



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/11**

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

Contratto CVN-CORILA n. 12198 spo/va/cer

Documento **MACROATTIVITÀ: ARIA**
RAPPORTO FINALE

Versione **1.0**

Emissione **21 Marzo 2016**

Redazione

Dott. Daniele Contini
(CNR-ISAC)

Redazione e Verifica

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

INTRODUZIONE.....	3
1 INDICATORI MONITORATI E METODOLOGIA DI MISURA	4
1.1 Determinazione dei metalli nel PM ₁₀	4
2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE.....	6
2.1 Determinazione dei metalli nel PM ₁₀	6
3 RISULTATI MONITORAGGIO METALLI	7
3.1 Monitoraggio dei metalli nel PM ₁₀	7
3.1.1 Campagne di misura a Punta Sabbioni	7
3.1.2 Commenti e considerazioni conclusive	16
3.1.3 Inter-confronto delle due campagne di misura a Punta Sabbioni.....	22
4 CONCLUSIONI.....	24
4.1 Introduzione.....	24
4.2 Sintesi attività di monitoraggio	24
BIBLIOGRAFIA.....	25
ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE	26
A.1 Metalli nel PM ₁₀	26

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 all'undicesimo anno di monitoraggio (maggio 2015 - aprile 2016) degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari relativamente alla matrice aria [Studio B.6.72 B/10, Disciplinare Tecnico, 2014].

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 PM_{10} da raggiungere entro il 31/12/2012. Per quanto riguarda i valori limite del PM_{10} , 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.

Rispetto al precedente anno di attività [Studio B.6.72 B/10, Disciplinare Tecnico, 2013] le variazioni apportate allo schema di monitoraggio sono le seguenti:

- sono terminate le campagne di misura degli IPA a Punta Sabbioni ed a Malamocco;
- sono state ridotte a 2 le campagne di misura dei metalli, entrambe svolte a Punta Sabbioni.

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

Nel corso dell'undicesimo 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, del particolato e degli ossidi di azoto.

1 INDICATORI MONITORATI E METODOLOGIA DI MISURA

Di seguito verrà fornita una descrizione sintetica della metodologia di monitoraggio per l'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 B/1, Rapporto di Variabilità, 2005].

1.1 Determinazione dei metalli nel PM₁₀

Nell'undicesimo anno di monitoraggio sono state effettuate 2 campagne di misura relative alla composizione elementare nel PM₁₀, ciascuna della durata superiore o uguale a 10 giorni, a Punta Sabbioni. La seconda campagna di misura è stata svolta in concomitanza con lo smantellamento dell'isola temporanea artificiale per la realizzazione della Teleguida tra l'Isola Nuova e l'Arsenale. Nella Fig. 1.1 sono riportate le posizioni dell'isola (cerchio rosso) e della collocazione del campionatore (cerchio azzurro).



Fig. 1.1- Posizione dell'isola artificiale (cerchio rosso) e della postazione di campionamento del PM₁₀ (cerchio azzurro).

La Figura 1.2 riporta la collocazione della stazione di misura (METAL4), mentre la Tabella 1.1 le relative coordinate Gauss Boaga.

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

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
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 BOCCHE LAGUNARI



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

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.

2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE

Per quanto riguarda le soglie di riferimento, elaborate dopo dieci anni di monitoraggio, si fa riferimento a quanto riportato nell'Allegato "Aggiornamento Soglie" del Rapporto Finale relativo al decimo anno di monitoraggio [Studio B. 6.72 B/10, Rapporto Finale, Luglio 2015].

Si allegato al presente documento un aggiornamento soglie relativo all'undicesimo anno di monitoraggio.

2.1 Determinazione dei metalli nel PM₁₀

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

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

Elemento	Valore obiettivo (ng/m³)
As	6
Cd	5
Ni	20

3 RISULTATI MONITORAGGIO METALLI

3.1 Monitoraggio dei metalli nel PM₁₀

Si riportano i risultati delle analisi del contenuto di metalli nel PM₁₀ relativi all'undicesimo 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 decimo anno di monitoraggio.

Sito di misura	Numero di campagne	Periodo di campionamento	Numero di dati disponibili
Punta Sabbioni	2	23/06/2015 - 04/07/2015 07/09/2015 - 20/09/2015	26

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 Arsenale forniti da MAV-CVN.

3.1.1 Campagne di misura a Punta Sabbioni

I dati meteorologici relativi ai periodi di misura 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) con 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 (setto fra 180° e 360° gradi) c'è un solo dato e pertanto non è possibile effettuare un confronto statisticamente significativo con le altre direzioni del vento. Per quanto riguarda la direzione del vento (circa 270°) rispetto alla quale il sito di misura risulta sottovento nei confronti dell'isola artificiale si sottolinea che non sono stati osservati casi con tale direzione del vento, per cui non è stato possibile valutare eventuali effetti associati ai lavori sull'isola artificiale durante la seconda campagna di misura.

Nella Tabella 3.7 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. 3.2. 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. Con N.D. si indica un dato non disponibile.

Data	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM ₁₀ (µg/m ³)
23/06/2015	45	35.5	6.03	13.2
24/06/2015	22.5	3.6	4.97	9.1
25/06/2015	157.5	0.0	3.86	13.4
26/06/2015	157.5	0.0	3.56	15.4
27/06/2015	135	1.1	3.33	14.0
28/06/2015	157.5	0.7	3.58	14.7
29/06/2015	135	0.0	3.39	15.4
30/06/2015	(*)	0.0	3.04	20.0
01/07/2015	112.5	0.0	3.12	15.1
02/07/2015	135	0.0	2.56	17.7
03/07/2015	(*)	0.0	1.97	26.8
04/07/2015	135	0.0	3.42	14.1
07/09/2015	45	0.0	6.40	9.5
08/09/2015	22.5	0.0	4.48	6.1
09/09/2015	45	0.0	6.18	18.1
10/09/2015	45	0.0	7.67	20.7
11/09/2015	22.5	0.0	4.18	16.4
12/09/2015	0	0.0	3.65	20.8
13/09/2015	45	0.1	4.84	20.9
14/09/2015	0	10.7	6.44	23.1
15/09/2015	(*)	0.0	3.14	26.3
16/09/2015	22.5	0.0	3.84	31.0
17/09/2015	22.5	0.0	3.60	36.9
18/09/2015	135	0.0	3.08	38.0
19/09/2015	247.5	0.0	2.32	12.4
20/09/2015	90	0.0	6.36	20.0

