73.9	706.3	13.4	271.4	7.6	u.d.l.	u.d.l.	300.9
11/03/2014	100.0	132.3	13417.8	13.9	127.9	197.2	799.4	41.2	419.3	68.7	u.d.l.	u.d.l.	294.2
12/03/2014	64.1	130.9	15922.5	26.5	94.3	369.3	1514.0	73.9	213.7	40.6	u.d.l.	u.d.l.	310.6
13/03/2014	126.3	340.6	17063.5	15.2	150.2	427.9	1824.9	45.5	400.0	22.8	u.d.l.	0.1	332.1
14/03/2014	132.7	155.6	10198.1	7.2	100.5	253.0	1017.6	81.8	169.6	19.8	u.d.l.	u.d.l.	234.2
15/03/2014	59.5	93.0	8539.6	8.9	79.5	238.4	694.3	15.0	151.9	16.8	u.d.l.	u.d.l.	158.9
16/03/2014	268.4	109.6	8389.0	6.1	154.0	166.3	770.5	19.1	210.1	10.8	u.d.l.	u.d.l.	199.2
17/03/2014	469.3	187.2	8024.5	5.5	239.9	150.2	868.2	33.5	292.9	13.4	u.d.l.	u.d.l.	193.8
Media	141.8	103.1	9822.9	19.8	108.3	172.0	873.7	38.7	152.8	20.5	21.0	u.d.l.	169.6
Min	45.6	u.d.l.	28.1										
Max	469.3	340.6	20801.9	93.1	284.0	427.9	1900.3	203.8	419.3	115.3	36.6	u.d.l.	400.3

CORILA

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

Tab. 3.17 - 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	5.01	4.89	388.40	0.68	4.32	7.92	36.40	1.58	6.99	0.84	0.51	u.d.l.	7.15	35.9
Min	0.34	u.d.l.	0.26	7.6										
Max	22.37	22.04	1104.03	2.09	11.43	27.69	118.07	7.30	25.88	4.13	1.67	u.d.l.	21.49	91.0
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	4.76	5.23	421.48	0.76	4.29	8.17	37.04	1.77	7.64	0.91	0.57	u.d.l.	7.40	36.9
Min	0.34	u.d.l.	0.26	7.6										
Max	22.37	22.04	1104.03	2.09	11.43	27.69	118.07	7.30	25.88	4.13	1.67	u.d.l.	21.49	91.0
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	6.45	2.95	214.76	0.26	4.46	6.22	32.39	0.57	4.38	0.41	0.19	u.d.l.	5.73	30.1
Min	2.89	u.d.l.	24.16	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.08	0.44	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.36	12.7
Max	16.20	6.61	506.26	0.37	9.29	10.04	46.50	1.16	12.68	0.65	0.27	u.d.l.	12.02	60.3

CORILA

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

Tab. 3.18 - 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	141.8	103.1	9822.9	19.8	108.3	172.0	873.7	38.7	152.8	20.5	21.0	u.d.l.	169.6
Min	45.6	u.d.l.	28.1										
Max	469.3	340.6	20801.9	93.1	284.0	427.9	1900.3	203.8	419.3	115.3	36.6	u.d.l.	400.3
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	129.6	108.9	10562.7	21.6	103.2	174.3	859.1	42.7	156.4	21.9	22.3	u.d.l.	173.4
Min	45.6	u.d.l.	34.8										
Max	469.3	340.6	20801.9	93.1	284.0	427.9	1900.3	203.8	419.3	115.3	36.6	u.d.l.	400.3
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	212.2	70.1	5938.8	11.5	137.4	156.4	966.3	17.6	138.5	11.1	13.5	u.d.l.	147.5
Min	88.2	u.d.l.	1680.1	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	5.2	13.4	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	28.1
Max	268.4	109.6	8389.0	25.9	217.7	236.6	1170.6	24.0	210.1	14.8	18.9	u.d.l.	288.0

CORILA

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

Tab. 3.19 - 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	As	Mo	Cd	Pb	PM ₁₀
V	1.00	0.49	0.28	-0.21	0.75	0.27	0.32	0.16	0.55	0.04	0.42	0.51
Cr		1.00	0.80	0.21	0.80	0.86	0.90	0.43	0.88	0.34	0.76	0.73
Fe			1.00	0.42	0.64	0.82	0.85	0.50	0.83	0.42	0.86	0.81
Co				1.00	0.15	0.30	0.37	0.02	0.11	0.01	0.06	0.18
Ni					1.00	0.61	0.68	0.25	0.83	0.18	0.54	0.67
Cu						1.00	0.96	0.64	0.72	0.60	0.87	0.85
Zn							1.00	0.61	0.77	0.54	0.86	0.77
As								1.00	0.29	0.80	0.68	0.53
Mo									1.00	0.32	0.80	0.72
Cd										1.00	0.66	0.43
Pb											1.00	0.83
PM ₁₀												1.00

3.1.4 *Commenti e considerazioni conclusive*

Nella Tabella 3.20 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 3.21 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.

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 3.7 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.

Nelle Figure 3.8-3.13 si riporta un confronto fra le concentrazioni medie assolute e relative rilevate nei diversi siti 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. Si osserva un aumento di Co a Punta Sabbioni ed a Malamocco. Tuttavia, tale aumento rientra nella variabilità evidenziata dalle deviazioni standard (barre di errore).

CORILA

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

Tab. 3.20 – 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	4.3 (u.d.l. - 11.4)	6.2 (0.7 - 14.2)	6.2 (0.5 - 13.3)	1 (B)/9-60 (U)	20	10	14
Arsenico	1.6 (u.d.l. - 7.3)	1.7 (u.d.l. - 5.4)	1.5 (u.d.l. - 3.5)	1-3 (B)/20-30 (U)	6	2.4	3.6
Cadmio	0.8 (u.d.l. - 4.1)	0.9 (u.d.l. - 6.9)	0.6 (0.1 - 1.6)	0.1 (B)/1-10 (U)	5	2	3
Piombo	7.2 (0.3 - 21.5)	7.0 (u.d.l. - 20.3)	7.3 (0.3 - 34.4)	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 BOCHE LAGUNARI

Tab. 3.21 - Confronto fra le concentrazioni medie dei metalli nei tre siti di misura e quelle rilevate in alcuni siti della rete di monitoraggio di Venezia e resi disponibili da 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	4.3 (u.d.l. - 11.4)	6.2 (0.7 - 14.2)	6.2 (0.5 - 13.3)	5.5 (2005)	5.4 (2006) 6.9 (2007) 7.2 (2008) 3.9 (2009) 3.8 (2010) 3.2 (2011) 3.2 (2012) 4.6 (2013)	7.1 (2006) 8.7 (2007) 8.3 (2008)
Arsenico	1.6 (u.d.l. - 7.3)	1.7 (u.d.l. - 5.4)	1.5 (u.d.l. - 3.5)	2.9 (2005)	4.5 (2006) 3.4 (2007) 3.0 (2008) 2.3 (2009) 1.8 (2010) 2.2 (2011) 2.1 (2012) 2.9 (2013)	4.3 (2006) 3.5 (2007) 2.7 (2008)
Cadmio	0.8 (u.d.l. - 4.1)	0.9 (u.d.l. - 6.9)	0.6 (0.1 - 1.6)	3.7 (2005)	4.1 (2006) 3.5 (2007) 2.8 (2008) 1.9 (2009) 1.6 (2010) 1.7 (2011) 1.4 (2012) 1.3 (2013)	4.2 (2006) 3.2 (2007) 2.4 (2008)

CORILA

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

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)
Piombo	7.2 (0.3 - 21.5)	7.0 (u.d.l. - 20.3)	7.3 (0.3 - 34.4)	20.1 (2005)	25.4 (2006) 19.0 (2007) 20.0 (2008) 13.8 (2009) 13.8 (2010) 13.4 (2011) 9.0 (2012) 9.0 (2013)	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

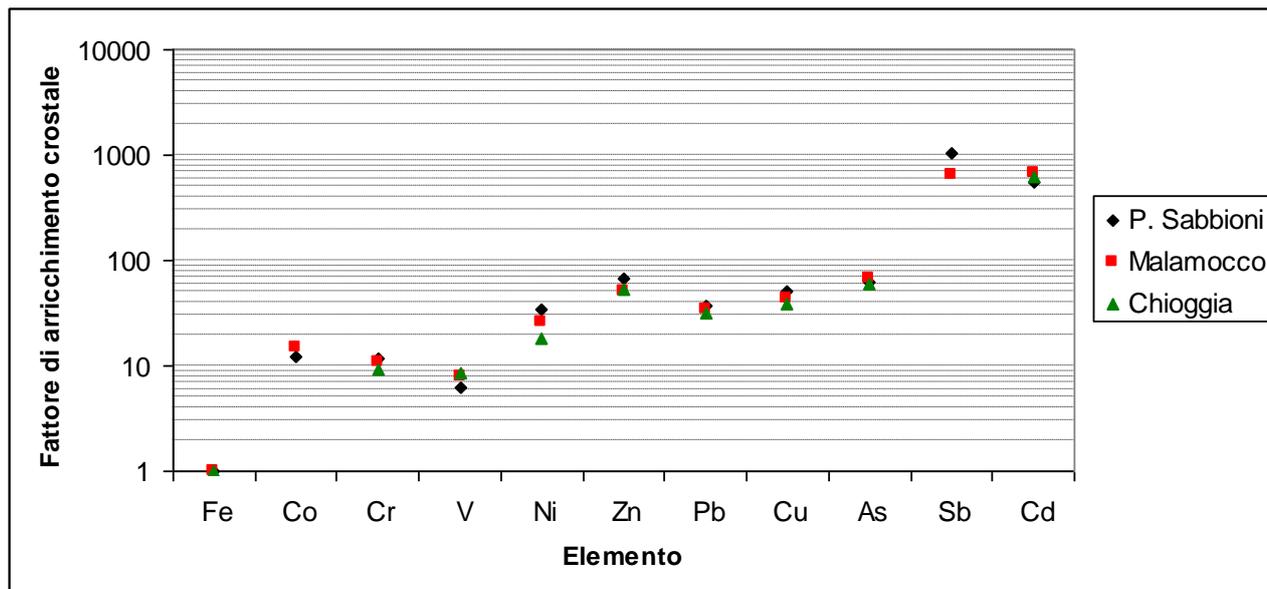


Fig. 3.7 - Valori del fattore di arricchimento crostale osservati nei tre siti di misura.

