



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

# **Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria**

## **Comune di Venezia**

**Area portuale: Banchina Santa Marta**

**Periodo di attuazione:  
7 settembre – 27 ottobre 2013**

**RELAZIONE TECNICA**

**Realizzato a cura di:**

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

**Dipartimento Provinciale di Venezia**

dr. R. Biancotto (direttore)

**Servizio Stato dell'Ambiente**

dr.ssa L. Vianello (dirigente responsabile)

**Ufficio Informativo Ambientale**

dr.ssa S. Pistollato (elaborazioni)

**Ufficio Reti di Monitoraggio**

dr. E. Tarabotti (tecnico responsabile)

p.i. A. Buscato (raccolta dati)

dr. L. Coraluppi (raccolta dati)

Si ringrazia per il supporto fornito:

Servizio Laboratori Provinciale di Padova

Servizio Meteorologico di Teolo

Osservatorio Regionale Aria

Ente Zona Industriale di Porto Marghera

*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.*

<b>Relazione tecnica n. 40/ATM/13 (Codice SISCA: VE_003430_13).</b>		<b>Data 14/03/2014</b>
F.to Il Tecnico Ufficio Informativo Ambientale Dr.ssa Silvia Pistollato	F.to Il Dirigente Servizio Stato dell'Ambiente Dr.ssa Luisa Vianello	

## INDICE

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna	pag. 4
2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione	pag. 4
3. Contestualizzazione meteo - climatica dell'area	pag. 7
4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	pag. 9
5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	pag. 12
6. Efficienza di campionamento	pag. 12
7. Analisi dei dati rilevati	pag. 13
8. Confronto con indagini precedenti	pag. 17
9. Conclusioni	pag. 17
ALLEGATO	pag. 18

## **1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna**

Il monitoraggio pianificato ha l'obiettivo di fornire informazioni sulla qualità dell'aria nell'area portuale Santa Marta del Porto di Venezia, oggetto di un esposto, ed approfondisce e completa i risultati di altre indagini svolte per conoscere il contributo del traffico portuale sulla qualità dell'aria del Comune di Venezia, quali:

- indagine conoscitiva con radielli svolta ad ottobre 2011 nel quartiere Dorsoduro a seguito di un esposto,
- campagna di monitoraggio con stazione rilocabile svolta nei mesi di febbraio – marzo 2012 in banchina San Basilio per l'Autorità Portuale di Venezia,
- campagna di monitoraggio con stazione rilocabile svolta in banchina San Basilio nei mesi di maggio e giugno 2012 per l'Amministrazione comunale di Venezia,
- campagna di monitoraggio con stazione rilocabile svolta a Sant'Elena nei mesi di giugno - luglio 2013.

La campagna di monitoraggio in questione è stata svolta con stazione rilocabile nei mesi di settembre - ottobre 2013, corrispondenti ad un periodo di intenso traffico portuale, ed il sito di monitoraggio della campagna è stato concordato con l'Amministrazione comunale ed il Comitato "No Grandi Navi", al fine di verificare l'eventuale carico inquinante prodotto in particolare dalle fasi di ormeggio e di transito delle grandi navi in prossimità della Stazione Marittima.

E' da rilevare che l'area monitorata è influenzata dall'intenso traffico acqueo transitante lungo il Canale della Giudecca, dalla vicinanza di numerosi approdi ed ormeggi di mezzi acquei e dalla Stazione Marittima.

Per le caratteristiche appena evidenziate, il sito indagato di Santa Marta è stato classificato come sito di traffico.

I dati rilevati a Santa Marta sono stati confrontati con i dati rilevati presso la stazione della Rete ARPAV di Monitoraggio Regionale della Qualità dell'Aria di Venezia - Sacca Fisola, classificata come sito di fondo urbano – insulare. Al fine di ottenere un'analisi più circostanziata, il confronto è stato esteso anche ai dati rilevati dalle stazioni di riferimento della Rete ARPAV Regionale di Mestre - via Tagliamento (sito di traffico urbano) e di Mestre - Parco Bissuola (sito di fondo urbano).












## **2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione**

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile si è svolta dal 7 settembre al 27 ottobre 2013. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in Comune di Venezia ed è di tipologia "traffico acqueo". 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, estratta dalla carta tecnica regionale 1:5000.

# Progetto di riesame della zonizzazione del Veneto D. Lgs. 155/2010

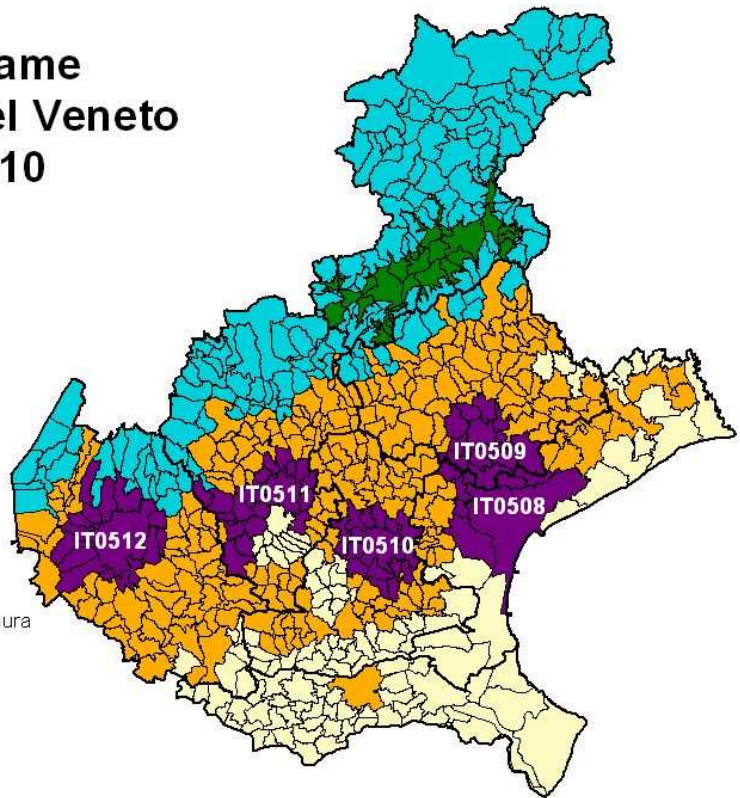
Legenda:

Zonizzazione

-  IT0508 Agglomerato Venezia
-  IT0509 Agglomerato Treviso
-  IT0510 Agglomerato Padova
-  IT0511 Agglomerato Vicenza
-  IT0512 Agglomerato Verona
-  IT0513 Pianura e Capoluogo bassa pianura
-  IT0514 Bassa pianura e colli
-  IT0515 Prealpi e Alpi
-  IT0516 Valbelluna
-  Confini Provinciali
-  Confini Comunali

