



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO SAMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA  
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Direzione Area Tecnico-Scientifica  
Servizio Controlli, Monitoraggi e Valutazione Ambientale  
Linea di Attività Monitoraggio Qualità dell'Aria

# Valutazioni sullo stato della qualità dell'aria - Anno 2017

## Campagna di monitoraggio nel Comune di Quartu Sant'Elena

### Relazione Finale

**Dicembre 2017**

**VALUTAZIONI SULLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA - ANNO 2017**

**CAMPAGNA DI MONITORAGGIO NEL COMUNE DI QUARTU SANT'ELENA**

**RELAZIONE FINALE**



**Zone monitorate:**

*Scuola comunale di via Turati - Quartu Sant'Elena*

**Periodo:**

*dal 25/09/2017 al 15/11/2017*

**DIREZIONE TECNICO-SCIENTIFICA**  
**Servizio Controlli, Monitoraggi e Valutazione Ambientale**  
**Linea di Attività Monitoraggio Qualità dell'Aria**

**Direttore Tecnico-Scientifico**

Dott. Piero Italo Persod  
tel. 070 271681-237; email: [pipersod@arpa.sardegna.it](mailto:pipersod@arpa.sardegna.it)

**Direttore del Servizio CMVA**

Dott. Simonetta Fanni  
tel. 070 67121107; email: [sfanni@arpa.sardegna.it](mailto:sfanni@arpa.sardegna.it)

**Dirigenti della Linea di AMQA**

Dott.ssa Angela Maria Mereu  
tel. 070 67121103; email: [ammereu@arpa.sardegna.it](mailto:ammereu@arpa.sardegna.it)  
Dott.ssa Maria Patrizia Usai  
tel. 070 67121-102; email: [mpusai@arpa.sardegna.it](mailto:mpusai@arpa.sardegna.it)

**Responsabile della Rete QA**

Dott. Alessandro Serci  
tel. 070 4042614; email: [aserci@arpa.sardegna.it](mailto:aserci@arpa.sardegna.it)

**Collaboratori**

Dott. Ettore Verrecchia  
tel. 070 4042642; email: [everrecchia@arpa.sardegna.it](mailto:everrecchia@arpa.sardegna.it)  
Dott.ssa Pierangela Marras  
tel. 070 4042640; email: [pierangela.marras@p-a.it](mailto:pierangela.marras@p-a.it)



## INDICE

1. PREMESSA .....	5
2. DESCRIZIONE DELLE POSTAZIONI DI MISURA .....	7
3. NORMATIVA.....	8
4. VALUTAZIONI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	11
5. ANALISI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA.....	12
6. VALUTAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE DEL PM10 .....	17
7. ANALISI DEI DATI SULLA CARATTERIZZAZIONE DEL PM10 .....	20

## 1. Premessa

La conoscenza dello stato della qualità dell'aria in cui si vive è di fondamentale importanza per la salute.

In questi anni sono cresciute le richieste di intervento per il monitoraggio della qualità dell'aria da parte di quei comuni in cui le attività antropiche, impattano sull'ambiente mettendo a rischio la salute dei cittadini. Per soddisfare queste esigenze, ed integrare la rete di stazioni fisse sull'intero territorio regionale, che non hanno una dotazione completa di tutti gli analizzatori, l'ARPAS dispone di due mezzi mobili attrezzati, dotati di analizzatori in continuo, per il rilevamento degli inquinanti previsti dalla normativa vigente. Solitamente, per ogni campagna viene predisposto un periodo di campionamento di tre/quattro settimane da ripetere in periodi differenti dell'anno, in modo da garantire la rappresentatività temporale delle misure.

Questa campagna di misura nasce a seguito della costituzione del Tavolo Tecnico, convocato dal Prefetto in data 19 settembre 2017, a cui ARPAS ha partecipato, riguardo alla problematica relativa all'emissione di fumi nel Parco di Molentargius - Quartu Sant'Elena.

In data 20 settembre 2017, a seguito di quanto convenuto nel Tavolo Tecnico, il Sindaco di Quartu Sant'Elena ha convocato il Centro Operativo Comunale (C.O.C.), al fine di valutare le azioni da intraprendere stante la situazione di emergenza.

La situazione emergenziale che ne è risultata si inquadra in un contesto di tipo *ambiente-salute*, nel quale ARPAS agisce in supporto e in coordinamento all'unità di crisi competente, in particolare:

- svolge la funzione di supporto tecnico specialistico per il controllo e la tutela dell'ambiente eseguendo, su richiesta dell'unità di crisi, monitoraggi e prelievi di campioni;
- collabora con Vigili del Fuoco e ASSL - Dipartimento di Igiene Pubblica al fine di proporre congiuntamente i provvedimenti più idonei per la salvaguardia della popolazione e dell'ambiente.

A seguito delle decisioni dell'unità di crisi, il 21 settembre 2017 il Comune di Quartu Sant'Elena ha richiesto il monitoraggio della qualità dell'aria nel quartiere posto in prossimità del parco del Molentargius. Conseguentemente ARPAS si è attivata per eseguire tutte le attività previste per l'installazione di un laboratorio mobile, che prevedono in ordine:

1. procedere ai sopralluoghi presso i siti proposti dall'Amministrazione Comunale per la verifica di idoneità e rappresentatività delle misure;
2. richiedere al Comune, in tempi brevi nel sito prescelto, supporto logistico comprensivo di condizioni di sicurezza idonee e fornitura allaccio elettrico, comprensivo di messa a terra;
3. procedere all'installazione del laboratorio mobile, previa verifica del rispetto delle condizioni di sicurezza, attivando tutte le apparecchiature e analizzatori ed effettuando le calibrazioni necessarie;
4. produrre i primi dati attendibili del laboratorio mobile dopo 24 ore dall'accensione, in modo da valutare l'andamento *a regime* dei dati, delle calibrazioni e degli allarmi strumentali.

Normalmente queste operazioni richiedono dai 3 ai 4 giorni lavorativi.

In data 25 settembre 2017, è stata posizionata nel cortile della scuola di via Turati la stazione mobile per la verifica della qualità dell'aria, contestualmente alla fornitura di corrente elettrica e messa a terra.

Da tale data, giornalmente sono state rilevate le concentrazioni orarie e giornaliere degli inquinanti biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossido di carbonio (CO), ozono (O<sub>3</sub>), polveri sottili (PM<sub>10</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), parametri che caratterizzano significativamente la emissione gassosa, caratterizzandola nel tempo. Ogni giorno, i dati sono stati analizzati, valutati e trasmessi puntualmente al C.O.C.

Per quanto riguarda la determinazione delle diossine e degli IPA è stato predisposto un campionamento con ciclicità settimanale, da inviare successivamente alla rete di laboratori di analisi dell'ISPRA, per le relative determinazioni analitiche. Si evidenzia che per far fronte a questa priorità è stato scelto che i due campionatori di polveri sottili, di cui è dotata la stazione mobile, campionassero entrambi PM<sub>10</sub>, rinunciando al monitoraggio del parametro PM<sub>2,5</sub> (che comunque è correlabile alla frazione PM<sub>10</sub>), in modo da filtrare abbondanti volumi d'aria, tali da assicurare quantitativi di polveri sufficienti per le analisi di laboratorio. Questo accorgimento ci permette poi di confrontare coerentemente i dati del monitoraggio con i dati storici di caratterizzazione del PM<sub>10</sub>, misurati dalle stazioni di fondo della rete regionale dal 2012 al 2016, ed in particolare di quella ubicata nel territorio Comunale denominata CENQU1.