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

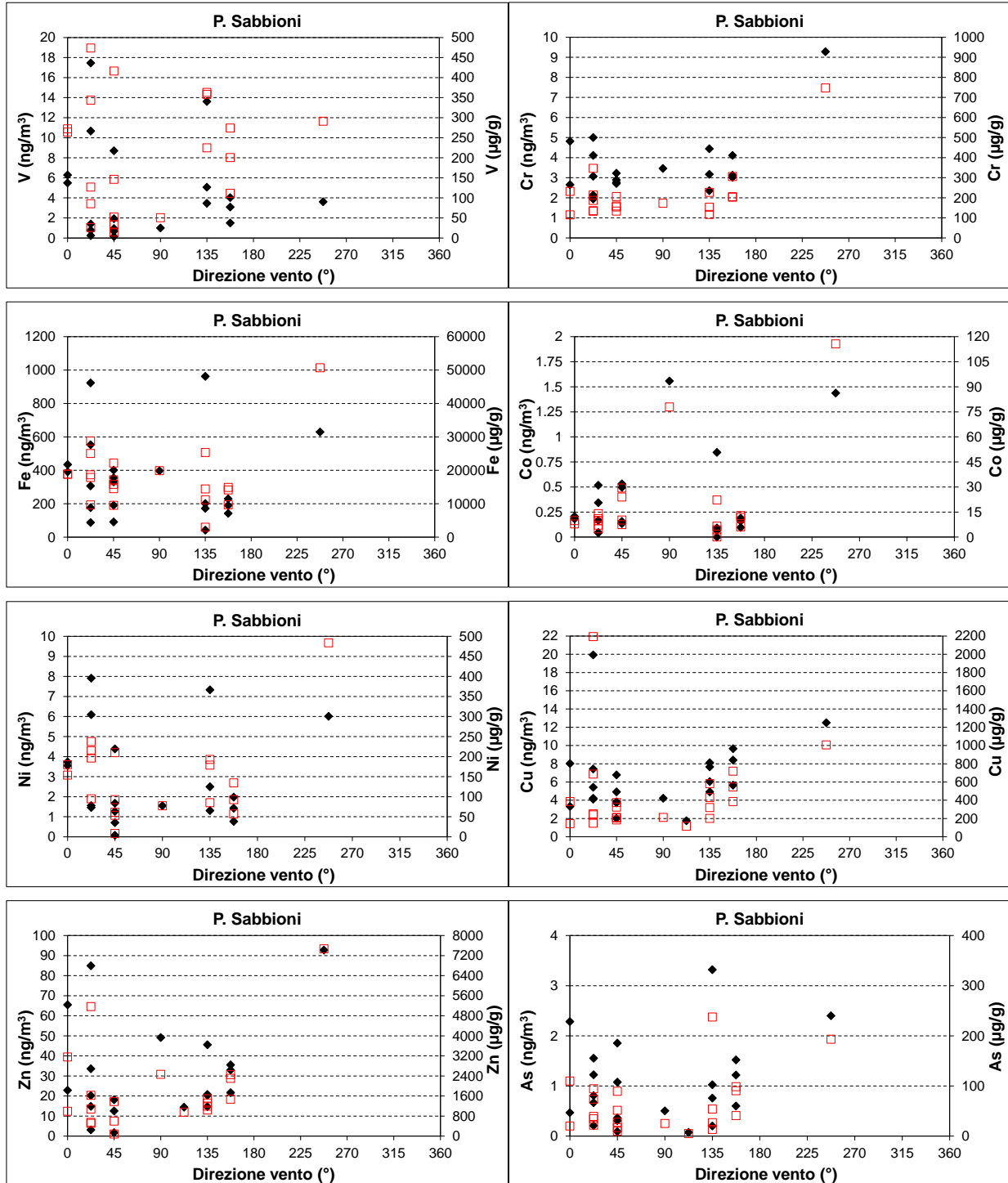


Fig. 3.1. Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM_{10} e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