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

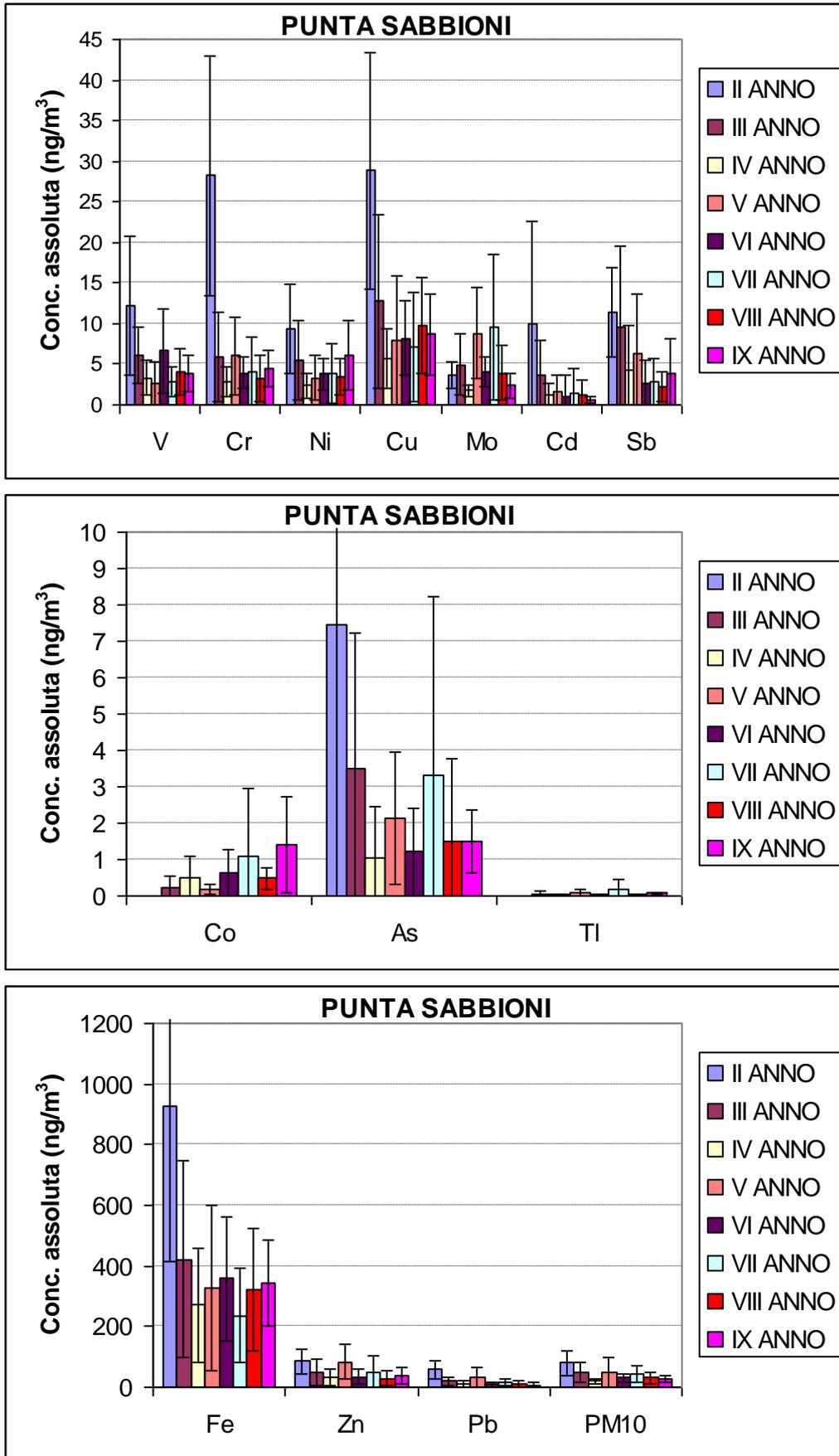


Fig. 3.8 - Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

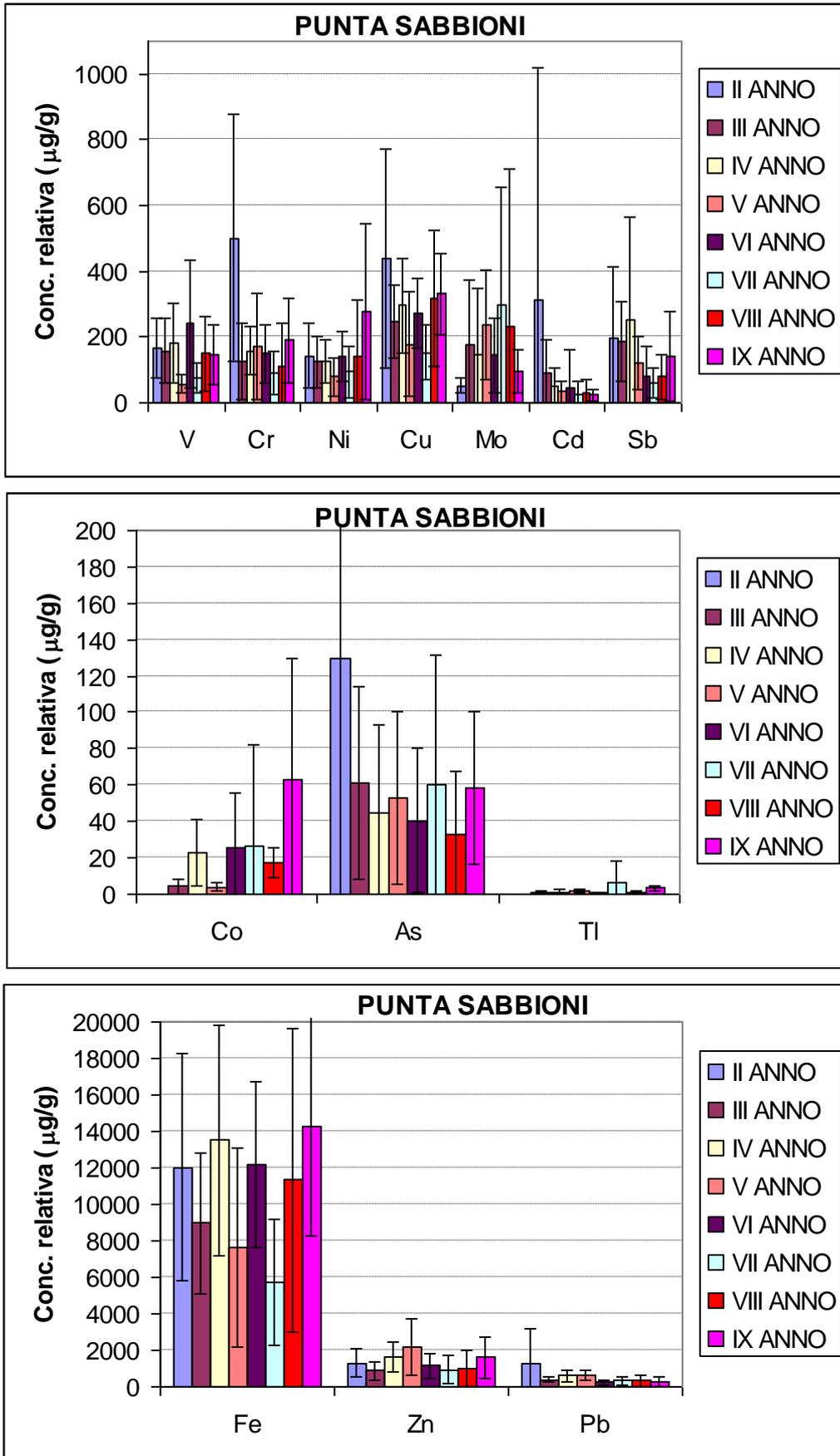


Fig. 3.9 – Andamenti delle concentrazioni medie relative osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

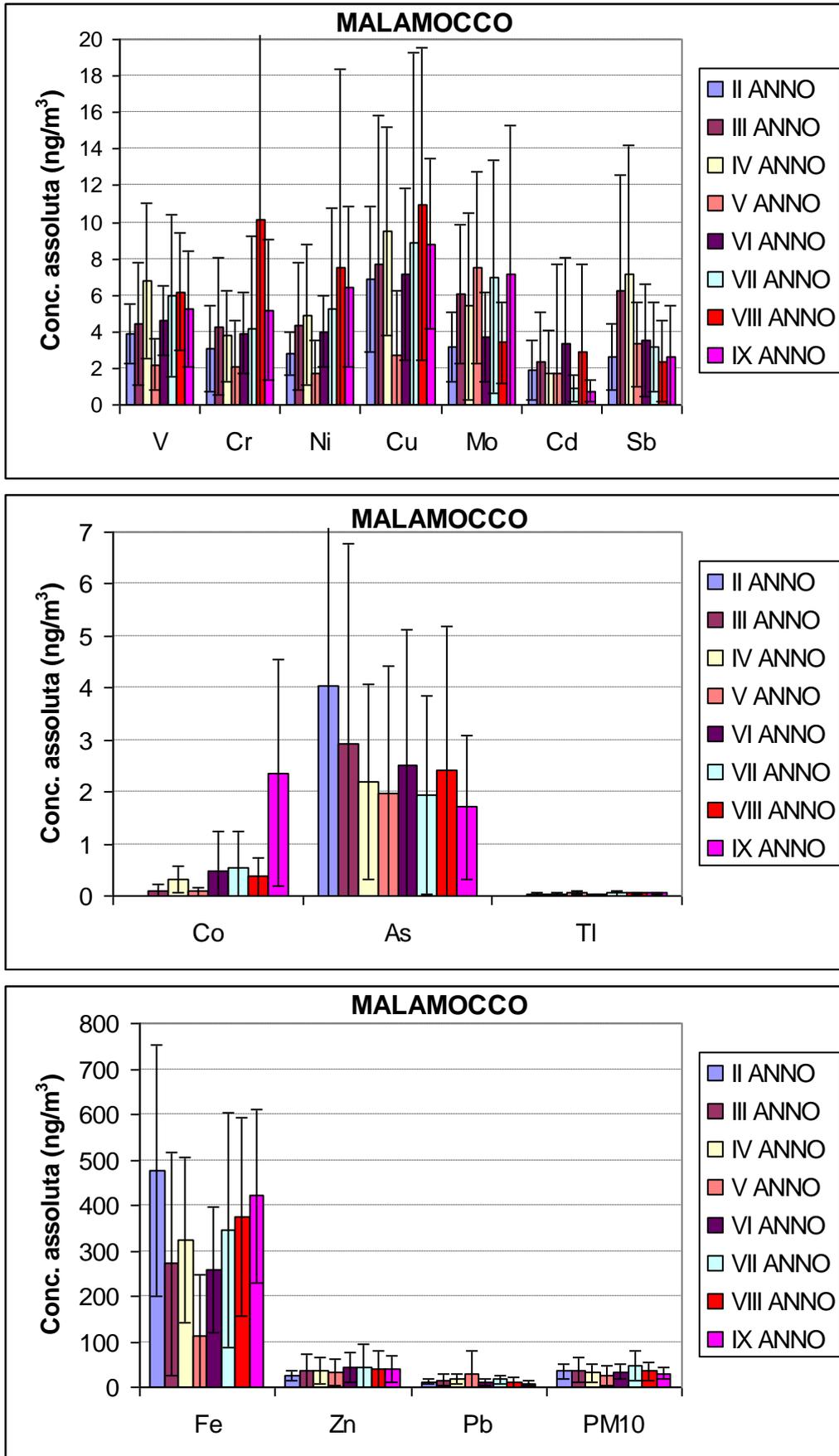


Fig. 3.10 - Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Malamocco nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