## 2. Descrizione delle postazioni di misura

La postazione di misura, individuata e concordata col Comune nel corso dei sopralluoghi eseguiti, è ubicata nella zona limitrofa allo stagno di Molentargius, come indicato nella mappa seguente, presso la scuola comunale di via Turati a Quartu Sant'Elena.



*Cartina con indicazione del luogo della postazione di misura*

Generalmente i siti di campionamento sono scelti sulla base delle indicazioni normative e in base a quanto indicato nell'Allegato III del Decreto Legislativo n.155 del 13/08/2010, con particolare attenzione rivolta alle aree potenzialmente più esposte all'inquinamento atmosferico.

La scelta di posizionamento su macroscala della stazione mobile è stata fatta principalmente in funzione delle fonti emissive, e quindi valutando i siti disponibili nell'area, considerando anche i fattori importanti su microscala, comprese le discrete proporzioni del mezzo, che impongono uno spazio appropriato per la sosta in modo da non creare disagi, e la difficoltà ad avere in luoghi pubblici un allaccio temporaneo di energia elettrica indispensabile per il suo funzionamento.

### 3. Normativa

Per la valutazione delle concentrazioni di benzene (C6H6), di ossido carbonio (CO), biossido di azoto (NO2), ozono (O3), polveri sottili (PM10), biossido di zolfo (SO2), e idrocarburi policiclici aromatici (IPA) si è operato nel rispetto del D.Lgs. n.155/2010.

Inquinante	Dato utilizzato	Limite	Descrizione
C6H6	Media annua	5,0 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana
CO	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana
NO2	Media oraria	200 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte per anno civile
	Media oraria	400 µg/m <sup>3</sup>	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Media annua	40 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana
O3	Media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>	Soglia di informazione
	Media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo da non superare più di 25 per anno civile come media sui tre anni
PM10	Media giornaliera	50 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte per anno civile
	Media annua	40 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana
SO2	Media oraria	350 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile
	Media oraria	500 µg/m <sup>3</sup>	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Media giornaliera	125 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile

#### Limiti di legge

È importante notare che alcuni limiti di legge sono espressi tramite un valore che non deve essere superato più di un certo numero di volte in un anno da un determinato indicatore: per lo SO<sub>2</sub>, ad esempio, il valore di 125 µg/m<sup>3</sup> non deve essere superato più di tre volte per anno civile dalla media giornaliera. Quindi se il valore di 125 µg/m<sup>3</sup> risultasse superato dalla media giornaliera di SO<sub>2</sub> una, due o tre volte (ma non di più) in un anno civile, si deve intendere che il relativo limite di legge NON è stato superato e che la situazione deve considerarsi entro la norma. Si parlerà in questo caso di superamenti del valore limite o, più concisamente, di **superamenti del limite**; nel caso opposto si parlerà di **violazione del limite** di legge.

Altri limiti di legge sono invece espressi tramite un valore che non deve essere mai superato da un determinato indicatore (è il caso, ad esempio, dei limiti relativi alle medie annuali); in caso di superamento del valore limite o della soglia si parlerà direttamente di **violazione del limite** di legge.

Si fa presente, inoltre, che il confronto di un valore (media oraria, media giornaliera, ecc.) con un limite di legge, viene effettuato dopo aver approssimato il valore stesso all'intero più vicino; in questo modo, ad



esempio, un valore di 125,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sulla media giornaliera di  $\text{SO}_2$  non è considerato un superamento del relativo valore limite per la protezione della salute umana (125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mentre lo è qualunque valore maggiore o uguale a 125,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Si evidenzia inoltre, che il confronto dei valori di concentrazione, nel relativo periodo temporale di osservazione (ora, media di 8 ore, giornaliero, mensile e annuale), sono sempre rapportati al corrispondente valore normativo; nel caso in cui esista un limite annuale si conviene rapportarlo alla media sull'intero periodo di osservazione della campagna di misura, come nel caso delle valutazioni per benzene,  $\text{NO}_2$  e  $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2,5}$ .

È utile ricordare il significato delle varie denominazioni utilizzate:

**inquinante:** qualsiasi sostanza presente nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso;

**livello:** concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante o deposizione di questo su una superficie in un dato periodo di tempo;

**soglia di informazione:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;

**soglia di allarme:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati;

**valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;

**valore obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;

**livello critico:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani;

**misure indicative:** misurazioni dei livelli degli inquinanti, basata su obiettivi di qualità meno severi di quelli previsti per le misurazioni in siti fissi.

In relazione al contenuto di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) nella frazione  $\text{PM}_{10}$  del particolato atmosferico, sebbene in natura esista una moltitudine di composti di assimilabili a questa classe di idrocarburi (benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantrene, benzo(k)fluorantrene, benzo(j)fluorantrene, dibenzo(a,h)antracene, indeno(1,2,3,-cd)pirene, benzo(a)pirene) la normativa (D.Lgs 155/2010) individua il solo composto benzo(a)pirene come tracciante e caratterizzante l'inquinamento da IPA, e fissa il valore obiettivo nella media annuale di 1,0  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Inquinante	Valore obiettivo
Benzo(a)pirene	1,0 $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore obiettivo annuale di IPA nella frazione  $\text{PM}_{10}$

Per quanto concerne il contenuto di diossine e furani, con questi termini ci si riferisce comunemente a un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati divisi in due famiglie: policlorodibenzo-p-diossine (PCDD o propriamente %diossine+) e policlorodibenzofurani (PCDF o %furani+), caratterizzati da proprietà chimiche simili. In base al numero e alla posizione degli atomi di cloro è possibile distinguere 75 isomeri di PCDD e 135 di PCDF, 17 dei quali hanno rilevanza tossicologica (in pratica quelle molecole che contengono da 4 a 8 atomi di cloro in particolare nelle posizioni 2,3,7,8).

Questi composti particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo, per gli animali e per l'ambiente; costituiscono infatti due delle dodici classi di inquinanti organici persistenti riconosciute a livello internazionale dall'UNEP (United Nations Environment Programme).

Al fine di stabilire un criterio di stima del rischio è stato pertanto sviluppato il concetto di tossicità equivalente (TEQ). Questo permette di esprimere la tossicità di una miscela complessa tramite un parametro così definito:

$$TEQ = \sum (TEQ_i) = \sum ([PCDD_i \times TEF_i]) + \sum ([PCDF_i \times TEF_i])$$

Ogni fattore di tossicità equivalente (TEFi) esprime la tossicità di uno specifico isomero relativamente alla massa equivalente di 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina, la più tossica delle PCDD (è classificata dalla IARC - International Agency for Research on Cancer . nel gruppo 1, cioè tra i cancerogeni certi per l'uomo).

Moltiplicando la massa di un isomero per il suo fattore di tossicità equivalente (TEFi) si ottiene la corrispondente tossicità equivalente (TEQi). La tossicità equivalente totale è la somma delle tossicità equivalenti di ogni isomero presente nella miscela.