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

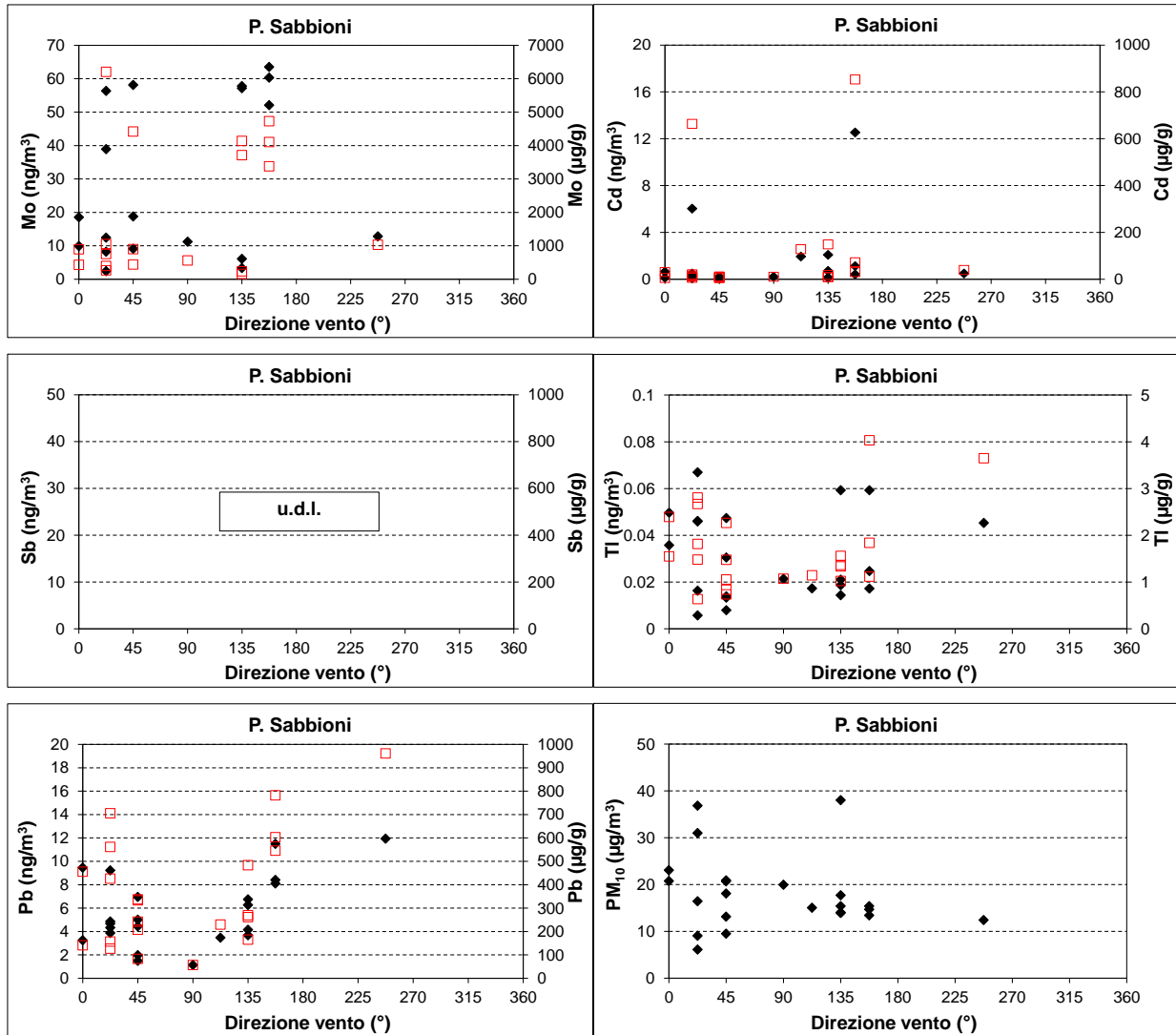


Fig. 3.2. Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

CORILA

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

Tab. 3.3. Concentrazioni assolute (ng/m³) dei metalli nel PM₁₀ a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi. u.d.l. 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)
23/06/2015	1.92	2.71	190.77	0.13	0.71	4.92	18.15	0.37	58.15	0.15	u.d.l.	0.01	4.44	13.2
24/06/2015	0.24	1.94	87.72	0.04	u.d.l.	19.93	14.81	0.67	56.36	6.02	u.d.l.	0.01	3.87	9.1
25/06/2015	1.50	4.11	190.05	0.16	0.77	9.65	32.93	1.22	63.53	0.40	u.d.l.	0.02	8.10	13.4
26/06/2015	3.10	3.12	229.59	0.10	1.43	8.40	35.51	1.52	52.10	1.11	u.d.l.	0.02	8.41	15.4
27/06/2015	5.08	3.17	201.42	0.09	2.50	8.12	20.80	3.32	57.82	2.07	u.d.l.	0.02	6.75	14.0
28/06/2015	4.03	3.02	142.42	0.19	1.98	5.65	21.68	0.60	60.30	12.53	u.d.l.	0.06	11.49	14.7
29/06/2015	3.46	2.35	172.55	0.07	1.31	4.92	20.30	0.20	57.16	0.14	u.d.l.	0.02	4.15	15.4
30/06/2015	4.91	4.26	313.19	0.14	2.81	8.60	25.98	1.63	65.54	4.17	u.d.l.	0.03	10.40	20.0
01/07/2015	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.75	14.41	0.08	u.d.l.	1.93	u.d.l.	0.02	3.47	15.1
02/07/2015	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	17.7
03/07/2015	u.d.l.	u.d.l.	386.74	0.13	1.64	13.91	23.81	3.14	26.64	26.63	u.d.l.	0.05	12.26	26.8
04/07/2015	u.d.l.	u.d.l.	41.69	0.00	u.d.l.	6.05	14.67	0.76	3.33	0.12	u.d.l.	0.01	3.68	14.1
07/09/2015	0.14	u.d.l.	90.81	u.d.l.	0.08	2.01	u.d.l.	0.09	u.d.l.	0.04	u.d.l.	0.01	1.97	9.5
08/09/2015	0.78	2.13	176.60	0.04	1.46	4.21	3.13	0.21	2.43	0.07	u.d.l.	0.02	4.32	6.1
09/09/2015	0.95	2.88	401.50	0.53	1.68	3.72	u.d.l.	0.31	u.d.l.	0.13	u.d.l.	0.01	1.50	18.1
10/09/2015	0.69	2.76	355.15	0.50	1.26	3.82	1.77	1.85	9.09	0.15	u.d.l.	0.03	5.01	20.7
11/09/2015	1.41	3.07	306.48	0.17	1.56	4.12	84.90	1.55	12.43	0.34	u.d.l.	0.05	9.22	16.4
12/09/2015	5.49	4.82	391.89	0.21	3.73	8.02	65.51	2.29	18.55	0.64	u.d.l.	0.05	9.46	20.8
13/09/2015	8.70	3.22	330.57	0.16	4.38	6.78	12.53	1.08	18.78	0.21	u.d.l.	0.05	6.96	20.9
14/09/2015	6.29	2.65	434.46	0.18	3.56	3.32	22.87	0.47	9.94	0.11	u.d.l.	0.04	3.25	23.1
15/09/2015	11.49	7.35	743.24	0.62	7.91	11.61	51.91	1.44	49.13	0.49	u.d.l.	0.06	10.48	26.3
16/09/2015	10.67	4.11	553.86	0.34	6.09	7.42	33.57	1.22	8.23	0.49	u.d.l.	0.05	4.86	31.0
17/09/2015	17.47	5.01	923.60	0.52	7.91	5.42	20.21	0.81	38.92	0.21	u.d.l.	0.07	4.67	36.9
18/09/2015	13.62	4.44	963.16	0.85	7.33	7.66	45.57	1.03	6.11	0.71	u.d.l.	0.06	6.27	38.0
19/09/2015	3.62	9.28	629.97	1.44	6.01	12.50	92.77	2.40	12.80	0.49	u.d.l.	0.05	11.94	12.4
20/09/2015	1.01	3.46	397.55	1.56	1.55	4.22	49.17	0.51	11.21	0.21	u.d.l.	0.02	1.14	20.0
Media	4.84	3.80	360.62	0.35	3.07	7.07	31.61	1.15	31.75	2.38	u.d.l.	0.03	6.32	18.8
Min	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	6.1
Max	17.47	9.28	963.16	1.56	7.91	19.93	92.77	3.32	65.54	26.63	u.d.l.	0.07	12.26	38.0

