

## **Campagna di Monitoraggio di PM<sub>10</sub> e metalli a Murano - Venezia**



**Periodo di attuazione:  
2 settembre – 4 novembre 2015**

**RELAZIONE TECNICA**



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

## **ARPAV**

### **Dipartimento Provinciale di Venezia**

*Loris Tomiato*

### **Progetto e realizzazione**

#### **Servizio Stato dell'Ambiente**

*Loris Tomiato*

*Consuelo Zemello, Enzo Tarabotti, Luca Coraluppi*

### **Con la collaborazione di:**

#### **Servizio Meteorologico di Teolo**

#### **Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**

*Massimo Enrico Ferrario*

#### **Dipartimento Regionale Laboratori**

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.

## INDICE

1	Introduzione e obiettivi specifici della campagna .....	4
2	Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione .....	5
3	Contestualizzazione meteorologica.....	7
4	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento .....	9
5	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi .....	9
6	Efficienza di campionamento.....	10
7	Analisi dei dati rilevati.....	11
8	Confronto con indagini precedenti.....	13
9	Conclusioni .....	16
	ALLEGATO.....	17

## 1 Introduzione e obiettivi specifici della campagna

Il monitoraggio pianificato permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria presso l'isola di Murano a Venezia ed approfondisce e completa i risultati di altre indagini svolte negli anni precedenti presso la stessa isola, quali:

- indagine conoscitiva di misura svolta nel 2009 e 2010 presso la Stazione Sperimentale del Vetro di Murano;
- campagne di monitoraggio svolte nei pressi della scuola elementare "Ugo Foscolo" di Murano:
  - da settembre a dicembre 2011;
  - da marzo ad aprile e da settembre a ottobre 2013;
  - da giugno a novembre 2014.

L'indagine conoscitiva di misura svolta da ARPAV nel 2009 e 2010, riguardante la qualità dell'aria, era stata effettuata a seguito dell'emissione dell'Autorizzazione di Carattere Generale per le attività di Produzione del Vetro Artistico, emanata dalla Provincia di Venezia con decreto dirigenziale n. 2009/442 del 15/05/2009. Lo scopo era di valutare la presenza in aria ambiente di alcuni inquinanti, in particolare dei metalli, nell'area insulare di Murano e di poter confrontare i dati analitici ottenuti con quelli rilevati nel precedente monitoraggio svolto nel 2003 presso la Stazione Sperimentale del Vetro di Murano (vedi Relazione tecnica 28/ATM/09). Detta postazione di misura aveva la particolarità di trovarsi su una terrazza ad una altezza di circa 13 m dal suolo in vicinanza di alcuni punti di emissione provenienti da impianti per la lavorazione del vetro artistico.

Nell'anno 2011 ARPAV ha ritenuto utile effettuare una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, presso un sito sensibile per la popolazione, così come definito dalla normativa vigente.

La scelta del sito, condivisa con il Comune di Venezia e l'ULSS 12 a seguito di un sopralluogo congiunto, è ricaduta sulla scuola elementare "Ugo Foscolo". Detto sito risulta inserito in un contesto residenziale con caratteristiche di fondo urbano, contiguo ad un'area industriale-artigianale famosa nel mondo per la produzione di vetro artistico. Il punto di campionamento, posto a circa 2 m dal suolo, è tale che il livello di inquinamento rilevato risulta influenzato sia dalle emissioni delle specifiche fonti di pressione più prossime, sia dal contributo integrato di tutte le fonti circostanti e/o poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti.

Nel biennio 2013 - 2014 sono state ripetute due ulteriori campagne di monitoraggio presso lo stesso sito individuato nel 2011.

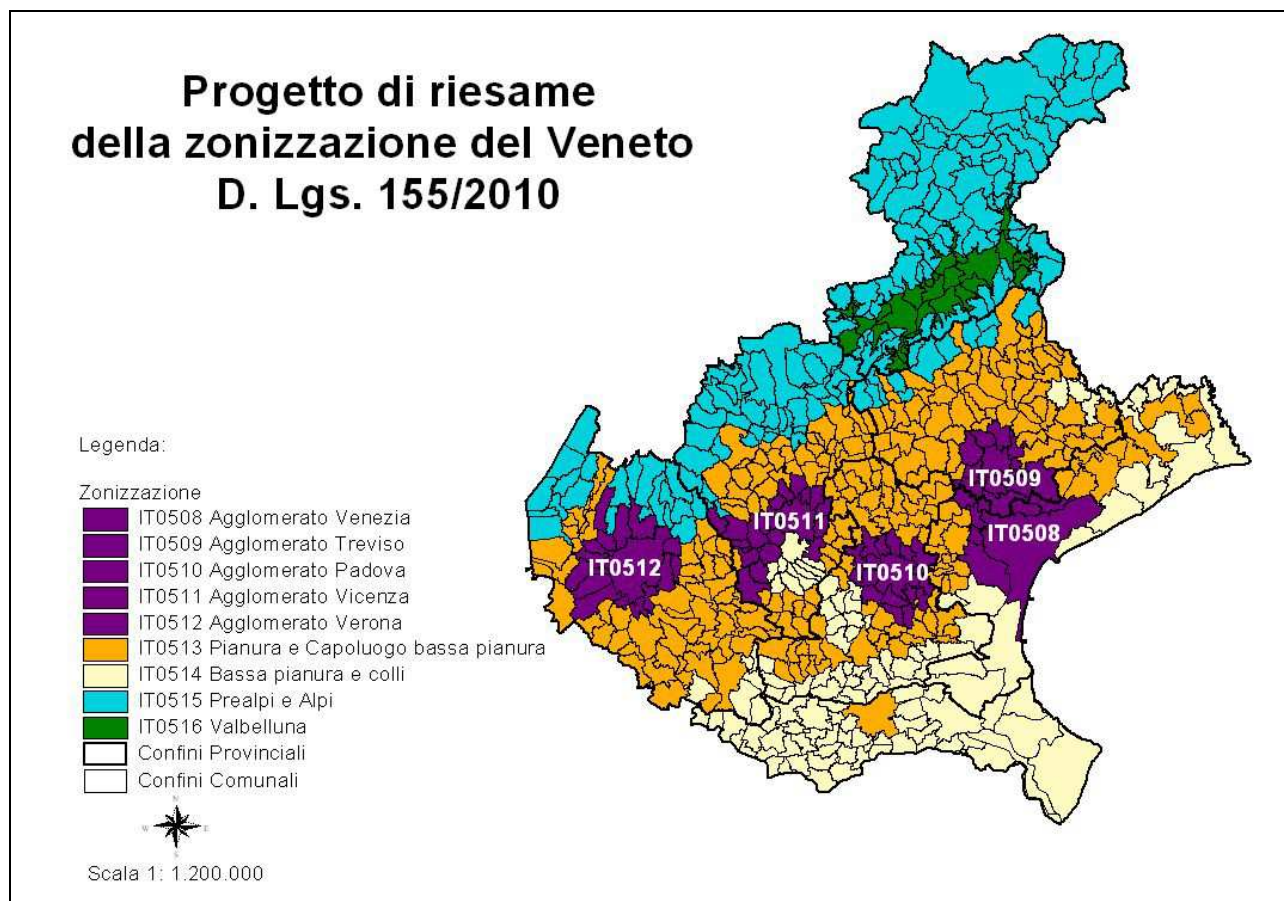
La campagna di monitoraggio in questione è stata realizzata presso la scuola elementare "Ugo Foscolo", riconfermando il sito delle campagne di monitoraggio del 2011, 2013 e 2014.

Dal 2 settembre al 4 novembre 2015 sono stati effettuati campionamenti sequenziali delle polveri fini con la conseguente determinazione gravimetrica del particolato inalabile  $PM_{10}$ . I filtri in nitrato di cellulosa sono stati poi analizzati per la determinazione di alcuni metalli presenti nella frazione  $PM_{10}$ , tra cui arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb). In parallelo sono stati determinati i metalli anche presso la stazione fissa della Rete Regionale ARPAV della Qualità dell'Aria di Sacca Fisola (classificata come sito di fondo urbano – insulare), ad integrazione dei parametri già in monitoraggio, tra cui il  $PM_{10}$ . Al fine di ottenere un'analisi più circostanziata, per i dati di  $PM_{10}$  il confronto è stato esteso anche ai dati rilevati dalle stazioni di riferimento della Rete ARPAV Regionale di Mestre - Parco Bissuola (sito di fondo urbano) e di Mestre - via Tagliamento (sito di traffico urbano).

## 2 Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria si è svolta dal 2 settembre al 4 novembre 2015. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di Venezia, presso l'isola di Murano, ed è di tipologia "background urbano", ma contigua ad un'area industriale-artigianale. Il comune di Venezia ricade nella zona IT0508 "Agglomerato Venezia", ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Figura 1.

In Figura 2 è indicata l'ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio.