Al momento non sono stati stabiliti né a livello europeo, né a livello nazionale o regionale, valori limite o soglie di riferimento per la qualità dell'aria. A livello europeo esistono delle linee guida tedesche con un riferimento esclusivamente per PCDD e PCDF, emesse dal %AL-Laenderausschuss fuer Immissiosschutz+ (Comitato degli Stati per la protezione ambientale) con un valore pari a 150 fg/m<sup>3</sup>.

Nel documento %Air Quality Guidelines for Europe+ WHO Regional Office for Europe, si stima che la concentrazione delle diossine e furani, presenti nell'aria di ambienti urbani, calcolata sempre in termini di tossicità equivalente, si attesti intorno a valori di 100 fg/m<sup>3</sup>. Inoltre nello stesso documento si riporta che concentrazioni pari o superiori a 300 fg/m<sup>3</sup> indicano la presenza di sorgenti di emissione locali che necessitano di essere identificate e controllate.

Inquinante	Linea guida WHO	Linee guida tedesche	Indice di attenzione WHO
Diossine e Furani	100 fg/m <sup>3</sup>	150 fg/m <sup>3</sup>	300 fg/m <sup>3</sup>

*Valore di riferimento delle diossine e furani espresso in TEQ*

## 4. Valutazioni sulla qualità dell'aria

Le valutazioni seguenti sono tutte relative agli inquinanti monitorati dalla stazione mobile: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossido di carbonio (CO), ozono (O<sub>3</sub>), polveri sottili (PM<sub>10</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), misurati nel periodo dal 25/09/2017 al 15/11/2017. In relazione alla mancanza del monitoraggio del PM<sub>2,5</sub> e ai motivi di tale scelta si è già detto nella premessa di questo documento.

Di seguito si propone la tabella riepilogativa dei relativi indicatori statistici degli inquinanti monitorati, per avere una visione immediata e complessiva del monitoraggio eseguito con la stazione mobile (di seguito STAMOB). La base del monitoraggio è generalmente il dato orario, tranne per il benzene e per il PM<sub>10</sub> per i quali si usa il dato giornaliero.

STAMOB Via Turati Quartu S.E.	C6H6 g/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	NO2 g/m <sup>3</sup>	O3 g/m <sup>3</sup>	PM10 g/m <sup>3</sup>	SO2 g/m <sup>3</sup>
% di funzionamento	98	95	94	95	92	87
minimo	0,2	0,1	0,5	0,4	6,9	0,0
5° percentile	0,3	0,1	2,5	7,1	14,1	0,6
mediana	1,0	0,2	8,5	62,4	23,3	2,1
media	<b>1,0</b>	0,2	<b>13,0</b>	57,3	<b>23,9</b>	2,1
95° percentile	2,0	0,4	38,1	97,1	36,4	3,9
98° percentile	2,5	0,5	44,5	103,4	38,5	4,3
massimo	3,0	0,9	<b>62,4</b>	<b>128,5</b>	41,4	<b>5,3</b>
massima media giornaliera	3,0	0,3	25,4	77,5	<b>41,4</b>	<b>3,8</b>
massima media di otto ore	-	<b>0,6</b>	-	<b>107,7</b>	-	-

STAMOB - Principali indicatori statistici degli inquinanti monitorati

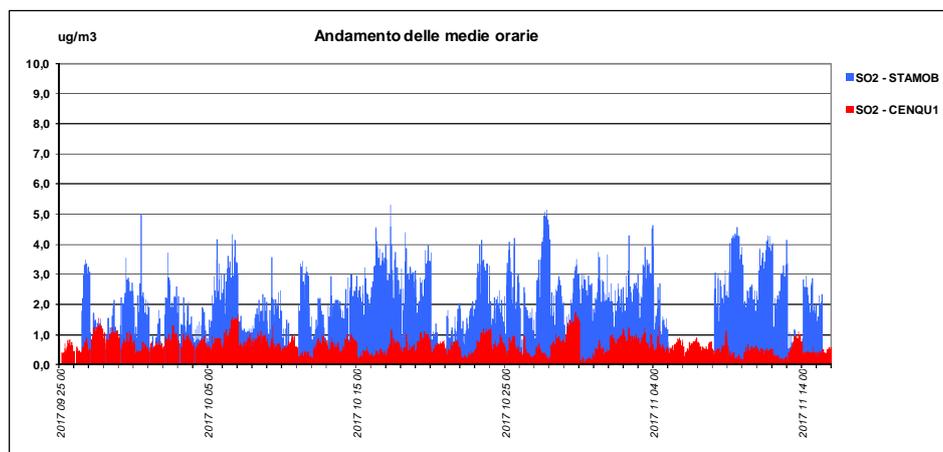
Generalmente nel periodo in esame non si registrano superamenti dei limiti normativi, ovvero:

- il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) evidenzia una media sull'intero periodo di campionamento di 1,0 µg/m<sup>3</sup> (limite annuale di 5 µg/m<sup>3</sup>);
- il monossido di carbonio (CO) presenta una massima media mobile di otto ore pari a 0,6 mg/m<sup>3</sup>, (limite sulla media di 8 ore di 10 mg/m<sup>3</sup>);
- il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) manifesta massime medie orarie di 62 µg/m<sup>3</sup> (limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>); la media sull'intero periodo di campionamento di 13 µg/m<sup>3</sup> (limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>);
- l'ozono (O<sub>3</sub>) ha mostrato una massima media mobile giornaliera delle otto ore di 108 µg/m<sup>3</sup> (limite di 120 µg/m<sup>3</sup>); le medie orarie sono di 129 µg/m<sup>3</sup> (soglia di informazione 180 µg/m<sup>3</sup> e della soglia di allarme 240 µg/m<sup>3</sup>);
- il PM<sub>10</sub> evidenzia una massima giornaliera di 41 µg/m<sup>3</sup> (limite giornaliero 50 µg/m<sup>3</sup>) e una media sull'intero periodo di campionamento di 24 µg/m<sup>3</sup> (limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>);
- si stima una concentrazione di PM<sub>2,5</sub> inferiore a 24 µg/m<sup>3</sup> (limite annuale di 25 µg/m<sup>3</sup>), come suggerito implicitamente dalla media sull'intero periodo di campionamento del PM<sub>10</sub>;
- infine, per quanto attiene il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), la massima oraria è di 5 µg/m<sup>3</sup> (limite orario di 350 µg/m<sup>3</sup>) mentre la massima media giornaliera è di 4 µg/m<sup>3</sup> (limite giornaliero 125 µg/m<sup>3</sup>).