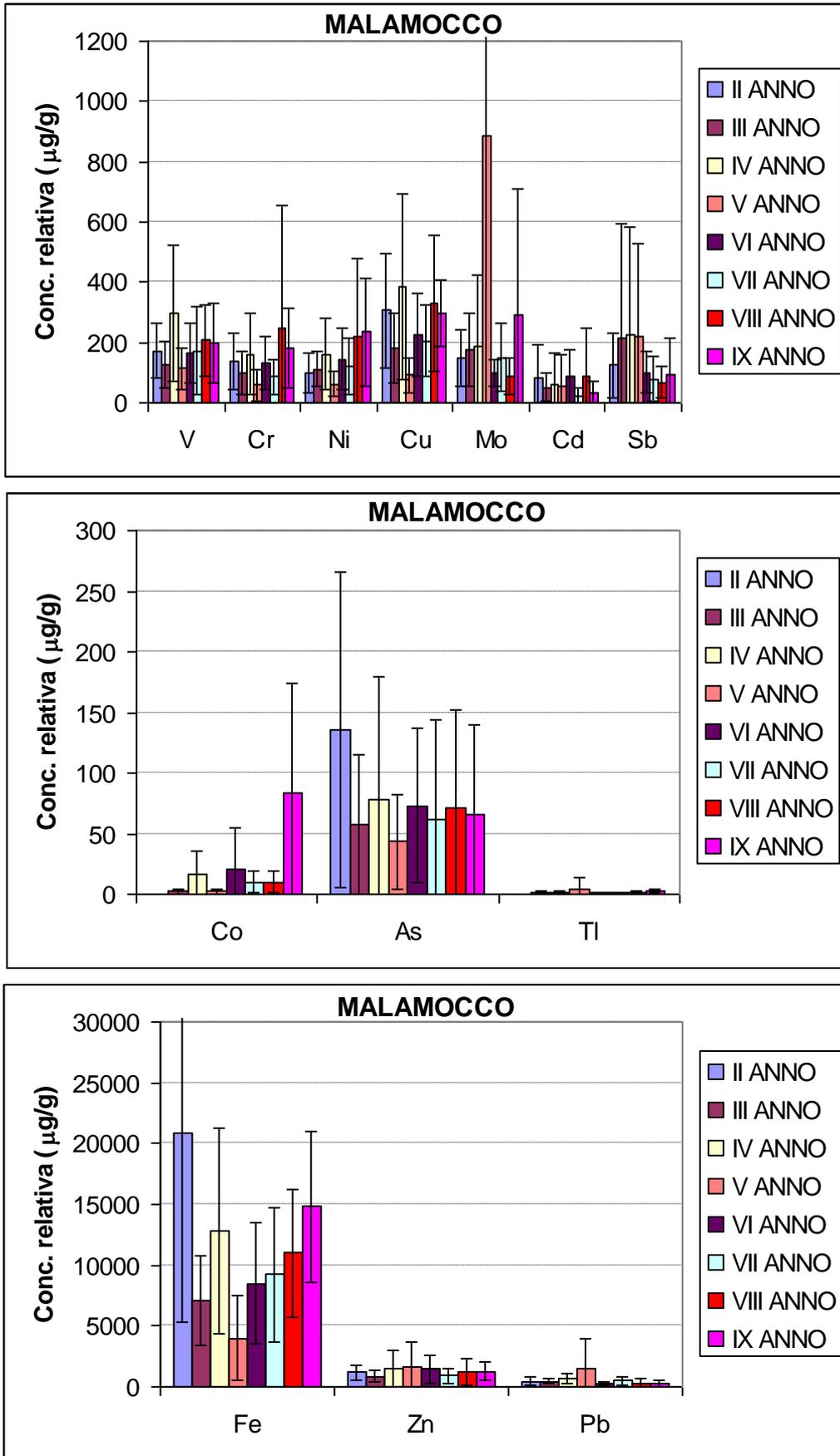


Fig. 3.11 - Andamenti delle concentrazioni medie relative osservate a Malamocco nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

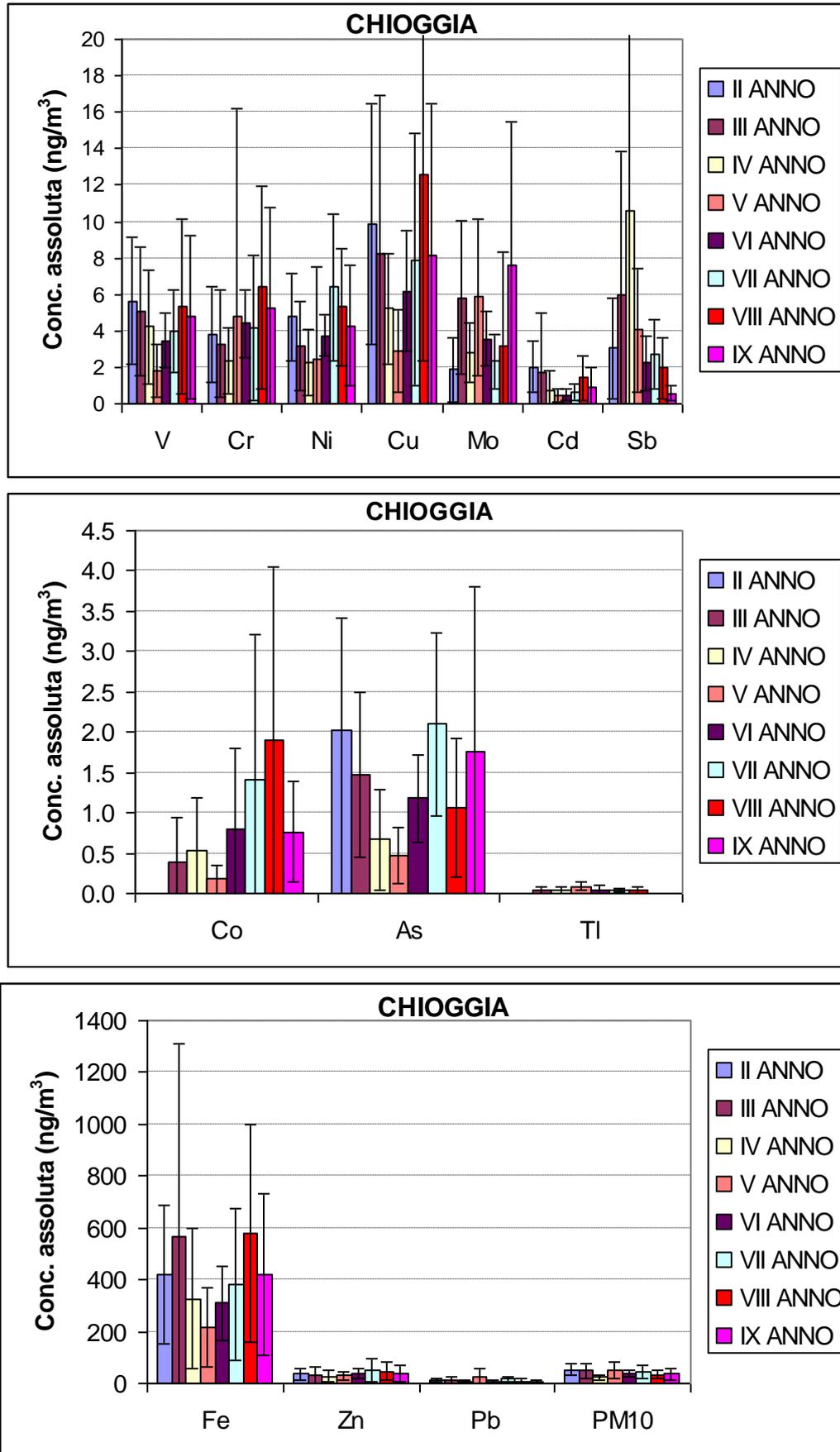


Fig. 3.12 - Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Chioggia nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

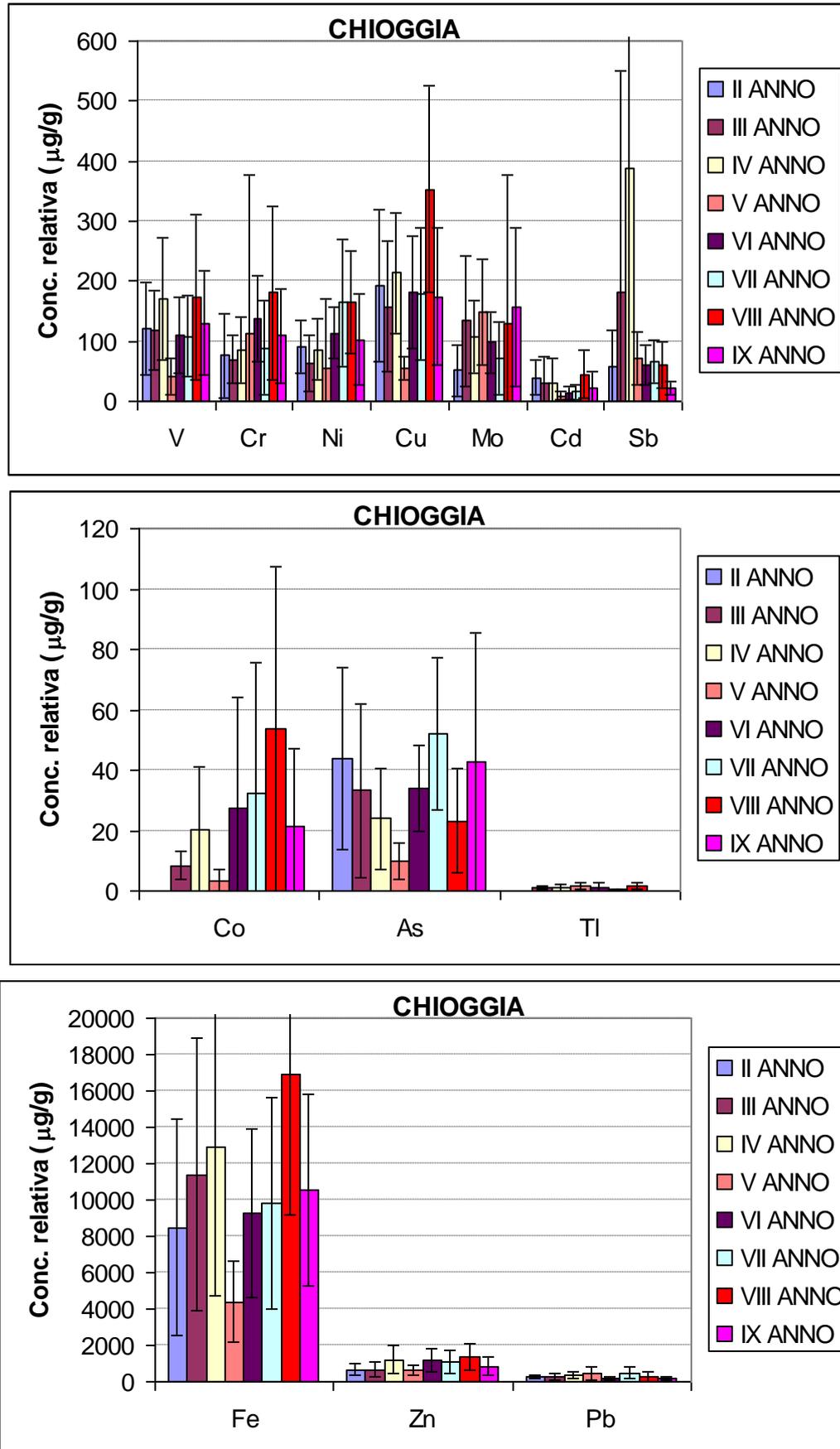


Fig. 3.13 - Andamenti delle concentrazioni medie relative a Chioggia nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

4 RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

4.1 Introduzione

Si riportano i risultati dei rilevamenti di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) relativi alla prima, alla seconda ed alla terza campagna di misura a Malamocco (02/10/2013-16/10/2013; 14/02/2014 - 08/03/2014 e 04/07/2013-19/07/2013) ed alla prima, seconda campagna di misura a Punta Sabbioni (09/11/2013-20/11/2013; 14/02/2014- 03/03/2014). La denominazione delle campagne di misure non segue il loro svolgimento temporale per permettere il confronto con i precedente anni di monitoraggio (dove erano previste due campagne di misura per ogni sito). Pertanto la "terza" campagna di misura (bocca di Malamocco) é associata al monitoraggio svolto 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 le due 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 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 tre campagne di misura a Malamocco. In rosso i periodi festivi.

