

**Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia**  
Via Lissa, 6  
30174 Venezia Mestre Italy  
Tel. +39 041 5445511  
Fax +39 041 5445500  
e-mail: dapve@arpa.veneto.it

**Servizio Sistemi Ambientali**  
**Responsabile del Procedimento:**  
Dr.ssa Luisa Vianello  
e-mail: lvianello@arpa.veneto.it

**Responsabile dell'Istruttoria:**  
Ufficio Informativo Ambientale  
Dr.ssa Consuelo Zemello  
e-mail: czemello@arpa.veneto.it

Venezia - Mestre, 19/05/2011

Prot. n. **59888**/11

Al Sindaco del Comune di Venezia  
Ca' Farsetti, San Marco, 4136  
30124 Venezia

Al Dirigente del Settore Politiche Ambientali  
della Provincia di Venezia  
Via Forte Marghera, 191  
30173 Mestre - Venezia

Al Direttore del Dipartimento di Prevenzione  
U.L.S.S. n. 12 Veneziana  
Piazzale S. Lorenzo Giustiniani, 11/d  
30172 Zelarino - Venezia

e p.c. Alla Direzione  
Stazione Sperimentale del Vetro  
via Briati, 10  
30141 Murano - Venezia

Al Dirigente dell'Unità Complessa Tutela Atmosfera  
Regione del Veneto  
Palazzo Linetti, Calle Priuli  
Cannaregio, 99  
30121 Venezia

Al Dirigente Servizio Osservatorio Regionale Aria  
ARPAV - DAP PD  
Sede

**Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia**  
Via Lissa, 6  
30174 Venezia Mestre Italy  
Tel. +39 041 5445511  
Fax +39 041 5445500  
e-mail: dapve@arpa.veneto.it

**Servizio Sistemi Ambientali**  
**Responsabile del Procedimento:**  
Dr.ssa Luisa Vianello  
e-mail: lvianello@arpa.veneto.it

**Responsabile dell'Istruttoria:**  
Ufficio Informativo Ambientale  
Dr.ssa Consuelo Zemello  
e-mail: czemello@arpa.veneto.it

**Oggetto:** Indagine conoscitiva di misura di PM<sub>10</sub> e metalli presso la Stazione Sperimentale del Vetro a Murano.

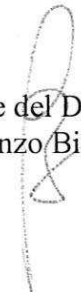
Si fa seguito all'incontro organizzato presso lo scrivente Dipartimento in data 10 maggio u.s., per trasmettere in allegato, per quanto di rispettiva competenza, la relazione tecnica relativa all'indagine conoscitiva di misura di PM<sub>10</sub> e metalli, realizzata tra Agosto 2009 e Luglio 2010 presso la Stazione Sperimentale del Vetro a Murano.

Si mette in evidenza che dal 1 ottobre 2010 è entrato in vigore il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Qualità dell'aria ambiente – Attuazione Direttiva 2008/50/CE" che abroga tutte le norme precedenti in materia di qualità dell'aria, ma ne conferma sostanzialmente i limiti ed i valori obiettivo; conseguentemente tutte le relazioni tecniche dei monitoraggi effettuati dopo la data del 1 ottobre 2010 faranno esplicito riferimento esclusivamente al citato ultimo Decreto.

Nell'elaborazione della Relazione Tecnica allegata sono invece state prese a riferimento le diverse normative di legge in vigore al momento dell'esecuzione dell'indagine.

Distinti saluti.

Il Direttore del Dipartimento  
dr. Renzo Biancotto



Allegati: - Relazione tecnica n. 28/ATM/09.

**ARPAV**

Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

**arpav****Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia**

Via Lissa, 6  
30171 Venezia Mestre - Italy  
Tel. +39 041 5445511  
Fax +39 041 5445500  
e-mail: [dapve@arpa.veneto.it](mailto:dapve@arpa.veneto.it)

**Servizio Sistemi Ambientali****Responsabile del Procedimento:**

Dr.ssa Luisa Vianello  
e-mail: [lvianello@arpa.veneto.it](mailto:lvianello@arpa.veneto.it)

# **Indagine conoscitiva di misura di PM<sub>10</sub> e metalli presso la Stazione Sperimentale del Vetro a Murano**

**Periodo di attuazione:****7 agosto 2009 – 31 dicembre 2009****29 maggio 2010 – 30 luglio 2010****RELAZIONE TECNICA****ARPAV**

Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

Centr. +39 049 8239301-303  
Codice Fiscale 92111430283  
Partita IVA 03382700288  
e-mail: [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)  
[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)

Direzione Generale  
Via Matteotti 27  
35137 Padova - Italy  
Tel. +39 049 8239341-354  
Fax +39 049 660966

Direzione Area Amministrativa  
Tel. +39 049 8239302  
Fax +39 049 660966

Direzione Area Tecnico-Scientifica  
Direzione Area Ricerca e Informazione  
Tel. +39 049 8767610-633  
Fax +39 049 8767670

**Realizzato a cura di:**

**A.R.P.A.V.**

**Dipartimento Provinciale di Venezia**

dr. R. Biancotto (direttore)

**Servizio Sistemi Ambientali**

dr.ssa L. Vianello (dirigente responsabile)

**Ufficio Informativo Ambientale**

dr.ssa C. Zemello (elaborazioni)

**Ufficio Reti di Monitoraggio**

dr. E. Tarabotti (tecnico responsabile)

dr. R. Spinazzè (elaborazioni)

p.i. A. Buscato (raccolta dati)

**Redatto da: dr.ssa L. Vianello, dr.ssa C. Zemello**

**Supervisione: dr. R. Biancotto**

**Si ringraziano per il supporto fornito:**

**Servizio Laboratori Provinciale di Padova**

*NOTA: La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia e la citazione della fonte stessa.*

**Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia**  
 Via Lissa, 6  
 30171 Venezia Mestre - Italy  
 Tel. +39 041 5445511  
 Fax +39 041 5445500  
 e-mail: [dapve@arpa.veneto.it](mailto:dapve@arpa.veneto.it)

**Servizio Sistemi Ambientali**  
**Responsabile del Procedimento:**  
 Dr.ssa Luisa Vianello  
 e-mail: [lvianello@arpa.veneto.it](mailto:lvianello@arpa.veneto.it)

**Responsabile dell'Istruttoria:**  
 Ufficio Informativo Ambientale  
 Dr.ssa Consuelo Zemello  
 e-mail: [czemello@arpa.veneto.it](mailto:czemello@arpa.veneto.it)

<b>Relazione tecnica n. 28/ATM/09</b>		<b>17 maggio 2011</b>
Indagine conoscitiva di misura di PM <sub>10</sub> e metalli presso la Stazione Sperimentale del Vetro a Murano.		
Richiedente: Direttore del Dipartimento Provinciale di Venezia di ARPAV		
Il Tecnico Ufficio Informativo Ambientale Dr.ssa Consuelo Zemello		Il Dirigente Servizio Sistemi Ambientali Dr.ssa Luisa Vianello

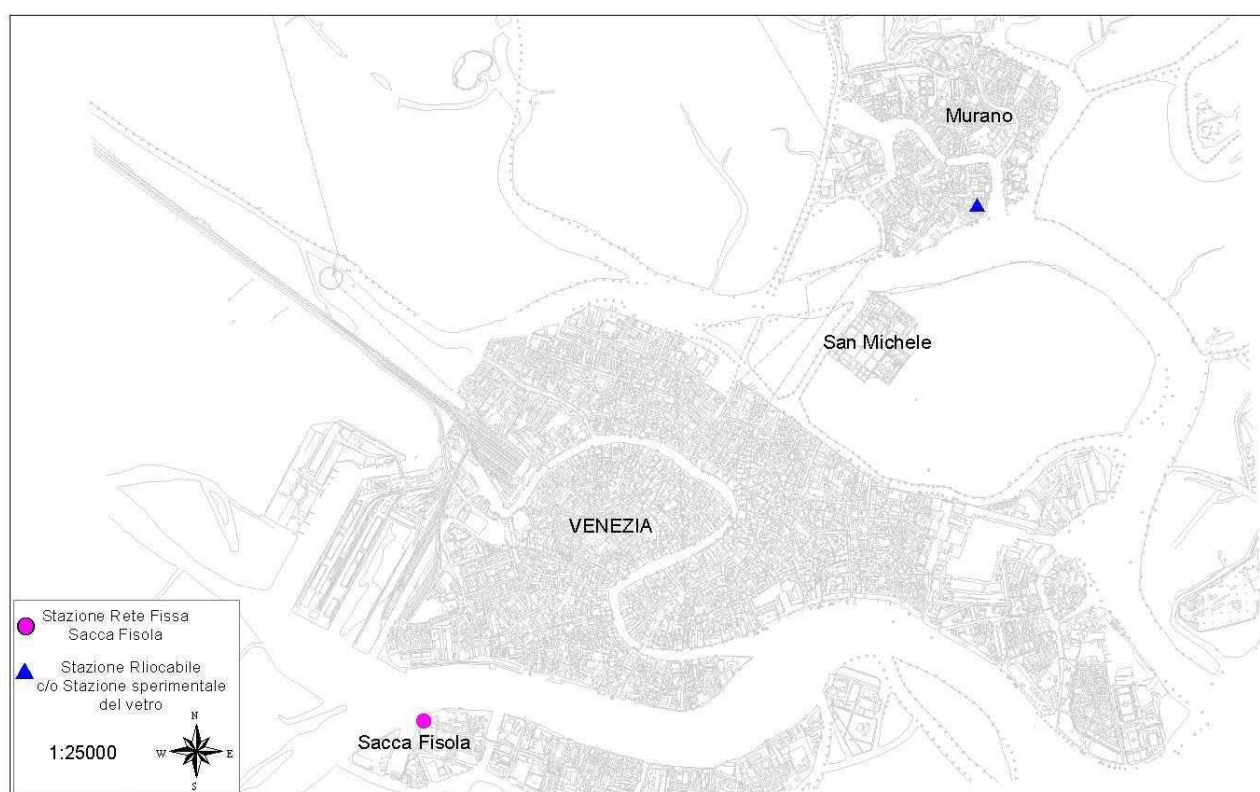
<b>Informazioni sulle località sottoposte a controllo</b>	
Comune	Venezia
Posizione 1	Murano, via Briati 10, presso Stazione Sperimentale del Vetro, terrazza a circa 13 metri dal suolo (Figura 1: estratto della C.T.R. in scala 1:5000)
Posizione 2	Sacca Fisola, presso stazione fissa
Zonizzazione D.G.R.V. 3195/2006	Zona A1 Agglomerato