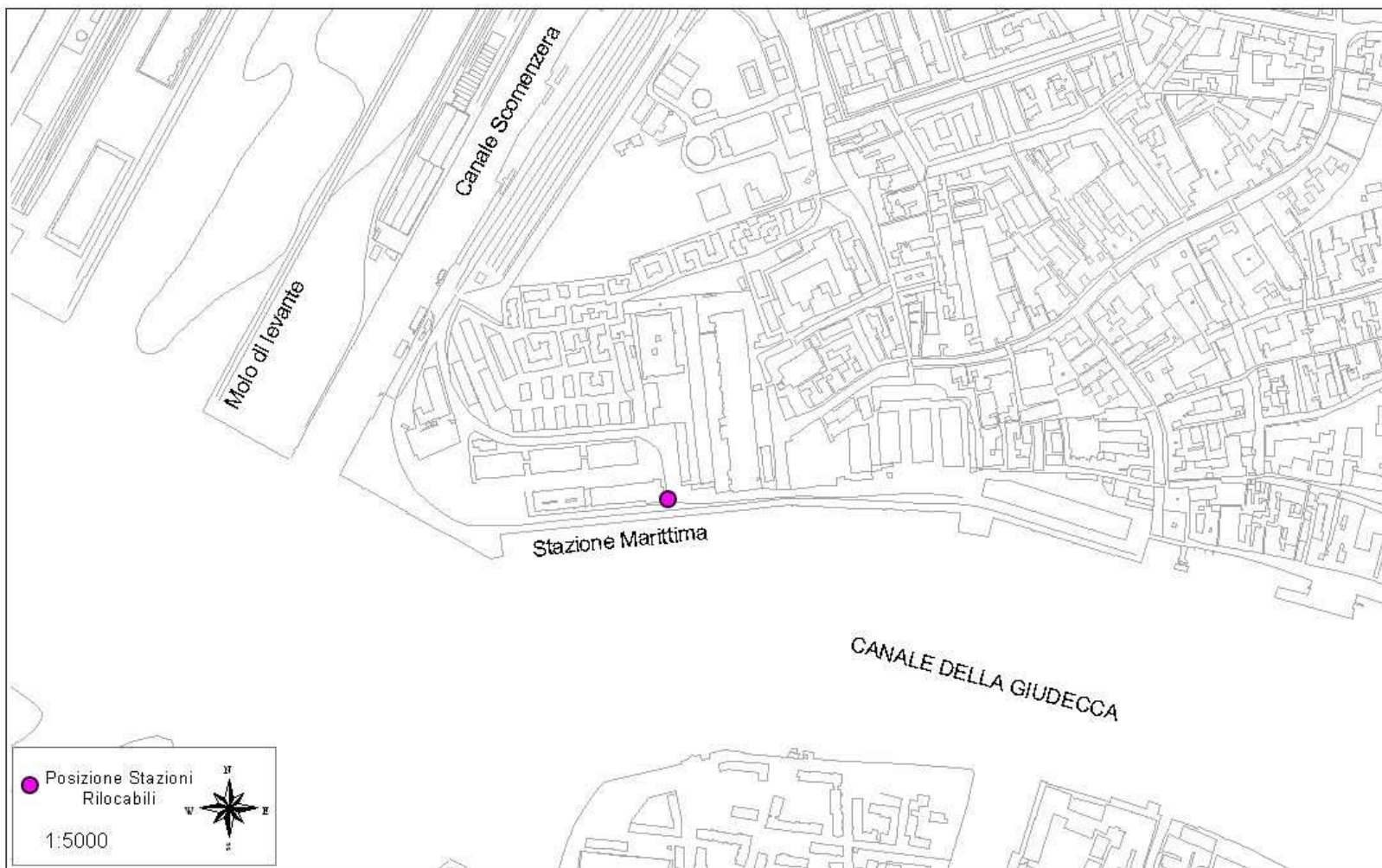


Scala 1: 1.200.000



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

## Posizione Stazioni Rilocabili Santa Marta - Comune di Venezia.



**Figura 2** – Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio, carta tecnica regionale 1:5000.

### 3. Contestualizzazione meteo – climatica dell'area.

#### Condizioni generali

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.

#### DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

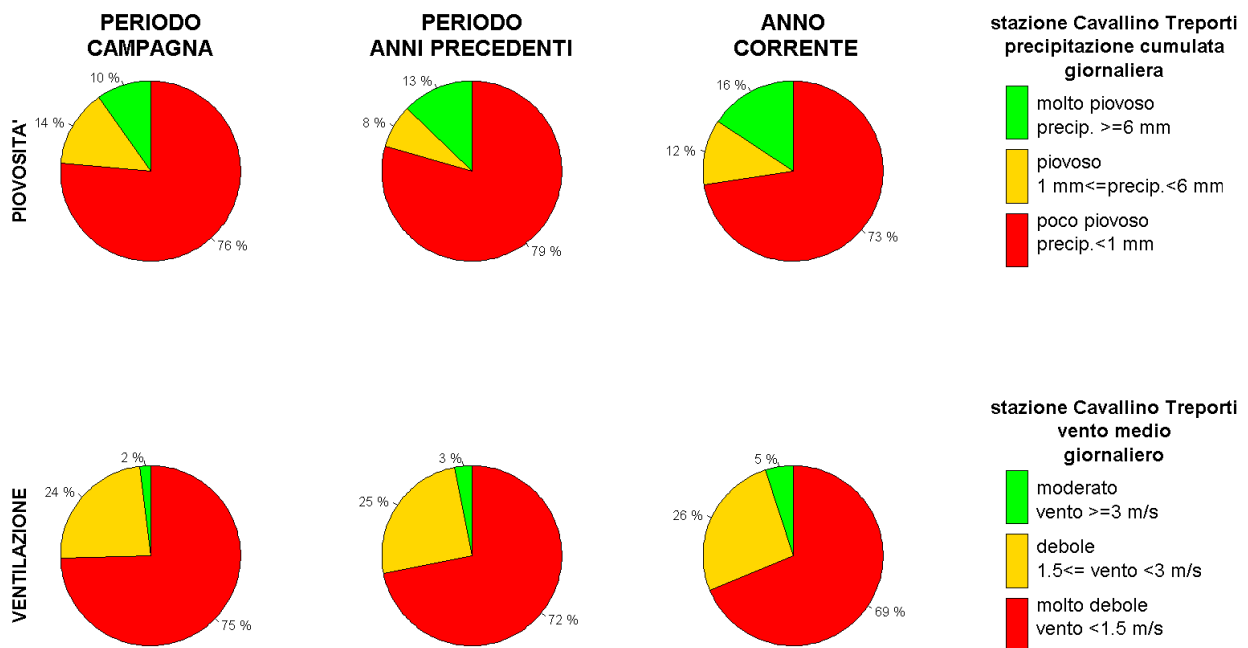


Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo corrispondente degli anni 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 (staz. n. 160 - Cavallino Treporti, posizionata ad un'altezza di 10 m) in tre periodi:

- 7 settembre - 27 ottobre 2013, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 1 settembre - 31 ottobre dall'anno 1993 all'anno 2012 (PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 1 gennaio - 31 dicembre 2013 (ANNO CORRENTE).

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

- i giorni con precipitazione giornaliera superiore a 6 mm sono stati meno frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno in corso;
- i giorni con vento molto debole risultano un po' più frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno corrente.