## 5. Analisi dei dati di qualità dell'aria

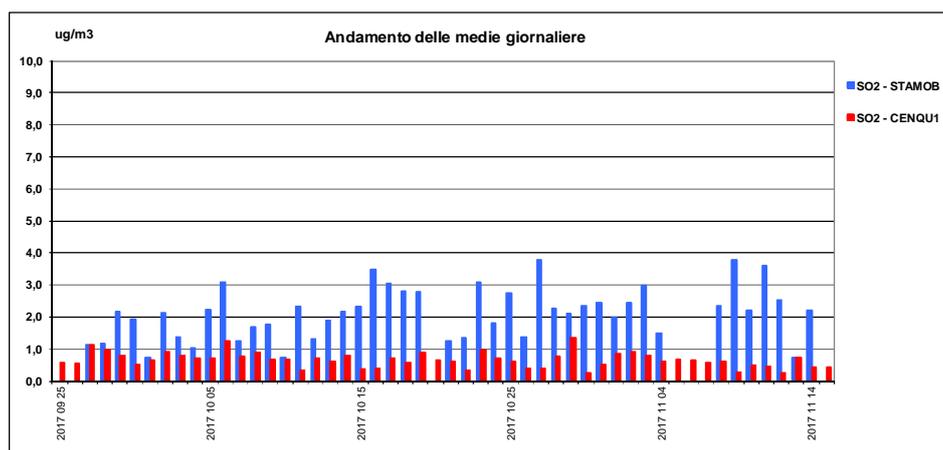
Tutti i parametri misurati sono stati confrontati principalmente con i corrispondenti misurati dalla stazione di fondo della rete regionale CENQU1 (Quartu Sant'Elena - Via Perdalonga), stazione di fondo rappresentativa dell'agglomerato di Cagliari (costituito dai comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Selargius, Quartucciu e Quartu Sant'Elena) e secondariamente, a seconda dei casi, con la stazione di traffico CENCA1 (Cagliari - Via Cadello).

L'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) evidenzia un massimo orario di 5 µg/m<sup>3</sup> (nella CENQU1 il massimo orario è stato di 2 µg/m<sup>3</sup>). La normativa prevede che la media oraria di 350 µg/m<sup>3</sup> non debba essere superata per più di 24 volte per anno civile.



Dati orari di SO<sub>2</sub> della stazione mobile e della stazione di fondo CENQU1

La media massima giornaliera di SO<sub>2</sub> è di 4 µg/m<sup>3</sup> (nella CENQU1 il massimo giornaliero è stato di circa 1,5 µg/m<sup>3</sup>), a fronte di un limite di legge fissato a 125 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 3 volte in un anno civile.

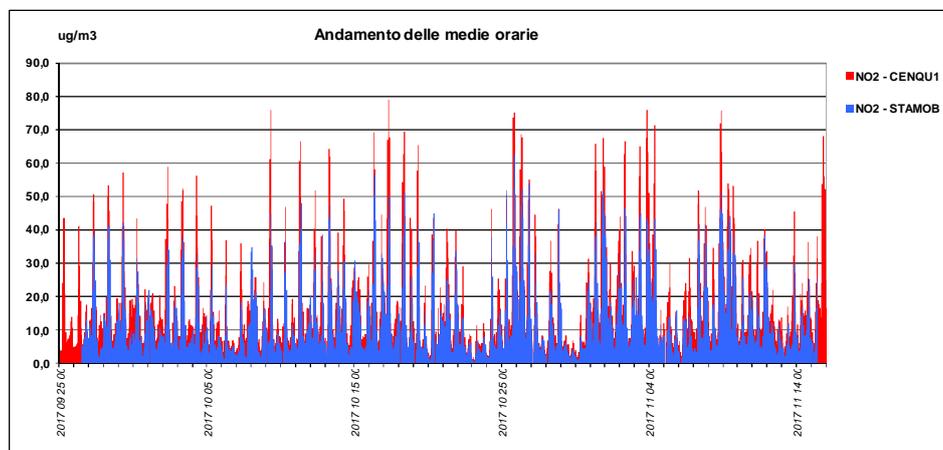


Dati giornalieri di SO<sub>2</sub> della stazione mobile e della stazione di fondo CENQU1

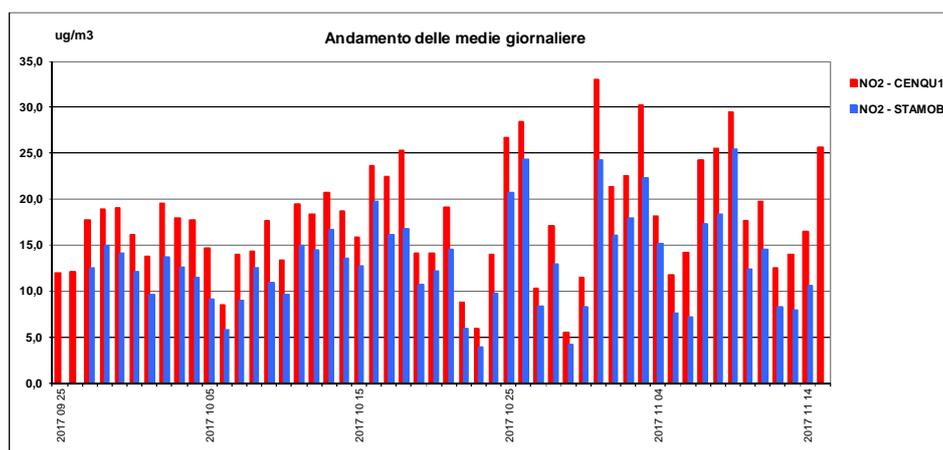
Le concentrazioni di SO<sub>2</sub> risultano decisamente basse con valori nella media.

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) ha manifestato un massimo orario di 62 µg/m<sup>3</sup> (CENQU1 massimo orario di 79 µg/m<sup>3</sup>). Il limite normativo è di 200 µg/m<sup>3</sup>, da non superare più di 18 volte nell'anno civile. La massima media giornaliera di NO<sub>2</sub> è di 25 µg/m<sup>3</sup> (nella CENQU1 il massimo giornaliero è stato di 33 µg/m<sup>3</sup>).

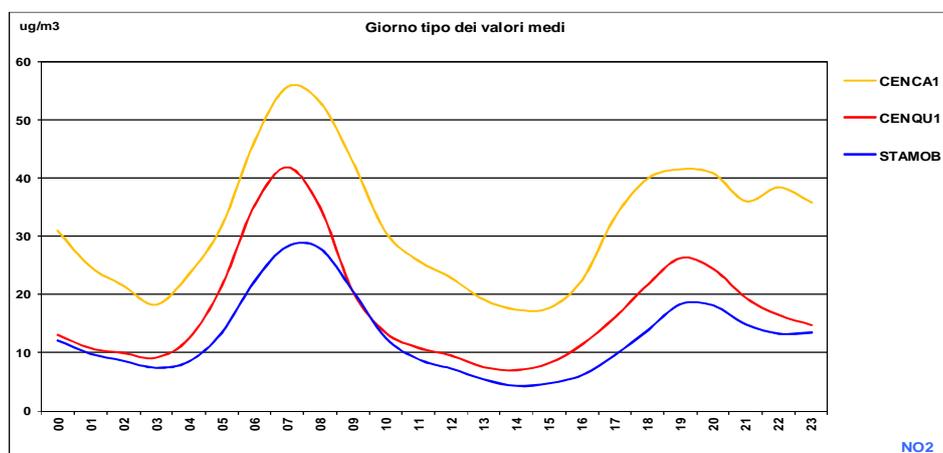
Anche in questo caso le concentrazioni sono modeste per un contesto urbano, manifestando picchi sovrapposti con la stazione di fondo CENQU1, attribuibili per lo più all'inquinamento da traffico stradale, come evidente dalla periodicità e frequenza degli andamenti della giornata e settimana tipo relativi alla stazione mobile, alla CENQU1 (fondo) e alla CENCA1 (traffico).