## INDICE

1	Introduzione	pag. 3
2	Inquinanti monitorati	pag. 3
3	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	pag. 3
4	Efficienza di campionamento	pag. 4
5	Commento sulla situazione meteorologica	pag. 4
6	Considerazioni	pag. 4
7	Conclusioni	pag. 10
8	Risultati dell'elaborazione	pag. 11
9	Riferimenti normativi	pag. 19



## Siti di Monitoraggio PM10 in laguna di Venezia



**Figura 1** – Estratto Carta Tecnica Regionale, scala 1:5000

## **1 Introduzione**

La presente indagine conoscitiva, riguardante la qualità dell'aria è stata effettuata a seguito dell'emissione dell'Autorizzazione di Carattere Generale per attività di Produzione del Vetro Artistico, emanata dalla Provincia di Venezia con decreto dirigenziale n. 2009/442 del 15/05/2009, per valutare la presenza in aria di alcuni inquinanti nell'area dell'isola di Murano e per confrontare i dati analitici ottenuti, in particolare metalli, con quelli prodotti in un precedente monitoraggio svolto da questo Dipartimento Provinciale, effettuato nell'anno 2003 presso la Stazione Sperimentale del Vetro di Murano, utilizzando lo stesso sito di monitoraggio.

Detta postazione di misura, presso la Stazione Sperimentale del Vetro di Murano, non è posta al suolo, bensì sopra una terrazza a circa 13 metri, in vicinanza di alcuni punti di emissione di impianti per la lavorazione del vetro artistico.

## **2 Inquinanti monitorati.**

Presso il sito di Murano sono stati effettuati dei campionamenti sequenziali, con la conseguente determinazione gravimetrica del particolato inalabile  $PM_{10}$ , mentre presso il sito di Sacca Fisola il  $PM_{10}$  è stato determinato tramite un analizzatore automatico. I filtri in nitrato di cellulosa associati a entrambi i siti sono stati poi analizzati per la determinazione dei metalli presenti nella frazione  $PM_{10}$ : arsenico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), ferro (Fe), manganese (Mn), nichel (Ni), piombo (Pb), rame (Cu), tallio (Tl), vanadio (V) e zinco (Zn).

## **3 Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi.**

Presso il sito di Murano (terrazza a 13 metri dal suolo della Stazione Sperimentale del Vetro), il campionamento del particolato inalabile  $PM_{10}$  (diametro aerodinamico inferiore a  $10\ \mu m$ ) è stato realizzato utilizzando una linea di prelievo sequenziale con cicli di prelievo di 24 ore su opportuni filtri in nitrato di cellulosa da 47 mm di diametro. Detti campionamenti sequenziali sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche dettate dal DM 15/4/1994 e dal DM 60/2002 (i volumi sono stati normalizzati a temperatura e pressione ambiente). Presso il sito di Sacca Fisola (stazione al suolo della rete di monitoraggio ARPAV della Qualità dell'Aria), il  $PM_{10}$  è stato determinato tramite un analizzatore automatico marca OPSIS, modello SN 200, che impiega una sorgente radioattiva di Carbonio 14: il principio di misura si basa sul metodo dell'attenuazione dei raggi beta; i cicli di prelievo sono stati di 24 ore, con lettura giornaliera, ed i filtri utilizzati sono in nitrato di cellulosa, con diametro pari a 47 mm.

Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate sui filtri esposti in nitrato di cellulosa, mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite "metodo UNI EN 14902:2005".

Le determinazioni del  $PM_{10}$  e dei metalli sono state effettuate su tutti i filtri campionati.

Con riferimento ai risultati riportati al punto 6 si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rilevabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale in cui la metà del limite di rilevabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rilevabilità, diversificato a seconda dello strumento impiegato o della metodologia adottata.

#### **4 Efficienza di campionamento.**

La raccolta minima di dati di materiale particolato, necessaria per raggiungere gli obiettivi di qualità dei dati fissati dal DM 60/2002 (Allegato X) per misurazioni in continuo, deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile, escludendo le perdite di dati dovute alla calibrazione periodica o alla normale manutenzione degli strumenti. Per misurazioni indicative il periodo minimo di copertura deve essere del 14% nell'arco dell'intero anno civile (pari a 52 giorni/anno).

Il periodo di copertura minimo per il piombo necessario per raggiungere gli obiettivi per la qualità dei dati fissati dal DM 60/2002 (Allegato X) per misurazioni indicative, deve essere del 14% nell'arco dell'intero anno civile. Anche per gli altri metalli considerati il D.Lgs. 152/2007 indicava una percentuale pari al 14% per misurazioni indicative; è possibile applicare un periodo di copertura più basso, ma non inferiore al 6%, purché si dimostri che l'incertezza estesa nel calcolo della media annuale sia rispettata.

A fronte di alcune difficoltà logistiche ed al fine di valutare la variabilità temporale dei dati nel corso di un anno civile, complessivamente, sono stati campionati ed analizzati 206 filtri per PM<sub>10</sub> a Murano e 205 filtri a Sacca Fisola e sono state realizzate 206 analisi di metalli a Murano e 203 a Sacca Fisola.

#### **5 Commento sulla situazione meteorologica.**

Dall'analisi dei dati medi mensili di vento rilevati presso la stazione n. 22 dell'Ente Zona Industriale (posta sulla Torre dei Pompieri dell'Enichem, a 40 metri d'altezza) è emerso che durante tutti i mesi indagati la direzione di provenienza con frequenza maggiore è stata NNE; fatta eccezione per i mesi di novembre 2009 e di giugno 2010, in cui questa direzione è stata registrata mediamente nel 22% dei casi, negli altri mesi la percentuale supera sempre il 30%.

#### **6 Considerazioni.**

##### Polveri atmosferiche inalabili (PM<sub>10</sub>)

A Murano nel corso del 2009, durante i due periodi di monitoraggio, estivo ed invernale, la concentrazione di polveri PM<sub>10</sub> ha superato il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, da non superare per più di 35 volte per anno civile, per 3 giorni su 55 di misura nel "semestre caldo" e per 23 giorni su 88 di misura nel "semestre freddo" (Grafico 1), per un totale di 26 giorni di superamento su 143 complessivi di misura (18%). Nel corso del 2010, durante l'unico periodo di monitoraggio estivo effettuato, la concentrazione di polveri PM<sub>10</sub> ha superato il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, da non superare per più di 35 volte per anno civile, per 1 giorno su 63 di misura nel "semestre caldo" (2%), Grafico 1.

Complessivamente, si sono registrati 27 superamenti su 206 giorni di misura (13%).

Negli stessi tre periodi di monitoraggio le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate presso le stazioni fisse della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria di Mestre – Venezia sono risultate superiori a tale valore limite per 33 giorni su 205 di misura (16%) nella stazione di background urbano di Sacca Fisola, per 37 giorni su 201 di misura (18%) nella stazione di background urbano di riferimento (Parco Bissuola) e per 48 giorni su 205 di misura (23%) nella stazione di traffico urbano di riferimento (via Tagliamento nel 2009 e via F.lli Bandiera nel 2010).

Il numero di giorni di superamento rilevato presso il sito di Murano è stato percentualmente inferiore a quello rilevato presso gli altri siti presi a riferimento.



PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )					
Murano		Venezia		Mestre - Venezia	
Stazione Sperimentale del Vetro		Sacca Fisola BU		Parco Bissuola BU	via Tagliamento/F.lli Bandiera TU
estate 2009	MEDIA DI PERIODO	23	30	27	32
	n° super.	3	4	2	6
	n° dati	55	55	52	55
	% super.	5	7	4	11
inverno 2009	MEDIA DI PERIODO	40	42	44	50
	n° super.	23	28	35	41
	n° dati	88	92	90	91
	% super.	26	30	39	45
estate 2010	MEDIA DI PERIODO	24	26	21	30
	n° super.	1	1	0	1
	n° dati	63	58	59	59
	% super.	2	2	0	2
MEDIA PONDERATA (3 PERIODI)		31	34	33	39

La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate a Murano nel corso del 2009 è risultata pari a 23 µg/m<sup>3</sup> nel “semestre caldo” e a 40 µg/m<sup>3</sup> nel “semestre freddo”. La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate a Murano nel corso del 2010 è risultata pari a 24 µg/m<sup>3</sup>.

La media complessiva dei tre periodi (ponderata) è risultata pari a 31 µg/m<sup>3</sup>, inferiore al valore limite annuale pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

Negli stessi periodi di monitoraggio la media complessiva dei tre periodi delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate presso le stazioni fisse della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria di Mestre – Venezia è risultata pari a 34 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di background urbano di Sacca Fisola, a 33 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di background urbano di riferimento e a 39 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di traffico urbano di riferimento. La media complessiva (ponderata) misurata presso il sito di Murano è quindi inferiore a quella rilevata presso gli altri siti presi a riferimento.

Si ricorda che, per ulteriori informazioni sulla qualità dell'aria del territorio provinciale di Venezia, sul sito internet di ARPAV ([www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)) sono attualmente consultabili in tempo reale le concentrazioni di polveri inalabili PM<sub>10</sub> determinate presso le stazioni fisse della rete ARPAV dislocate nel territorio Provinciale di Venezia, nonché di molte altre stazioni a livello regionale.