	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
1° Campagna					
Camp. 1	0.29	9.71	0.01	0.11	NNE - 4.62 m/s
Camp. 2	1.41	4.16	0.07	0.65	ENE (variabile) - 5.25 m/s
Camp. 3	1.32	5.77	0.07	0.64	NNE - 5.45 m/s
Camp. 4	0.91	3.55	0.07	0.56	NNE - 6.04 m/s
Camp. 5	1.69	5.95	0.11	0.96	NE (variabile) - 4.47 m/s
Camp. 6	1.38	4.42	0.10	0.81	N - 3.68 m/s
Camp. 7	0.70	4.13	0.07	0.57	N (variabile) - 3.37 m/s
Camp. 8	0.58	7.09	0.05	0.43	SSO (variabile) - 2.74 m/s
Media	1.04	5.60	0.07	0.59	
Dev. Stand.	0.49	2.04	0.03	0.25	
2° Campagna					
Camp. 1	2.75	7.09	0.34	2.34	NNE - 2.73 m/s
Camp. 2	2.64	8.37	0.28	2.12	NNE - 3.50 m/s
Camp. 3	3.73	9.51	0.59	3.29	W (variabile) - 4.36 m/s
Camp. 4	1.48	6.45	0.23	1.15	N - 4.34 m/s
Camp. 5	8.55	12.22	1.35	7.48	SW (variabile) - 2.00 m/s
Camp. 6	1.34	5.24	0.17	1.02	NE - 3.15 m/s
Camp. 7	2.00	4.77	0.22	1.69	SW - 3.02 m/s
Camp. 8	1.23	4.06	0.13	0.95	NE - 5.79 m/s
Media	2.96	7.21	0.42	2.51	
Dev. Stand.	2.41	2.73	0.40	2.16	
3° Campagna					
Camp. 1	0.18	3.12	0.014	0.13	NNE - 3.62 m/s
Camp. 2	0.11	1.18	0.008	0.07	ENE - 4.35 m/s
Camp. 3	0.41	1.83	0.022	0.23	NE - 4.32 m/s
Camp. 4	0.22	1.78	0.016	0.14	N (variabile) - 3.55 m/s
Camp. 5	0.14	1.51	0.012	0.09	NNE (variabile) - 5.33 m/s
Camp. 6	0.09	0.78	0.006	0.05	SE - 3.23 m/s
Camp. 7	0.18	2.69	0.012	0.11	SE (variabile) - 3.34 m/s
Camp. 8	0.25	2.15	0.017	0.14	ESE (variabile) - 2.72 m/s
Media	0.20	1.88	0.013	0.12	
Dev. Stand.	0.10	0.77	0.050	0.06	

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

Tab. 4.2 - Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura a Punta Sabbioni. In rosso i periodi festivi.

	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	0.60	4.48	0.06	0.49	N (variabile) - 5.28 m/s
Camp. 2	0.56	2.82	0.06	0.40	NE - 10.26 m/s
Camp. 3	2.40	5.05	0.25	1.77	NE (variabile) - 5.91 m/s
Camp. 4	1.52	7.60	0.15	1.16	NNE - 8.16 m/s
Camp. 5	2.11	9.73	0.22	1.65	NNE - 10.28 m/s
Camp. 6	3.15	5.88	0.44	2.67	NNE - 5.55 m/s
Camp. 7	2.73	9.14	0.32	2.33	NNE - 6.23 m/s
Camp. 8	1.28	5.40	0.13	1.02	N - 5.67 m/s
Media	1.79	6.26	0.20	1.43	
Dev. Stand.	0.96	2.38	0.13	0.82	
2° Campagna					
Camp. 1	4.74	12.20	0.51	4.24	NNE - 2.75 m/s
Camp. 2	4.05	8.41	0.43	3.32	NNE - 3.41 m/s
Camp. 3	6.55	17.81	1.06	5.60	W (variabile) - 4.18 m/s
Camp. 4	3.93	9.37	0.48	3.26	N - 4.19 m/s
Camp. 5	9.26	11.62	1.37	7.90	SW (variabile) - 2.03 m/s
Camp. 6	3.18	7.26	0.29	2.62	NE - 3.11 m/s
Camp. 7	1.79	8.15	0.18	1.42	SW - 3.08 m/s
Camp. 8	2.15	5.95	0.23	1.71	NE - 5.74 m/s
Media	4.46	10.10	0.57	3.76	
Dev. Stand.	2.45	3.75	0.43	2.14	

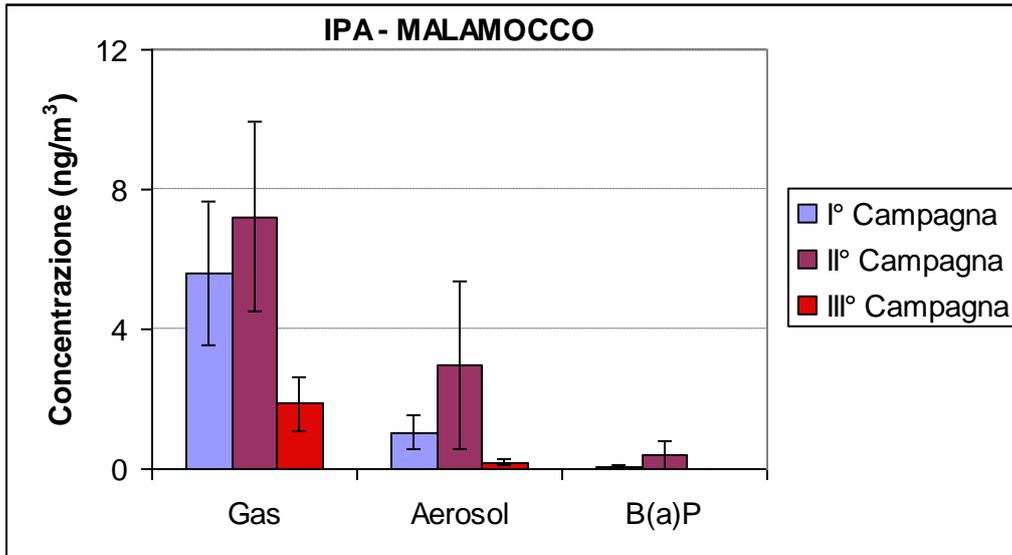


Fig. 4.1 - IPA totali (fase gassosa e aerosol) e Benzo(a)pirene a Malamocco.

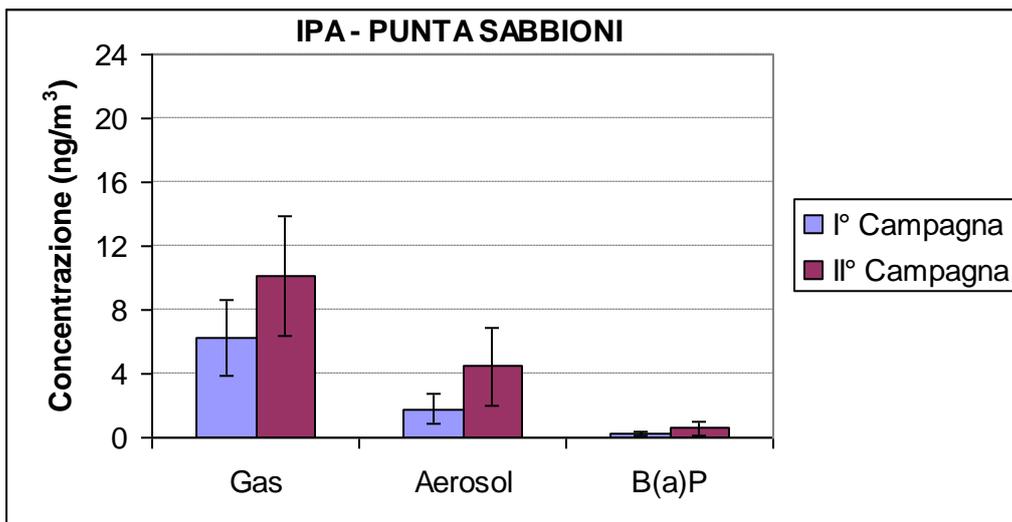


Fig. 4.2 - IPA totali (fase gassosa e aerosol) e Benzo(a)pirene a Punta Sabbioni.

Le Tabelle 4.3 e 4.4 riportano i dati riassuntivi relativi ai monitoraggi effettuati nel nono 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 *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 BOCCHE LAGUNARI

Tab. 4.3 - Risultati campionamenti effettuati a Malamocco.

	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	5.60	1.04	0.59	0.18	0.09	0.07
Dev. Stand.	2.04	0.49	0.25	0.11	0.07	0.03
2° Campagna						
Media	7.21	2.96	2.51	0.17	0.09	0.42
Dev. Stand.	2.73	2.41	2.16	0.10	0.05	0.40
3° Campagna						
Media	1.88	0.20	0.12	0.03	0.02	0.01
Dev. Stand.	0.77	0.10	0.06	0.02	0.01	0.01
9 Anno						
Media	4.90	1.40	1.07	0.13	0.07	0.17
Dev. Stand.	2.99	1.80	1.60	0.11	0.06	0.29

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	6.26	1.79	1.43	0.14	0.05	0.20
Dev. Stand.	2.38	0.96	0.82	0.07	0.03	0.13
2° Campagna						
Media	10.10	4.46	3.76	0.27	0.10	0.57
Dev. Stand.	3.75	2.45	2.14	0.12	0.05	0.43
9 Anno						
Media	8.18	3.12	2.60	0.20	0.08	0.39
Dev. Stand.	3.62	2.26	1.97	0.12	0.05	0.36

Nella seconda campagna di misura si è avuto un incremento nelle concentrazioni di IPA (sia in fase gassosa che aerosol) per entrambi i siti 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 a Malamocco, svolta nel periodo estivo, le concentrazioni medie tendono ad abbassarsi in maniera significativa.

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. 2.2). 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.

Sito		Media Benzo(a)pirene (ng/m ³)	Indice stagionale Benzo(a)pirene (ng/m ³)
Malamocco	1° Campagna: 01/10/13 - 16/10/13		
	Media	0.07	0.8
	Dev. Stand.	0.03	/
	2° Campagna: 14/02/14-03/03/14		
	Media	0.42	2.1
	Dev. Stand.	0.40	/
	3° Campagna: 04/07/13-19/07/13		
	Media	0.01	0.1
	Dev. Stand.	0.01	/
Punta Sabbioni	1° Campagna: 09/11/13-20/11/13		
	Media	0.20	3.4
	Dev. Stand.	0.13	/
	2° Campagna: 14/02/14-03/03/14		
	Media	0.57	2.1
	Dev. Stand.	0.43	/

Dalla Tabella 4.5 si osserva che le concentrazioni medie di Benzo(a)pirene ottenute a Punta Sabbioni ed 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.

Nel 2013 presso la stazione di Bissuola, stazione di fondo urbano, è stato osservato un valore medio della concentrazione di Benzo(a)pirene pari a circa 1.3 ng/m³ [Relazione Regionale della Qualità dell'Aria 2013, 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.

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 una analisi simile per il sito di Malamocco.

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

I livelli di concentrazione osservati a Punta Sabbioni nel nono anno di monitoraggio sono inferiori in media a quelli osservati nell'anno di monitoraggio precedente (a causa delle concentrazioni maggiori osservate nella prima campagna di misura dell'ottavo anno di monitoraggio). A Malamocco i livelli di concentrazione del nono anno di monitoraggio risultano confrontabili a quelli dell'anno precedente per la seconda campagna di misura ma più alti durante la prima campagna di misura.