CORILA

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

Tab. 3.4. Concentrazioni relative ($\mu\text{g/g}$) dei metalli nel PM_{10} a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi. u.d.l. 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 ($\mu\text{g/g}$)
23/06/2015	146.3	206.3	14503.5	10.2	53.6	374.4	1379.6	27.8	4421.2	11.6	u.d.l.	1.1	337.2
24/06/2015	26.2	213.5	9655.5	4.9	u.d.l.	2194.0	1630.5	73.7	6203.9	663.1	u.d.l.	0.6	426.0
25/06/2015	111.7	306.1	14153.4	11.8	57.1	718.8	2452.3	90.7	4731.3	30.0	u.d.l.	1.8	603.1
26/06/2015	200.9	202.4	14890.2	6.2	92.5	544.8	2302.9	98.7	3379.2	72.1	u.d.l.	1.1	545.3
27/06/2015	363.4	227.1	14419.9	6.6	178.7	581.5	1489.5	237.7	4139.2	148.5	u.d.l.	1.3	483.1
28/06/2015	274.4	205.3	9690.1	12.9	134.5	384.7	1475.3	41.0	4102.7	852.7	u.d.l.	4.0	781.8
29/06/2015	225.1	152.9	11209.5	4.3	85.1	319.6	1318.9	13.3	3713.2	9.0	u.d.l.	1.4	269.4
30/06/2015	245.9	213.1	15679.3	6.8	140.8	430.6	1300.7	81.6	3281.0	209.0	u.d.l.	1.4	520.7
01/07/2015	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	116.1	955.7	5.0	u.d.l.	128.1	u.d.l.	1.1	229.9
02/07/2015	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.
03/07/2015	u.d.l.	u.d.l.	14433.8	4.8	61.3	519.2	888.5	117.3	994.2	993.9	u.d.l.	1.7	457.5
04/07/2015	u.d.l.	u.d.l.	2965.1	0.1	u.d.l.	430.0	1043.2	54.0	236.6	8.6	u.d.l.	1.0	261.5
07/09/2015	14.9	u.d.l.	9547.6	u.d.l.	8.2	211.4	u.d.l.	9.8	u.d.l.	4.4	u.d.l.	0.8	207.5
08/09/2015	127.0	347.0	28791.8	7.1	237.5	686.6	510.9	34.7	396.0	10.9	u.d.l.	2.7	705.0
09/09/2015	52.5	159.4	22192.0	29.4	92.6	205.5	u.d.l.	17.1	u.d.l.	7.2	u.d.l.	0.7	82.7
10/09/2015	33.2	133.5	17167.1	24.0	61.1	184.9	85.5	89.6	439.3	7.2	u.d.l.	1.5	242.3
11/09/2015	85.6	186.8	18653.5	10.1	94.7	250.5	5167.5	94.6	756.8	20.8	u.d.l.	2.8	561.4
12/09/2015	264.5	231.9	18869.0	9.9	179.7	386.0	3154.2	110.0	893.0	30.9	u.d.l.	2.4	455.7
13/09/2015	416.4	154.1	15816.8	7.5	209.7	324.4	599.5	51.5	898.5	10.0	u.d.l.	2.3	333.0
14/09/2015	272.4	114.8	18822.3	7.9	154.0	143.8	990.6	20.4	430.8	4.9	u.d.l.	1.6	140.9
15/09/2015	436.7	279.4	28240.0	23.7	300.4	441.0	1972.5	54.5	1866.8	18.6	u.d.l.	2.3	398.0
16/09/2015	344.1	132.5	17865.3	11.1	196.5	239.5	1082.9	39.5	265.6	15.7	u.d.l.	1.5	156.7
17/09/2015	473.9	135.8	25055.3	14.1	214.6	147.0	548.3	21.9	1055.8	5.6	u.d.l.	1.8	126.6
18/09/2015	358.3	116.8	25332.0	22.2	192.8	201.4	1198.4	27.0	160.7	18.5	u.d.l.	1.6	164.9
19/09/2015	291.4	747.0	50721.6	115.7	483.8	1006.6	7469.6	193.4	1031.0	39.3	u.d.l.	3.7	961.1
20/09/2015	50.6	173.1	19905.5	78.0	77.5	211.5	2462.0	25.3	561.3	10.5	u.d.l.	1.1	56.9
Media	218.9	220.9	18274.2	18.7	150.3	450.1	1803.4	65.2	1998.1	133.2	u.d.l.	1.7	380.3
Min	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.
Max	473.9	747.0	50721.6	115.7	483.8	2194.0	7469.6	237.7	6203.9	993.9	u.d.l.	4.0	961.1

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 I DATI	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Media	4.84	3.80	360.62	0.35	3.07	7.07	31.61	1.15	31.75	2.38	u.d.l.	0.03	6.32	18.8
Min	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	6.1
Max	17.47	9.28	963.16	1.56	7.91	19.93	92.77	3.32	65.54	26.63	u.d.l.	0.07	12.26	38.0
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	4.89	3.90	370.69	0.31	3.14	7.28	32.18	1.21	32.01	2.12	u.d.l.	0.03	6.29	18.8
Min	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	6.1
Max	17.47	9.28	963.16	1.44	7.91	19.93	92.77	3.32	65.54	26.63	u.d.l.	0.07	12.26	38.0
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	4.58	3.23	290.18	0.63	2.64	5.55	27.79	0.73	30.10	4.32	u.d.l.	0.04	6.53	18.5
Min	1.01	3.02	142.42	0.16	1.55	4.22	12.53	0.51	11.21	0.21	u.d.l.	0.02	1.14	14.7
Max	8.70	3.46	397.55	1.56	4.38	6.78	49.17	1.08	60.30	12.53	u.d.l.	0.06	11.49	20.9

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE 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. 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	218.9	220.9	18274.2	18.7	150.3	450.1	1803.4	65.2	1998.1	133.2	u.d.l.	1.7	380.3
Min	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.
Max	473.9	747.0	50721.6	115.7	483.8	2194.0	7469.6	237.7	6203.9	993.9	u.d.l.	4.0	961.1
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	214.4	228.1	18722.3	16.6	151.9	469.7	1847.1	68.7	2020.8	111.7	u.d.l.	1.6	378.9
Min	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.
Max	473.9	747.0	50721.6	115.7	483.8	2194.0	7469.6	237.7	6203.9	993.9	u.d.l.	3.7	961.1
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	247.1	177.5	15137.5	32.8	140.6	306.9	1512.3	39.3	1854.2	291.1	u.d.l.	2.5	390.6
Min	50.6	154.1	9690.1	7.5	77.5	211.5	599.5	25.3	561.3	10.0	u.d.l.	1.1	56.9
Max	416.4	205.3	19905.5	78.0	209.7	384.7	2462.0	51.5	4102.7	852.7	u.d.l.	4.0	781.8