**Figura 1** Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012.



**Figura 2** Localizzazione geografica del sito monitorato a Murano, presso scuola "Ugo Foscolo" in fondamenta Colleoni.

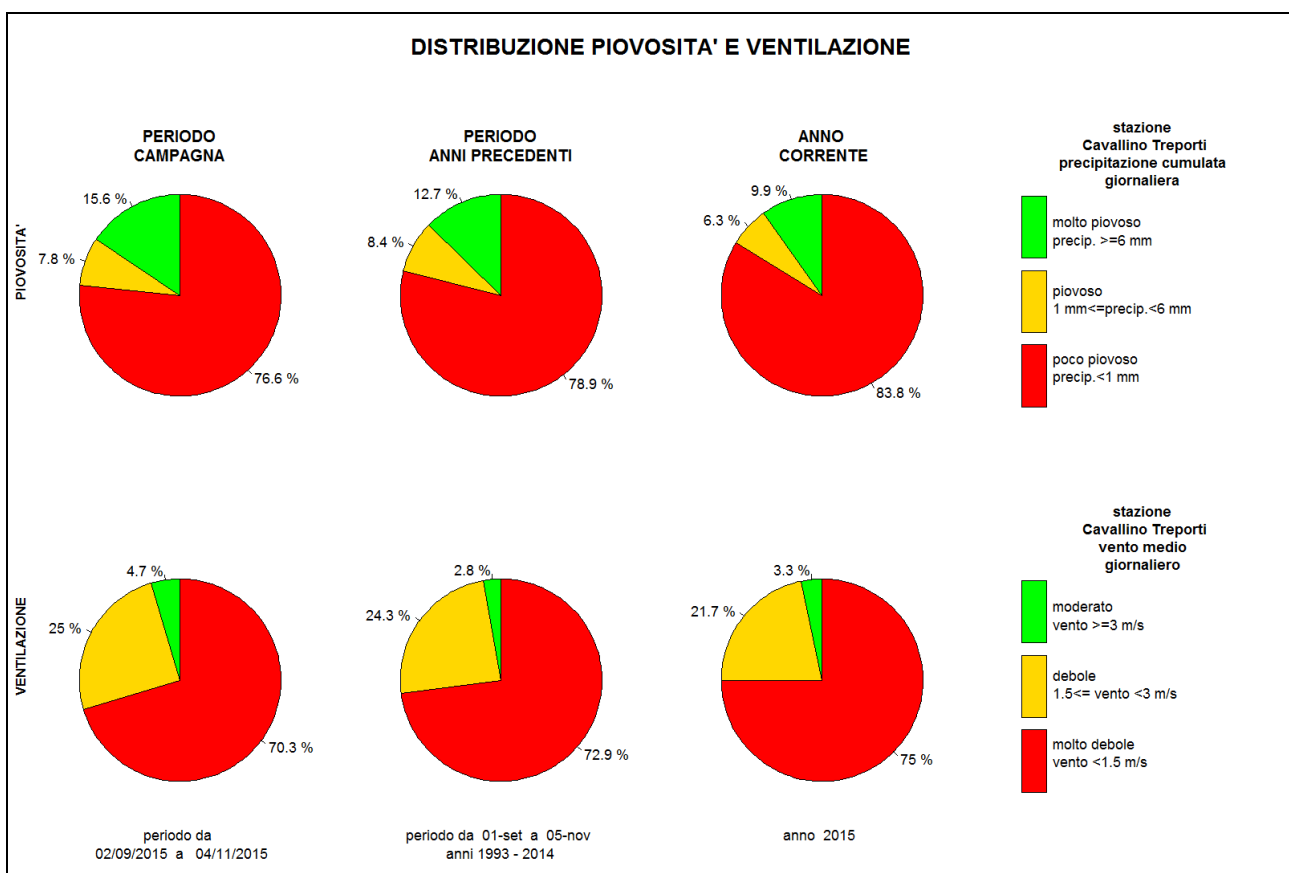
### 3 Contestualizzazione meteoroclimatica

#### 2 settembre – 4 novembre 2015

La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti;
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera soggettiva in base ad un campione pluriennale di dati.



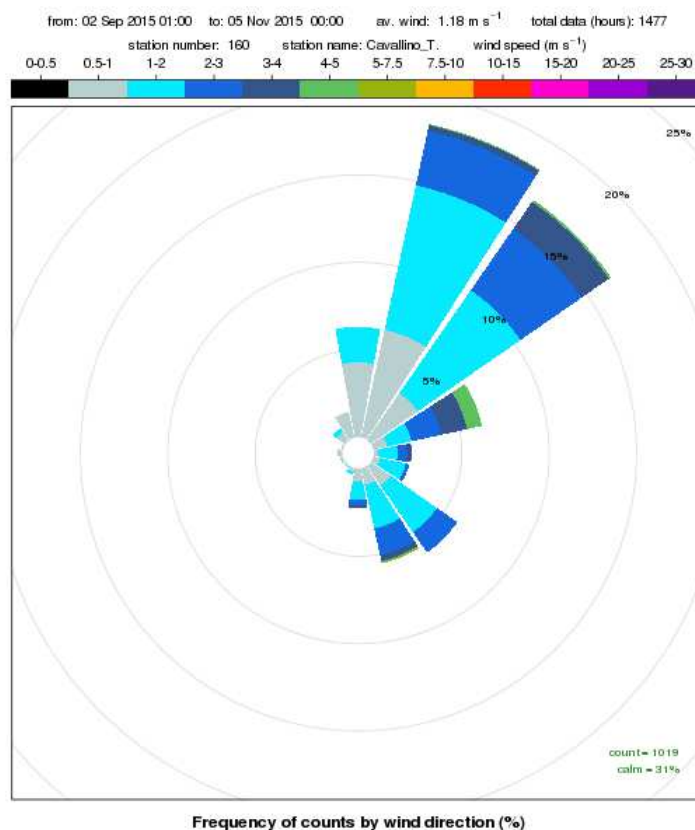
**Figura 3** Diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della campagna di misura (PERIODO CAMPAGNA), nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).

Nella Figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV più vicina (n°160 - Cavallino Treporti - VE) in tre periodi:

- 2 settembre - 4 novembre 2015, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 1 settembre - 5 novembre dall'anno 1993 all'anno 2014 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 1 gennaio - 31 dicembre 2015 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- la distribuzione delle giornate in relazione alla piovosità è simile a quella dello stesso periodo degli anni precedenti, mentre rispetto all'anno corrente sono un po' più frequenti i giorni molto piovosi;
- la distribuzione delle giornate in base alla ventosità è simile a quella di entrambi i periodi di riferimento.



**Figura 4** Rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Cavallino Treporti nel periodo 2 settembre - 4 novembre 2015.

In Figura 4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Cavallino Treporti durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-nordest (18%) seguita da nord-est (17%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 31%; la velocità media pari a circa 1.2 m/s.



#### 4 Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

Presso il sito di Murano – scuola “Ugo Foscolo” sono stati effettuati campionamenti sequenziali, con la successiva determinazione gravimetrica del particolato inalabile PM<sub>10</sub>, mentre presso il sito di Venezia - Sacca Fisola il PM<sub>10</sub> è stato determinato tramite un analizzatore automatico. I filtri in nitrato di cellulosa sono stati poi analizzati per la determinazione dei metalli, normati e non, presenti nella frazione PM<sub>10</sub>: arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), piombo (Pb), antimonio (Sb), cromo (Cr), ferro (Fe), manganese (Mn), mercurio (Hg), rame (Cu), selenio (Se), tallio (Tl), vanadio (V) e zinco (Zn).

Per alcuni degli inquinanti considerati (PM<sub>10</sub>, arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), piombo (Pb)), risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE.

Il D.Lgs. 155/2010 riveste particolare importanza nel quadro normativo della qualità dell'aria perché costituisce, di fatto, un vero e proprio testo unico sull'argomento. Infatti, secondo quanto riportato all'articolo 21 del decreto, sono abrogati il D.Lgs. 351/1999, il DM 60/2002, il D.Lgs. 183/2004 e il D.Lgs. 152/2007, assieme ad altre norme di settore. E' importante precisare che il valore aggiunto di questo testo è quello di unificare sotto un'unica legge la normativa previgente, mantenendo un sistema di limiti e di prescrizioni analogo a quello già in vigore.

Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti risultano rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il particolato PM<sub>2,5</sub>, i cui livelli nell'aria ambiente vengono per la prima volta regolamentati in Italia con detto decreto.

Nelle Tabelle seguenti si riportano, per ciascun inquinante monitorato, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo, correlati all'esposizione acuta della popolazione e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, correlati all'esposizione cronica della popolazione.