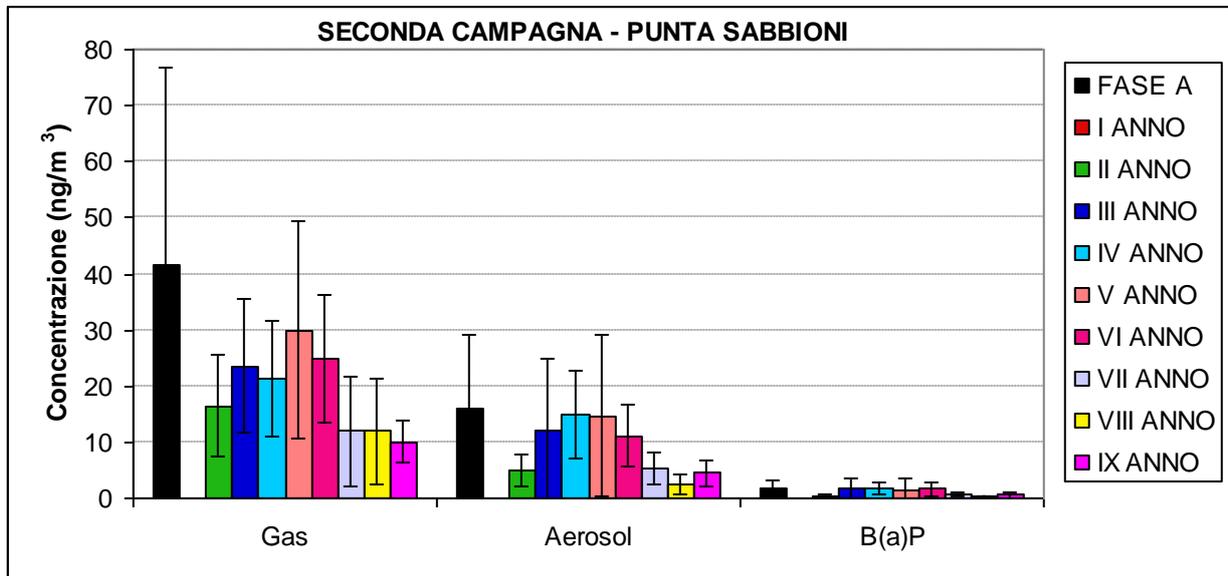


Fig. 4.3 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (2° campagna) a Punta Sabbioni.

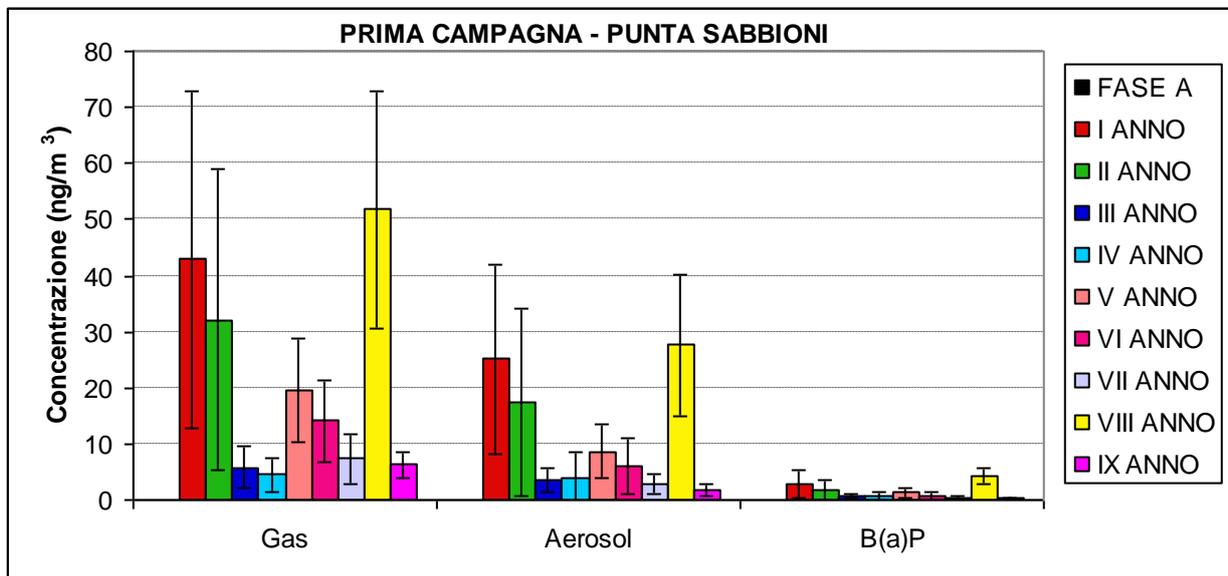


Fig. 4.4 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (1° campagna) a Punta Sabbioni.

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

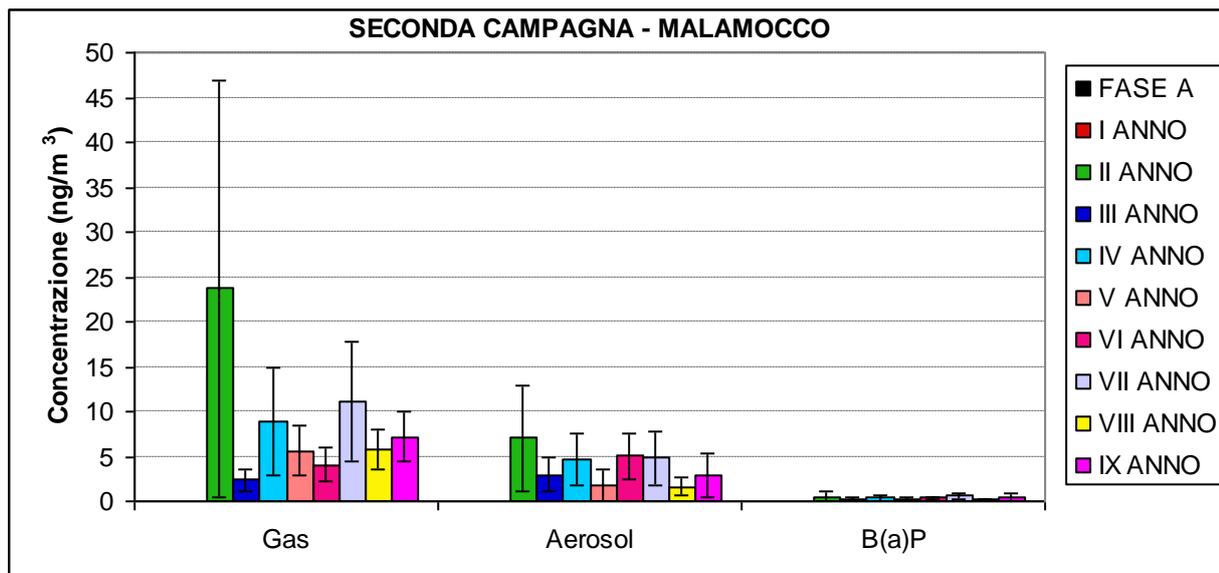


Fig. 4.5 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (2° campagna) a Malamocco.

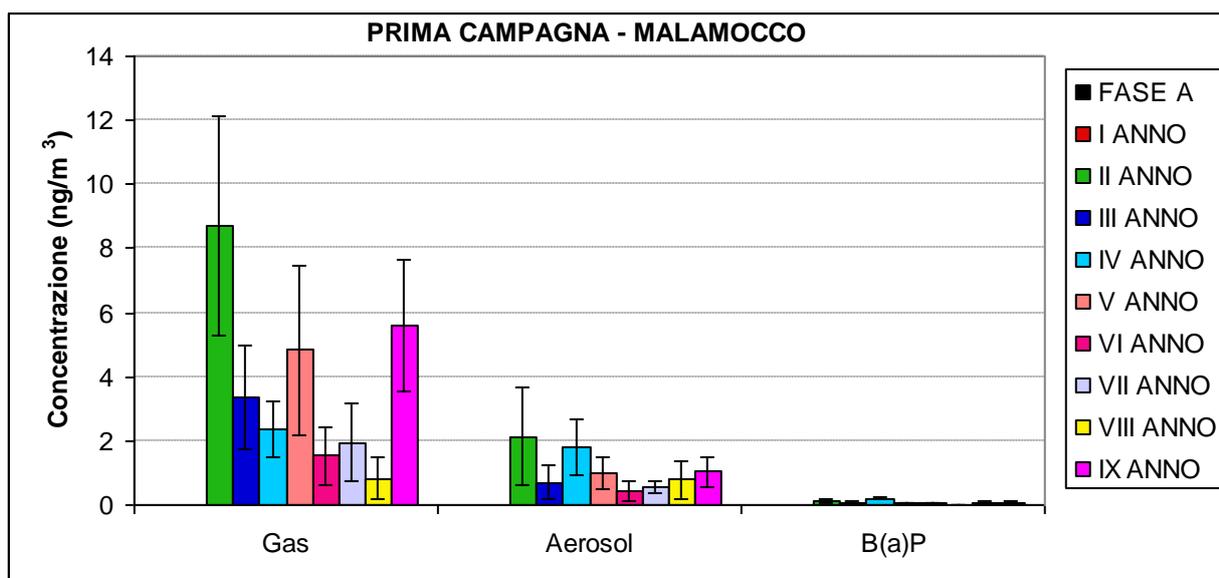


Fig. 4.6 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (1° campagna) a Malamocco.

Infine, la Tabella 4.6 riporta, per il sito di Punta Sabbioni, le medie relative al nono 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 BOCCHE LAGUNARI

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

9° Anno	ΣIPA (ng/m ³)	ΣIPA RC (ng/m ³)	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
Giorni festivi			
Media	2.91	2.47	0.24
Dev. Stand.	1.61	1.44	0.19
Giorni lavorativi			
Media	3.22	2.65	0.41
Dev. Stand.	2.57	1.50	0.42

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

9° Anno	ΣIPA (ng/m ³)	ΣIPA RC (ng/m ³)	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
Giorni festivi			
Media	1.04	0.81	0.12
Dev. Stand.	1.00	0.79	0.12
Giorni lavorativi			
Media	1.55	1.19	0.18
Dev. Stand.	2.07	0.93	0.34

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

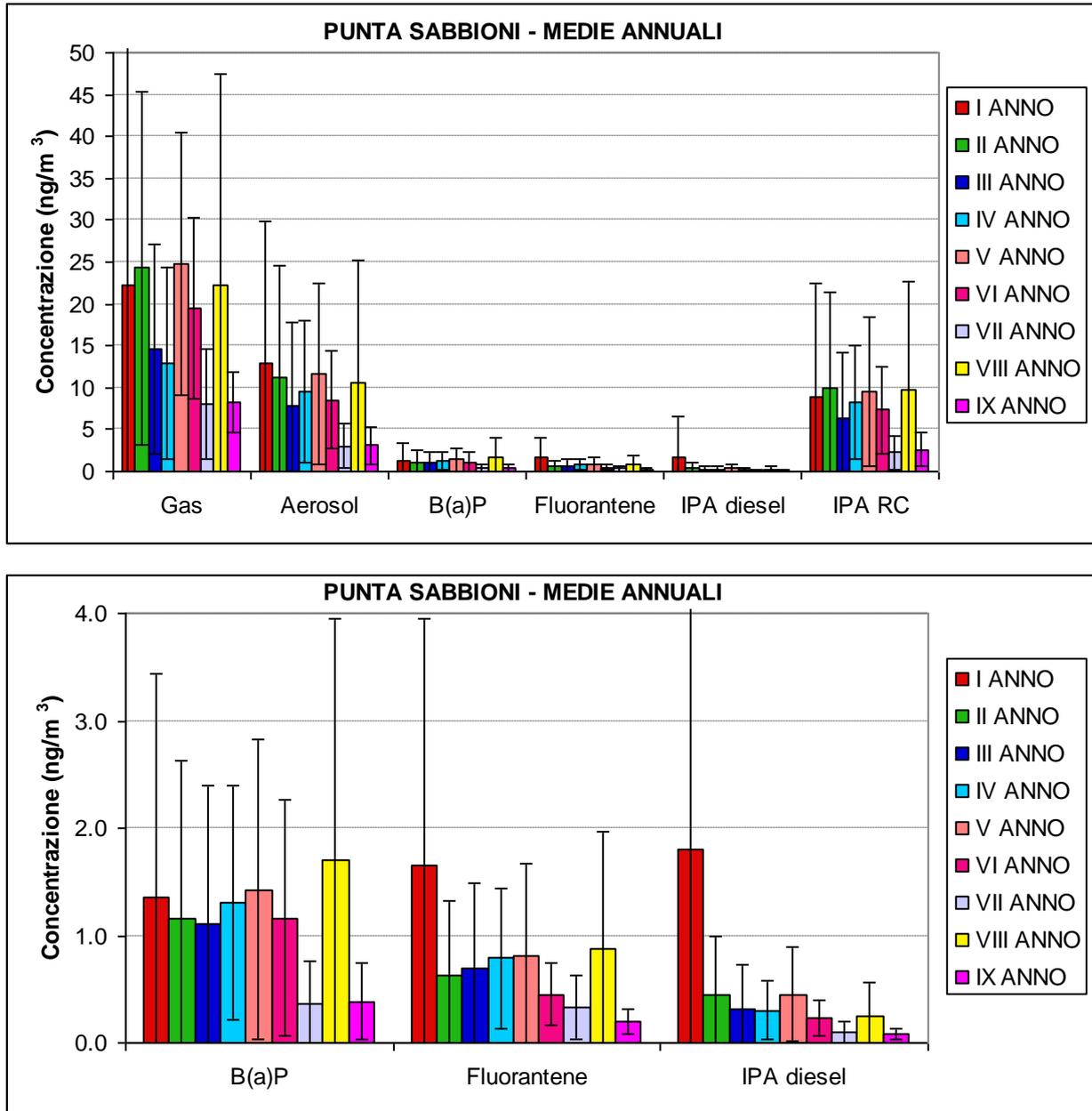


Fig. 4.7 - Andamento delle concentrazioni di IPA negli anni di monitoraggio (Punta Sabbioni). Fluorantene, IPA Diesel e Benzo(a)pirene sono riportati anche separatamente per facilitare la lettura.