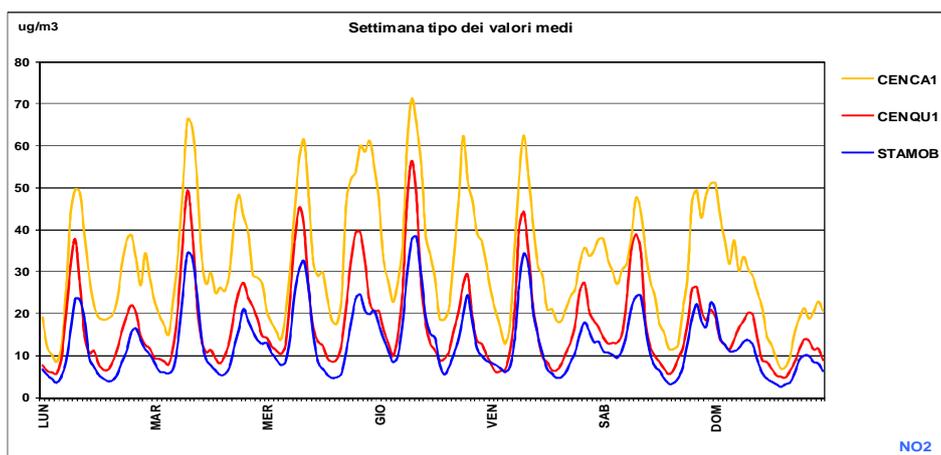
Dati orari di NO2 della stazione mobile e della stazione di fondo CENQU1



Dati giornalieri di NO2 della stazione mobile e della stazione di fondo CENQU1

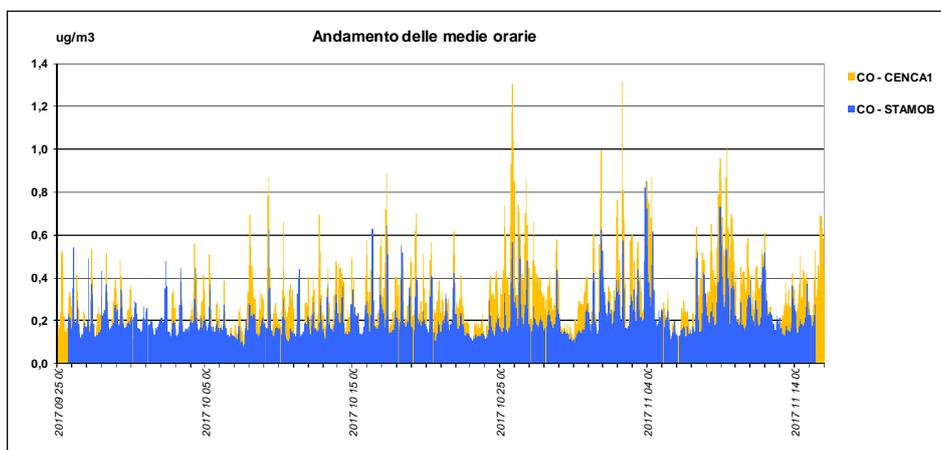


Giorno tipo dei valori medi di NO2 della stazione mobile e delle stazioni di fondo CENQU1 e di traffico CENCA1



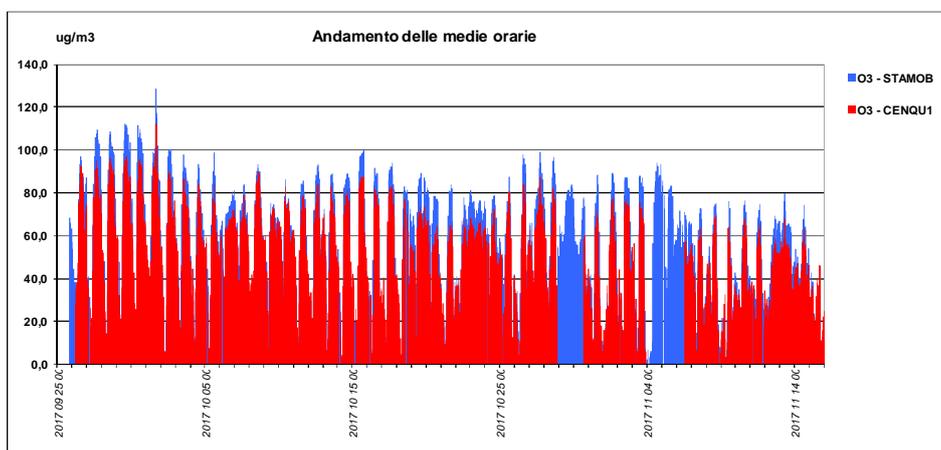
Settimana tipo dei valori medi di NO2 della stazione mobile e delle stazioni di fondo CENQU1 e di traffico CENCA1

L'ossido di carbonio (CO) presenta massimi orari di 0,9 mg/m<sup>3</sup> (questo parametro non è previsto nella stazione CENQU1, ma è invece presente nella stazione di traffico CENCA1, con un massimo di 1,3 mg/m<sup>3</sup>). Il limite normativo è di 10 mg/m<sup>3</sup> sulla media di otto ore. I valori sono decisamente bassi.



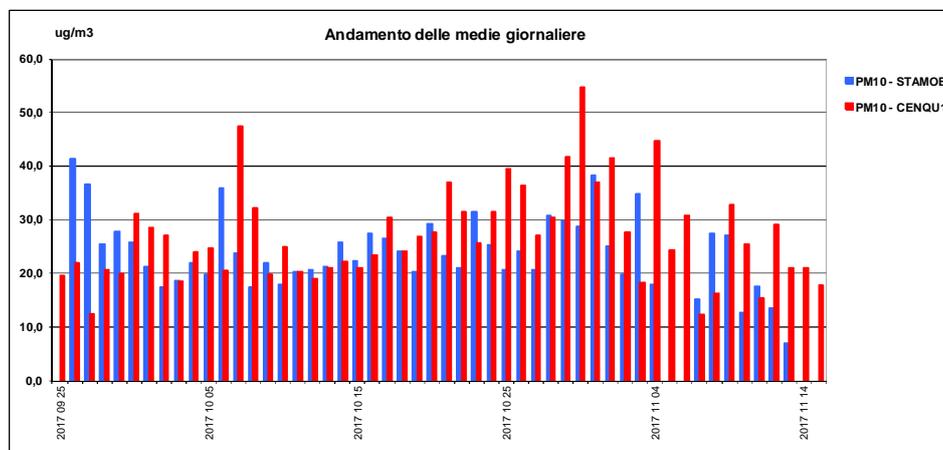
Dati orari di CO della stazione mobile e della stazione di traffico CENCA1

Si evidenzia per l'ozono (O<sub>3</sub>) una media oraria massima di 129 µg/m<sup>3</sup> (CENQU1 massimo orario di 112 µg/m<sup>3</sup>). Non si rileva il superamento del valore obiettivo dell'ozono (la normativa indica che la media di otto ore di 120 µg/m<sup>3</sup> non deve essere superata per più di 25 volte come media triennale). Le soglie di informazione, di 180 µg/m<sup>3</sup>, e quella di allarme, di 240 µg/m<sup>3</sup>, non sono state superate. L'andamento delle concentrazioni di O<sub>3</sub> è nella media con un andamento correlato alla stazione di fondo CENQU1.