**Tabella 1 - Limiti di legge relativi all'esposizione acuta.**

Inquinante	Tipologia	Valore
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 2 - Limiti di legge relativi all'esposizione cronica.**

Inquinante	Tipologia	Valore
PM10	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
Piombo	Valore limite annuale	0.5 µg/m <sup>3</sup>
Arsenico	Valore obiettivo (media su anno civile)	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	Valore obiettivo (media su anno civile)	5.0 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	Valore obiettivo (media su anno civile)	20.0 ng/m <sup>3</sup>

#### 5 Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Presso il sito di Murano – scuola “Ugo Foscolo” il campionamento del particolato inalabile PM<sub>10</sub> (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) è stato realizzato utilizzando una linea di campionamento sequenziale marca Tecora, modello Skypost, con cicli di prelievo di 24 ore e supporti filtranti 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 D.Lgs. 155/2010 (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni).

Presso il sito di Venezia - Sacca Fisola (stazione fissa della rete di monitoraggio ARPAV della Qualità dell'Aria), il PM<sub>10</sub> è stato determinato tramite un analizzatore automatico marca OPSIS, modello SN200, 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 utilizzo di filtri 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<sub>10</sub> e dei metalli sono state effettuate, singolarmente, su tutti i filtri campionati.

Con riferimento ai risultati riportati al punto 7 si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rivelabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale in cui la metà del limite di rivelabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rivelabilità, diverso a seconda dello strumento impiegato o della metodologia adottata.

Allo stato attuale, ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite si utilizzano le "Regole di accettazione e rifiuto semplici", ossia le regole più elementari di trattamento dei dati, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto ("Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura" di R. Mufato e G. Sartori - Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

## **6 Efficienza di campionamento**

Al fine di assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità di cui all'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 e l'accuratezza delle misurazioni, la normativa stabilisce dei criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.

I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati ed al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica od alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Per le misurazioni indicative, quali quelle effettuate a Murano, il periodo minimo di copertura deve essere del 14% nell'arco dell'intero anno civile (pari a 52 giorni/anno), con una resa del 90%; in particolare le misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno. Nella pratica, le otto settimane di misura nell'arco dell'anno possono essere organizzate con rilievi svolti in due periodi, di quattro settimane consecutive ciascuno, tipicamente nel semestre invernale (1 ottobre – 31 marzo) ed in quello estivo (1 aprile – 30 settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

Anche per i metalli normati (As, Cd, Ni, Pb) la percentuale per le misurazioni indicative è pari al 14% (con una resa del 90%); è comunque 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.

In relazione a quanto sopraesposto, il monitoraggio in questione si è svolto per circa otto settimane, di cui quattro in settembre, ovvero nel semestre estivo, e quattro in ottobre, ovvero nel semestre invernale.

Nel periodo di monitoraggio sono stati campionati ed analizzati complessivamente 63 filtri per PM<sub>10</sub> e sono state eseguite 63 analisi di 14 metalli (As, Cd, Ni, Pb, Sb, Cr, Fe, Mn, Hg, Cu, Se, Tl, V, Zn).

## 7 Analisi dei dati rilevati

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

Durante il periodo di monitoraggio (2 settembre – 4 novembre 2015) 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 4 giorni su 63 di misura (6%) (Allegato – Grafico 1).

Nello stesso periodo di monitoraggio le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate presso la stazione fissa di background urbano della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria, posizionata a Venezia - Sacca Fisola, sono risultate superiori a tale valore limite per 3 giorni su 60 di misura (5%). Il numero di giorni di superamento rilevato presso il sito di Murano, classificato da un punto di vista ambientale come sito di background, è stato percentualmente superiore a quello rilevato presso il sito fisso di Sacca Fisola.

Per completezza e parallelismo con la terraferma, si riportano anche i dati misurati presso le stazioni fisse di riferimento della rete ARPAV di monitoraggio: al Parco Bissuola a Mestre, stazione di background urbano, le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> sono risultate superiori al valore limite giornaliero per 3 giorni su 64 di misura (5%); in via Tagliamento a Mestre, stazione di traffico urbano, le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> sono risultate superiori al valore limite giornaliero per 6 giorni su 63 di misura (10%).

La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate a Murano è risultata pari a 22 µg/m<sup>3</sup>, inferiore al valore limite annuale pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

Nello stesso periodo di monitoraggio la media delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate presso la stazione fissa di background urbano della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria, posizionata a Venezia - Sacca Fisola, è risultata pari a 24 µg/m<sup>3</sup>. La media rilevata presso il sito di Murano è quindi inferiore a quella misurata presso il sito fisso di background urbano lagunare.

Per completezza si riportano anche i dati misurati presso le stazioni fisse di riferimento della rete ARPAV di monitoraggio: al Parco Bissuola a Mestre, stazione di background urbano, la media delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> è risultata pari a 21 µg/m<sup>3</sup>; in via Tagliamento a Mestre, stazione di traffico urbano, la media ponderata delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> è risultata pari a 26 µg/m<sup>3</sup>.

**Tabella 3 – Confronto delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate a Murano con quelle misurate c/o le stazioni fisse di Mestre e Venezia. Anno 2015.**

		PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			
		Venezia		Mestre - Venezia	
		Murano scuola Foscolo BU	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	Via Tagliamento TU
2 SET - 4 NOV 2015	MEDIA	22	24	21	26
	n° super.	4	3	3	6
	n° dati	63	60	64	63
	% super.	6	5	5	10

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 (Pb, As, Cd, Ni)

Le medie delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate a Murano nel periodo monitorato (2 settembre – 4 novembre 2015) sono risultate le seguenti:

**Tabella 4 – Valori medi di periodo dei metalli.**

	<b>Murano scuola Foscolo Media periodo</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Valori obiettivo o limite annuali D. Lgs. 155/10</b> ng/m <sup>3</sup>
<b>As</b>	11.0	6.0
<b>Cd</b>	180.7	5.0
<b>Ni</b>	2.0	20.0
<b>Pb</b>	23.0	500

Le medie di periodo sono risultate:

- inferiore al valore limite annuale per il piombo, pari a 500 ng/m<sup>3</sup> (D.Lgs. 155/10);
- superiore al valore obiettivo per l'arsenico, pari a 6 ng/m<sup>3</sup> (D.Lgs. 155/10);
- nettamente superiore al valore obiettivo per il cadmio, pari a 5 ng/m<sup>3</sup> (D.Lgs. 155/10);
- inferiore al valore obiettivo per il nichel, pari a 20 ng/m<sup>3</sup> (D.Lgs. 155/10).

Per opportuno confronto si riportano di seguito le medie dei metalli calcolate nello stesso periodo di monitoraggio presso la stazione fissa di background urbano di Venezia – Sacca Fisola della Rete Regionale ARPAV della Qualità dell'Aria.

**Tabella 5 – Confronto valori medi delle concentrazioni di metalli registrate a Murano con quelle misurate c/o la stazione fissa di Venezia – Sacca Fisola. Anno 2015.**

	<b>Media 02/09/15 - 04/11/15</b>	
	<b>Murano scuola Foscolo BU</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Rete ARPAV Venezia Sacca Fisola BU</b> ng/m <sup>3</sup>
<b>As</b>	11.0	1.5
<b>Cd</b>	180.7	5.2
<b>Ni</b>	2.0	3.6
<b>Pb</b>	23	18

Le medie dei metalli misurate presso il sito di Murano risultano, rispetto a quelle rilevate presso la stazione fissa di Venezia – Sacca Fisola, in linea per nichel e piombo e nettamente superiori per arsenico e cadmio.

Come già rilevato nel corso delle indagini precedenti, detto confronto evidenzia come la problematica indagata sia locale rispetto all'intero territorio comunale, collegata alla tradizionale lavorazione del vetro di Murano.

Relativamente ai metalli non normati (Sb, Cr, Fe, Mn, Hg, Cu, Se, Tl, V, Zn), monitorati nella presente campagna di monitoraggio, per completezza si riportano le medie di periodo a confronto con le medie rilevate presso la stazione fissa di Venezia - Sacca Fisola (Tabella 6).

**Tabella 6** – Valori medi delle concentrazioni di metalli non normati registrate a Murano e confronto con la stazione fissa di Sacca Fisola. Anno 2015.

	Media 02/09/15 - 04/11/15	
	Murano scuola Ugo Foscolo	Venezia Sacca Fisola
<b>Sb</b>	7.1	2.3
<b>Cr</b>	6.9	6.8
<b>Fe</b>	145.3	233.1
<b>Mn</b>	7.1	7.2
<b>Hg</b>	<1.0	<1.0
<b>Cu</b>	13.1	16.7
<b>Se</b>	54.0	1.0
<b>Tl</b>	<5.0	<5.0
<b>V</b>	<5.0	<5.0
<b>Zn</b>	103.0	<50.0

## 8 Confronto con indagini precedenti

Come detto nell'introduzione la presente campagna di monitoraggio approfondisce e completa i risultati di altre indagini svolte per conoscere la qualità dell'aria sull'isola di Murano.