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 0.70. 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	Tl	Pb	PM ₁₀
V	1.00	0.42	0.82	0.13	0.91	0.07	0.04	0.13	-0.12	-0.10	0.78	0.18	0.87
Cr		1.00	0.63	0.60	0.69	0.34	0.67	0.46	-0.10	-0.16	0.55	0.58	0.29
Fe			1.00	0.58	0.90	0.06	0.38	0.17	-0.30	-0.11	0.74	0.16	0.85
Co				1.00	0.38	-0.02	0.54	0.03	-0.35	-0.20	0.26	-0.06	0.28
Ni					1.00	0.38	0.29	0.16	-0.25	-0.16	0.77	0.22	0.74
Cu						1.00	0.18	0.48	0.32	0.43	0.11	0.49	0.01
Zn							1.00	0.35	-0.20	-0.14	0.40	0.47	0.11
As								1.00	0.02	0.39	0.32	0.68	0.19
Mo									1.00	0.18	-0.20	0.26	-0.25
Cd										1.00	0.19	0.49	0.09
Tl											1.00	0.57	0.73
Pb												1.00	0.11
PM ₁₀													1.00

3.1.2 Commenti e considerazioni conclusive

Nella Tabella 3.8 si confrontano i valori medi di concentrazione osservati nel sito di misura di Punta Sabbioni 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 3.9 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 [Cesari *et al.*, 2012; 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 *et al.*, 2005; Güllü *et al.*, 2005; Senaratne e Shooter, 2004; Kim *et al.*, 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 3.3 si riportano i valori di EF ottenuti nel sito di misura di Punta Sabbioni. 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 i metalli Co, Tl, V e Cr sono caratterizzati da un arricchimento più basso associabile alla presenza di un contributo di origine crostale. Il metallo Ni, con un valore di EF compreso tra le due soglie, origina da un contributo misto: di natura antropica e crostale. Infine, i metalli Cu, As, Zn, Pb, Cd e Mo risultano essere significativamente arricchiti e quindi associati ad un'origine prettamente antropica.

Nelle Figure 3.4 e 3.5 si riporta un confronto fra le concentrazioni medie assolute e relative rilevate a Punta Sabbioni. 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 Mo a Punta Sabbioni con concentrazioni più elevate rispetto agli anni precedenti anche in periodi festivi.

Tab. 3.8. 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	Punta Sabbioni	WHO	Indicazioni Normative		
			Valore Limite/Valore obiettivo	Soglia di valutazione inferiore	Soglia di valutazione superiore
Nichel	3.1 (0.1 - 7.9)	1 (B)/9-60 (U)	20	10	14
Arsenico	1.2 (0.1 - 3.3)	1-3 (B)/20-30 (U)	6	2.4	3.6
Cadmio	2.4 (u.d.l. - 26.6)	0.1 (B)/1-10 (U)	5	2	3
Piombo	6.3 (u.d.l. - 12.3)	0.6 (B)/ 5-500 (U)	500	250	350

* B background; U Urbano

CORILA

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

Tab. 3.9. Confronto fra le concentrazioni medie dei metalli nel sito di Punta Sabbioni 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	Punta Sabbioni	ARPA Veneto (Relazioni Qualità dell'aria 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014)		
		A. Da Mestre (B)	Bissuola (B)	Via Circonvallazione (T)
Nichel	3.1 (0.1 - 7.9)	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) 2.9 (2014)	7.1 (2006) 8.7 (2007) 8.3 (2008)
Arsenico	1.2 (0.1 - 3.3)	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) 2.1 (2014)	4.3 (2006) 3.5 (2007) 2.7 (2008)
Cadmio	2.4 (u.d.l. - 26.6)	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) 1.8 (2014)	4.2 (2006) 3.2 (2007) 2.4 (2008)
Piombo	6.3 (u.d.l. - 12.3)	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) 8.0 (2014)	27.8 (2006) 26.2 (2007) 20.0 (2008)

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

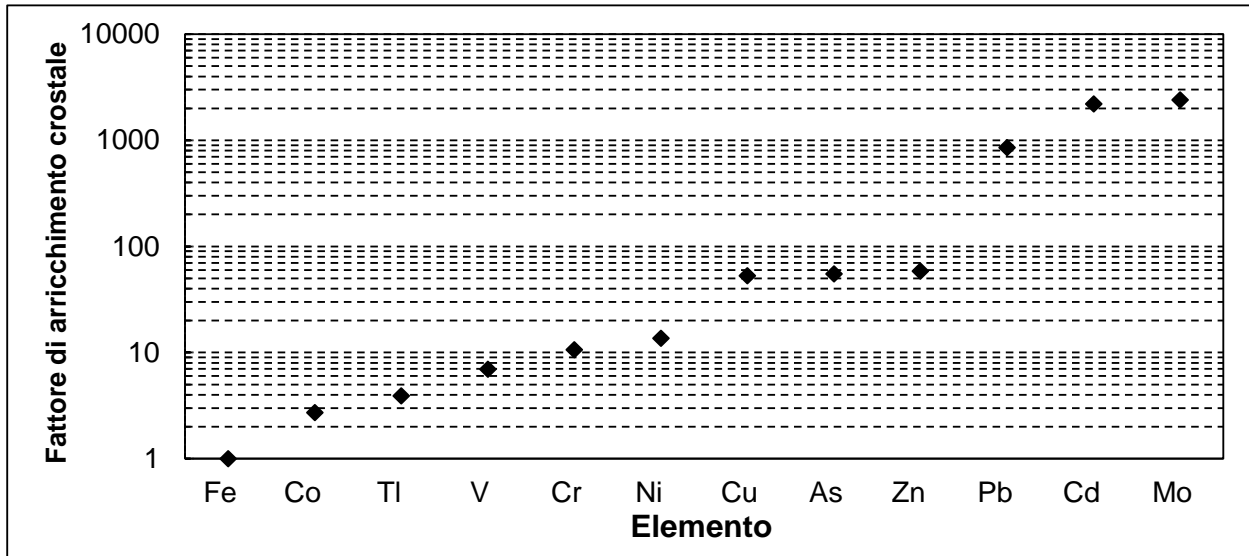


Fig. 3.3. Valori del fattore di arricchimento crostale osservati nel sito di misura di Punta Sabbioni.