Dati orari di O3 della stazione mobile e della stazione di fondo CENQU1

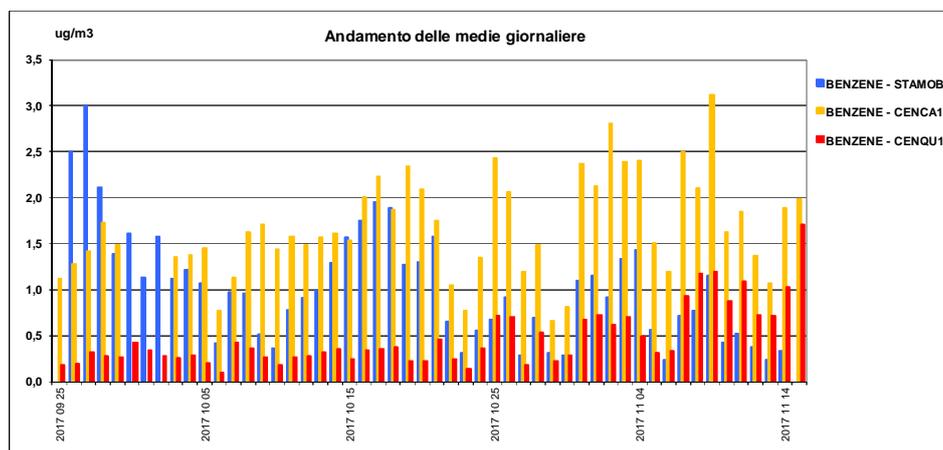
In relazione alle polveri sottili (PM10), non si riscontrano superamenti della media giornaliera, con un valore massimo di 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; contemporaneamente la stazione della rete regionale CENQU1 ha registrato una media giornaliera massima di 55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La normativa indica che la media giornaliera di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  non deve essere superata per più di 35 volte in un anno civile.



Dati giornalieri di PM10 della stazione mobile e della stazione di fondo CENQU1

Si evidenziano, nei primi giorni del monitoraggio, concentrazioni giornaliere di PM10 più elevate rispetto alla stazione fissa CENQU1 (principalmente nei giorni 26 e 27 settembre). Questi incrementi, attribuibili alle emissioni dei fumi nel Parco di Molentargius, vanno scemando durante i giorni successivi, fino a raggiungere valori confrontabili, e anche mediamente più bassi, rispetto alla stazione di fondo CENQU1.

Per quanto concerne il benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), i valori hanno manifestato una media giornaliera massima di 3,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; parallelamente la stazione della rete regionale CENQU1 ha misurato una media giornaliera massima di 1,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La normativa indica che la media annuale non deve essere superiore a 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Dati giornalieri di Benzene della stazione mobile e della stazione fissa CENQU1

Analogamente al PM10, si assiste a valori di benzene più alti della media all'inizio del monitoraggio (dal 26 al 28 settembre). Successivamente, le concentrazioni diminuiscono fino a raggiungere prima valori comparabili con la stazione di traffico CENCA1, per poi raggiungere condizioni stazionarie comparabili con la stazione di fondo CENQU1, ma comunque verso valori tipici delle grandi zone urbane e con traffico stradale significativo.

**In sintesi.** Non si registrano superamenti dei limiti normativi. Si evidenziano dati di benzene e polveri sottili (PM10) al di sopra della media all'inizio della campagna di monitoraggio, con successivo decremento e stabilizzazione dei valori con misure coerenti rispetto le stazioni fisse dell'agglomerato urbano. Nessuna criticità per gli altri inquinanti (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>), con valori decisamente moderati.

## 6. Valutazione sulla Caratterizzazione del PM10

La caratterizzazione del particolato PM10 ha lo scopo di valutare le concentrazioni in aria ambiente di sostanze inquinanti per le quali la normativa introduce dei valori di riferimento, come ad esempio il piombo, il cadmio, l'arsenico, il nichel, e il benzo(a)pirene, ma anche di altri microinquinanti per i quali, sebbene la normativa non indichi limiti, esistono vari studi che esprimono valori significativi di riferimento come per il mercurio, le diossine e i furani.

Per quanto riguarda questa campagna di monitoraggio si è predisposto un campionamento con ciclicità settimanale degli IPA e delle diossine (PCDD/PCDF), da inviare successivamente alla rete di laboratori di analisi dell'ISPRA, per le relative determinazioni analitiche.

Si evidenzia che per far fronte a questa priorità è stato scelto che i due campionatori di polveri sottili, di cui è dotata la stazione mobile, campionassero entrambi PM10, rinunciando al monitoraggio del parametro PM2,5 (che comunque è correlabile alla frazione PM10), in modo da filtrare abbondanti volumi d'aria, tali da assicurare quantitativi di polveri sufficienti per le analisi di laboratorio. Questo accorgimento ci permette poi di confrontare coerentemente i dati del monitoraggio con i dati storici di caratterizzazione del PM10, misurati dalle stazioni di fondo della rete regionale dal 2012 al 2016, ed in particolare di quella ubicata nel territorio Comunale denominata CENQU1.

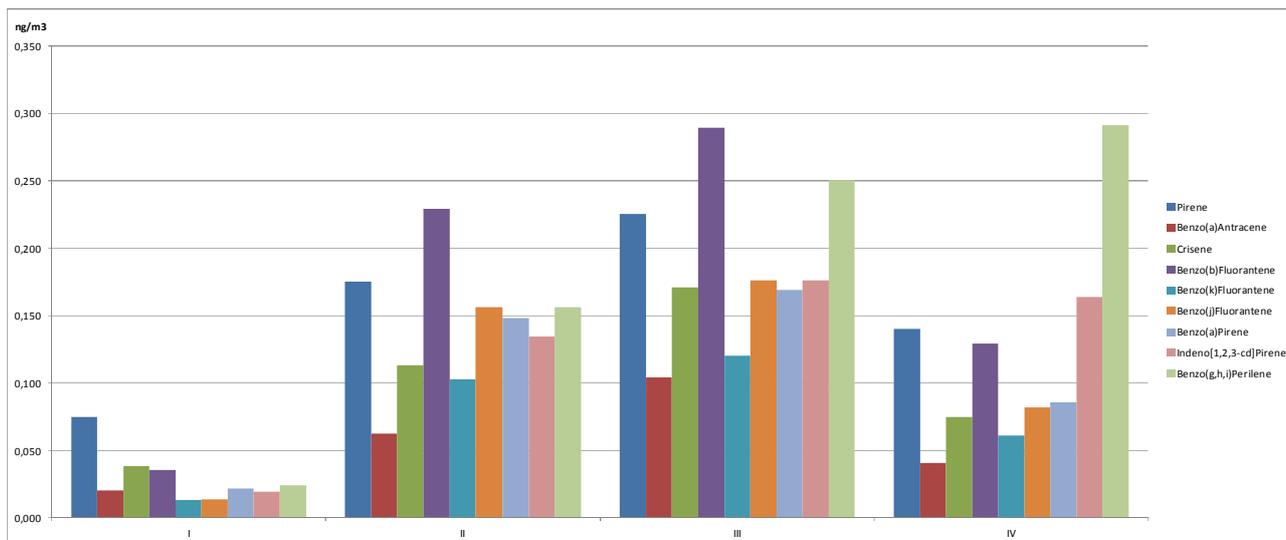
I campionamenti settimanali sono iniziati il 26/09/2017, e si sono protratti ininterrottamente fino al 23/10/2017, per un totale di 4 settimane:

- I campionamento, dal 26/09 al 02/10/2017;
- II campionamento, dal 03/10 al 09/10/2017;
- III campionamento, dal 10/10 al 16/10/2017;
- IV campionamento, dal 17/10 al 23/10/2017.