Per quanto riguarda il parametro **PM<sub>10</sub>**, si riporta di seguito il confronto con quanto rilevato nel corso delle precedenti indagini effettuate a Murano: i valori misurati nel 2015 vengono confrontati con i dati delle campagne di monitoraggio svolte nel 2011, 2013 e 2014 presso il medesimo sito (scuola Ugo Foscolo).

Dal 2011 al 2014 le concentrazioni medie di **PM<sub>10</sub>** rilevate a Murano presso la scuola "Ugo Foscolo" risultano superiori a quelle rilevate presso le stazioni fisse di Venezia - Sacca Fisola e di Mestre, eccezion fatta per la media registrata a Murano nel 2011, leggermente inferiore a quella della stazione fissa di Mestre - via Tagliamento.

Nel 2015 si registrano dei risultati differenti: le concentrazioni medie rilevate a Murano risultano inferiori a quelle misurate sia a Venezia – Sacca Fisola, sia a Mestre - via Tagliamento.

**Tabella 7** – Confronto delle concentrazioni giornaliere di  $PM_{10}$  misurate a Murano c/o scuola Ugo Foscolo con quelle misurate a Mestre e Venezia. Anni 2015, 2014, 2013 e 2011.

		$PM_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
		Venezia		Mestre - Venezia	
		Murano scuola Foscolo	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	Via Tagliamento TU
2 SET - 2 NOV 2015	MEDIA	21	22	19	25
	n° super.	2	1	1	4
	n° dati	61	58	62	61
	% super.	3	2	2	7
2 SET - 2 NOV 2014	MEDIA	35	27	28	27
	n° super.	9	7	7	4
	n° dati	58	62	61	60
	% super.	16	11	11	7
2 SET - 2 NOV 2013	MEDIA	38	28	28	26
	n° super.	14	7	7	3
	n° dati	56	55	62	62
	% super.	25	13	11	5
2 SET - 2 NOV 2011	MEDIA	38	32	31	39
	n° super.	10	6	6	10
	n° dati	62	62	62	62
	% super.	16	10	10	16

Per completezza si riportano anche i dati misurati nel corso dell'indagine conoscitiva di misura condotta presso la Stazione sperimentale del Vetro nell'ultimo quadrimestre del 2009, su di una terrazza a circa 13 metri dal suolo.

**Tabella 8** – Confronto delle concentrazioni giornaliere di  $PM_{10}$  misurate a Murano c/o Stazione Sperimentale del Vetro con quelle misurate a Mestre e Venezia. Anno 2009.

		Murano Stazione Sperimentale del Vetro	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	Via Tagliamento TU
2 SET - 2 NOV 2009	MEDIA	31	35	33	39
	n° super.	7	11	10	14
	n° dati	60	62	60	62
	% super.	12	18	17	23

Per quanto riguarda i **metalli normati**, considerando il limitato periodo di sovrapposizione delle indagini effettuate nel corso degli anni (2 settembre – 2 novembre), si riporta di seguito il confronto delle medie mensili di settembre<sup>1</sup> ed ottobre.

<sup>1</sup> Nel caso dell'indagine del 2015, la media mensile relativa a settembre è stata calcolata a partire dal 2 settembre, giorno di inizio del monitoraggio.

**Tabella 9** – Confronto delle concentrazioni medie mensili di As, Cd, Ni e Pb misurate a Murano c/o scuola Ugo Foscolo con quelle misurate a Venezia–Sacca Fisola. Anni 2015, 2014, 2013 e 2011.

		Metalli (ng/m <sup>3</sup> )			
		As	Cd	Ni	Pb
MEDIA SETTEMBRE 2015	Murano scuola Foscolo	12.3	147.9	2.1	22.3
	Sacca Fisola BU	1.2	1.1	2.7	8.7
MEDIA OTTOBRE 2015	Murano scuola Foscolo	9.0	217.6	1.7	21.8
	Sacca Fisola BU	1.7	9.2	4.5	21.8
MEDIA SETTEMBRE 2014	Murano scuola Foscolo	236.5	604.3	2.3	244.9
	Sacca Fisola BU	2.8	3.8	3.3	13.5
MEDIA OTTOBRE 2014	Murano scuola Foscolo	87.4	359.4	2.5	63.4
	Sacca Fisola BU	4.2	2.9	3.1	13.8
MEDIA SETTEMBRE 2013	Murano scuola Foscolo	841.9	62.5	3.4	745.5
	Sacca Fisola BU	3.2	2.5	6.6	8.1
MEDIA OTTOBRE 2013	Murano scuola Foscolo	331.3	313.0	3.5	144.9
	Sacca Fisola BU	5.5	4.0	5.2	16.3
MEDIA SETTEMBRE 2011	Murano scuola Foscolo	315.2	216.2	3.6	153.8
	Sacca Fisola BU	2.5	1.3	4.2	20.1
MEDIA OTTOBRE 2011	Murano scuola Foscolo	123.2	812.1	3.1	115.5
	Sacca Fisola BU	3.1	7.2	5.1	12.0

A fronte dei valori generalmente contenuti misurati presso il sito di Sacca Fisola nel corso di tutte le indagini, a Murano le medie mensili di settembre e ottobre 2015 risultano:

- inferiori a quelle degli anni precedenti per arsenico, piombo e nichel (parametro quest'ultimo non critico e che assume valori sempre inferiori a quelli della stazione fissa di background di Sacca Fisola);
- inferiori a quelle degli anni precedenti anche per il cadmio, eccezion fatta per il confronto con la media mensile di settembre 2013.

Si sottolinea che i valori di arsenico registrati nel corso del 2015 risultano inferiori di almeno un ordine di grandezza rispetto a quelli misurati durante le indagini degli anni precedenti. Si ricorda a tal proposito che dal 2006 è in vigore il regolamento REACH; il 21 maggio del 2015 è stata la "sunset date" per l'utilizzo dell'arsenico - sostanza cancerogena nelle sue forme di triossido e pentossido: a partire da quella data chi volesse utilizzare tale sostanza è invitato a presentare richiesta di autorizzazione. L'autorizzazione non è stata chiesta e quindi dal 21 maggio non è più possibile utilizzare l'arsenico nella miscela vetrificabile delle produzioni artistiche di Murano.

Per completezza, analogamente a quanto fatto per il PM<sub>10</sub>, anche per i metalli si riportano i dati misurati nel corso dell'indagine conoscitiva di misura condotta presso la Stazione sperimentale del Vetro nell'ultimo quadrimestre del 2009.

**Tabella 10** – Concentrazioni medie mensili di As, Cd, Ni e Pb misurate a Murano c/o Stazione Sperimentale del Vetro. Anno 2009.

		Metalli (ng/m <sup>3</sup> )			
		As	Cd	Ni	Pb
MEDIA SETTEMBRE 2009	Murano Stazione Sperimentale del Vetro	52.2	59.5	3.0	44.4
MEDIA OTTOBRE 2009	Murano Stazione Sperimentale del Vetro	144.9	134.4	3.7	85.6

## 9 Conclusioni

La campagna di monitoraggio con campionatore rilocabile è stata realizzata nel 2015 a Murano, presso la scuola elementare "Ugo Foscolo", sito con caratteristiche di fondo urbano contiguo ad un'aera industriale-artigianale famosa nel mondo per la produzione di vetro artistico.

Durante la campagna di monitoraggio della qualità dell'aria a Murano 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 un totale di 4 giorni di superamento su 63 complessivi di misura (6%).

La media delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate a Murano è risultata pari a 22 µg/m<sup>3</sup>, inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> ed intermedia rispetto alle medie delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rilevate a Sacca Fisola (24 µg/m<sup>3</sup>), Parco Bissuola (21 µg/m<sup>3</sup>) e via Tagliamento (26 µg/m<sup>3</sup>) nello stesso periodo (Tabella 3).