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

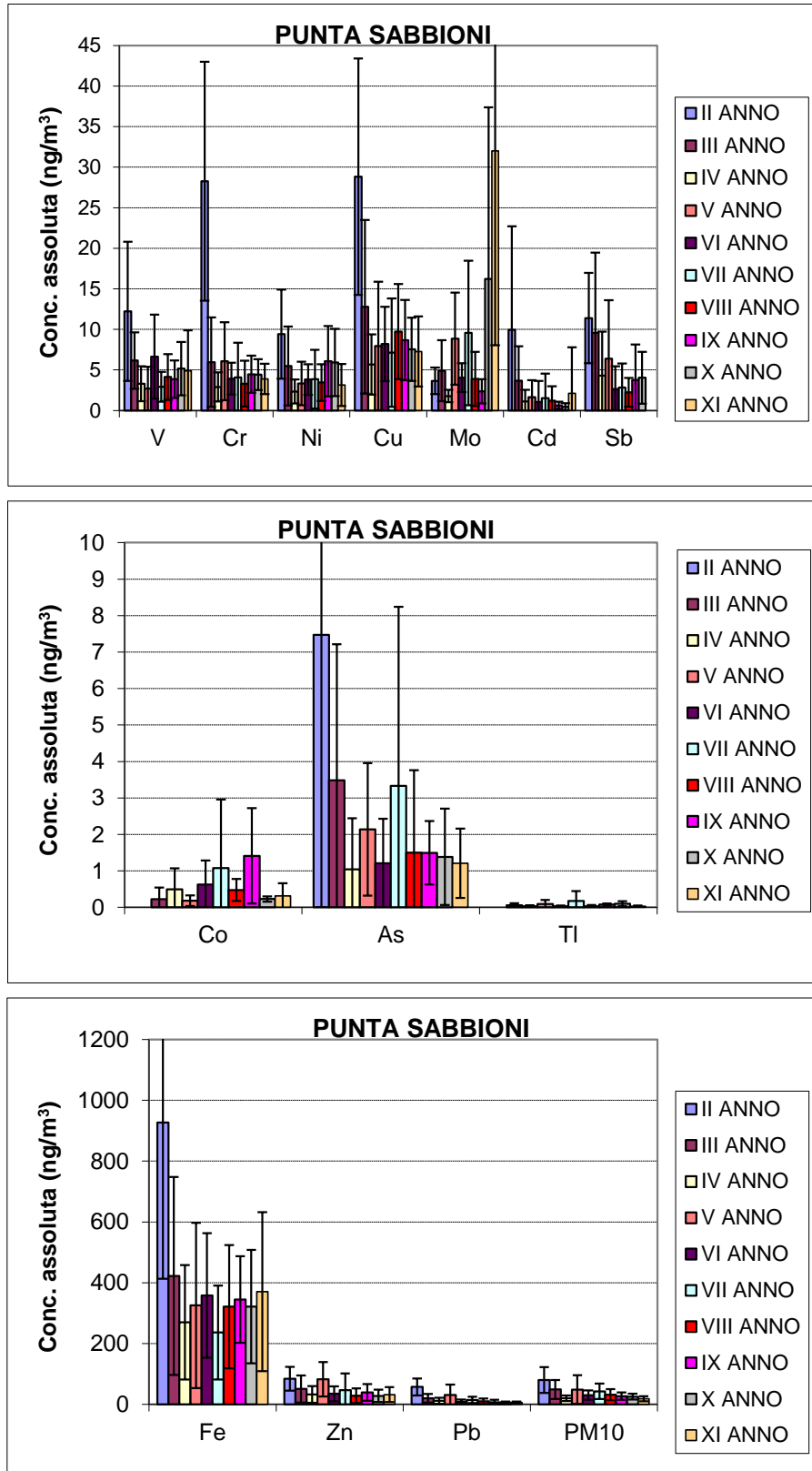


Fig. 3.4. Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

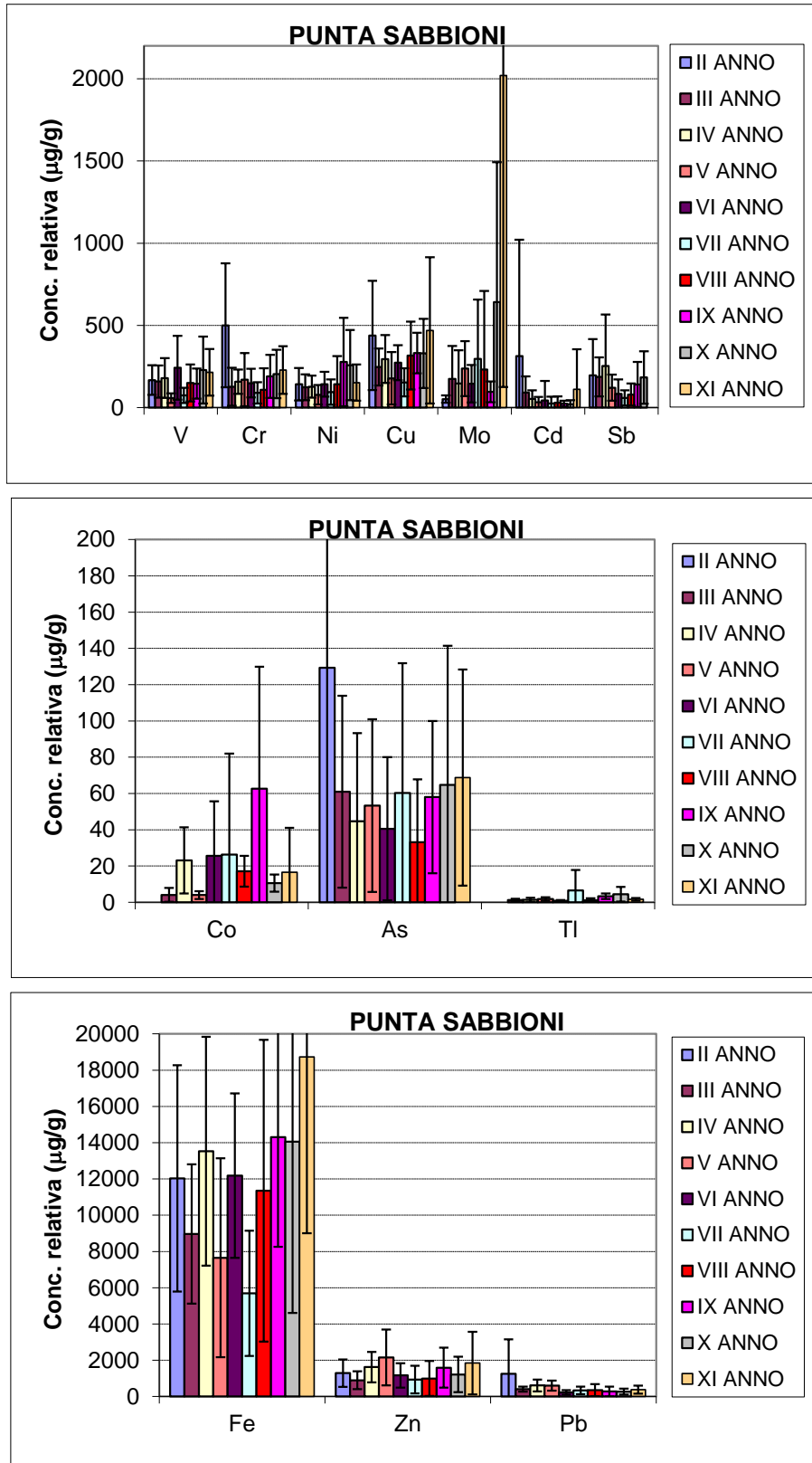


Fig. 3.5. Andamenti delle concentrazioni medie relative osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