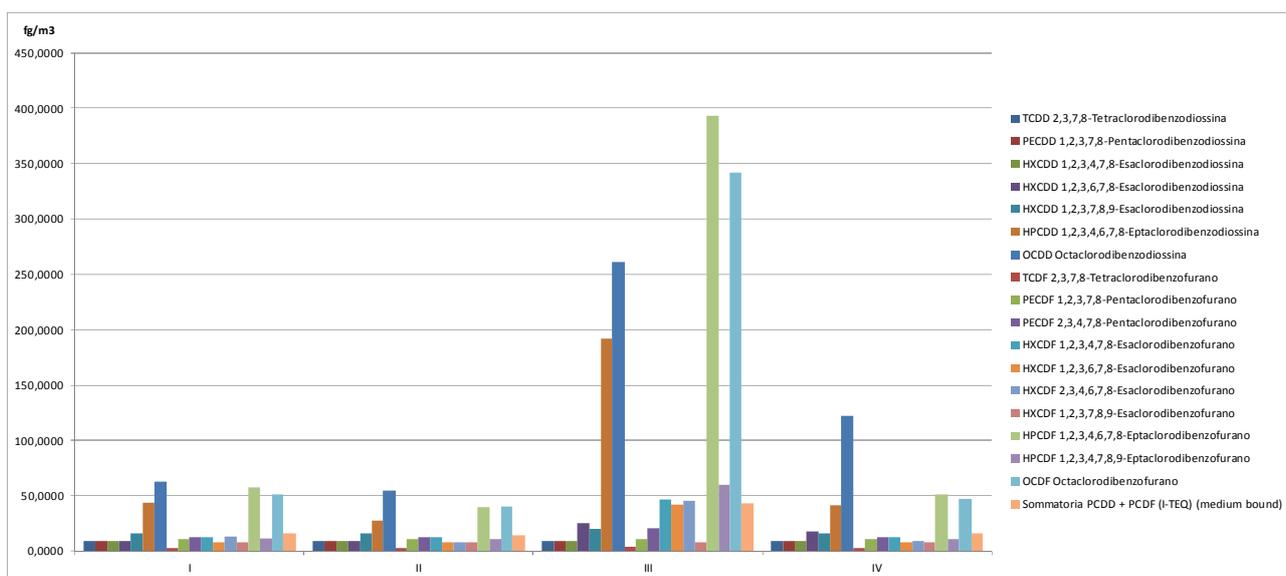
Le procedure di campionamento, analisi e valutazione dei risultati sono state eseguite in accordo con i metodi di riferimento indicati dalle normative vigenti, ove specificati, ovvero secondo metodi di riferimento standardizzati da istituti internazionali di certificazione, o rispondenti ai requisiti di certificazione e garanzia della qualità equivalenti. I risultati analitici certificati sono stati rilasciati da un laboratorio di analisi chimica certificato ISO17025.

I risultati analitici per IPA (espressi in ng/m<sup>3</sup>) e PCDD/PCDF (espressi in fg/m<sup>3</sup>), determinati nelle polveri aerodisperse campionate dalla stazione mobile, sono riportati nelle tabelle e grafici seguenti:

STAMOB Via Turati Quartu S.E.	I campionamento	II campionamento	III campionamento	IV campionamento
Pirene	0,075	0,175	0,225	0,140
Benzo(a)Antracene	0,020	0,063	0,104	0,041
Crisene	0,038	0,113	0,171	0,075
Benzo(b)Fluorantene	0,036	0,229	0,289	0,129
Benzo(k)Fluorantene	0,013	0,103	0,120	0,061
Benzo(i)Fluorantene	0,014	0,156	0,176	0,082
<b>Benzo(a)Pirene</b>	<b>0,022</b>	<b>0,148</b>	<b>0,169</b>	<b>0,085</b>
Indeno[1,2,3-cd]Pirene	0,020	0,134	0,176	0,164
Benzo(g,h,i)Perilene	0,024	0,156	0,250	0,291
IPA Totali	0,261	1,277	1,680	1,068



STAMOB Via Turati Quartu S.E.	I campionamento	II campionamento	III campionamento	IV campionamento
TCDD 2,3,7,8-Tetraclorodibenzodiossina	< 8,8451	< 8,8448	< 8,8474	< 8,8534
PECDD 1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzodiossina	< 8,8451	< 8,8448	< 8,8474	< 8,8534
HXCDD 1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzodiossina	< 9,0737	< 9,0734	< 9,0760	< 9,0822
HXCDD 1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzodiossina	< 9,0737	< 9,0734	25,5097	17,7126
HXCDD 1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzodiossina	< 15,5635	< 15,5628	20,3036	< 15,5780
HPCDD 1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzodiossina	43,9801	27,3238	191,8432	40,8953
OCDD Octaclorodibenzodiossina	62,1967	< 55,1769	261,0837	122,1650
TCDF 2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano	< 3,3682	< 3,3681	3,6442	< 3,3713
PECDF 1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano	< 10,5813	< 10,5808	< 10,5840	< 10,5912
PECDF 2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano	< 12,4702	< 12,4697	20,5639	< 12,4818
HXCDF 1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano	< 12,0258	< 12,0253	46,0736	< 12,0370
HXCDF 1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	< 8,4148	< 8,4145	42,1691	< 8,4227
HXCDF 2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	13,2721	< 8,5801	45,5530	< 8,5885
HXCDF 1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano	< 7,7464	< 7,7460	< 7,7483	< 7,7536
HPCDF 1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano	57,5124	39,8146	393,0572	51,8355
HPCDF 1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano	11,1902	< 10,9748	60,3902	< 10,9855
OCDF Octaclorodibenzofurano	51,2667	40,3351	341,7776	47,1468
<b>TEQ (medium bound) - (PCDD+PCDF)</b>	<b>15,8467</b>	<b>14,5019</b>	<b>43,4044</b>	<b>16,1897</b>



La sommatoria di PCDD/PCDF è calcolata in medium bound, che è l'approccio prevalentemente utilizzato in ambito ambientale per il raffronto con i limiti, cioè supponendo che il contributo alla sommatoria in TEQ di ogni congenere non rilevabile sia pari alla metà del rispettivo limite di quantificazione.

Di seguito si propone la tabella riepilogativa dei principali indicatori statistici dei risultati analitici del benzo(a)pirene e del TEQ, per i quali esiste un valore di riferimento, eseguiti sui campioni di polveri aerodisperse, confrontati con i limiti di riferimento, al fine di avere una visione immediata e complessiva del monitoraggio eseguito con la stazione mobile.