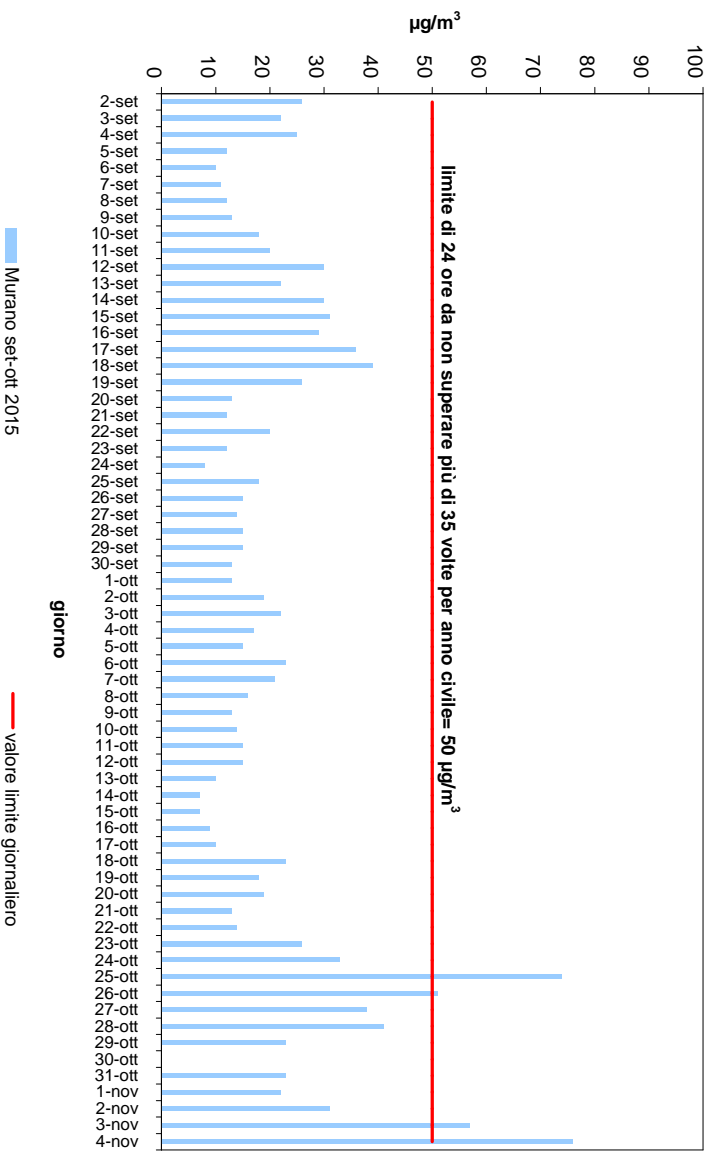
Le medie di nichel e piombo sono risultate inferiori, rispettivamente, al valore obiettivo ed al valore limite annuale.

Si sono invece registrati valori molto elevati in aria di arsenico e cadmio, parametri associabili agli impianti per la lavorazione del vetro artistico. Le medie sono risultate superiori ai rispettivi valori obiettivo. Si conferma quindi la criticità legata alle concentrazioni di questi due metalli a Murano ed in particolare nel sito monitorato, criticità già emersa nel corso delle precedenti indagini effettuate presso l'isola nel 2009, 2011, 2013 e 2014. Pur confermandone la criticità, si sottolinea però la netta diminuzione dei valori di arsenico rispetto agli anni precedenti.

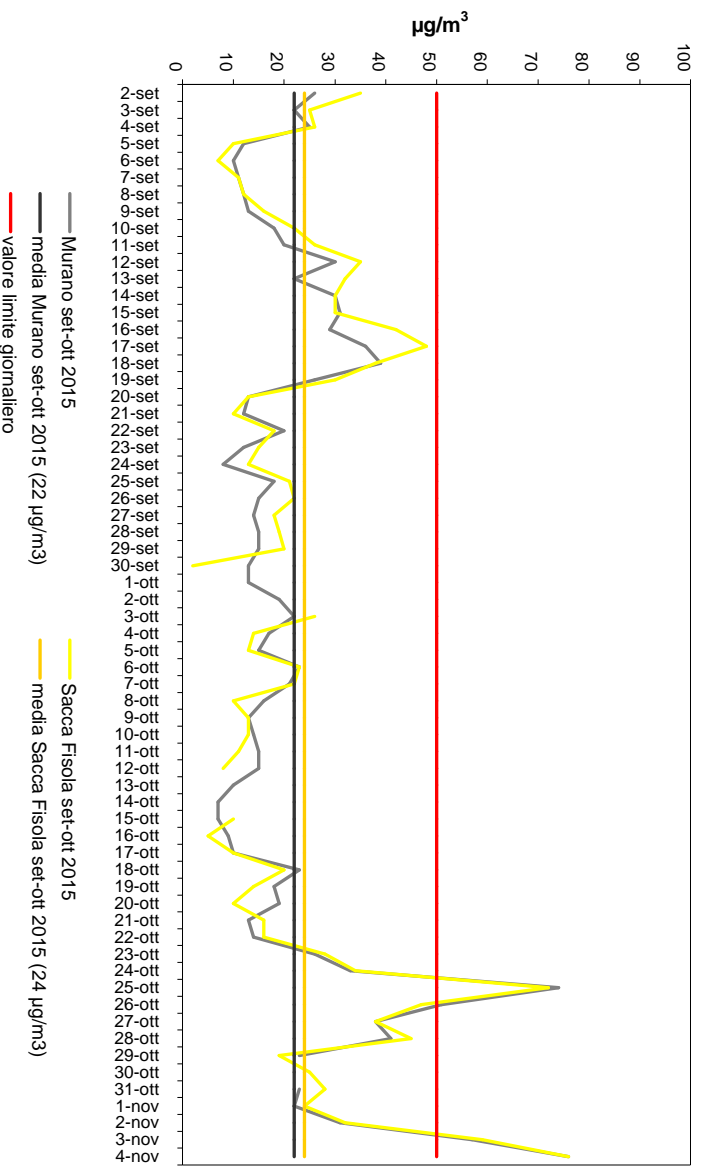


# ALLEGATO

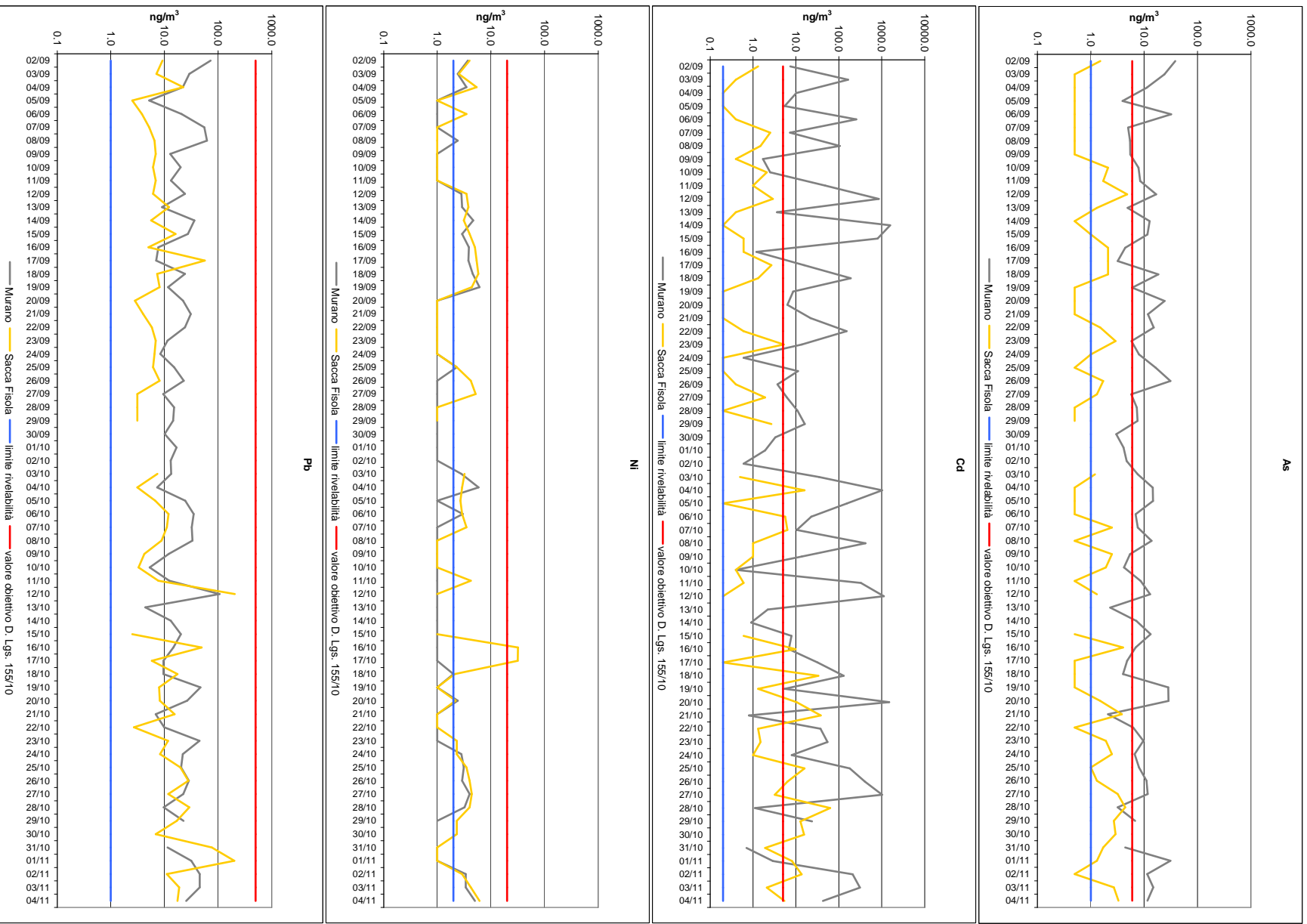
## Grafico 1 – Concentrazione Giornaliera di $PM_{10}$ a Murano ( $\mu g/m^3$ ).