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

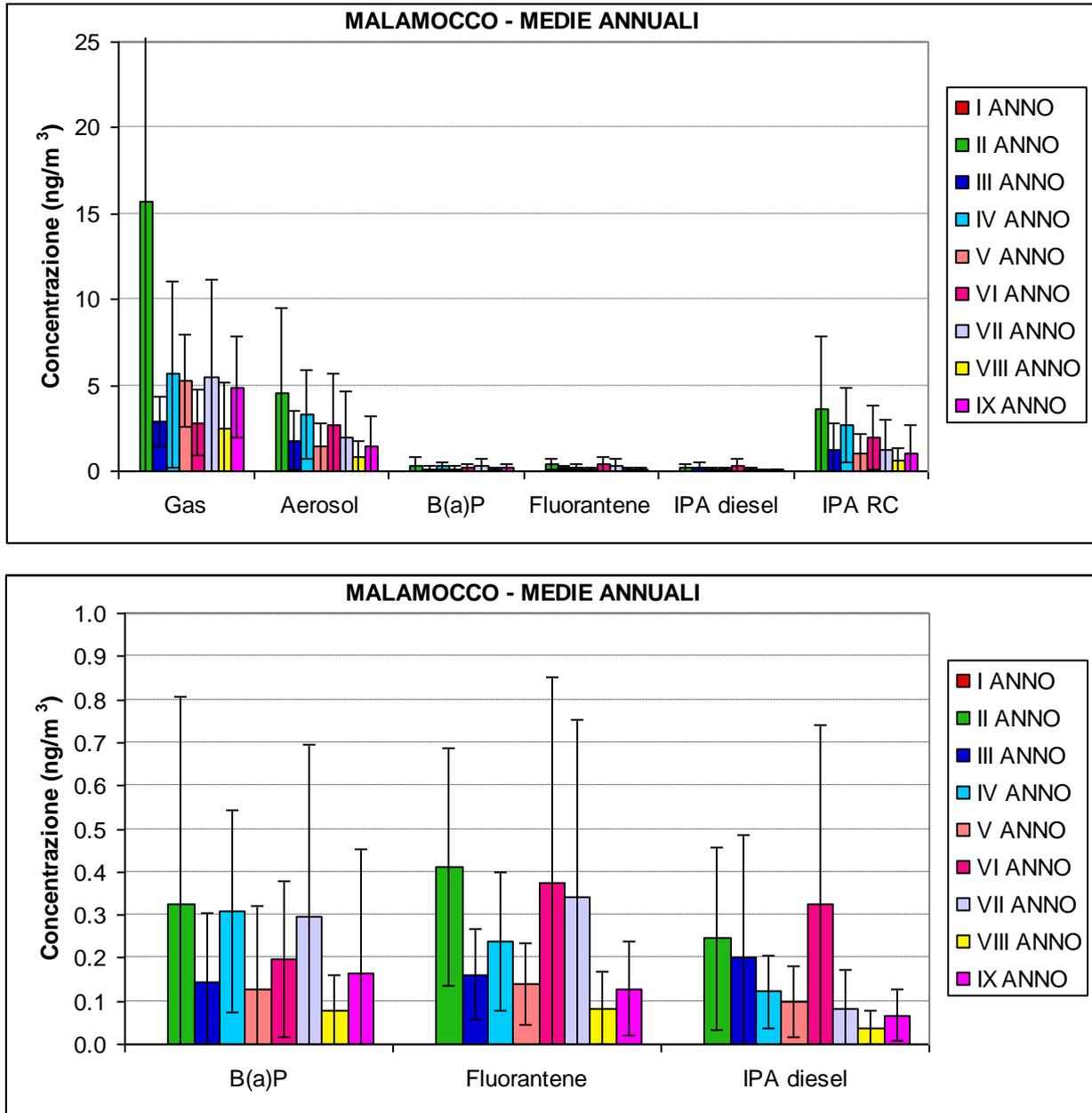


Fig. 4.8 - Andamento delle concentrazioni di IPA negli anni di monitoraggio (Malamocco). Fluorantene, IPA Diesel e Benzo(a)pirene sono riportati anche separatamente per facilitare la lettura.

4.4 Conclusioni

In entrambi i siti di misura la concentrazione media di Benzo(a)pirene è inferiore al valore obiettivo fissato dalla normativa e all'indice di variabilità stagionale. 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.

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, come evidenziato dalle Figure 4.7 e 4.8.

Il confronto fra giorni lavorativi e festivi, seppure in modo qualitativo, indica concentrazioni confrontabili sia a Punta Sabbioni che 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 Malamocco Laguna (forniti da MAV-CVN).

Malamocco:

MAL62: 07/07/13 - 14/07/13;

MAL63: 18/08/13 - 25/08/13;

MAL64: 25/10/13 - 01/11/13;

MAL65: 24/11/13 - 01/12/13;

MAL66: 12/01/14 - 19/01/14;

MAL67: 23/02/14 - 02/03/14;

MAL68: 23/03/14 - 30/03/14;

MAL69: 06/04/14 - 13/04/14.

5.2.1 Campagne di misura a Malamocco

I grafici delle Figure 5.1-5.3 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 620 per i periodi di attività del cantiere e 906 per i restanti periodi. Le Figure 5.4-5.6 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 NO_x all'aumentare della velocità del vento.

Considerando la postazione di misura le direzioni nelle quali il campionatore 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.

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

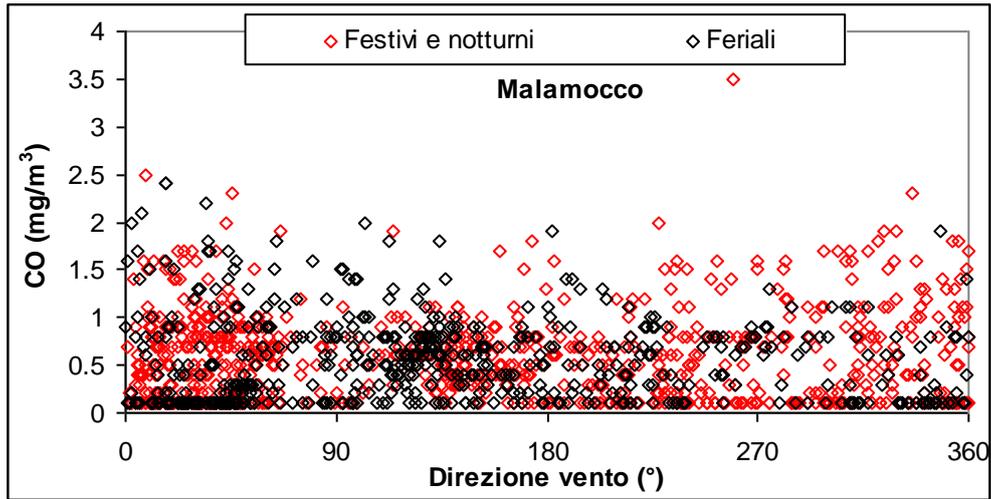


Fig. 5.1 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

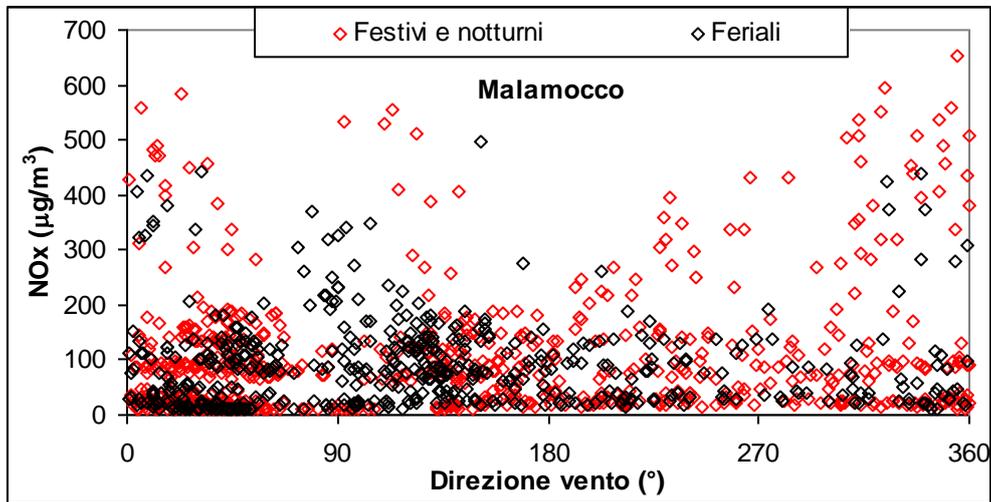


Fig. 5.2 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

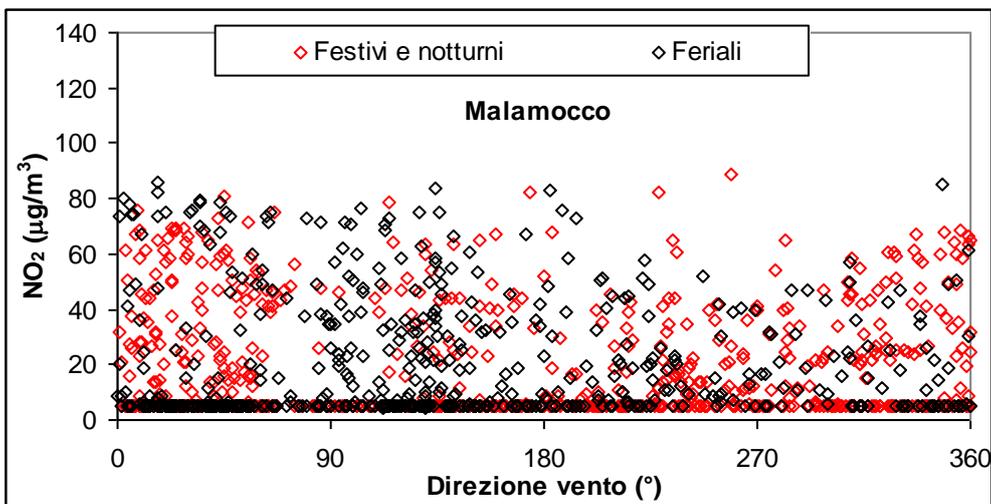


Fig. 5.3 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

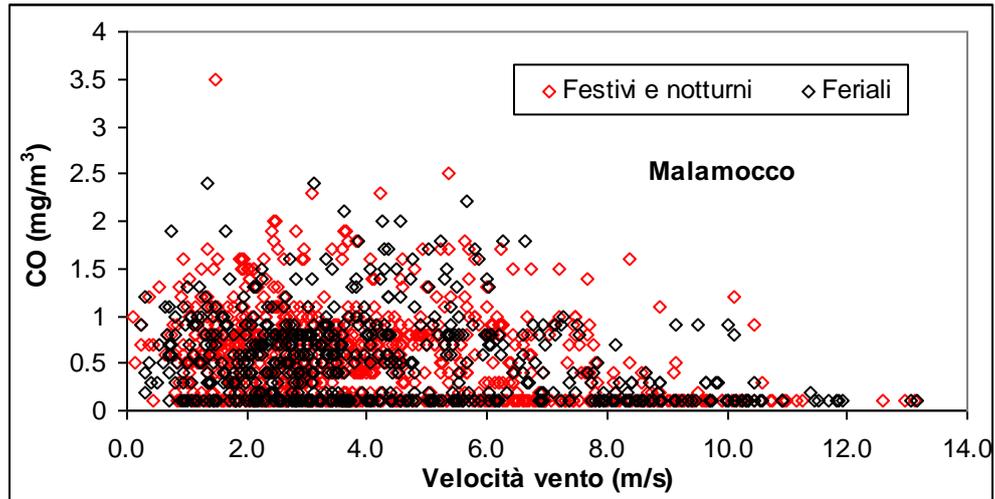


Fig. 5.4 - Concentrazione oraria di CO in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