### Metalli

Con riferimento alle statistiche descrittive riportate nelle tabelle A e B e nel Grafico 4, le medie delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate presso la Stazione Sperimentale del Vetro di Murano, limitatamente ai metalli normati, sono risultate le seguenti:

Metallo	Periodo "sem. caldo" 2009 ng/m <sup>3</sup>	Periodo "sem. freddo" 2009 ng/m <sup>3</sup>	Periodo "sem. caldo" 2010 ng/m <sup>3</sup>	Media complessiva (ponderata) ng/m <sup>3</sup>
Arsenico	29.7	94.7	28.7	57.2
Cadmio	33.3	104.0	178.9	108.0
Nichel	2.6	3.4	4.6	3.6
Piombo	26.5	57.2	14.6	36.0

E' da rilevare che, durante il mese di agosto 2009 (cfr. grafico 3 su scala logaritmica), i valori di alcuni metalli, in modo particolare arsenico e cadmio, ma anche cromo, piombo e zinco, misurati soprattutto a Murano ma anche a Sacca Fisola, risultano molto più bassi rispetto a quanto rilevato nei restanti mesi:

Metallo	Periodo 07/08/09-31/08/09 ng/m <sup>3</sup>
Arsenico	2.7
Cadmio	1.9
Nichel	2.2
Piombo	5.0

Questa particolare caratteristica del mese di Agosto potrebbe essere imputabile alla chiusura stagionale di vetrerie presenti nella zona d'indagine oltre che ad alcune condizioni meteorologiche peculiari del mese osservato, durante il quale il vento ha soffiato con una frequenza non trascurabile (21%) da ESE, facilitando così la dispersione anche di questi inquinanti.

Nel complesso si può osservare che:

- per il piombo la media complessiva dei tre periodi di monitoraggio è risultata inferiore al valore limite annuale di cui al D.M. 60/2002 ed assume valori in linea con quelli rappresentativi delle aree urbane, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella E);
- per il nichel la media complessiva dei tre periodi di monitoraggio è risultata inferiore al valore obiettivo previsto dal D.Lgs. 152/2007 ed assume valori in linea con quelli rappresentativi dei livelli di background, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella E);
- per l'arsenico la media di periodo è risultata nettamente superiore al valore obiettivo previsto dal D.Lgs. 152/2007 (6.0 ng/m<sup>3</sup>), sia che si considerino i periodi estivo ed invernale separatamente, sia che si consideri la media ponderata complessiva. La media complessiva dell'arsenico assume valori molto superiori a quelli rappresentativi sia delle aree urbane che dei livelli di background, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella E);
- per il cadmio la media di periodo è risultata nettamente superiore al valore obiettivo previsto dal D.Lgs. 152/2007 (5.0 ng/m<sup>3</sup>), sia che si considerino i periodi estivo ed invernale

separatamente, sia che si consideri la media ponderata complessiva. La media complessiva del cadmio assume valori molto superiori a quelli rappresentativi sia delle aree urbane che dei livelli di background, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella E).

Per un confronto comparato si riportano di seguito le medie complessive (ponderate) dei metalli calcolate negli stessi tre periodi di monitoraggio presso la Stazione di Murano e le stazioni fisse della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria di Mestre – Venezia (Sacca Fisola e Parco Bissuola per i siti di background, via Tagliamento nel 2009 e via F.lli Bandiera nel 2010 per il sito da traffico):

Metallo	Stazione rilocabile Murano – Stazione Sperimentale del Vetro BU	Rete ARPAV Venezia – Sacca Fisola BU	Rete ARPAV Mestre – Parco Bissuola BU	Rete ARPAV Tagliamento/F.lli Bandiera TU
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Arsenico	57.2	3.2	1.7	1.1
Cadmio	108.0	4.4	1.5	1.0
Nichel	3.6	6.1	3.6	4.0
Piombo	36.0	16.4	12.9	13.9

Le medie complessive dei metalli misurate presso il sito di Murano risultano, rispetto a quelle rilevate presso le stazioni fisse di Mestre, uguali e/o inferiori per il nichel, superiori per i restanti metalli rilevati. In particolare, per quanto riguarda l'arsenico ed il cadmio, metalli caratteristici del ciclo produttivo delle vetrerie, nelle stazioni prese a riferimento, le medie complessive diminuiscono, rispettivamente, di uno e di due ordini di grandezza.

Detto confronto evidenzia come la problematica indagata sia piuttosto locale rispetto all'intero territorio comunale, collegata alla tradizionale lavorazione del vetro di Murano. I sistemi di captazione e trattamento dei fumi, emessi nel corso sia della fusione sia della lavorazione del vetro, portano ad un rapido abbassamento della temperatura dell'emissione, favorendo la riduzione della cinetica e di conseguenza riducendo la dispersione in aria ambiente degli eventuali inquinanti trasportati e favorendo una loro localizzata deposizione. Prendendo in considerazione infatti le stazioni più storiche della Rete Regionale ARPAV per la Qualità dell'Aria del territorio veneziano, Mestre Parco Bissuola (background urbano) e via Circonvallazione (traffico urbano), negli ultimi cinque anni le medie annuali di arsenico e cadmio sono risultate sempre inferiori ai valori obiettivo previsti dal D Lgs. 152/2007; entrambi i metalli, in entrambi i siti, hanno assunto valori medi annuali compresi fra 2 e 4 ng/m<sup>3</sup>.

Come precedentemente detto è stata quindi presa in considerazione anche l'indagine condotta nel 2003 dal Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia, mirata a studiare la presenza di metalli pesanti nelle zone limitrofe alle vetrerie di Murano e trasmessa a tutte le Amministrazioni interessate con Prot. n. 20355/03 e 20361/03 del 23/12/2003, successivamente integrata con nota "errata corrige" Prot. n. 4449/04 del 15/03/2004.

L'indagine del 2003 è stata effettuata, però, su tre periodi di monitoraggio più brevi rispetto agli attuali riferimenti normativi e quindi, negli eventuali confronti con i dati dell'attuale indagine 2009-2010, deve essere tenuto conto della diversa rappresentatività statistica dei dati associati ai due monitoraggi. Se si confrontano i valori misurati nel 2003 con gli attuali riferimenti normativi, entrati in vigore dopo la stesura della prima relazione, si rileva il netto superamento dei valori obiettivo delle concentrazioni di As e Cd in tutte le posizioni considerate (in particolare, nel medesimo sito presso la Stazione Sperimentale del Vetro, dove le medie di periodo variavano fra i 14 ed i 95 ng/m<sup>3</sup> per l'arsenico e fra i 17 ed i 57 ng/m<sup>3</sup> per il cadmio).

	Stazione Sperimentale del Vetro. Indagine 2003		
Metallo	Medie di periodo 16/7/03- 1/8/03	Medie di periodo 20/8/03- 1/9/03	Medie di periodo 17/9/03- 29/9/03
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Arsenico	40.0	14.3	95.0
Cadmio	16.8	57.3	49.9
Nichel	6.6	4.2	4.8
Piombo	27.5	19.4	78.7

Si evidenzia inoltre, analogamente a quanto osservato durante l'indagine 2009-2010, che anche nel 2003 le concentrazioni di arsenico e cadmio nelle stazioni di riferimento della terraferma (Parco Bissuola e via Circonvallazione a Mestre) erano risultate molto inferiori a quelle misurate a Murano.

Presso l'isola di San Michele, altro sito di monitoraggio lagunare indagato nel corso della campagna del 2003, le medie di arsenico e cadmio (calcolate su tre periodi di circa 15 giorni ciascuno, più brevi quindi rispetto agli attuali riferimenti normativi) assumevano valori intermedi fra quelli registrati a Murano e quelli misurati in terraferma.

Indagine 2003. Medie complessive (ponderate)		
Metallo.	Stazione rilocabile Murano – Stazione Sperimentale del Vetro BU	Stazione rilocabile San Michele – ingresso Cimitero BU
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Arsenico	48.9	18.9
Cadmio	39.2	9.7
Nichel	5.3	4.5
Piombo	40.6	26.4

Quale ulteriore approfondimento della campagna recentemente effettuata è stata ricercata l'eventuale correlazione fra i due siti per ciascuno dei metalli misurati a Venezia Sacca Fisola e Murano. I grafici di dispersione ottenuti, però, sono tali da escluderla.

I metalli “non normati” sono risultati:

- inferiori a Murano rispetto a Sacca Fisola: cromo totale, ferro, manganese, rame e vanadio
- superiori a Murano rispetto a Sacca Fisola: zinco
- inferiori in entrambi i siti alla sensibilità strumentale: tallio.