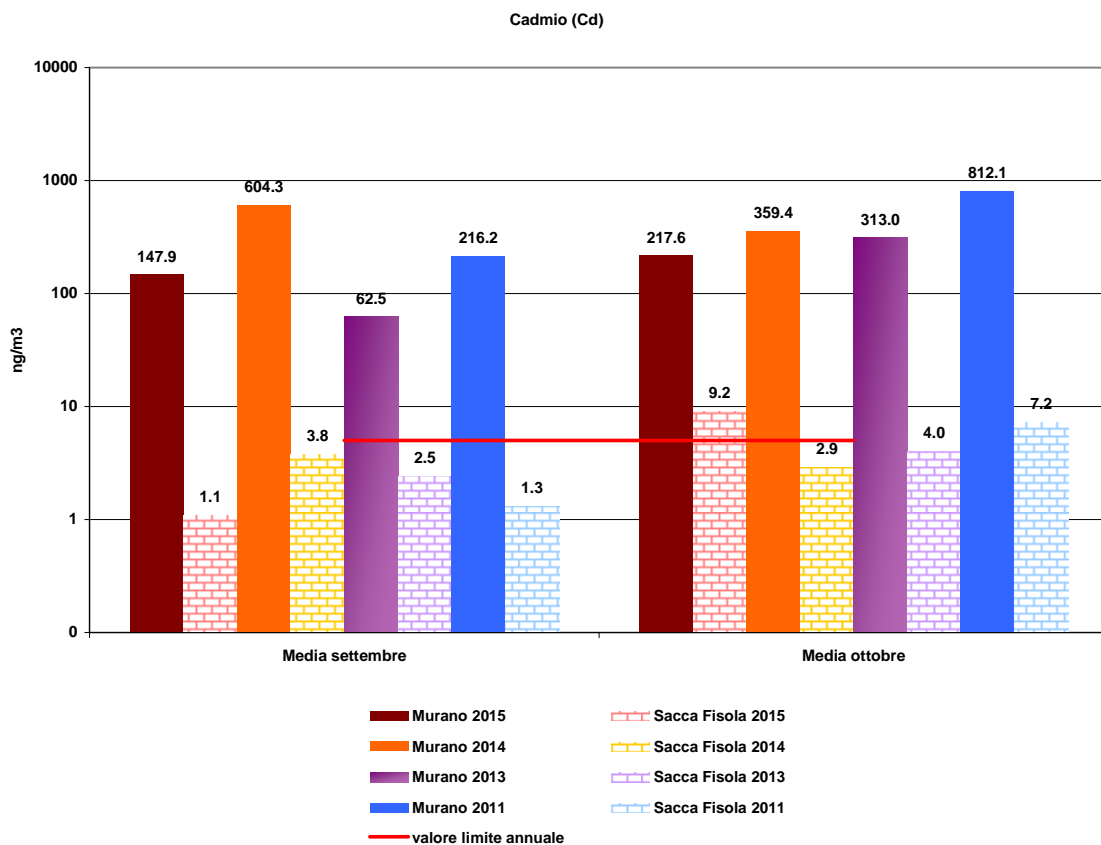
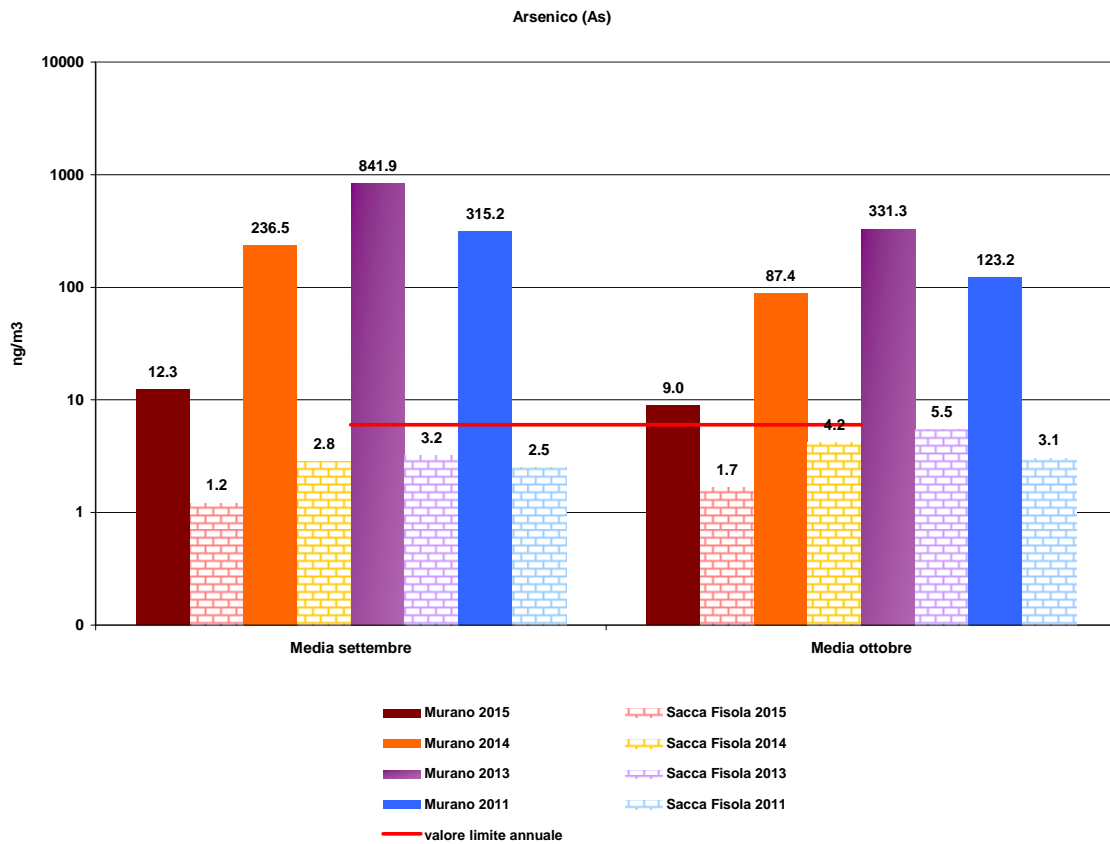
## Grafico 2 – Concentrazione Giornaliera di $PM_{10}$ ( $\mu g/m^3$ ). Confronto Murano – Sacca Fisola. $PM_{10}$ set-ott 2015: Murano vs Sacca Fisola



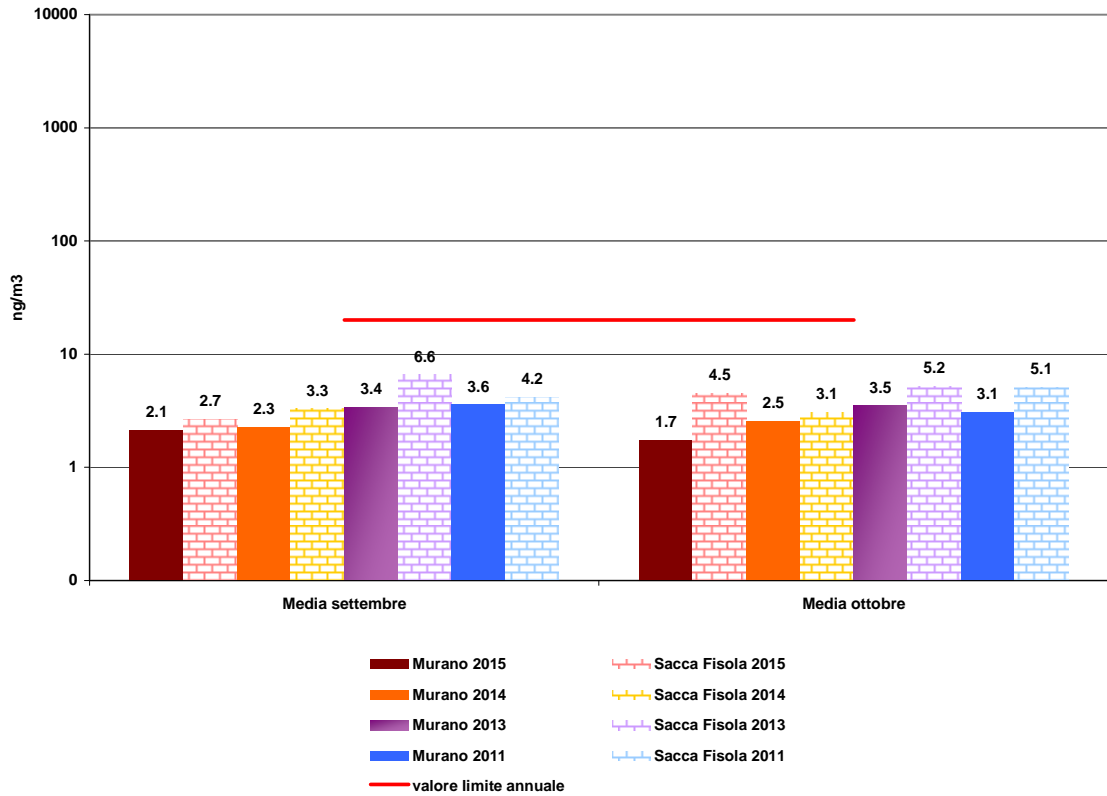
**Gráfico 3 – Concentrazione dei metalli (ng/m<sup>3</sup>). Confronto Murano – Sacca Fisola.**