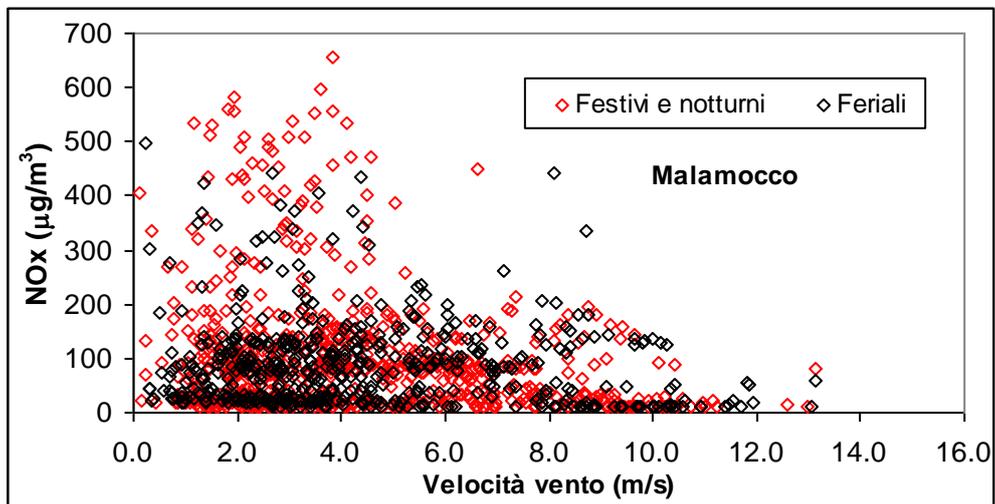


Fig. 5.5 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

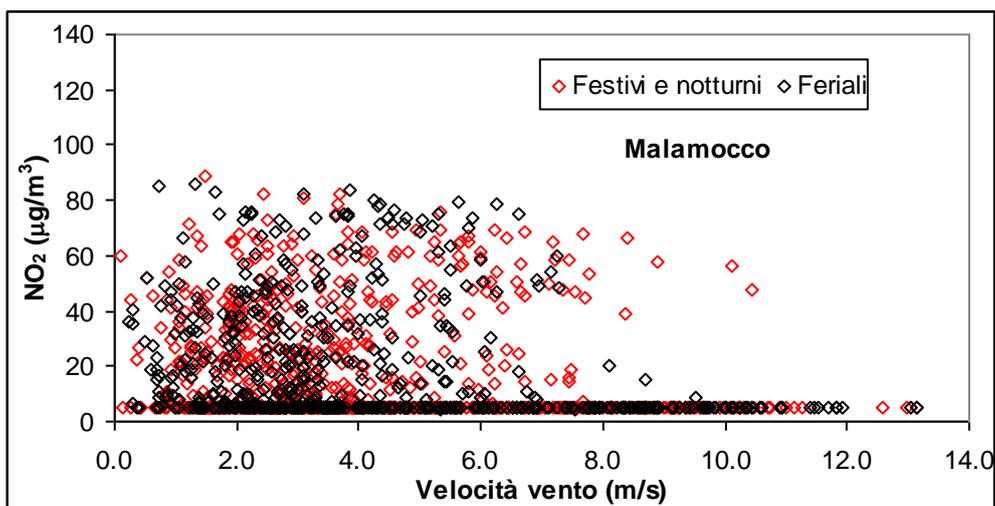


Fig. 5.6 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

Le Tabelle 5.1-5.3 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione. Nella Tabella 5.4 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i diversi periodi di monitoraggio fatti a Malamocco. Le concentrazioni medie e sono inferiori nei periodi di attività del cantiere per CO e NO₂ mentre risultano confrontabili per NO_x. I valori massimi risultano inferiori nei periodi di attività del cantiere per tutti i gas analizzati.

Tab. 5.1 – Concentrazioni medie e massimi orari (tutti i dati) a Malamocco.

Gas	Media (µg/m ³)	Max orario (µg/m ³)
CO	571	4800 (18/08/2013 ore 10 vento non disponibile)
NO _x	96	654 (28/03/2014 ore 6 vento da N)
NO ₂	19	132 (18/08/2013 ore 10 vento non disponibile)

Tab. 5.2 – Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) a Malamocco nel periodo diurno (8-20)

Gas	Media (µg/m ³)	Max (µg/m ³)
CO	552	2400 (11/07/2013 ore 9 e 10 vento da NNE)
NO _x	89	496 (08/04/2014 ore 8 vento da SE)
NO ₂	20	86 (11/07/2013 ore 10 e 11 vento da NNE e NNO)

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

Gas	Media (µg/m ³)	Max (µg/m ³)
CO	686	4800 (18/08/2013 ore 10 vento non disponibile)
NO _x	88	507 (03/03/2014 ore 9 vento da NNO)
NO ₂	24	132 (18/08/2013 ore 10 vento non disponibile)

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 Malamocco.

Periodo	Media CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MAL62	1130	85	53	2400 (11/07/13 ore 9 e 10)	126 (11/07/13 ore 4)	86 (11/07/13 ore 10 e 11)
MAL63	886	94	29	4800 (18/08/13 ore 10)	231 (25/08/13 ore 9)	132 (18/08/13 ore 10)
MAL64	348	NQ (21)	NQ (6)	700 (29/10/13 ore 13)	46 (01/11/13 ore 11)	23 (01/11/13 ore 11)
MAL65	NQ (157)	51	NQ (8)	800 (29/11/13 ore 11 e 12)	161 (29/11/13 ore 5)	40 (29/11/13 ore 12 e 13)
MAL66	952	--	NQ (14)	1900 (12/01/14 ore 10 e 11)	--	51 (12/01/14 ore 11)
MAL67	NQ (106)	NQ (23)	NQ (12)	400 (28/02/14 ore 13)	94 (25/02/14 ore 10)	57 (25/02/14 ore 10)
MAL68	323	190	NQ (14)	1400 (30/03/14 ore 9)	654 (28/03/14 ore 6)	68 (30/03/14 ore 9)
MAL69	682	207	NQ (14)	1200 (12/04/14 ore 9)	583 (06/04/14 ore 5)	50 (07/04/14 ore 12)

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

Dalla tabella si osserva che per gli NO_x la maggior parte dei massimi orari avvengono in giornate festive o con cantieri chiusi.

5.3 Superamenti di soglia

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

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 (NO_x) 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. Inoltre anche il periodo temporale della media dei dati non corrisponde a quanto richiesto dalla normativa.

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 19 µg/m³ a Malamocco ed è inferiore alle medie annuali per le stazioni di Bissuola (media annuale 29 µg/m³) e Sacca Fisola (media annuale 32 µg/m³) riportate nella Relazione Regionale Qualità dell'Aria 2013 [ARPA, Relazione Regionale Qualità dell'Aria, Maggio 2014].

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 con la concentrazione media di 96 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.

I livelli di concentrazione osservati sono maggiori nei periodi di chiusura del cantiere, limitatamente al periodo diurno fra le 8 e le 20.

Nella Figura 5.7 si riporta l'andamento giornaliero tipico delle concentrazioni dei diversi gas analizzati per il sito di Malamocco, sia considerando tutti i dati disponibili sia scorpendo i giorni feriali da quelli festivi (interruzione dei lavori di cantiere). Si deve sottolineare che l'analisi relativa ai giorni festivi è svolta su di una statistica piuttosto limitata. Comunque i risultati indicano che a Malamocco l'andamento del giorno tipo 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 feriali per CO e NO₂).

Nella Figura 5.8 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 scorpendo rispetto a quelli relativi ai periodi di cantieri chiusi (notturni e festivi). Si osserva che, nel nono anno di monitoraggio, per il CO e NO_x le concentrazioni medie nei periodi di chiusura dei cantieri sono superiori o confrontabili con quelle misurate nei periodi di apertura dei cantieri. Per l'NO₂ accade il contrario senza però distinzioni di concentrazione media dovute alla direzione di provenienza del vento (vedi Fig. 5.9).

Nella Figura 5.9 si riporta il confronto 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 Malamocco si hanno concentrazioni confrontabili tra i due settori di direzioni.