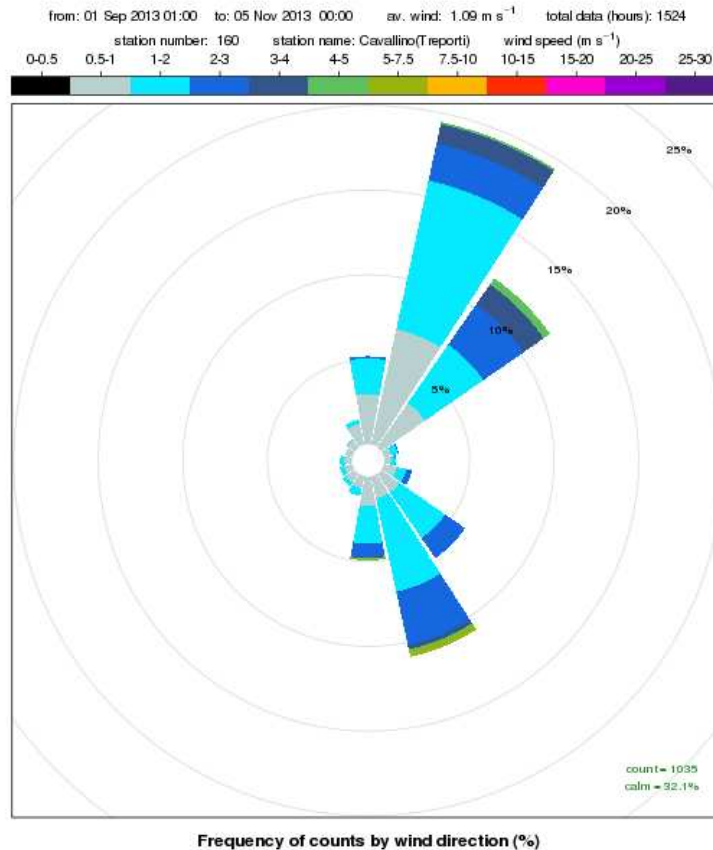


Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Cavallino Treporti nel periodo 7 settembre – 27 ottobre 2013.

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 durante il periodo di svolgimento della campagna di misura è Nord-Nord-Est (20%), seguita da Sud-Sud-Est (11%) e Nord-Est (11%). 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 1.04 m/s.

#### Condizioni locali

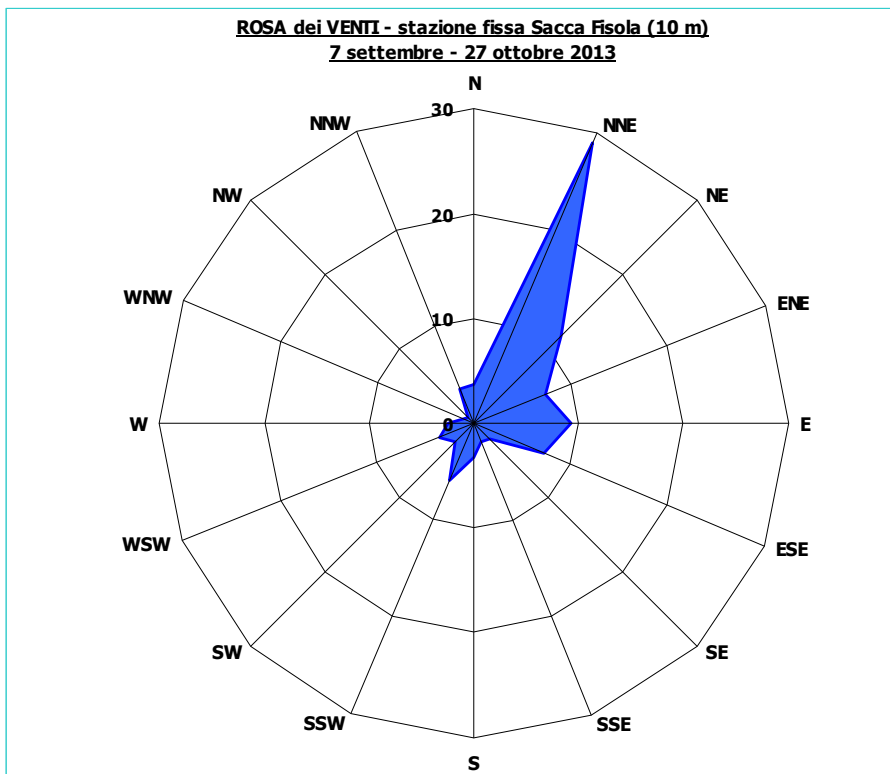
Dall'analisi dei dati orari di velocità e direzione prevalente del vento rilevati a circa 10 m dal suolo dalla stazione fissa della rete ARPAV, posizionata a Sacca Fisola (rappresentativi esclusivamente del sito monitorato), è emerso che:

- nel 29% delle ore di monitoraggio il vento proveniva da NNE, nel 12% delle ore il vento proveniva da NE e nel 9% delle ore da E, complessivamente per il 52% delle ore dal primo quadrante; nel 7% delle ore di monitoraggio il vento proveniva da ESE e nel 6% delle ore di monitoraggio il vento proveniva da SSW (Grafico 1);
- i venti sono risultati con velocità inferiore ai 0.5 m/s nel 4% dei casi, compresa tra 0.5 e 2.0 m/s nel 64% dei casi, superiore ai 2.0 m/s per il restante 32%.

Si ricorda che la situazione di calma di vento, pari ad una percentuale del 4%, non viene ricompresa nell'elaborazione della rosa dei venti.



**Grafico 1** – Rosa dei venti della stazione fissa di Sacca Fisola (10 m) durante la campagna di monitoraggio a Santa Marta. Calma di vento (velocità < 0.5 m/s): 4%.



% ore totali di vento per quadrante	
IV quadrante 9%	I quadrante 52%
III quadrante 15%	II quadrante 19%

#### **4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento**

La stazione rilocabile utilizzata è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente inerente l'inquinamento atmosferico e più precisamente: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), polveri inalabili (PM10) e idrocarburi policiclici aromatici totali (IPA totali).

Contestualmente alle misure eseguite in continuo, dall'11 settembre al 27 ottobre 2013 sono stati effettuati anche dei campionamenti sequenziali per la determinazione gravimetrica delle polveri inalabili PM10 e per l'analisi di 14 metalli presenti nella frazione PM10, tra cui arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb).

Per tutti gli inquinanti considerati 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 sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, ad eccezione del particolato PM2.5, 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, 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. In tabella 3 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi.

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

Inquinante	Tipologia	Valore
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme (*)	500 µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m <sup>3</sup>
	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme (*)	400 µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup>
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m <sup>3</sup>
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione (Media 1 h)	180 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme (Media 1 h)	240 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup>

(\*) misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km<sup>2</sup>, oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

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

Inquinante	Tipologia	Valore
NO <sub>2</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM10	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5	Valore limite annuale	26 µg/m <sup>3</sup> (per il 2013)
	Valore obiettivo (media su anno civile)	25 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>
Benzene	Valore limite annuale	5.0 µg/m <sup>3</sup>
B(a)pirene	Valore obiettivo (media su anno civile)	1.0 ng/m <sup>3</sup>

**Tabella 3 – Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi.**

Inquinante	Tipologia	Valore
SO <sub>2</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	20 µg/m <sup>3</sup>
NOX	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18000 µg/m <sup>3</sup> h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> h

## 5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo allestiti a bordo della stazione rilocabile presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 (i volumi sono stati normalizzati ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101,3 kPa) e realizzano acquisizione, misura e registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare).

Il campionamento del particolato inalabile PM10 (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) è stato realizzato, in aggiunta al monitoraggio in continuo, con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione rilocabile, che utilizza filtri da 47 mm di diametro, portata di aspirazione di 1 m<sup>3</sup>/h e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono stati condotti dal 11 settembre al 27 ottobre 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).