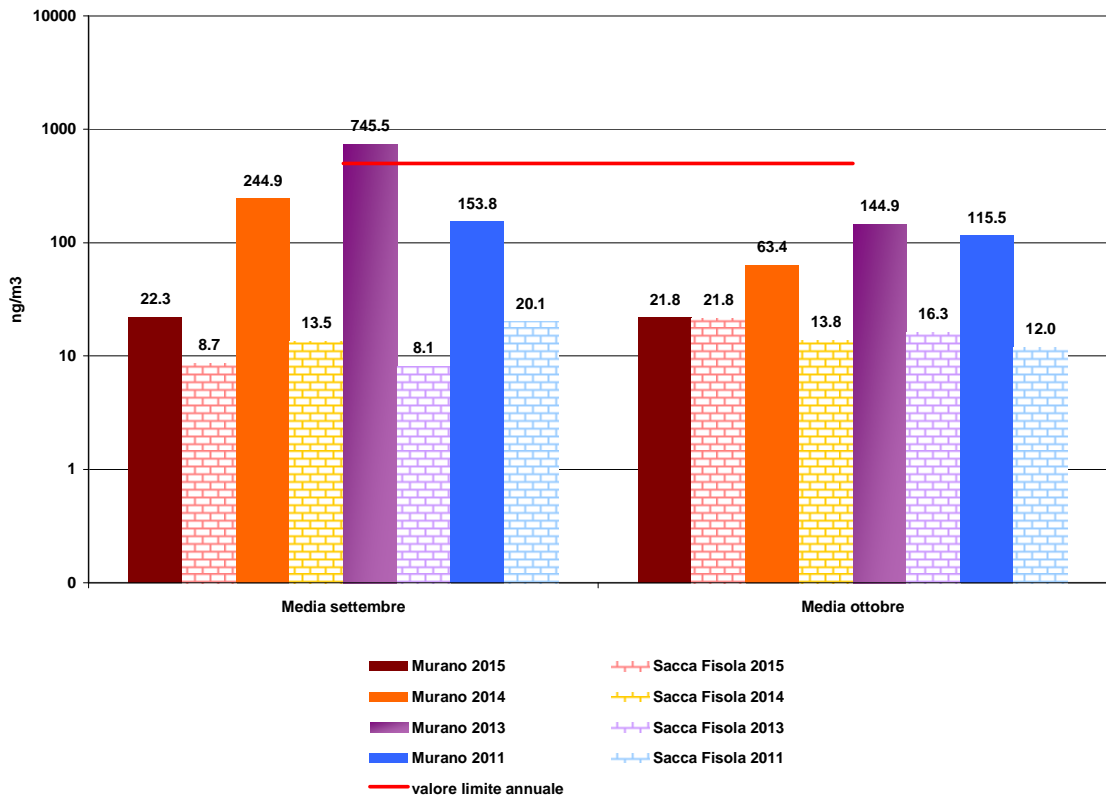
**Grafico 4 – Medie mensili dei metalli. Confronto fra diversi siti (Murano e Sacca Fisola) e diversi anni (2015, 2014, 2013 e 2011).**



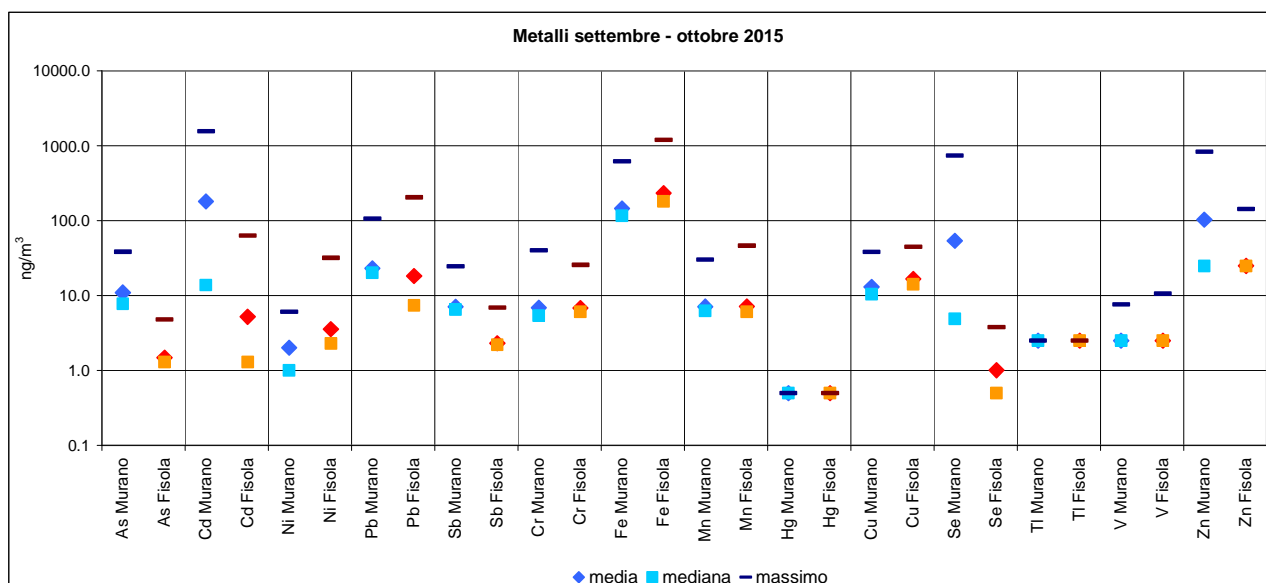
Nichel (Ni)



Piombo (Pb)



**Grafico 5 – Statistiche descrittive dei metalli indagati a Murano.**



**Tabella 11 – Statistiche descrittive dei metalli misurati a Murano e a Sacca Fisola.**

MURANO	02/09/15 - 04/11/15			
	media	mediana	massimo	minimo
As	11.0	7.8	38.4	2.1
Cd	180.7	13.8	1568.7	0.4
Ni	2.0	<2.0	6.1	<2.0
Pb	23.0	20.2	106.1	4.4
Sb	7.1	6.5	24.6	1.4
Cr	6.9	5.4	40.4	1.7
Fe	145.3	116.1	620.8	<100.0
Mn	7.1	6.3	30.2	<5.0
Hg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Cu	13.1	10.5	38.3	5.0
Se	54.0	4.9	741.1	<1.0
Tl	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
V	<5.0	<5.0	7.6	<5.0
Zn	103.0	<50.0	831.6	<50.0

SACCA FISOLA	02/09/15 - 04/11/15			
	media	mediana	massimo	minimo
As	1.5	1.3	4.8	<1.0
Cd	5.2	1.3	63.0	0.2
Ni	3.6	2.3	31.9	<2.0
Pb	18.3	7.4	205.5	2.5
Sb	2.3	2.2	6.9	<1.0
Cr	6.8	6.1	25.7	3.8
Fe	233.1	180.6	1199.5	<100.0
Mn	7.2	6.1	46.3	<5.0
Hg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Cu	16.7	14.2	44.7	5.5
Se	1.0	<1.0	3.8	<1.0
Tl	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
V	<5.0	<5.0	10.6	<5.0
Zn	<50.0	<50.0	143.2	<50.0

**Tabella 12 – Dati giornalieri di PM<sub>10</sub> misurati a Murano – scuola Ugo Foscolo e presso le stazioni fisse di Venezia e Mestre dal 2 settembre al 4 novembre 2015.**