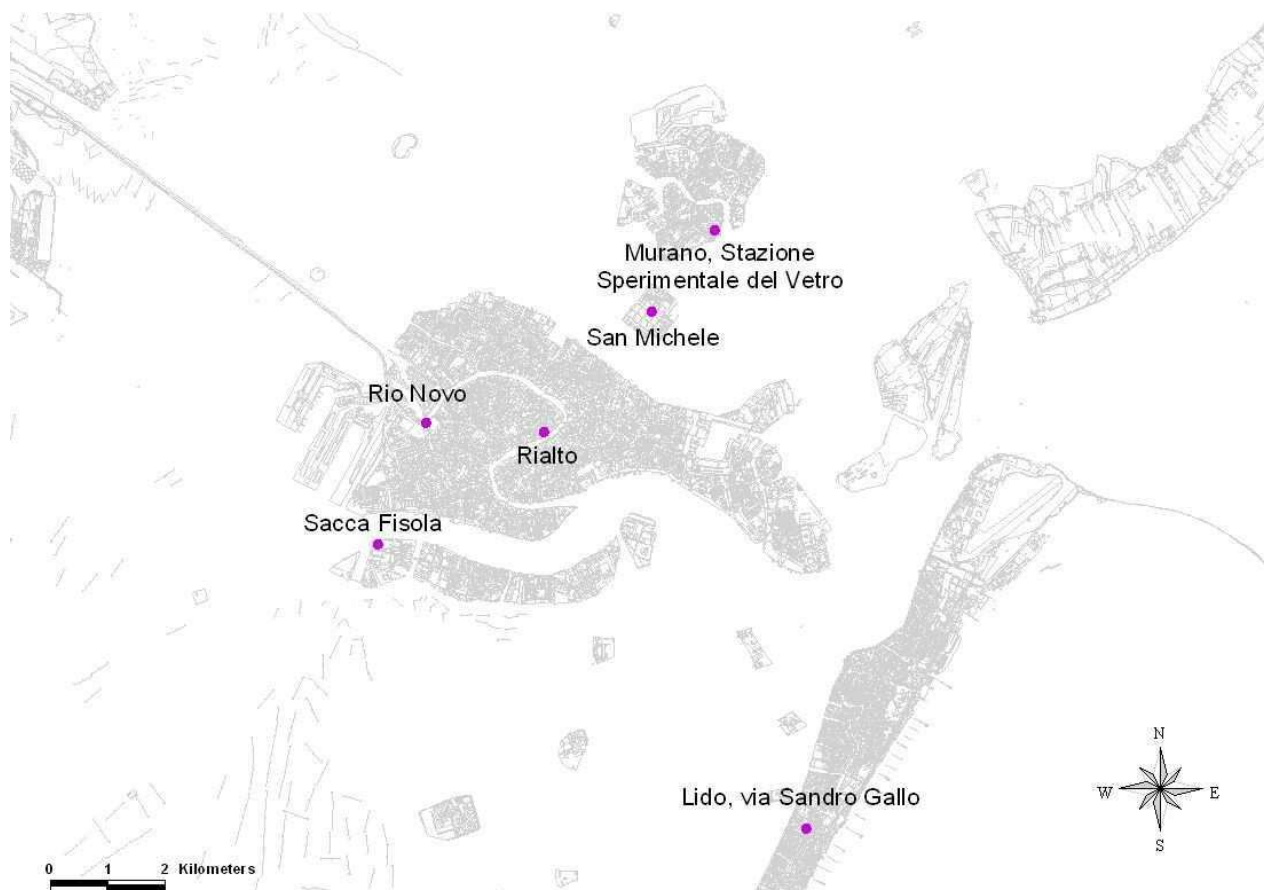
Infine si è voluta indagare l'eventuale mutua correlazione fra il numero elevato di contaminanti presenti a livello ambientale, ricorrendo a tecniche statistiche di analisi multivariata. E' stata così effettuata l'analisi delle componenti principali (PCA), prendendo in considerazione tutti gli inquinanti oggetto dell'indagine:  $PM_{10}$  e metalli. Per i due siti di Venezia Sacca Fisola e Murano si sono avute a disposizione dodici 'variabili' (date dall'insieme dei contaminanti esaminati) e circa 210 'casi' (corrispondenti alle giornate di campionamento).

Le serie di dati sono state normalizzate rispetto alla media e sono stati scelti 4 fattori, che permettono di spiegare più del 70% della varianza totale.

L'analisi dei fattori principali evidenzia, in generale, che arsenico, cadmio e piombo sono spesso accoppiati fra loro (questi metalli sono spesso utilizzati nelle attività di produzione di vetro artistico, come additivi e/o coloranti), così come nichel e vanadio (generalmente componenti dell'olio combustibile e per questo associabili ad altre fonti di pressione incidenti su Murano e su Sacca Fisola).

#### APPROFONDIMENTI SULL'AREA TERRITORIALE IN STUDIO

Allo scopo di circoscrivere le criticità emerse con la presente indagine, legate alle alte concentrazioni di alcuni metalli misurate nel particolare sito di Murano (posto a circa 13 metri dal suolo, su una terrazza della Stazione Sperimentale del Vetro) e di valutarne l'eventuale presenza anche nelle aree limitrofe, è stato condotto un confronto fra i risultati di questo monitoraggio e quelli di precedenti campagne effettuate dallo scrivente Dipartimento nell'area insulare di Venezia. Le posizioni indagate nel corso degli anni e citate nel seguito sono riassunte nella figura seguente.



***Figura 2 – Siti di monitoraggio nell'area insulare di Venezia***

Tra il 2006 ed il 2007 (27 settembre – 30 ottobre 2006 e 11 giugno – 19 luglio 2007) è stata svolta una campagna di monitoraggio al Lido di Venezia, in via Sandro Gallo. Le medie di periodo di arsenico e cadmio (rispettivamente pari a 4.1 e 2.5 ng/m<sup>3</sup>) sono risultate inferiori ai valori obiettivo previsti dal D.Lgs. 152/2007.

Nel 2007, dal 30 agosto al 12 ottobre, è stata condotta una breve campagna di monitoraggio della qualità dell'aria a Venezia, presso Rio Novo. Le medie di periodo di arsenico e cadmio misurate durante questa indagine (rispettivamente pari a 8.5 e 8.2 ng/m<sup>3</sup>) sono risultate, ancora una volta, leggermente superiori ai valori obiettivo previsti dal D.Lgs. 152/2007.

Nel 2009, dall'11 marzo al 5 maggio, il Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia ha svolto una campagna di monitoraggio di breve durata della qualità dell'aria, in una zona centrale di Venezia, presso Rialto – Riva del Vin. In riferimento ai cinque metalli normati misurati, le medie di periodo di arsenico e cadmio (rispettivamente pari a 6.4 e 8.6 ng/m<sup>3</sup>) sono risultate leggermente superiori ai valori obiettivo previsti dal D.Lgs. 152/2007.

Ad ulteriore completamento del quadro sopra esposto, va ricordato lo studio condotto dal Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Venezia e pubblicato sulla rivista scientifica "Chemosphere" (71-2008, 2068-2075): dal 28 febbraio al 29 aprile 2003 è stato effettuato il monitoraggio di PM<sub>10</sub> e metalli in tre siti: Murano (sempre presso la terrazza della Stazione Sperimentale del Vetro, a circa 15 metri dal suolo), San Michele (sotto vento alle vetrerie, ad una distanza di circa 1 km da Murano) e Sacca Fisola (sottovento, a circa 6 km da Murano). Arsenico, cadmio e selenio registrano le concentrazioni maggiori a Murano (le medie di periodo sono risultate pari a 60 ng/m<sup>3</sup> per l'arsenico e a 116 ng/m<sup>3</sup> per il cadmio), seguite da quelle di San Michele (medie di periodo pari a 60 ng/m<sup>3</sup> per l'arsenico e a 51 ng/m<sup>3</sup> per il cadmio).

## **7 Conclusioni**

A seguito dell'indagine conoscitiva di misura di PM<sub>10</sub> e metalli effettuata presso la Stazione Sperimentale del Vetro a Murano ed ai confronti realizzati, di cui alla presente relazione, si riportano le seguenti valutazioni di sintesi:

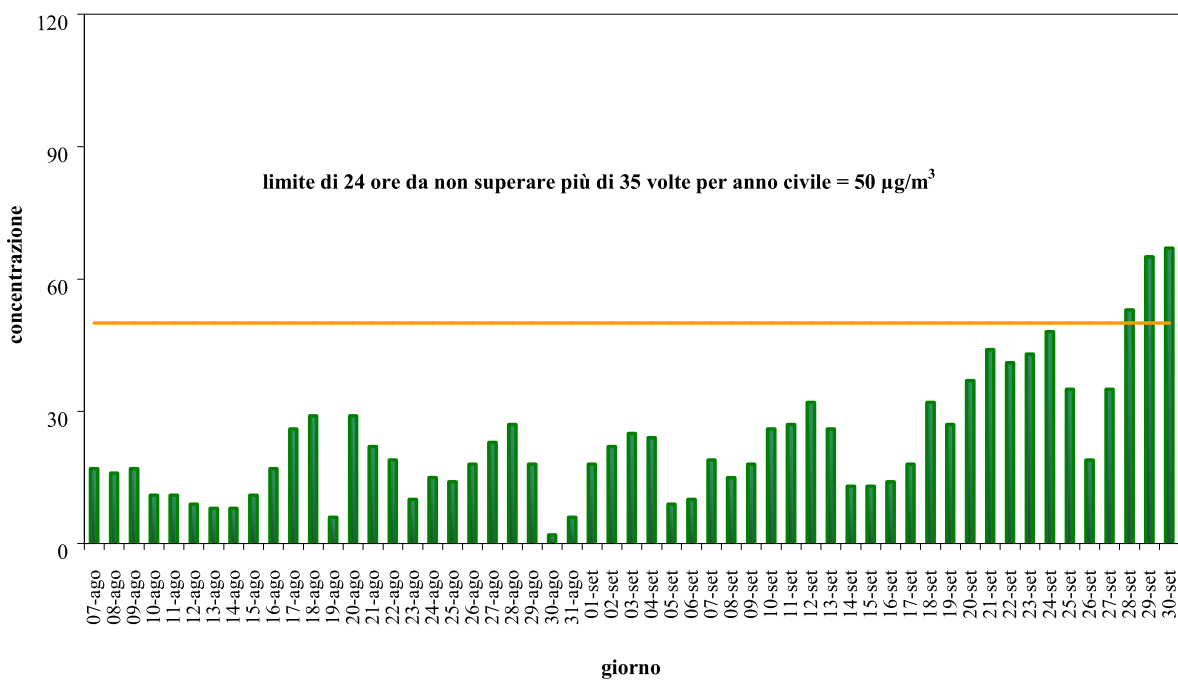
- l'effettuazione della presente indagine su un periodo di 210 giorni, molto rappresentativo del periodo annuale, ha evidenziato valori nettamente elevati di concentrazione in aria dei metalli arsenico e cadmio, associabili ai vicini impianti per la lavorazione del vetro artistico;
- l'accertamento di tali valori a 13 metri dal suolo, in presenza di venti dominanti da Nord-NordEst, può spiegare i valori di arsenico e cadmio rilevati nel corso di campagne di misura di breve durata, condotte sia da ARPAV che dall'Università di Venezia: in particolare, valori elevati presso l'Isola di S.Michele, e valori appena superiori ai valori obiettivo fissati dalla normativa in zone a Rialto e a Rio Novo;
- la presenza di tali emissioni non sembra determinare valori critici per arsenico e cadmio presso il Lido di Venezia, la stazione di background urbano di Sacca Fisola e le varie stazioni della terraferma veneziana.