Le determinazioni analitiche del PM10 sono state effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti in nitrato di cellulosa, mediante determinazione gravimetrica "metodo UNI EN 12341:1999". La determinazione gravimetrica del PM10 è stata effettuata su tutti i filtri campionati. Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate sui filtri esposti in nitrato di cellulosa mediante spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-MS) "metodo UNI EN 14902:2005". Le analisi 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 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 nel 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 Santa Marta, 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 gli idrocarburi policiclici aromatici ed 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, nel periodo di monitoraggio la raccolta di dati orari è stata pari al 99% per il monossido di carbonio e per il biossido di zolfo, al 98% per il biossido e ossidi di

azoto. Sono stati campionati ed analizzati 46 filtri per PM10 e sono state eseguite 46 analisi di 14 metalli (Sb, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Tl, V, Zn).

Per raggiungere il periodo minimo di copertura per le misurazioni indicative e, quindi, per poter confrontare i risultati del monitoraggio anche con i limiti di legge relativi all'esposizione cronica (valori limite annuali) i risultati di questa campagna dovrebbero essere integrati con quelli di una seconda indagine.

## 7. Analisi dei dati rilevati

### Monossido di carbonio (CO)

Durante la campagna di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio non ha mai superato il valore limite, in linea con quanto si rileva presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Venezia (Allegato - Grafico 2). La media di periodo è risultata pari a  $0.2 \text{ mg/m}^3$ .

Presso la stazione della Rete Regionale Aria di Sacca Fisola il parametro CO non viene monitorato.

Nello stesso periodo di monitoraggio la media delle concentrazioni orarie di CO misurate presso la stazione fissa di traffico urbano della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria, via Tagliamento a Mestre, è risultata pari a  $0.4 \text{ mg/m}^3$ , superiore a quella rilevata a Santa Marta.

### Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) – Ossido di azoto (NO)

Durante la campagna di monitoraggio la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato i valori limite orari relativi all'esposizione acuta (Allegato - Grafico 3).

La media delle concentrazioni orarie è stata calcolata pari a  $33 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Nello stesso periodo di monitoraggio la media delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> misurate presso la stazione fissa di background urbano della rete ARPAV di Sacca Fisola è risultata pari a  $28 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ , inferiore alla media misurata a Santa Marta.

Per completezza e parallelismo con la terraferma, si riportano anche le medie di periodo misurate presso la stazione di traffico urbano di via Tagliamento a Mestre, pari a  $37 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ , e presso la stazione fissa di riferimento di background urbano di Parco Bissuola a Mestre, pari a  $26 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (Tabella 10).

La media delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> misurata è pari a  $55 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ .

Nella già citata Tabella 11 sono riportati, in funzione delle direzioni di provenienza del vento rilevate a 10 metri dal suolo presso la stazione fissa di Sacca Fisola, la percentuale delle ore di monitoraggio in cui il vento proveniva dalle varie direzioni, assieme ai corrispondenti valori medi di concentrazione di NO<sub>2</sub>, per i siti di Santa Marta e di Sacca Fisola. La distribuzione delle concentrazioni evidenzia valori mediamente più elevati in caso di venti dal quarto quadrante e da WSW: la direzione del vento alla quale corrisponde la concentrazione di NO<sub>2</sub> relativamente più elevata è WSW per Santa Marta e NW per Sacca Fisola.

La distribuzione delle concentrazioni rilevate a Santa Marta evidenzia, anche per l'ossido di azoto (NO), valori mediamente più elevati in caso di venti da WSW: direzione alla quale corrisponde una concentrazione media di NO relativamente più elevata; tale indicazione è compatibile con la presenza di navi e traghetti all'ormeggio in banchina Santa Marta o eventualmente con le fasi di manovra in area Marittima.

La distribuzione delle concentrazioni rilevate a Sacca Fisola evidenzia, per l'ossido di azoto (NO), valori mediamente più elevati in caso di venti da NNW; tale indicazione è compatibile con la presenza di navi e traghetti all'ormeggio in Marittima o in banchina Santa Marta, coerentemente con l'indicazione fornita dalla rosa di concentrazione di NO di Santa Marta.

Complessivamente a Santa Marta si registrano concentrazioni di ossido di azoto mediamente uguali rispetto a Sacca Fisola ( $15 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  per entrambe le stazioni).

**Tabella 4** – Confronto delle concentrazioni giornaliere di NO<sub>2</sub> misurate a Santa Marta con quelle misurate a Sacca Fisola e Mestre.

dal 7 settembre 2013 al 27 ottobre 2013	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			
	Venezia	Venezia	Mestre - Venezia	Mestre - Venezia
	Santa Marta	Sacca Fisola BU	via Tagliamento TU	Parco Bissuola BU
<b>MEDIA</b>	<b>33</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>26</b>

#### Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Durante la campagna di monitoraggio, la concentrazione di biossido di zolfo è stata ampiamente inferiore ai valori limite (Allegato - Grafico 4 e Grafico 5), come tipicamente accade presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Venezia.

La media delle concentrazioni orarie misurate nel periodo in questione è risultata inferiore al valore limite di rivelabilità strumentale analitica (< 5 µg/m<sup>3</sup>).

Nello stesso periodo di monitoraggio anche la media delle concentrazioni orarie di SO<sub>2</sub> misurate presso le stazioni fisse della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria di Mestre – Venezia (Sacca Fisola e Parco Bissuola) è risultata inferiore al limite di rivelabilità strumentale analitica.

Il valore più elevato delle concentrazioni orarie di SO<sub>2</sub> misurate a Santa Marta è pari a 19 µg/m<sup>3</sup>, a fronte di un valore limite orario di 350 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile. Tale massimo orario è stato rilevato venerdì 25 ottobre 2013 alle 14:00 (a tale ora la direzione del vento prevalente rilevata a Sacca Fisola era indeterminata a causa di eccessiva variabilità).

Il valore più elevato delle concentrazioni orarie di SO<sub>2</sub> misurate a Sacca Fisola è pari a 20 µg/m<sup>3</sup> ed è stato rilevato mercoledì 11 settembre alle 8:00, con direzione del vento prevalente da NNE. Si rammenta che i valori delle ore sopra riportati sono relativi all'ora solare.

In Tabella 11 si riportano, in funzione delle direzioni di provenienza del vento rilevate a 10 metri dal suolo presso la stazione fissa di Sacca Fisola, la percentuale delle ore di monitoraggio in cui il vento proveniva dalle varie direzioni, assieme ai corrispondenti valori medi di concentrazione di SO<sub>2</sub>, per i siti di Santa Marta e Sacca Fisola. Si evidenzia che tali valori medi sono tutti inferiori al valore limite di rivelabilità strumentale analitica (< 5 µg/m<sup>3</sup>).

#### Polveri atmosferiche inalabili (PM10)

Durante il periodo di monitoraggio la concentrazione di polveri PM10 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 10 giorni di superamento su 51 complessivi di misura (20%) (Grafico 6).

Nello stesso periodo di monitoraggio la concentrazione giornaliera di PM10 misurata presso la stazione fissa di background urbano della rete ARPAV di Sacca Fisola è risultata superiore a tale valore limite per 5 giorni su 48 di misura (10%), quindi per un numero di giorni inferiore rispetto a Santa Marta.

Per completezza e parallelismo con la terraferma, si riportano anche il numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero misurato presso la stazione di traffico urbano di via Tagliamento a Mestre, pari a 3 giorni su 51 di misura (6%), e presso la stazione fissa di riferimento di background urbano di Parco Bissuola a Mestre, pari a 6 giorni su 51 di misura (12%) (Tabella 5). La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a Santa Marta è risultata pari a 32 µg/m<sup>3</sup>.