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

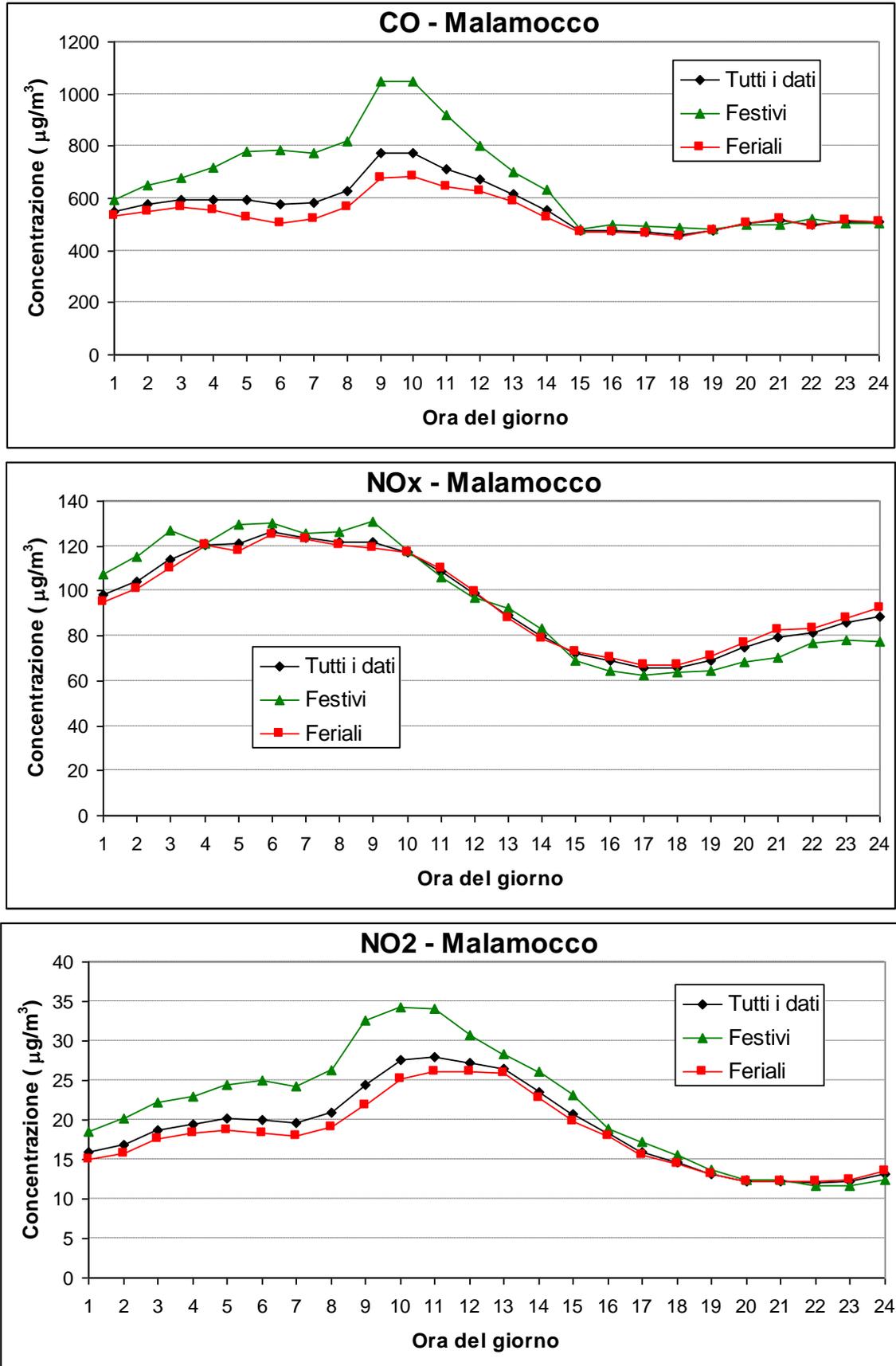


Fig. 5.7 - Andamento giornaliero tipico dei gas rilevati a Malamocco. L'analisi è fatta sia su tutti i dati sia scorporando i giorni feriali e quelli festivi.

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

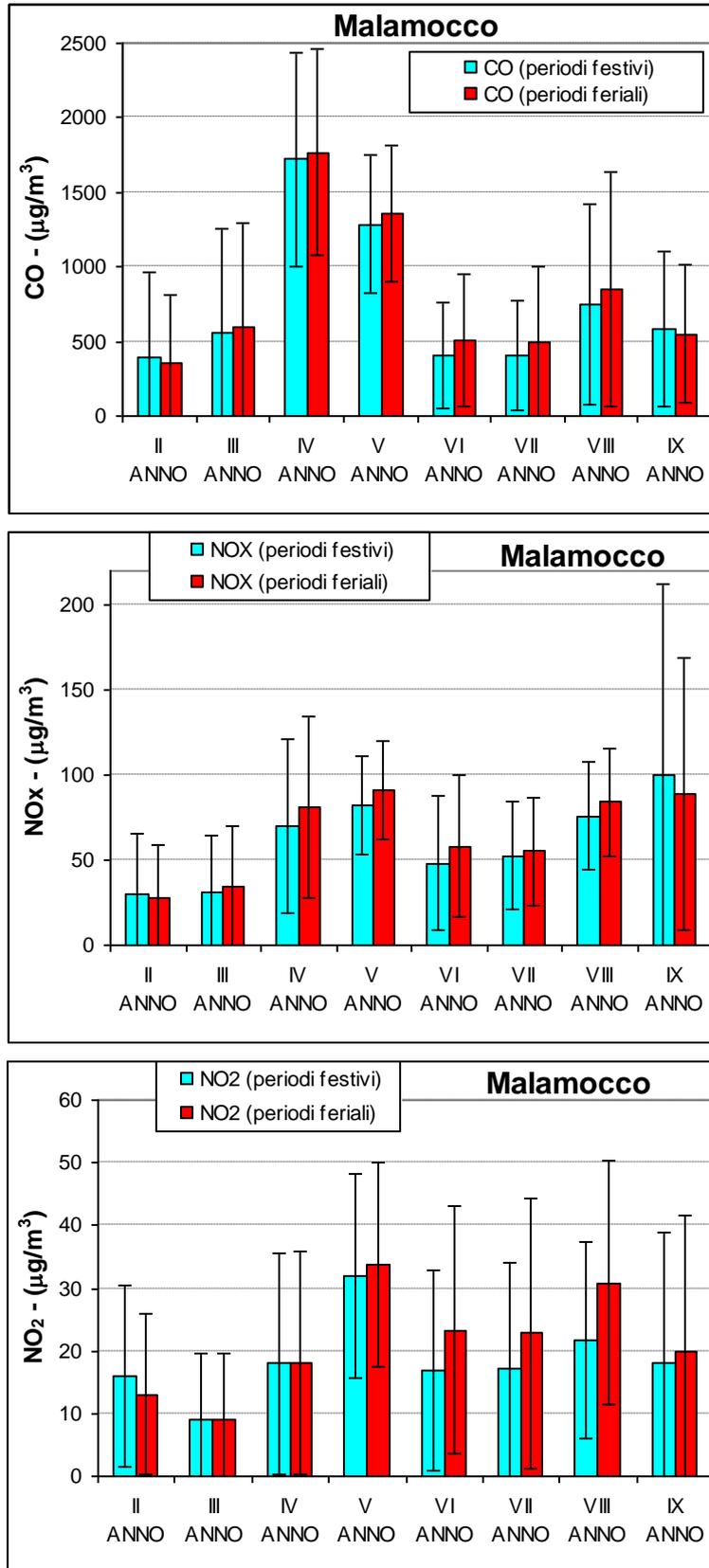


Fig. 5.8 - Andamento dei valori medi annuali dei diversi gas analizzati durante gli anni di monitoraggio. I dati sono suddivisi in periodi di cantieri aperti e periodi di cantieri chiusi.

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

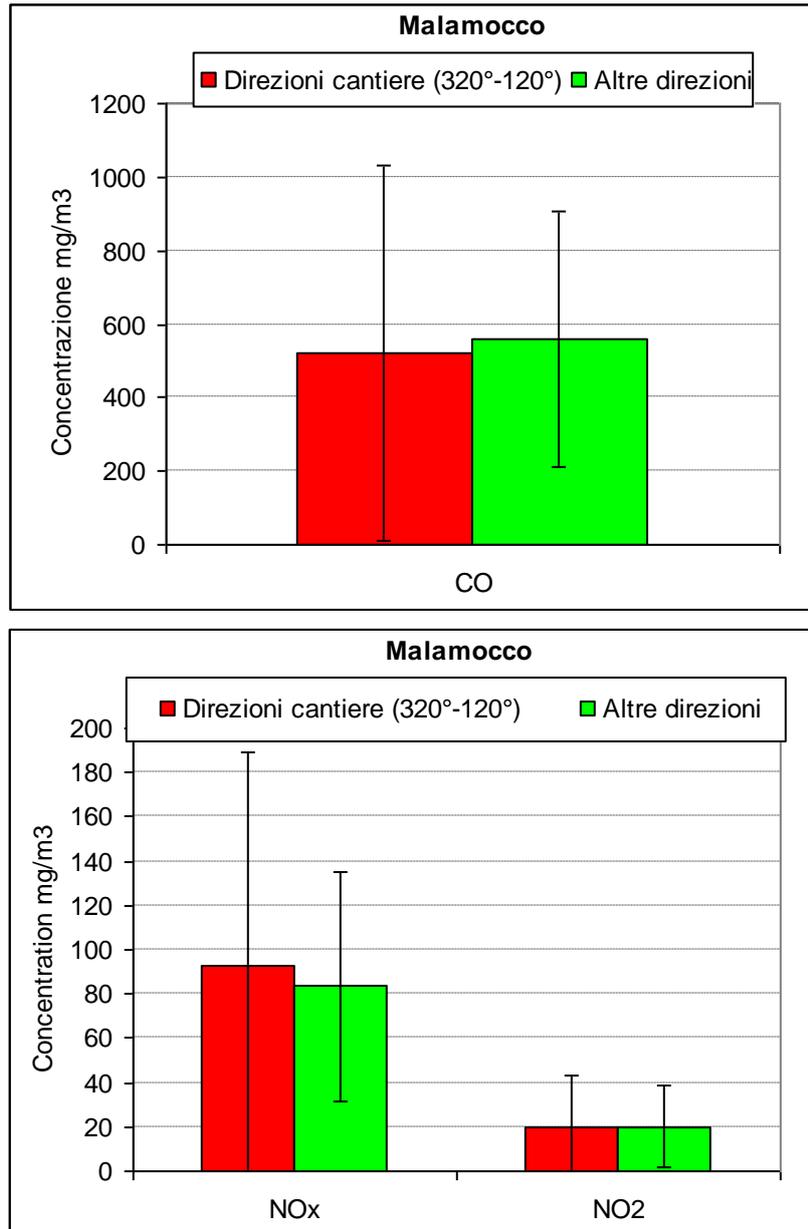


Fig. 5.9 - Andamento dei valori medi annuali dei diversi gas analizzati nel nono anno di monitoraggio considerando solo i periodi di attività dei cantieri, escludendo i periodi di calma di vento (vento < 0.25 m/s) e suddividendoli per direzioni associabili al cantiere ed altre direzioni del vento.

6 CONCLUSIONI

6.1 Introduzione

In questa parte finale del documento verranno presentate in forma sintetica le conclusioni relative al nono 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 riporta in forma schematica e riassuntiva i risultati delle attività di monitoraggio effettuate. Per ciascuna postazione sono riportati i diversi indicatori monitorati. Il giudizio sui dati acquisiti è espresso con un punto verde se le misure sono da considerarsi positive (non ci sono stati superamenti 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	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 del nono anno di monitoraggio viene suddivisa in base agli indicatori monitorati.

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. 3.20). 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 inferiore al valore obiettivo fissato dalla normativa e all'indice di 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. 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).

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

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 a Malamocco. Pertanto l'indicatore è giallo; si ricorda che il confronto con la soglia relativa alla vegetazione non può essere di tipo qualitativo e che il periodo temporale della media dei dati non corrisponde a quanto richiesto dalla normativa.

I risultati degli andamenti giornalieri indicano che a Malamocco l'andamento del giorno tipo 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 feriali per CO e NO₂).

BIBLIOGRAFIA

- ARPAV, Relazione Regionale Qualità dell'Aria: Anno di riferimento 2013, Maggio 2014.
- 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. 2005. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2006. 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 Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2007. Studio B.6.72 B/2 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2008. Studio B.6.72 B/3 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2009. Studio B.6.72 B/4 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2010. Studio B.6.72 B/5 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2011. Studio B.6.72 B/6 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

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

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012. Studio B.6.72 B/7 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2013. Studio B.6.72 B/8 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2014. Studio B.6.72 B/9 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria-Attività modellistica. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Manoli E., Voutsas D., Samaras 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.

Samaras C., Voutsas D., 2005. "Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment", *Chemosp.* 56, pp. 1197-1206.

Senarathne 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 (metalli nel PM₁₀, IPA e Gas).

A.1 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 2012 per la stazione ARPAV di Bissuola. Pertanto si riporta (Tabella A2), l'aggiornamento delle soglie che saranno utilizzate nel prossimo anno di monitoraggio.

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

Mese	Media	Dev.Stand.	Valore indicativo
Gennaio	4.4	1.4	5.8
Febbraio	2.4	0.6	3.0
Marzo	0.8	0.3	1.0
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	0.2
Ottobre	0.6	0.2	0.8
Novembre	2.4	0.8	3.3
Dicembre	3.9	0.8	4.7

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE 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 > 8.6 ng/m³.

A.4 Gas

Le misure di concentrazione dei gas non sono previste nel Disciplinare Tecnico del nuovo Studio B.6.72 B/10.