Data	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			
	Murano	Venezia	Mestre - Venezia	
	F.ta Colleoni - scuola Foscolo	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	via Tagliamento TU
02/09/2015	26	35	31	33
03/09/2015	22	25	20	22
04/09/2015	25	26	20	27
05/09/2015	12	10	13	20
06/09/2015	10	7	5	8
07/09/2015	11	11	7	6
08/09/2015	12	12	9	14
09/09/2015	13	16	11	11
10/09/2015	18	22	15	15
11/09/2015	20	26	19	19
12/09/2015	30	35	24	29
13/09/2015	22	32	29	49
14/09/2015	30	30	22	19
15/09/2015	31	30	28	27
16/09/2015	29	42	34	35
17/09/2015	36	48	42	
18/09/2015	39	38	29	28
19/09/2015	26	30	21	25
20/09/2015	13	13	13	14
21/09/2015	12	10	6	8
22/09/2015	20	18	9	13
23/09/2015	12	15	13	18
24/09/2015	8	13	5	8
25/09/2015	18	21	16	21
26/09/2015	15	22	18	24
27/09/2015	14	18	11	13
28/09/2015	15	19	12	11
29/09/2015	15	20	13	14
30/09/2015	13	<4	12	14
01/10/2015	13		11	13
02/10/2015	19		18	21
03/10/2015	22	26	21	23
04/10/2015	17	14	13	24
05/10/2015	15	13	10	18
06/10/2015	23	23	21	32
07/10/2015	21	22	22	29
08/10/2015	16	10	9	13
09/10/2015	13	13	11	15
10/10/2015	14	13	9	12
11/10/2015	15	11	11	12
12/10/2015	15	8	8	13
13/10/2015	10		10	15
14/10/2015	7		5	12
15/10/2015	7	10	7	10
16/10/2015	9	5	8	16
17/10/2015	10	10	15	21
18/10/2015	23	20	24	32
19/10/2015	18	14	22	27
20/10/2015	19	10	16	27
21/10/2015	13	16	19	23
22/10/2015	14	16	15	24
23/10/2015	26	28	26	35
24/10/2015	33	34	33	44
25/10/2015	74	72	74	94
26/10/2015	51	47	47	73
27/10/2015	38	38	37	55
28/10/2015	41	45	47	58
29/10/2015	23	19	20	34
30/10/2015		25	22	28
31/10/2015	23	28	22	26
01/11/2015	22	24	25	31
02/11/2015	31	32	31	41
03/11/2015	57	59	65	79
04/11/2015	76	76	76	94

**Tabella 13 – Dati giornalieri di metalli misurati a Murano – scuola Ugo Foscolo e presso la stazione fissa di Venezia – Sacca Fisola dal 2 settembre al 4 novembre 2015.**

Data	Murano F.ta Colleoni - scuola Foscolo				Venezia - Sacca Fisola			
	As	Cd	Ni	Pb	As	Cd	Ni	Pb
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
mer 02/09/15	38.4	7.4	3.7	73	1.5	1.3	4.0	9
gio 03/09/15	23.9	164.9	2.4	29	<1.0	0.4	2.5	7
ven 04/09/15	11.1	10.2	3.5	22	<1.0	0.2	5.4	23
sab 05/09/15	3.9	5.5	<2.0	5	<1.0	0.2	<2.0	3
dom 06/09/15	32.2	254.3	<2.0	21	<1.0	0.4	3.5	4
lun 07/09/15	5.0	7.3	<2.0	55	<1.0	2.5	<2.0	5
mar 08/09/15	5.4	104.9	2.4	62	<1.0	1.5	<2.0	7
mer 09/09/15	5.5	1.7	<2.0	13	<1.0	0.4	<2.0	7
gio 10/09/15	7.8	2.5	<2.0	20	2.1	2.1	<2.0	6
ven 11/09/15	8.4	48.0	<2.0	13	1.7	1.0	<2.0	7
sab 12/09/15	16.8	847.2	2.8	24	4.8	2.9	3.5	6
dom 13/09/15	4.9	3.6	2.9	9	1.3	0.4	3.8	12
lun 14/09/15	12.6	1568.7	4.7	36	<1.0	0.2	3.1	6
mar 15/09/15	11.5	803.8	2.9	27	1.0	0.6	4.0	16
mer 16/09/15	4.4	1.2	3.9	8	2.1	0.6	5.0	5
gio 17/09/15	3.2	15.5	3.8	7	2.1	2.7	5.4	56
ven 18/09/15	18.4	188.1	4.6	24	2.1	1.3	5.8	7
sab 19/09/15	6.0	8.6	6.1	12	<1.0	0.2	4.4	8
dom 20/09/15	24.2	6.3	<2.0	22	<1.0	0.2	<2.0	3
lun 21/09/15	11.8	21.9	<2.0	31	<1.0	0.2	<2.0	4
mar 22/09/15	15.1	150.6	<2.0	24	1.5	0.6	<2.0	6
mer 23/09/15	5.8	13.8	<2.0	11	2.9	5.2	<2.0	7
gio 24/09/15	8.0	0.6	<2.0	8	1.0	0.2	<2.0	7
ven 25/09/15	16.4	11.2	2.3	15	<1.0	0.2	2.3	6
sab 26/09/15	31.1	3.7	<2.0	23	1.7	0.4	4.2	8
dom 27/09/15	5.7	6.1	<2.0	10	1.3	1.9	5.2	3
lun 28/09/15	7.3	10.9	<2.0	15	<1.0	0.2	<2.0	3
mar 29/09/15	7.5	16.1	<2.0	15	<1.0	2.7	<2.0	3
mer 30/09/15	3.0	3.3	<2.0	10				
gio 01/10/15	4.1	1.9	<2.0	17				
ven 02/10/15	4.7	0.6	<2.0	13				
sab 03/10/15	7.6	34.6	2.8	13	1.2	0.5	3.2	7
dom 04/10/15	14.4	1022.4	5.9	7	<1.0	15.9	2.9	3
lun 05/10/15	14.6	156.0	<2.0	24	<1.0	0.2	2.7	7
mar 06/10/15	6.9	22.8	3.0	35	<1.0	5.6	2.9	12
mer 07/10/15	7.6	10.5	<2.0	32	2.5	6.3	3.5	11
gio 08/10/15	13.8	415.8	<2.0	33	<1.0	1.0	<2.0	9
ven 09/10/15	5.4	13.6	<2.0	12	2.5	1.0	<2.0	4
sab 10/10/15	4.2	0.4	<2.0	5	1.9	0.4	<2.0	3
dom 11/10/15	8.6	323.9	<2.0	12	<1.0	0.6	4.2	8
lun 12/10/15	12.9	1127.4	<2.0	106	1.3	0.2	<2.0	206
mar 13/10/15	2.3	2.2	<2.0	4				
mer 14/10/15	7.1	0.9	<2.0	13				
gio 15/10/15	13.2	7.9	<2.0	20	<1.0	0.6	<2.0	3
ven 16/10/15	6.9	6.8	<2.0	15	4.0	9.8	31.9	49
sab 17/10/15	4.8	32.2	<2.0	10	<1.0	0.2	31.7	6
dom 18/10/15	4.0	130.4	2.0	10	<1.0	33.0	2.1	18
lun 19/10/15	28.3	5.5	<2.0	47	<1.0	1.3	<2.0	8
mar 20/10/15	28.5	1486.2	2.4	27	1.5	10.3	2.2	8
mer 21/10/15	2.1	0.8	<2.0	7	3.8	38.0	<2.0	15
gio 22/10/15	6.2	37.2	<2.0	10	<1.0	1.3	<2.0	3
ven 23/10/15	9.6	54.8	<2.0	45	1.9	1.5	2.3	12
sab 24/10/15	6.6	8.0	2.8	22	2.5	1.0	2.3	8
dom 25/10/15	8.0	179.2	3.1	21	1.0	15.9	3.5	20
lun 26/10/15	11.0	405.4	2.9	28	1.3	6.3	4.0	28
mar 27/10/15	11.7	1015.6	4.0	22	3.2	3.2	4.4	12
mer 28/10/15	3.2	1.1	3.2	10	4.4	63.0	4.0	29
gio 29/10/15	6.8	23.6	<2.0	23	2.7	12.7	2.3	17
ven 30/10/15					2.9	15.4	2.3	7
sab 31/10/15	4.4	0.7	<2.0	11	1.7	1.9	<2.0	77
dom 01/11/15	31.1	2.9	<2.0	32	1.3	8.1	<2.0	201
lun 02/11/15	11.4	211.3	3.4	45	<1.0	13.6	2.9	11
mar 03/11/15	14.7	312.3	3.4	45	2.7	2.1	4.2	19
mer 04/11/15	11.5	42.7	5.0	25	3.3	5.4	6.1	18

Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia  
Servizio Stato dell'Ambiente  
(Ufficio Attività Tecniche e Specialistiche)  
Via Lissa, 6  
30171 Venezia - Mestre (VE)  
Italy  
Tel. +39 041 544 5501  
Fax +39 041 544 5500  
e-mail: [dapve@arpa.veneto.it](mailto:dapve@arpa.veneto.it)

marzo 2016





**ARPAV**

Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

Direzione Generale

Via Matteotti, 27

35137 Padova

Italy

tel. +39 049 82 39 301

fax. +39 049 66 09 66

e-mail: [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)

e-mail certificata: [protocollo@pec.arpav.it](mailto:protocollo@pec.arpav.it)

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)