Nello stesso periodo di monitoraggio la media 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 27 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di Sacca Fisola e a 26 µg/m<sup>3</sup> nella stazione fissa di traffico urbano di via Tagliamento a Mestre. La media delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate presso la stazione di Parco Bissuola è risultata pari a 28 µg/m<sup>3</sup>.

Nella Tabella 11 sono riportati, in funzione delle direzioni di provenienza del vento rilevate a 10 metri dal suolo presso la stazione fissa di Sacca Fisola, la percentuale delle ore di monitoraggio in cui il vento proveniva dalle varie direzioni, assieme ai corrispondenti valori medi di concentrazione

di PM10 per il sito di Santa Marta (a Sacca Fisola si rileva la concentrazione media giornaliera di PM10 e non la concentrazione oraria). La distribuzione delle concentrazioni evidenzia valori mediamente più elevati in caso di venti da SW a WNW: la direzione del vento alla quale corrisponde la concentrazione di PM10 relativamente più elevata è WNW; tale indicazione è compatibile con la presenza di navi o traghetti all'ormeggio in banchina Santa Marta e in Stazione Marittima o eventualmente alle fasi di manovra nel canale della Giudecca.

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.

**Tabella 5** – Confronto delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a Santa Marta con quelle misurate a Sacca Fisola e Mestre. Medie di periodo e numero di superamenti.

dal 7 settembre 2013 al 27 ottobre 2013	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			
	Venezia	Venezia	Mestre - Venezia	
	S. Marta	Sacca Fisola BU	Via Tagliamento TU	Parco Bissuola BU
<b>MEDIA</b>	32	27	26	28
<b>n° super.</b>	10	5	3	6
<b>n° dati</b>	51	48	51	51
<b>% super.</b>	20	10	6	12

#### Idrocarburi Policiclici Aromatici totali (IPA totali)

La media di periodo della concentrazione oraria di IPA totali misurata a Santa Marta è pari a 11 ng/m<sup>3</sup>.

Presso le stazioni di Sacca Fisola, via Tagliamento e Parco Bissuola non viene monitorata la concentrazione di IPA totali. L'unico confronto possibile a disposizione per questo parametro è con la stazione fissa di background urbano di via Lancieri a Treviso, che nello stesso periodo di monitoraggio ha presentato una media pari a 60 ng/m<sup>3</sup> (Tabella 6), ampiamente superiore a quella rilevata presso il sito di Santa Marta.

E' da rilevare che la normativa vigente non prevede un valore limite per la concentrazione di IPA totali ma prevede invece un valore limite per il benzo(a)pirene, utilizzato come indicatore del potere cancerogeno degli IPA totali. Per la campagna in oggetto è stato scelto il monitoraggio degli IPA totali perché consentono la misura con frequenza oraria e, quindi, l'aggregazione per direzione del vento (Tabella 11).

Nella Tabella 11 sono riportati, in funzione delle direzioni di provenienza del vento rilevate a 10 metri dal suolo presso la stazione fissa di Sacca Fisola, la percentuale delle ore di monitoraggio in cui il vento proveniva dalle varie direzioni, assieme ai corrispondenti valori medi di concentrazione di IPA totali per il sito di Santa Marta. La distribuzione delle concentrazioni evidenzia valori mediamente più elevati in caso di venti da WSW a WNW: la direzione del vento alla quale corrisponde la concentrazione di IPA totale relativamente più elevata è WSW; tale indicazione è compatibile con la presenza di navi o traghetti all'ormeggio in banchina Santa Marta e in Stazione Marittima o eventualmente alle fasi di manovra nel canale della Giudecca, ed è in linea con quanto evidenziato per le polveri.

**Tabella 6** – Confronto delle concentrazioni orarie di IPA totali misurate a Santa Marta con quelle misurate presso una stazione fissa di background urbano di Treviso. Medie di periodo.

dal 7 settembre 2013 al 27 ottobre 2013	IPA totali (ng/m <sup>3</sup> )	
	Venezia	Treviso
	S. Marta	via Lancieri BU
<b>MEDIA</b>	<b>11</b>	<b>60</b>

### Metalli

Le medie di periodo dei metalli normati (Pb, As, Cd, Ni) sono risultate inferiori al valore limite annuale per il piombo ed inferiori ai valori obiettivo per i restanti metalli (D.Lgs. 155/10).

Per confronto si riportano di seguito le medie dei metalli calcolate nello stesso periodo di monitoraggio presso le stazioni fisse di background urbano di Venezia – Sacca Fisola e Mestre - Parco Bissuola.

Si osserva che la concentrazione media di arsenico rilevata a Santa Marta e Sacca Fisola è di poco inferiore al valore limite annuale di 6 µg/m<sup>3</sup>.

**Tabella 7** – Valori medi delle concentrazioni di metalli registrate in banchina Santa Marta e confronto con le stazioni fisse.

Metallo	Stazione rilocabile Banchina Santa Marta Traffico acqueo	Rete ARPAV Venezia – Sacca Fisola BU	Rete ARPAV Mestre - Parco Bissuola BU
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Arsenico	4.8	5.0	1.4
Cadmio	3.6	3.4	1.1
Nichel	3.4	6.0	3.4
Piombo	13	14	8

Le medie di arsenico, cadmio e piombo misurate a Santa Marta sono simili a quelle rilevate presso la stazione di Sacca Fisola ma superiori a quelle rilevate a Parco Bissuola. La media di nichel misurata a Santa Marta è uguale a quella rilevata a Parco Bissuola ma inferiore a quella rilevata a Sacca Fisola.

Relativamente ai metalli non normati (Sb, Cr, Fe, Mn, Cu, Se, Tl, V, Zn), monitorati nella presente campagna di monitoraggio, si riportano le medie di periodo a confronto, ove possibile, con le medie rilevate presso la stazione fissa di Sacca Fisola (Tabella 8).

**Tabella 8** – Valori medi delle concentrazioni di metalli non normati registrate in banchina Santa Marta e confronto con la stazione fissa di Sacca Fisola.

dal 11 settembre 2013 al 27 ottobre 2013		Altri metalli (ng/m <sup>3</sup> )								
		Antimonio (Sb)	Cromo totale (Cr)	Ferro (Fe)	Manganese (Mn)	Rame (Cu)	Selenio (Se)	Tallio (Tl)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)
Santa Marta	<b>MEDIA</b>	3.4	5.8	227	7.7	13.5	1.7	2.5	3.2	41.3
	<b>n° dati</b>	46	46	46	46	46	46	46	46	46
Sacca Fisola	<b>MEDIA</b>	-	8.7	225	7.3	11.9	-	2.5	3.3	46.9
	<b>n° dati</b>	-	44	44	44	44	-	44	44	44



## 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 il contributo del traffico portuale sulla qualità dell'aria nel comune di Venezia. Nella Tabella 9 si riportano i risultati sintetici del monitoraggio svolto a Santa Marta a confronto con i risultati delle precedenti indagini.

Rispetto ai siti ed ai parametri monitorati, si evidenziano solo i frequenti superamenti del valore limite giornaliero per le PM10 presso l'Area portuale di Santa Marta e San Basilio. Nella lettura dei dati sono da tenere presenti i diversi periodi dell'anno in cui detti monitoraggi sono stati eseguiti.