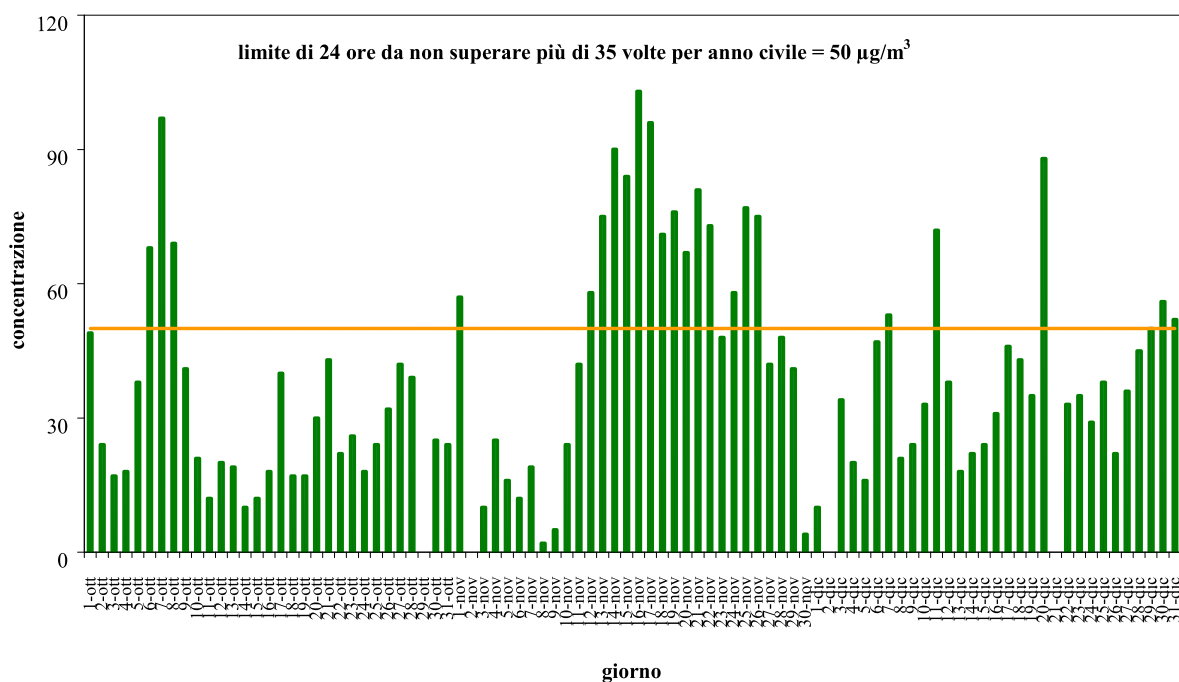
## 8 Risultati dell'elaborazione.

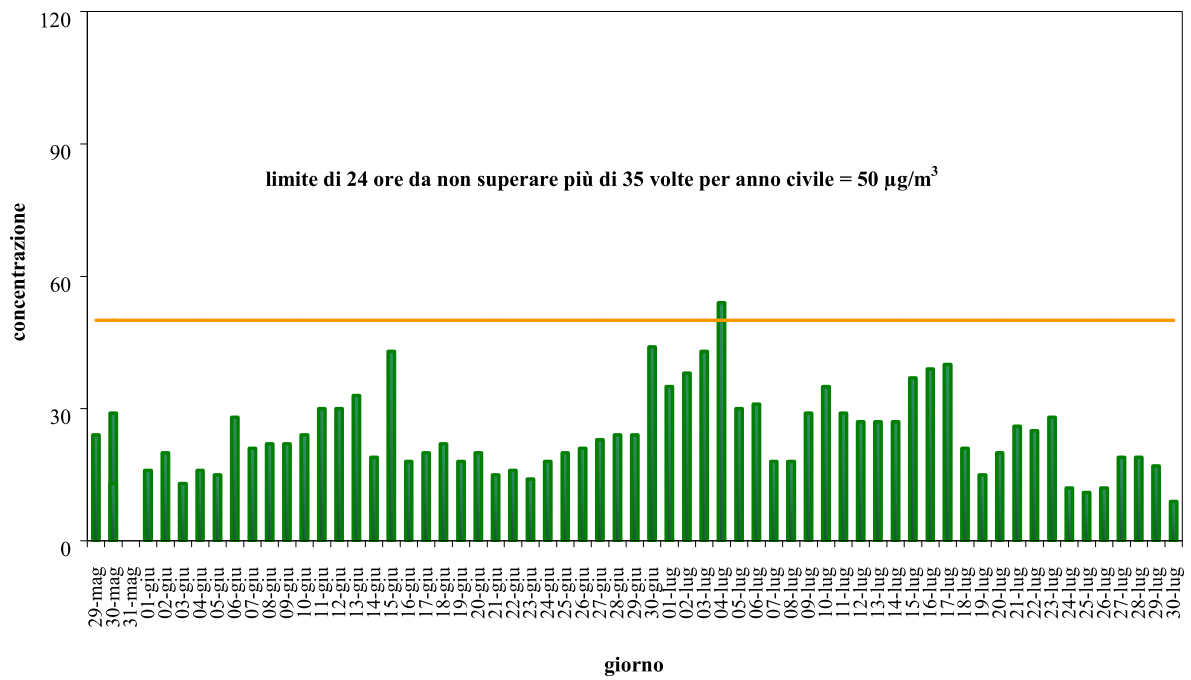
**Grafico 1 – Concentrazione Giornaliera di  $PM_{10}$  ( $\mu g/m^3$ ) a Murano.**