STAMOB Via Turati Quartu S.E.	minimo	media	massimo	Limiti DLgs155/2010	Linea guida WHO	Linee guida tedesche	Indice di attenzione WHO
Benzo(a)pirene	0,022	0,106	0,169	1,0 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
TEQ (medium bound)	14,5019	20,8889	43,4044	-	100 fg/m <sup>3</sup>	150 fg/m <sup>3</sup>	300 fg/m <sup>3</sup>

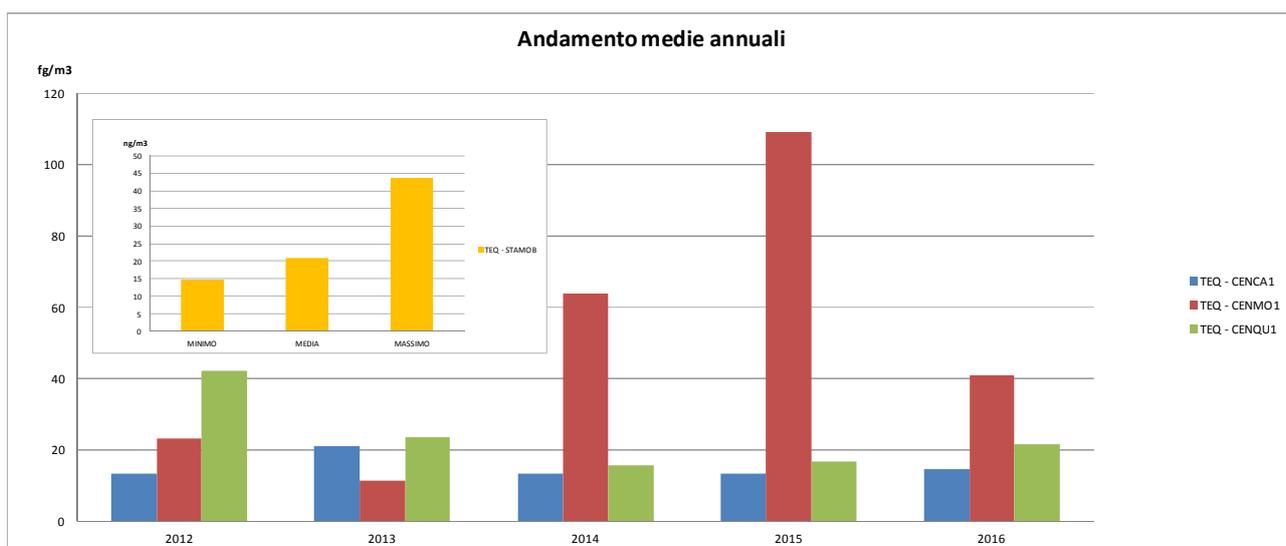
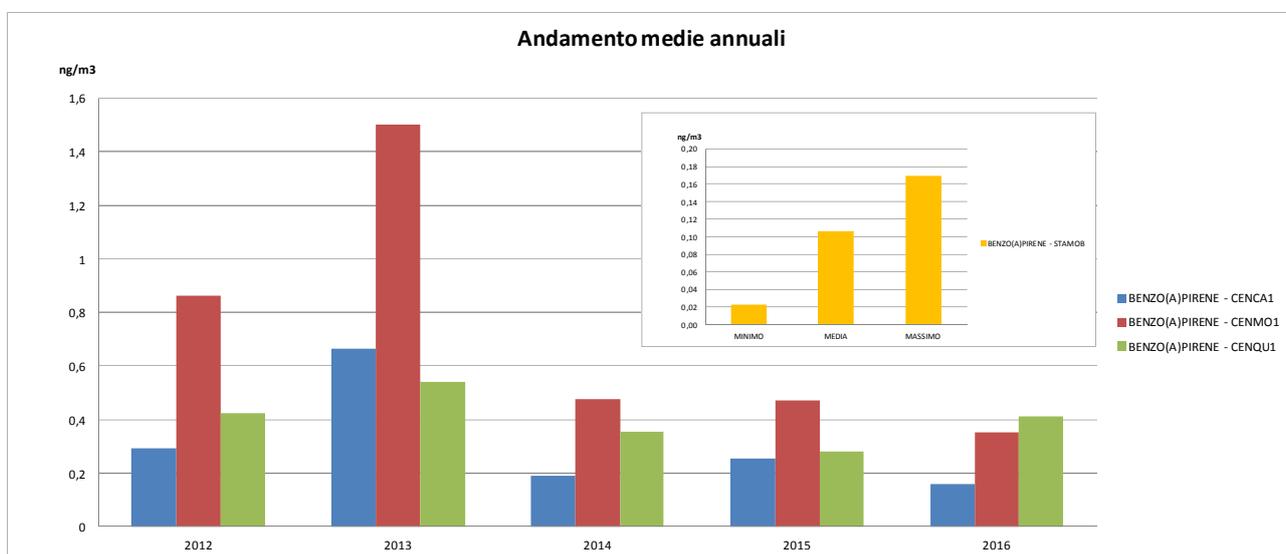
**Pertanto, nel periodo in esame, non si registrano superamenti dei limiti sia per il benzo(a)pirene e per i composti PCDD/PCDF.**

## 7. Analisi dei dati sulla Caratterizzazione del PM10

Per una valutazione significativa delle misure riscontrate nella caratterizzazione del PM10, queste devono essere contestualizzate rispetto allo storico della caratterizzazione della rete regionale, ed in particolare con i dati misurati nell'agglomerato di Cagliari.

Il piano di caratterizzazione annuale del PM10 riguarda l'intero territorio regionale della Sardegna. I siti di campionamento, coincidenti con le stazioni di monitoraggio della rete regionale, sono stati prescelti in funzione della zonizzazione ma anche con particolare attenzione alle aree potenzialmente più esposte all'inquinamento atmosferico.

Nei diagrammi seguenti sono state riportate le medie annuali di benzo(a)pirene e TEQ, misurate dal 2012 al 2016 nelle stazioni della zona: CENCA1 (Cagliari . Via Cadello), CENMO1 (Monserrato . Via Santo Angelo) e CENQU1 (Quartu Sant'Elena . Via Perdalonga).



Per quanto riguarda il benzo(a)pirene, i valori degli ultimi 5 anni variano tra un minimo di 0,2 ng/m<sup>3</sup> (CENCA1 . 2016) e 1,5 ng/m<sup>3</sup> (CENMO1 . 2013); le misura riscontrate dalla stazione mobile sono paragonabili e dello stesso ordine di grandezza rispetto alla stazione di Quartu Sant'Elena che presenta concentrazioni tra 0,3 ng/m<sup>3</sup> (2015) e 0,5 ng/m<sup>3</sup> (2013).

Per il TEQ, nello stesso periodo si registrano valori tra 11,4 fg/m<sup>3</sup> (CENMO1 - 2013) e 109,2 fg/m<sup>3</sup> (CENMO1 . 2015); la stazione CENQU1 mostra un indice compreso tra 15,9 fg/m<sup>3</sup> (2014) e 42 fg/m<sup>3</sup> (2012). Anche in questo caso le misura registrate dalla stazione mobile sono coerenti e dello stesso ordine di grandezza rispetto alla stazione CENQU1.

**In sintesi.** La visione basata su 5 anni di dati storici di tutto l'agglomerato, evidenzia che le misure riscontrate nel sito in esame, oltre che rispettose dei limiti previsti dalla normativa e dalle linee guida, sono nella media e coerenti rispetto ai dati monitorati dalle stazioni fisse dell'agglomerato.