3.1.3 *Inter-confronto delle due campagne di misura a Punta Sabbioni*

Nelle prime due settimane di Settembre 2015 è stato eseguito lo smantellamento dell'isola temporanea artificiale per la realizzazione della Teleguida.

In particolare, lo smantellamento è stato effettuato con l'utilizzo di 2 escavatori, 1 pala gommata e una gru che lavorava due volte a giorno per circa 2 ore e mezza. L'estrazione delle palancole con vibroinfissore è stata effettuata il 3 e 4 Settembre e dal 14 al 18 Settembre. Pertanto, per valutare gli eventuali effetti sulla qualità dell'aria dovuti alle operazioni di smantellamento, è stata condotta un'analisi di confronto tra i livelli di metalli monitorati durante la prima campagna di misura, antecedente allo smantellamento, e la seconda campagna, effettuata in un periodo concomitante e successivo alle attività di smantellamento.

Nella Figura 3.6 si riportano i valori medi degli elementi considerati durante il monitoraggio, insieme con la concentrazione media di PM₁₀ misurata, separati per le due campagne di monitoraggio. Le barre d'errore indicano la deviazione standard delle concentrazioni giornaliere. In Figura 3.7 la stessa analisi è condotta con i valori medi degli elementi espressi in concentrazioni relative ($\mu\text{g/g}$).

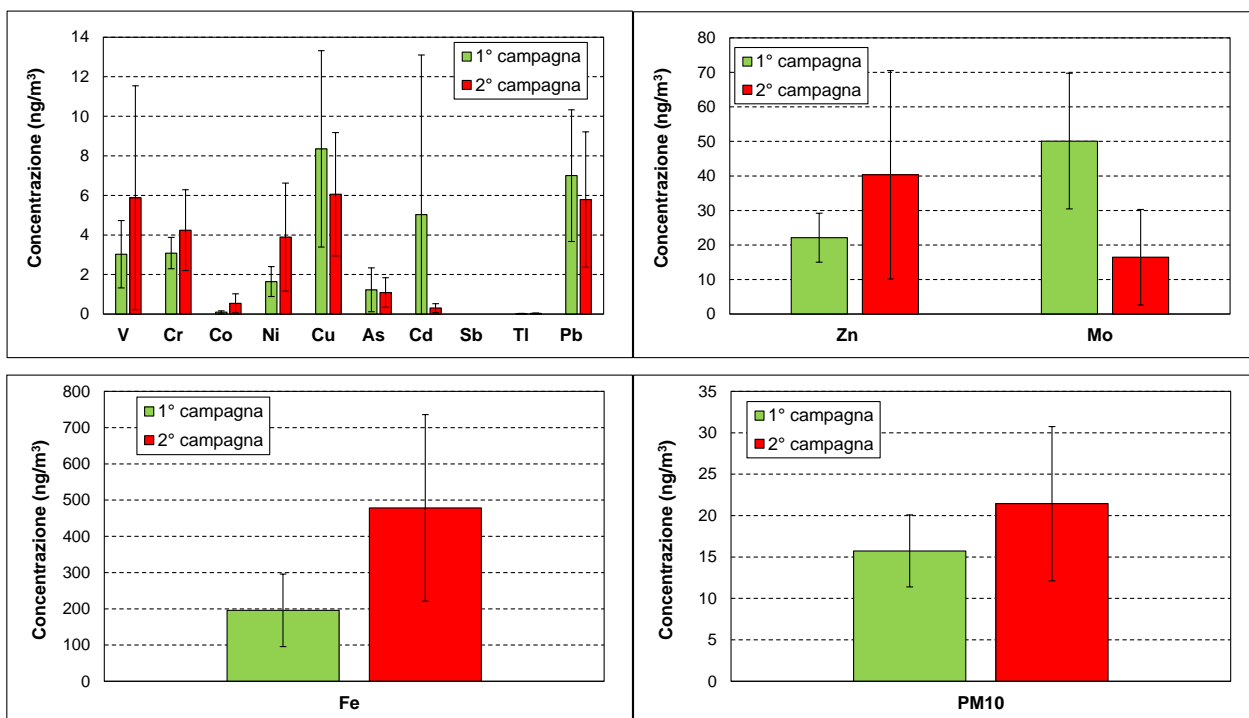


Fig. 3.6. Concentrazioni medie assolute osservate a Punta Sabbioni per la prima e la seconda campagna di misura. Le barre di errore rappresentano la deviazione standard delle concentrazioni giornaliere.