*Periodo estivo 2009*

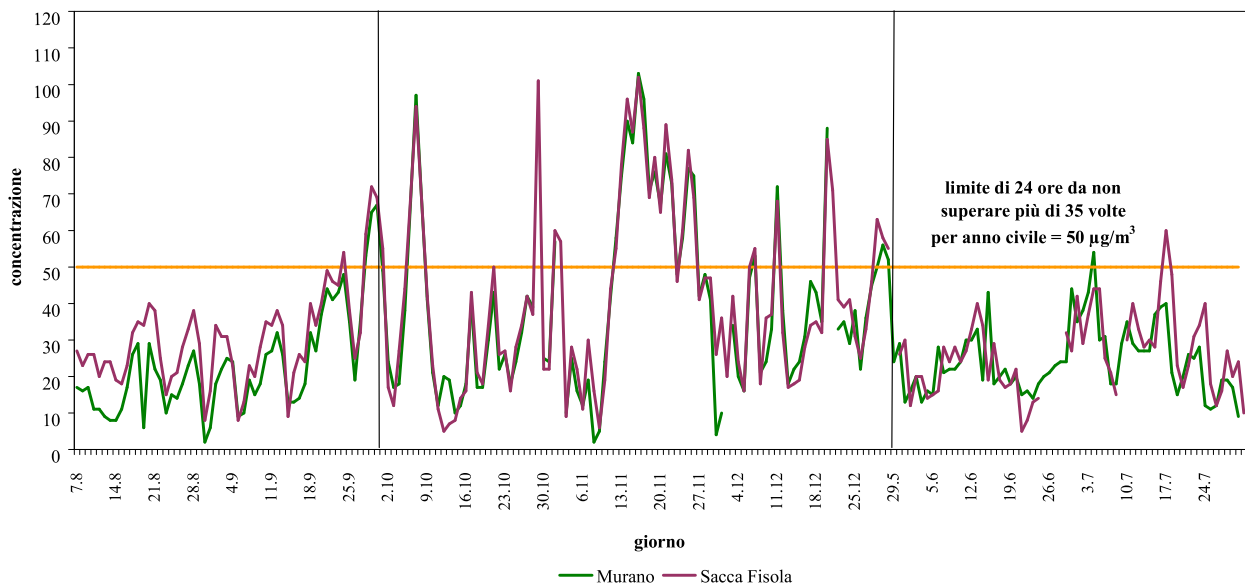


*Periodo invernale 2009*

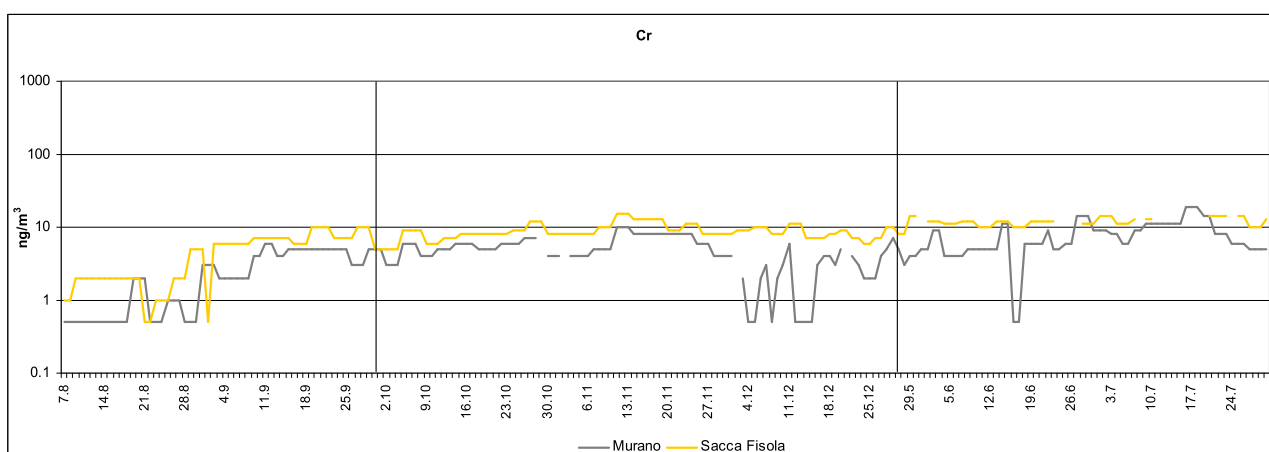
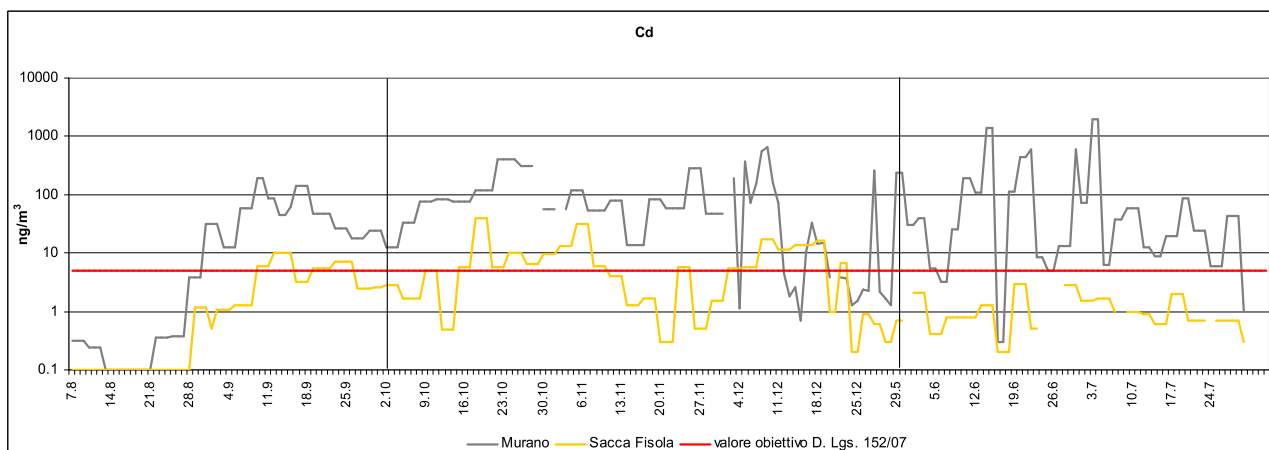
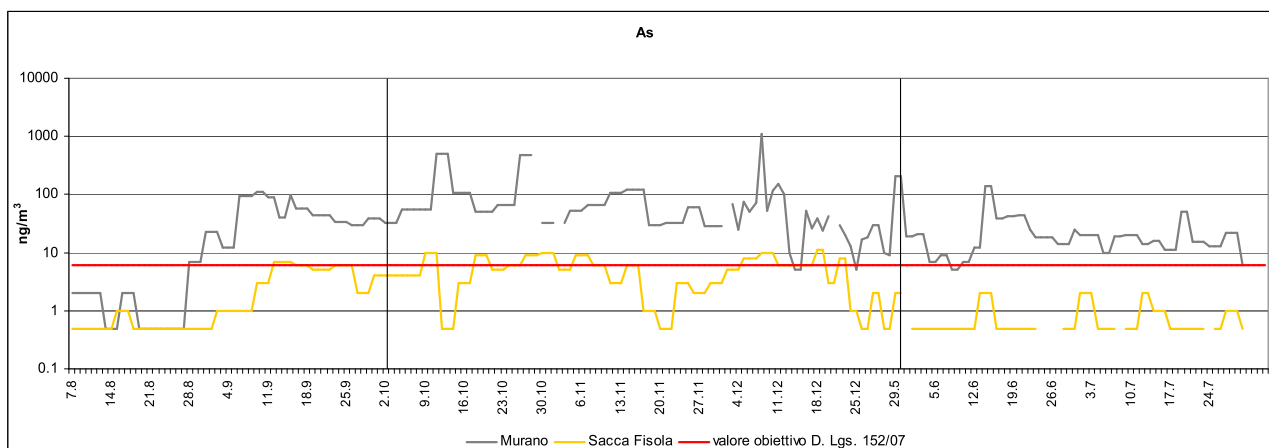


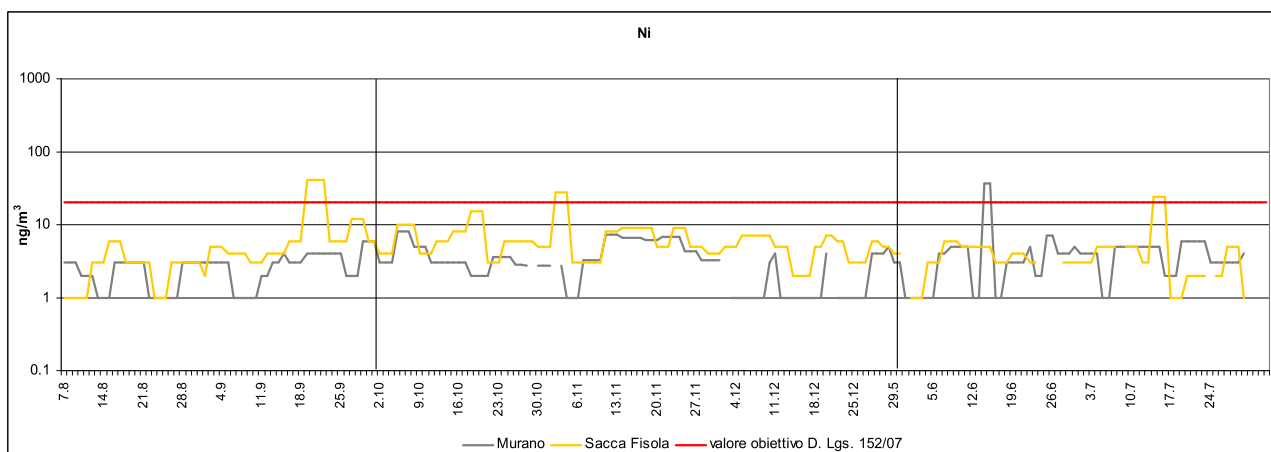
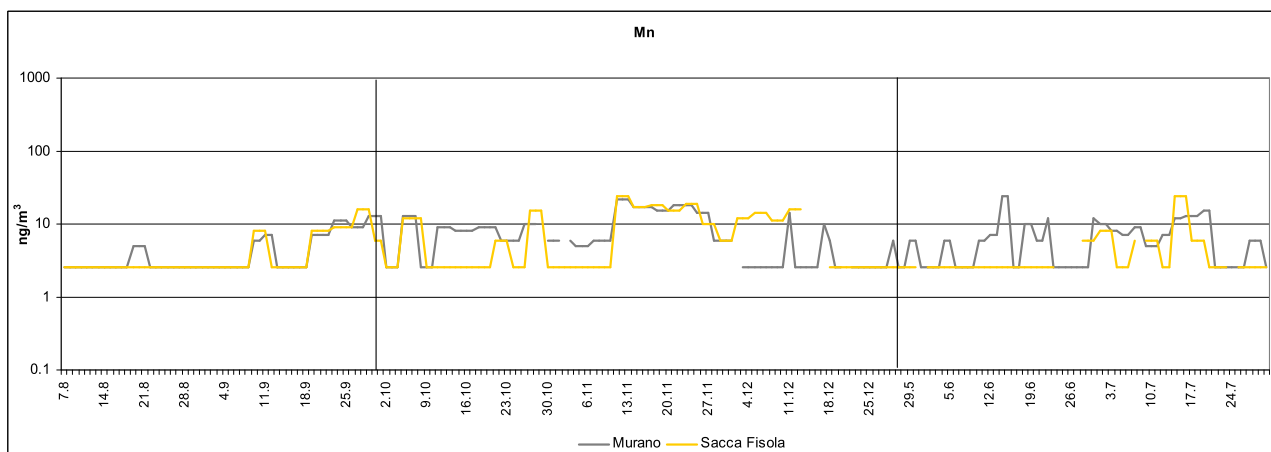
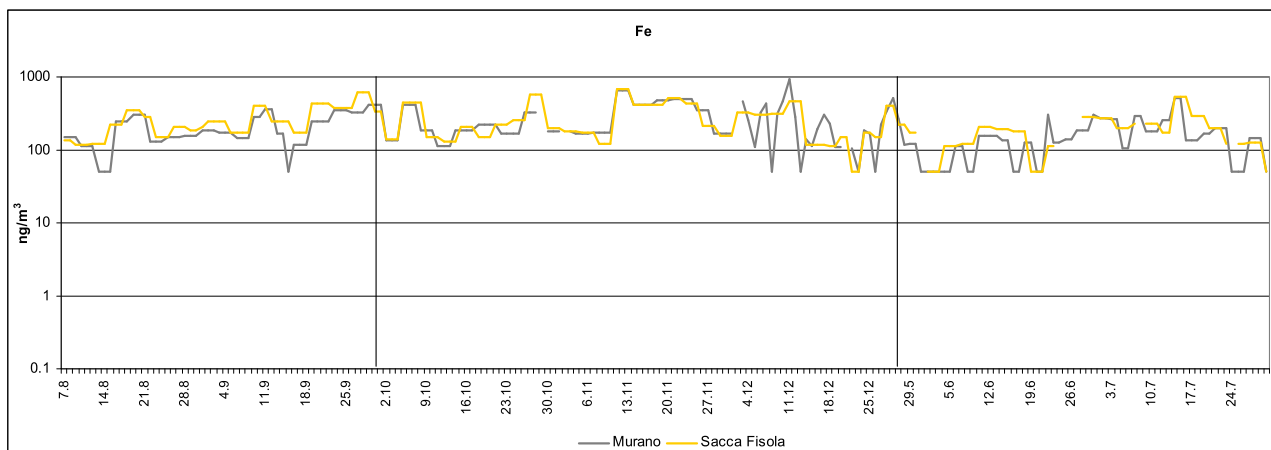