**Tabella 9** – Sintesi dei risultati della campagna di monitoraggio svolta a Santa Marta a confronto con quelli delle precedenti indagini.

Comune	Località	Periodo	SO2		CO		NO2		PM10	
			media	superam.	media	superam.	media	superam.	media	superam.
Venezia	Santa Marta	7/9/13 - 27/10/13	2	0	0.2	0	33	0	32	20%
Venezia	Sant'Elena	5/6/13 - 22/6/13	2	0	0.3	0	21	0	22	0%
Venezia	San Basilio	5/5/12 - 13/6/12	4	0	0.2	0	41	0	31	8%
Venezia	San Basilio	10/2/12 - 18/3/12	4	0	0.4	0	54	0	56	42%

## 9. Conclusioni

Durante la campagna di monitoraggio della qualità dell'aria a Santa Marta le concentrazioni di monossido di carbonio, biossido di zolfo e biossido di azoto non hanno mai superato i limiti di legge relativi all'esposizione acuta. Questi inquinanti non presentano quindi particolari criticità.

Diversamente la concentrazione di polveri PM10 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 10 giorni di superamento su 51 complessivi di misura (20%).

La media delle concentrazioni giornaliere di NO<sub>2</sub> misurate a Santa Marta è risultata pari a 33 µg/m<sup>3</sup>, inferiore alla media rilevata in via Tagliamento a Mestre (37 µg/m<sup>3</sup>), ma leggermente superiore alla media delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate a Sacca Fisola (28 µg/m<sup>3</sup>) e Parco Bissuola (26 µg/m<sup>3</sup>) nello stesso periodo (Grafico 6).

La media delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a Santa Marta è risultata pari a 32 µg/m<sup>3</sup>, leggermente superiore alla media delle concentrazioni di PM10 rilevate a Sacca Fisola (27 µg/m<sup>3</sup>), via Tagliamento (26 µg/m<sup>3</sup>) e Parco Bissuola (28 µg/m<sup>3</sup>) nello stesso periodo (Tabella 5).

Al fine di contestualizzare meglio i dati evidenziati nella campagna di monitoraggio in questione, si ricorda che le concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> rilevate dal 7 settembre al 27 ottobre 2013 a Sacca Fisola e Parco Bissuola non si discostano significativamente dalle concentrazioni medie rilevate nello stesso periodo del 2012 (rispettivamente 30 µg/m<sup>3</sup> e 29 µg/m<sup>3</sup> per PM<sub>10</sub> e 31 µg/m<sup>3</sup> e 30 µg/m<sup>3</sup> per NO<sub>2</sub>) e che le concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> rilevate nel 2012 sono risultate inferiori al valore limite annuale relativo all'esposizione cronica pari a 40 µg/m<sup>3</sup> per entrambi gli inquinanti (32 µg/m<sup>3</sup> in entrambe le stazioni per PM<sub>10</sub> e rispettivamente 31 µg/m<sup>3</sup> e 30 µg/m<sup>3</sup> per NO<sub>2</sub>).

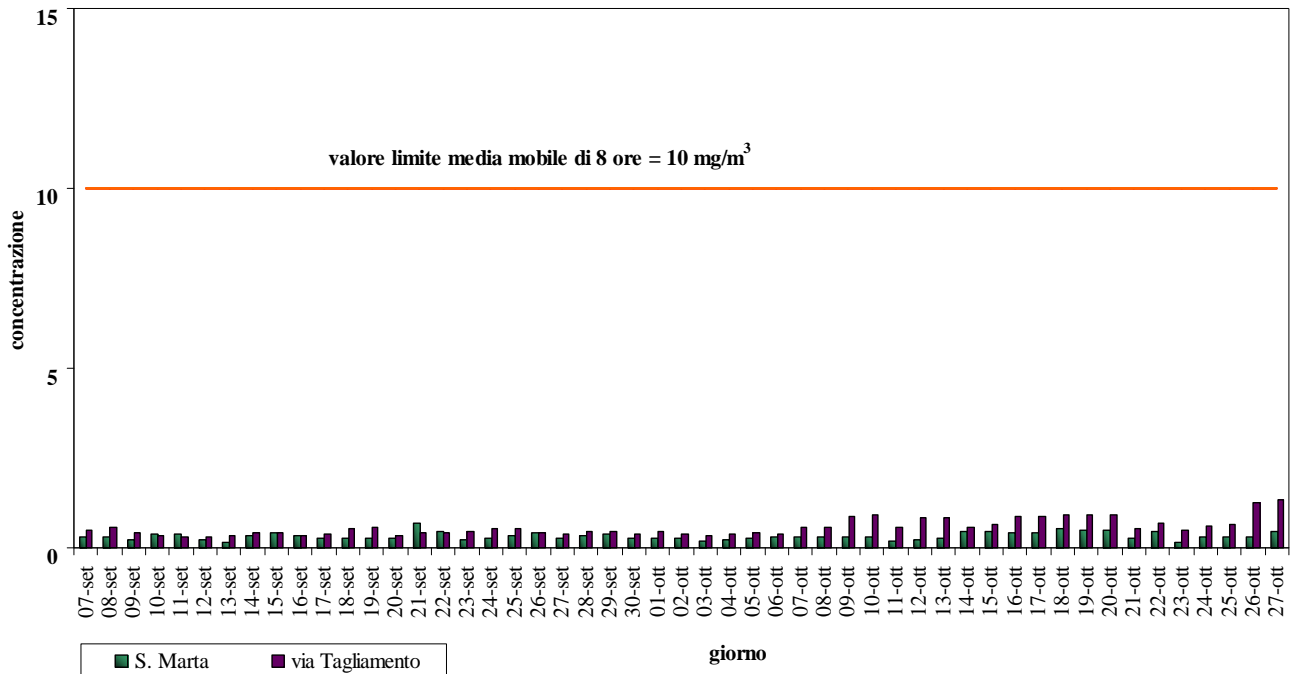
L'approfondimento effettuato con il calcolo delle rose di concentrazione rivela la presenza di possibili sorgenti, per tutti gli inquinanti monitorati, poste a WSW (e WNW) rispetto al sito di monitoraggio di Santa Marta.

Le rose di concentrazione calcolate a Sacca Fisola rivelano invece la presenza di possibili sorgenti di ossidi di azoto poste a NW e NNW rispetto al sito di monitoraggio.