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

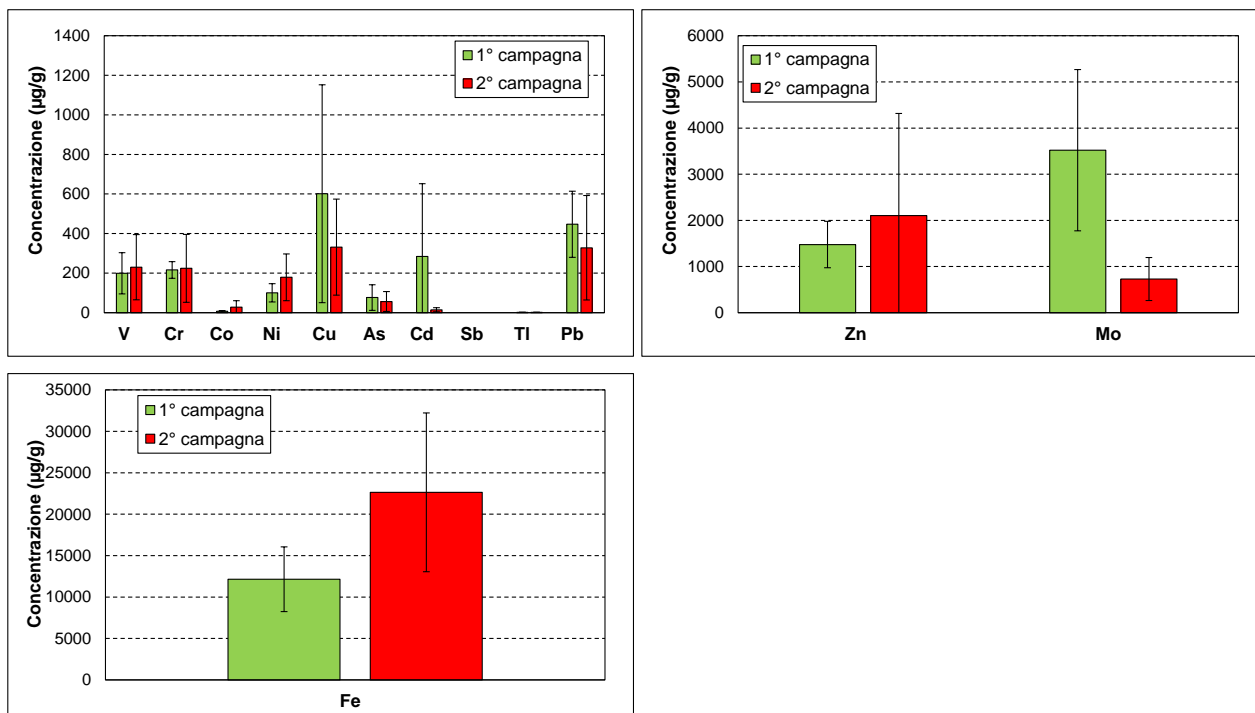


Fig. 3.7. Concentrazioni medie relative osservate a Punta Sabbioni per la prima e la seconda campagna di misura. Le barre di errore rappresentano la deviazione standard delle concentrazioni giornaliere.

Dall'analisi delle concentrazioni medie si evince che, mediamente, per alcuni elementi (V, Cr, Co, Ni) i livelli di concentrazione risultano essere più alti nella seconda campagna (concomitante alle operazioni di smantellamento). Tuttavia, gli elementi Cu, As, Mo, Cd e Pb risultano avere concentrazioni più basse nella seconda campagna di misura. Considerando la deviazione standard, tali differenze sono all'interno della variabilità, per cui si può affermare che la composizione media del particolato campionato è confrontabile nella prima e nella seconda campagna di misure. Tale analisi è confermata anche dall'andamento delle concentrazioni relative che evidenziano che nonostante i livelli differenti di PM₁₀ misurati nelle due campagne (più alti nella seconda campagna di monitoraggio), la composizione chimica relativa è essenzialmente invariata ad esclusione di una riduzione del livello di Mo nella seconda campagna di misura. Non si evidenzia quindi, in termini medi, un chiaro contributo delle attività correlate allo smantellamento della isola artificiale.


4 CONCLUSIONI

4.1 Introduzione

In questa parte finale del documento verranno presentate in forma sintetica le conclusioni relative all'undicesimo 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 4.1 riporta in forma schematica e riassuntiva i risultati delle attività di monitoraggio effettuate. Per la postazione Punta Sabbioni è riportato l'indicatore monitorato; 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. 4.1. Esposizione in forma schematica dei risultati ottenuti dalle varie attività di monitoraggio.

Sito	Metalli nel PM ₁₀
Punta Sabbioni	

4.2 Sintesi attività di monitoraggio

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 il sito di Punta Sabbioni (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. 4.1 l'indicatore relativo ai metalli nel PM₁₀ è verde, per il sito analizzato.

BIBLIOGRAFIA

- ARPAV, Relazione Regionale Qualità dell'Aria: Anno di riferimento 2014, Maggio 2015.
- Cesari D, Contini D, Genga A, Siciliano M, Elefante C, Baglivi F, Daniele L. 2012. Analysis of raw soils and their re-suspended PM10 fractions: characterisation of source profiles and enrichment factors. *APPLIED GEOCHEMISTRY*, vol. 27, p. 1238-1246, doi: 10.1016/j.apgeochem.2012.02.029.
- 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 content in the atmospheric aerosol in the Mediterranean area", *Atm. Env.* 39, pp. 6271-6281.
- Güllü G., Dogan G., Tuncel G., 2005. "Atmospheric trace element and major ion concentrations over the eastern Mediterranean Sea: Identification of anthropogenic source regions", *Atm. Env.* 39, pp. 6376-6387.
- Han J.S., Moon K.J., Ryu S.Y., Kim Y.J., Perry K.D., 2005. "Source estimation of anthropogenic aerosols collected by a DRUM sampler during spring of 2002 at Gosan, Korea", *Atm. Env.* 39, pp. 3113-3125.
- Khalili N. R., P. A. Scheff, T. M. Holsen, "PAH Source fingerprints for coke ovens, diesel and gasoline engines, highway tunnels, and wood combustion emissions", *Atmospheric Environment* 29, pp. 533-542, 1995.
- Kim K.H., Choi G.H., Kang C.H., Lee J.H., Kim J.Y., Youn Y.H., Lee S.R., 2003. "The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events", *Atm. Env.* 37, pp. 753-765.
- Magistrato alle Acque di Venezia ()-CORILA. Studio B.6.72 B/1 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari". Macroattività: aria. Rapporto di Variabilità, Luglio 2005. Consorzio Venezia Nuova.
- Manoli E., Voutsas D., Samara C., 2002. "Chemical characterization and source identification/apportionment of fine and coarse air particles in Thessaloniki, Greece", *Atm. Env.* 36, pp. 949-961.
- Masclat P., G. Mouvier, K. Nikolaou, "Relative decay index and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons", *Atmospheric Environment*, Vol. 20, N.3, pp.439-446, 1986.
- Samara, C., Voutsas, D., 2005. "Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment", *Chemosp.* 56, pp. 1197-1206.
- Senaratne I., Shooter D., 2004. "Elemental composition in source identification of brown haze in Auckland, New Zealand", *Atm. Env.* 38, pp. 3049-3059.
- Wedepohl K.H., 1995. "The composition of the continental crust", *Geoch. Et Cosmoch. Acta* 59, pp. 1217-1232.
- World Health Organization, 2000. "Air quality guidelines for Europe". 2nd ed. Copenhagen: Regional Office for Europe. WHO Regional Publications, European Series, no. 91.

ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE

In questa appendice si procede ad un riesame critico delle diverse soglie per i metalli.

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