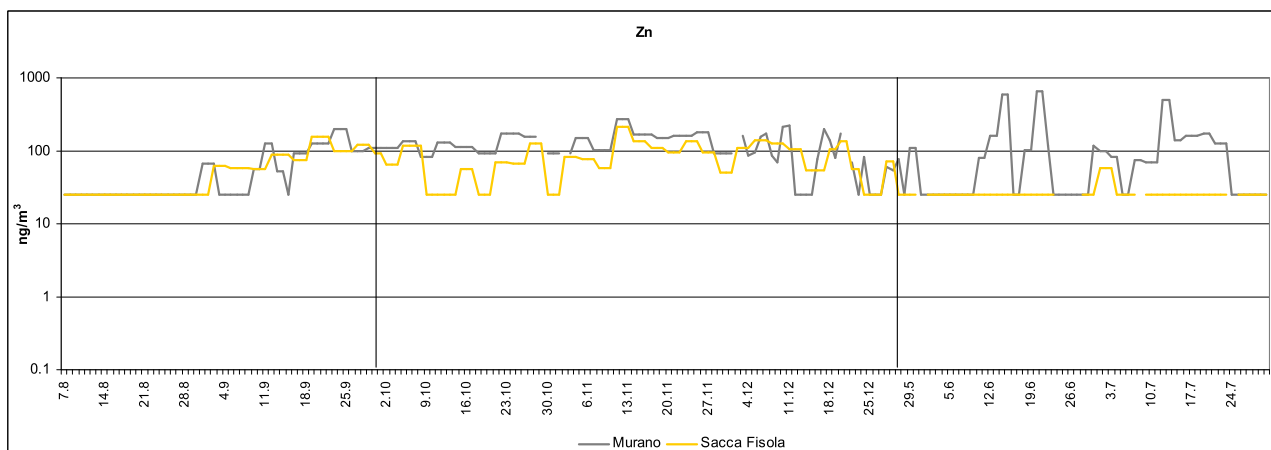
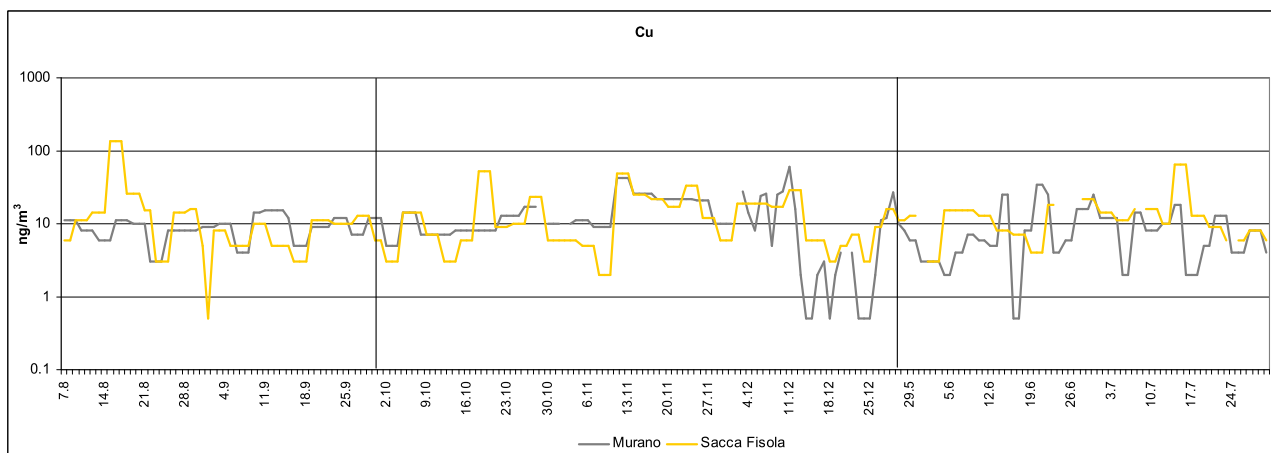
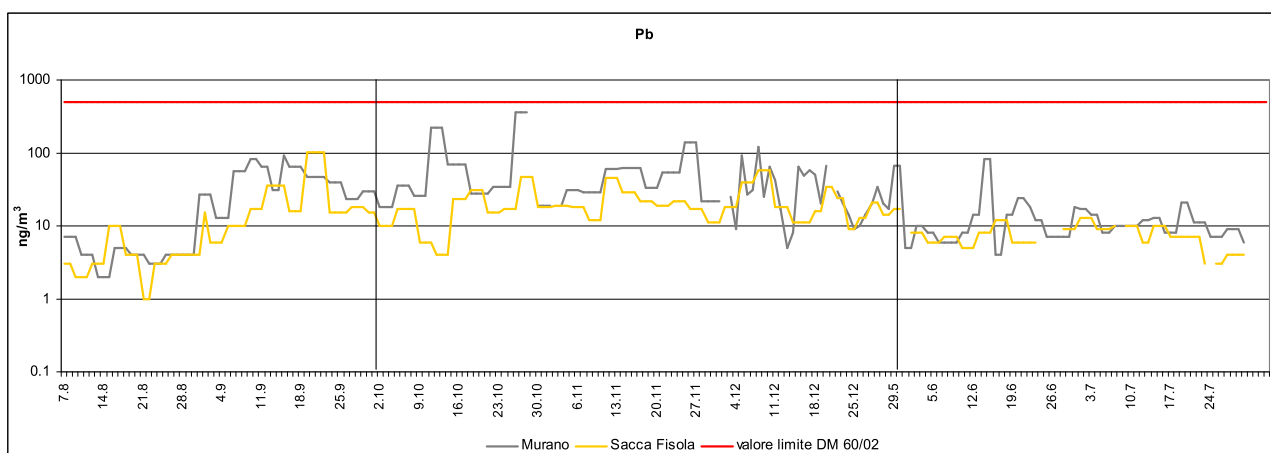
**Grafico 2 - Concentrazione Giornaliera di  $\text{PM}_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): confronto Murano – Sacca Fisola.**



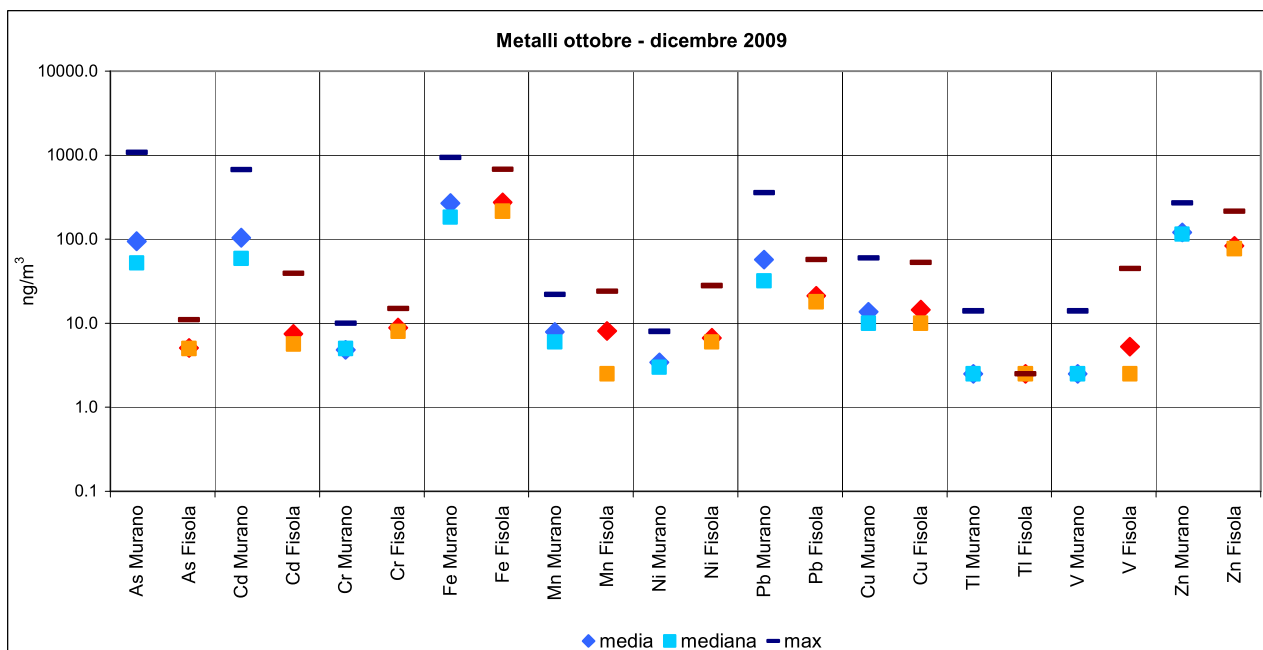
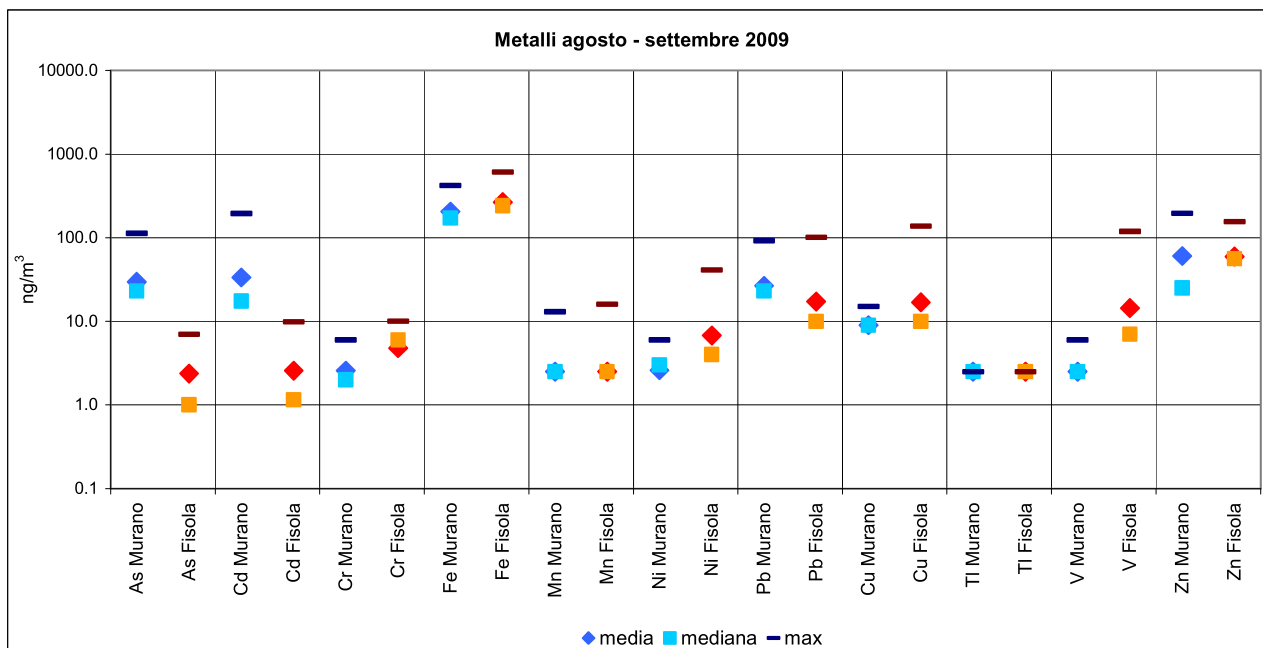
**Grafico 3 – Concentrazione dei metalli nei periodi d'indagine. Confronto Murano – Sacca Fisola.**