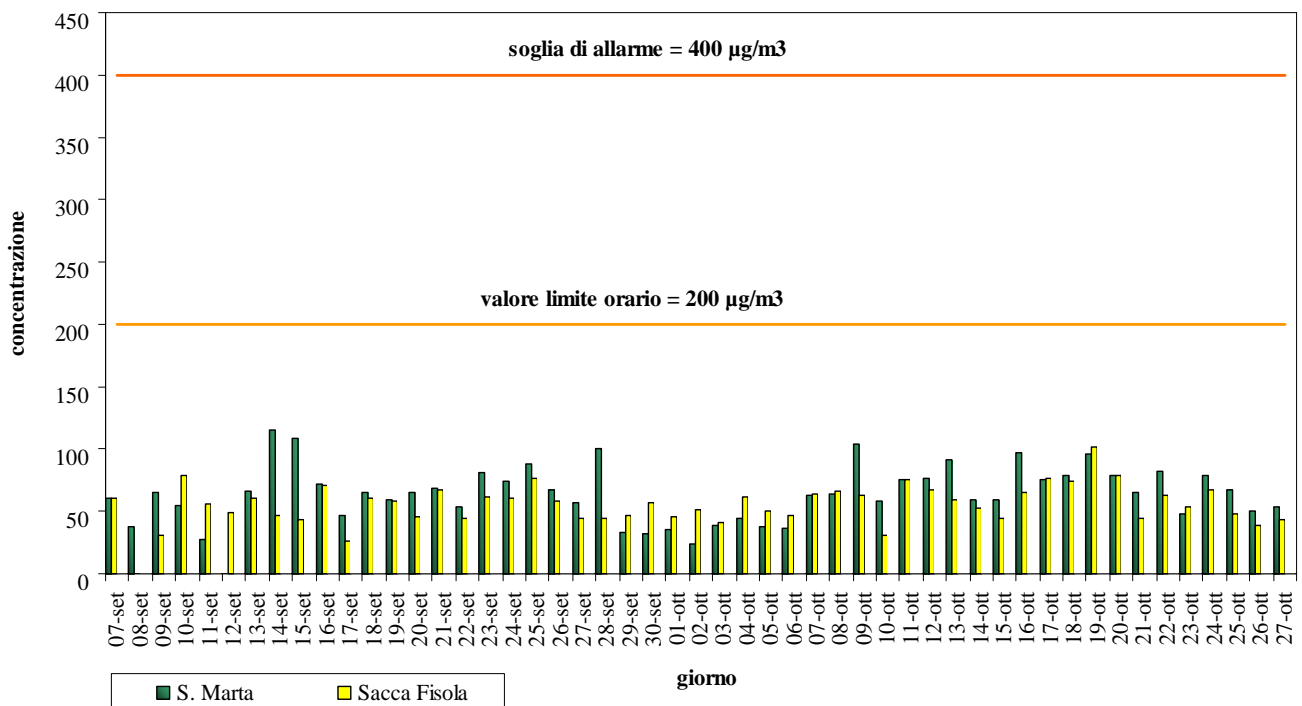
Per approfondire ulteriormente l'impatto sulla qualità dell'aria del transito e dell'ormeggio di grandi navi e traghetti in Canale della Giudecca e in Stazione Marittima, è in corso uno studio modellistico di dispersione degli inquinanti atmosferici, condotto dal Servizio Osservatorio Regionale Aria di ARPAV in collaborazione con il Dipartimento Provinciale di Venezia.

## ALLEGATO

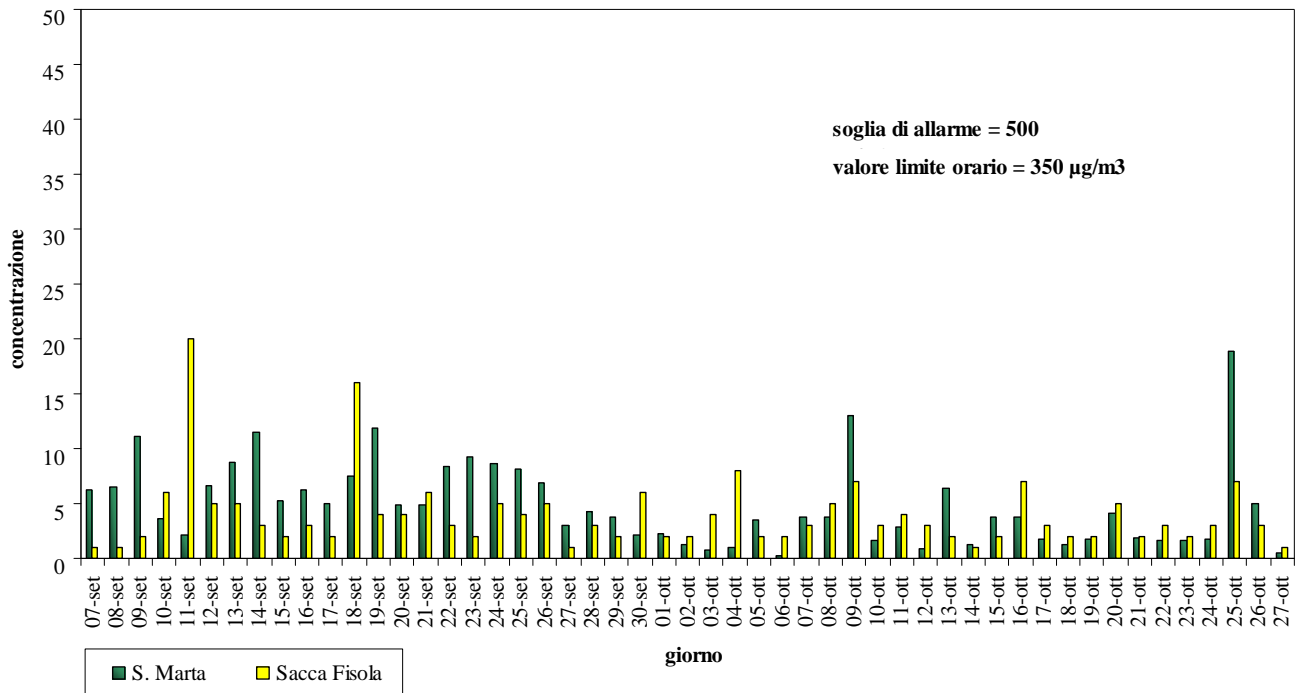
**Grafico 2** – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Confronto con una stazione fissa.



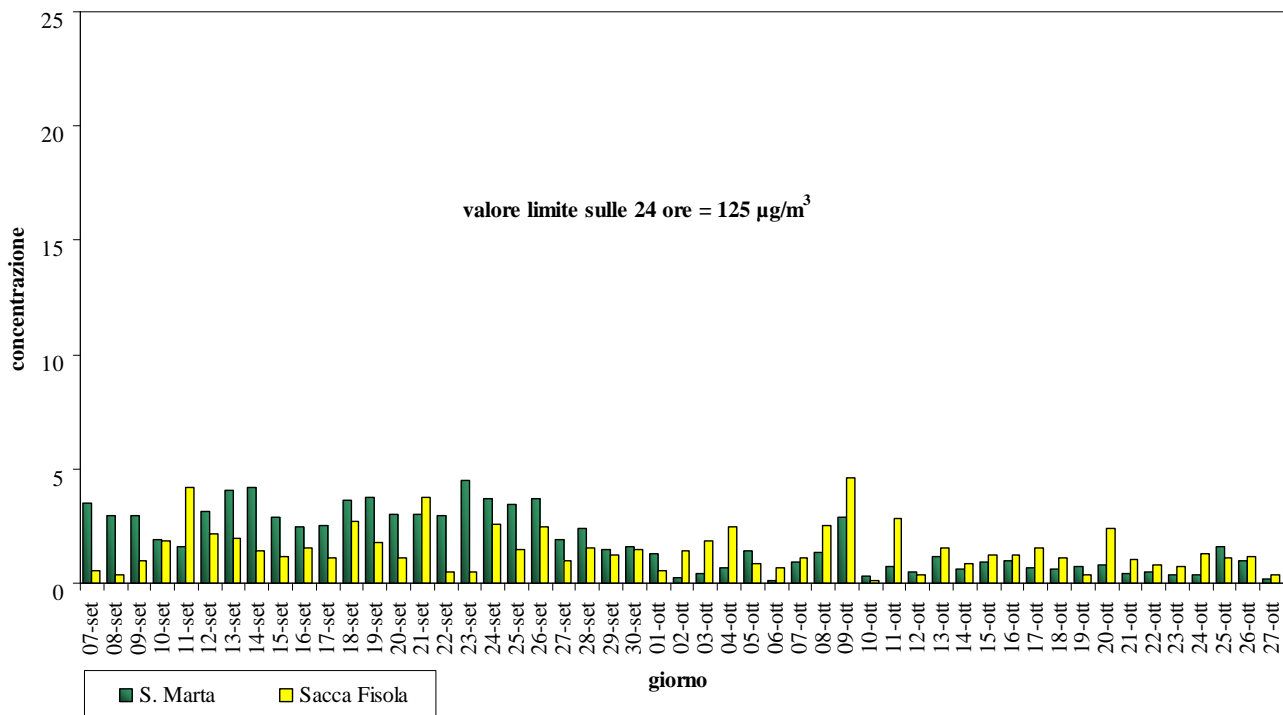
**Grafico 3** – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - "Esposizione acuta". Confronto con una stazione fissa.



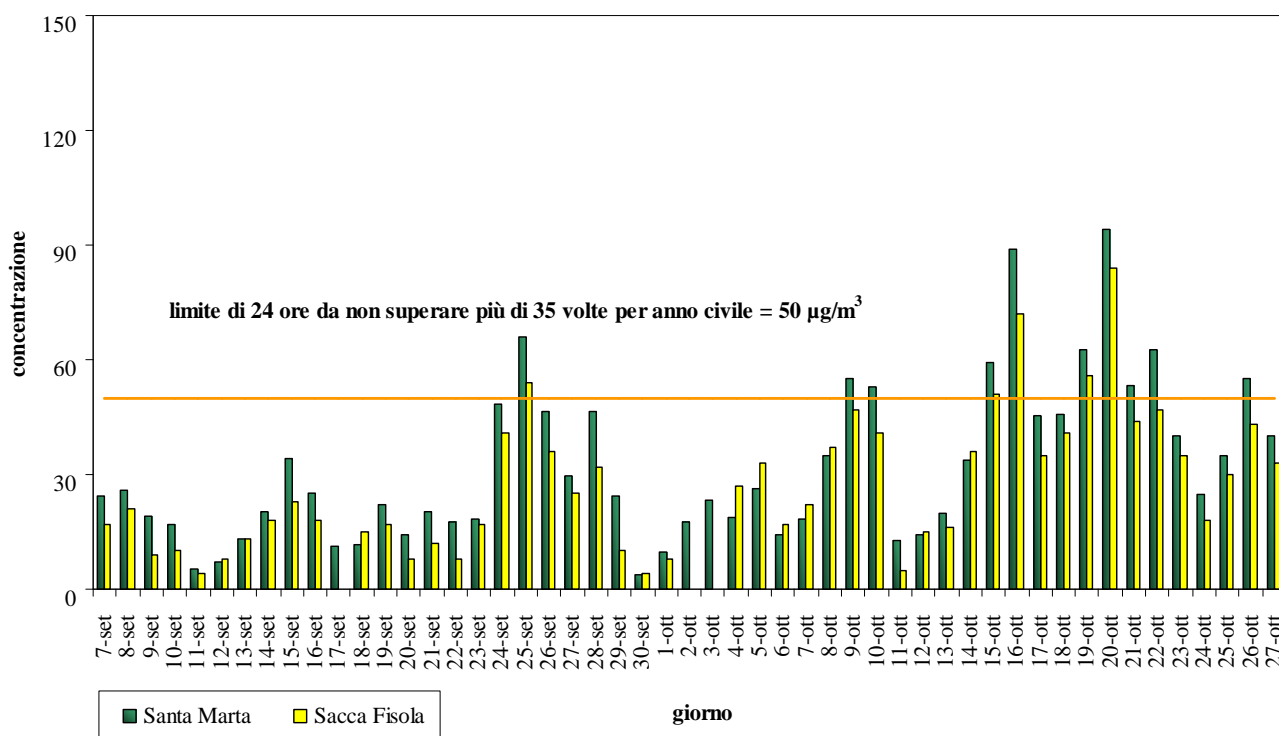
**Grafico 4 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>). Confronto con una stazione fissa.**



**Grafico 5 – Concentrazione Media Giornaliera di SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>). Confronto con una stazione fissa.**



**Grafico 6** – Concentrazione Giornaliera di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Confronto con una stazione fissa.



**Tabella 10** – Principali statistiche descrittive delle concentrazioni d'inquinanti monitorati a Santa Marta e confronto con le stazioni fisse di Sacca Fisola e via Tagliamento.

dal 7 settembre 2013 al 27 ottobre 2013		Statistiche descrittive dati orari		
		S. Marta (TA)	Sacca Fisola (BU)	via Tagliamento (TU)
SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	media	2	1	1.4
	mediana	1	1	1.0
	min	0	0	0.0
	max	19	20	28.0
NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	media	33	28	37
	mediana	30	27	35
	min	0	2	10
	max	115	102	88
NO <sub>X</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	media	55	51	58
	mediana	44	37	47
	min	0	2	11
	max	324	280	296
CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	media	0.2	-	0.4
	mediana	0.2	-	0.4
	min	0.0	-	0.0
	max	1.9	-	2.1
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	media	32	27*	26
	mediana	26	23*	22
	min	1	*	0
	max	110	*	88
IPA totali ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	media	11	-	-
	mediana	9	-	-
	min	1	-	-
	max	65	-	-

TA = traffico acquoso  
BU = background urbano  
TU = traffico urbano

\* Presso la stazione fissa di Sacca Fisola viene rilevata la concentrazione media di 24 ore di PM<sub>10</sub> e non la concentrazione oraria, quindi la media di periodo è confrontabile con quella rilevata a Santa Marta, ma non le concentrazioni minime e massime.

**Tabella 11** – Concentrazioni medie per direzione del vento di SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e IPA totali rilevate a Santa Marta e confronto con altre stazioni ove possibile.

Campagna Santa Marta, 7 settembre - 27 ottobre 2013

Provenienza del vento misurato a Sacca Fisola		Concentrazione media SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			Concentrazione media NO (µg/m <sup>3</sup> )		Concentrazione media NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		Conc. media PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. media IPAtot (ng/m <sup>3</sup> )
Direzione	%	Santa Marta	Sacca Fisola	Tronchetto	Santa Marta	Sacca Fisola	Santa Marta	Sacca Fisola	Santa Marta	Santa Marta
N	4	1	2	1	13	27	41	43	33	13
NNE	29	1	2	1	7	23	25	34	25	7
NE	12	1	2	1	8	16	22	32	27	8
ENE	7	1	1	1	11	5	37	31	35	11
E	9	2	1	1	17	1	38	13	34	13
ESE	7	3	1	1	20	2	33	12	32	13
SE	2	3	1	2	17	1	34	13	29	12
SSE	2	1	1	1	17	3	29	15	29	12
S	3	2	1	1	14	1	22	12	28	8
SSW	6	2	1	1	26	4	37	20	39	13
SW	2	2	1	1	21	5	37	21	40	13
WSW	4	3	2	1	34	20	47	37	44	18
W	2	2	2	2	25	23	42	34	42	15
WNW	1	2	2	1	24	23	45	40	48	16
NW	1	3	1	1	25	36	41	51	25	9
NNW	4	2	2	1	17	41	40	48	38	13

In giallo sono indicate le concentrazioni massime delle concentrazioni medie per direzione del vento.