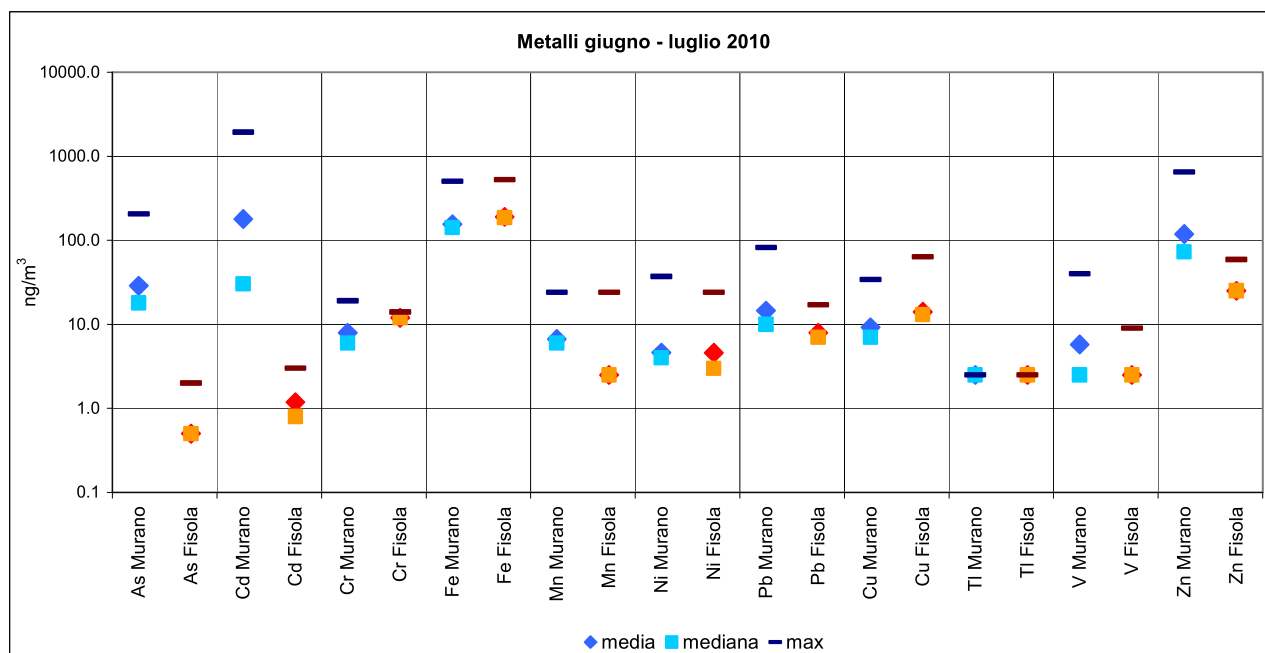




**Grafico 4 – Statistiche descrittive dei metalli indagati. Confronto Murano – Sacca Fisola.**







**Tabella A – Statistiche descrittive dei metalli misurati a Murano**

Murano	7/8/09 - 30/9/09				1/10/09 - 31/12/09				29/5/10 - 30/7/10			
	media	mediana	massimo	minimo	media	mediana	massimo	minimo	media	mediana	massimo	minimo
As	29.7	23.0	113.0	<1.0	94.7	52.0	1080.0	5.0	28.7	18.0	206.0	5.0
Cd	33.3	17.5	193.8	<0.2	104.0	59.0	670.0	0.7	178.9	30.3	1940.0	0.3
Cr	2.6	2.0	6.0	<1.0	4.8	5.0	10.0	<1.0	7.9	6.0	19.0	<1.0
Fe	204.4	172.0	419.0	<100.0	269.6	183.0	938.0	<100.0	155.7	142.0	504.0	<100.0
Mn	<5.0	<5.0	13.0	<5.0	7.9	6.0	22.0	<5.0	6.7	6.0	24.0	<5.0
Ni	2.6	3.0	6.0	<2.0	3.4	3.0	8.0	<2.0	4.6	4.0	37.0	<2.0
Pb	26.5	23.0	92.0	2.0	57.2	32.0	358.0	5.0	14.6	10.0	82.0	4.0
Cu	9.0	9.0	15.0	3.0	13.6	10.0	60.0	<1.0	9.2	7.0	34.0	<1.0
Tl	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	14.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
V	<5.0	<5.0	6.0	<5.0	<5.0	<5.0	14.0	<5.0	5.8	<5.0	40.0	<5.0
Zn	60.4	<50.0	196.0	<50.0	120.8	115.0	270.0	<50.0	119.0	73.0	652.0	<50.0

**Tabella B – Statistiche descrittive dei metalli misurati a Sacca Fisola**

Sacca Fisola	7/8/09 - 30/9/09				1/10/09 - 31/12/09				29/5/10 - 30/7/10			
	media	mediana	massimo	minimo	media	mediana	massimo	minimo	media	mediana	massimo	minimo
As	2.4	1.0	7.0	<1.0	5.1	5.0	11.0	<1.0	<1.0	<1.0	2.0	<1.0
Cd	2.6	1.2	9.9	<0.2	7.5	5.7	39.3	0.2	1.2	0.8	3.0	0.2
Cr	4.8	6.0	10.0	<1.0	8.9	8.0	15.0	5.0	12.0	12.0	14.0	10.0
Fe	266.2	242.0	608.0	117.0	274.7	215.0	682.0	<100.0	190.8	186.0	528.0	<100.0
Mn	<5.0	<5.0	16.0	<5.0	8.1	<5.0	24.0	<5.0	<5.0	<5.0	24.0	<5.0
Ni	6.8	4.0	41.0	<2.0	6.7	6.0	28.0	2.0	4.6	3.0	24.0	<2.0
Pb	17.2	10.0	101.0	1.0	21.1	18.0	57.0	4.0	7.9	7.0	17.0	3.0
Cu	16.8	10.0	137.0	<1.0	14.5	10.0	53.0	2.0	14.1	13.0	64.0	3.0
Tl	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
V	14.4	7.0	119.0	<5.0	5.3	<5.0	45.0	<5.0	<5.0	<5.0	9.0	<5.0
Zn	59.5	56.0	155.0	<50.0	83.7	77.0	215.0	<50.0	<50.0	<50.0	59.0	<50.0

## 9 Riferimenti normativi

Dal 1° ottobre 2010 è entrato in vigore il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 Qualità dell'aria ambiente – Attuazione direttiva 2008/50/CE, che abroga tutte le norme precedenti ma sostanzialmente ne conferma i valori limite ed i valori obiettivo. Nell'elaborazione della presente relazione sono state comunque tenute di riferimento le diverse normative di legge in vigore al momento dell'esecuzione della campagna di monitoraggio.

### PM<sub>10</sub>, Pb:

dal 28 aprile 2002 erano in vigore i limiti individuati dal Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n° 60.

### Metalli:

Pb: si faceva riferimento al D.Lgs. 351/99 e DM 60/02, che abrogava il DM 20/05/91 e il DM 25/11/94. Il DM 60/02 individuava i limiti ed i relativi margini di tolleranza.

Cd, As, Ni e Hg: da agosto 2007 era in vigore il Decreto Legislativo 3 Agosto 2007, n° 152 e s.m.i., in attuazione della Direttiva 2004/107/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 15/12/04, che fissa i valori obiettivo (Tabella H). Per questi ultimi elementi possono essere prese a confronto anche le linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità "OMS" (Tabella I).

Nelle Tabelle seguenti si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge relativi al breve ed al lungo periodo.

**Tabella C** - Limiti di legge relativi all'esposizione acuta.

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo	Termine di efficacia
PM <sub>10</sub>	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m <sup>3</sup>	DM 60/02	

**Tabella D** – Limiti di legge relativi all'esposizione cronica.

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo	Termine di efficacia
PM <sub>10</sub>	Valore limite annuale Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	DM 60/02	
Piombo	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	500 ng/m <sup>3</sup>	DM 60/02	
Arsenico	Valore obiettivo Media su anno civile	6.0 ng/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 152/07	Da agosto 2007
Cadmio	Valore obiettivo Media su anno civile	5.0 ng/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 152/07	Da agosto 2007
Mercurio	Valore obiettivo Media su anno civile	(*)	D.Lgs. 152/07	Da agosto 2007
Nichel	Valore obiettivo Media su anno civile	20.0 ng/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 152/07	Da agosto 2007

(\*) la Commissione Europea ritiene che, allo stato attuale, non sia abbastanza noto il ciclo del mercurio nell'ambiente, particolarmente per quanto attiene al "rate" di trasferimento e alle vie di esposizione; conseguentemente non ritiene appropriato in questa fase stabilire dei valori obiettivo (Direttiva europea 2004/107/CE).

**Tabella E** – Linee guida di qualità dell'aria per i metalli da parte dell'Organizzazione mondiale della Sanità (OMS)

Inquinante	Indicazioni OMS (ng/m <sup>3</sup> )	
	Livello di background*	Aree urbane
As	1-3	20-30
Cd	0.1	1-10
Hg	2	0.1-5
Ni	1	9-60
Pb	0.6	5-500

\*Stato naturale o livello di background o concentrazione in aree remote.