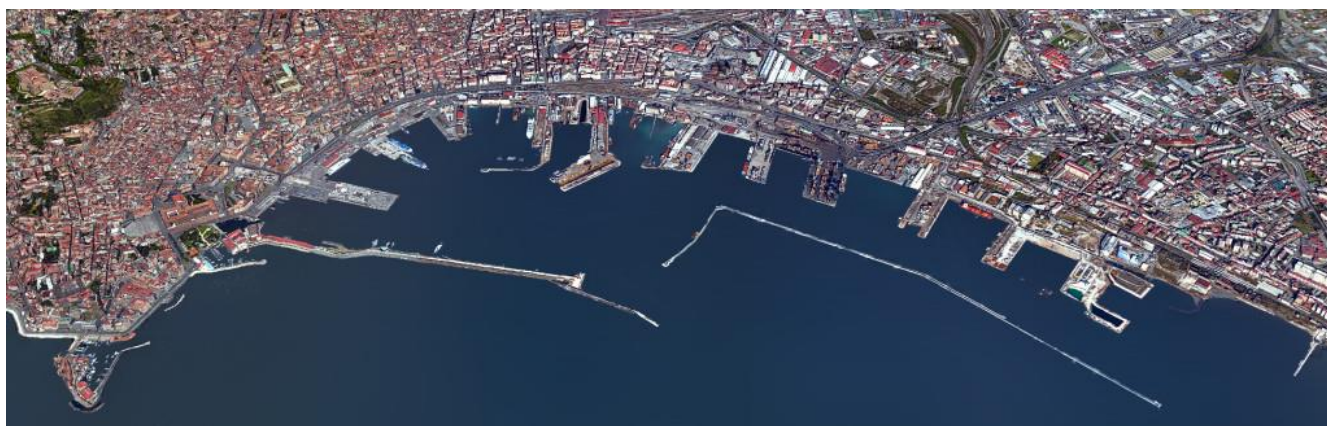


MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA

Zone Demaniali Marittime del Porto di Napoli e Limitrofe



Relazione di fine campagna



Indice

1 . Introduzione	4
1.2 . Presentazione Società.....	4
2. Metodologia e tempistiche	6
2.1 Descrizione dei parametri oggetto di indagine	6
2.1.1 Biossido di azoto- NO_2	6
2.1.2 Biossido di zolfo- SO_2	6
2.1.3 Benzene – C_6H_6	7
2.1.4 Particolato atmosferico.....	7
2.1.5 Metalli.....	8
2.1.6 Idrocarburi policiclici aromatici – IPA	9
2.2 Metodi di campionamento	10
2.2.1 Campionamento passivo.....	10
2.2.2 Campionamento gravimetrico.....	11
2.2.3 Acquisizione dati meteo	12
2.3 Punti di prelievo	13
3. Campi di velocità dei venti	19
4. Risultati	21
4.1 Campionamento passivo	21
4.2 Campionamento gravimetrico delle polveri.....	26
5. Conclusioni	33
Allegato 1	36
Proposta di continuazione attività.....	36
Allegato 2 - Analisi sperimentale della percentuale di Black Carbon nel particolato atmosferico	37

1 Premessa.....	37
2 Il Black Carbon	37
3 Metodo di misura	38
3 Risultati sperimentali	39
3.1 PM10.....	41
3.2 PM2.5.....	43
4 Conclusioni	44
Appendice	45

1 . Introduzione

La presente relazione riassume i risultati della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria nelle *Zone Demaniali Marittime del Porto di Napoli e Limitrofe* della quale la società *Orion S.r.l.* è stata incaricata con delibera n°438 del 30/12/2015 del Commissario Straordinario dell'Autorità Portuale di Napoli .

Tale campagna di rilevamento, iniziata il 20/01/2016 e terminata il 20/04/2016, nel fornire una valutazione della situazione nelle aree interne e a ridosso del Porto di Napoli, vuole porsi quale sussidio all'individuazione di azioni atte a ridurre i livelli di inquinamento atmosferico registrati.

1.2 . Presentazione Società

Orion S.r.l nasce nel marzo del 1988 con la mission di diventare una Società di riferimento a livello internazionale nel settore dell'automazione per l'industria e l'ecologia. Tale obiettivo è stato raggiunto alla fine degli anni novanta ed *Orion* si presenta al nuovo millennio come player di riferimento nel mercato del monitoraggio ambientale, a capo di un gruppo di aziende in grado di garantire la migliore soluzione alla propria Clientela attraverso attività di consulenza, systems integration (fornitura e messa in servizio di sistemi integrati), outsourcing (fornitura di servizi in campo orientati alla garanzia di un risultato), gestione e manutenzione nel settore del monitoraggio in continuo ed automatizzato delle seguenti matrici di rilevanza ambientale:

Atmosfera

Emissioni Convogliate e gas di processo

Acque superficiali, di falda, marino-costiere e reflue industriali

Orion è capofila di un gruppo di aziende che insieme superano il centinaio di addetti, ed operano alcune nella progettazione e realizzazione di sensoristica meteorologica (*MTX Italia S.r.l.* di Modena) ed altre come società distaccate per la penetrazione in mercati esteri (*ORION Europe* in Romania ed *ORION Environment* in Bulgaria).

La sede principale di *Orion* è a Veggiano nel Veneto, in Provincia di Padova, dove si trovano gli uffici dirigenziali, amministrativi e tutto il settore tecnico produttivo, oltre che il principale nostro laboratorio di assistenza tecnica e riparazione strumenti. In provincia di Caserta, in località

Pastorano, ha sede la nostra filiale per il Sud Italia, dove sono operative 16 persone suddivise fra settore commerciale ed assistenza tecnica.

Con lo scopo di garantire la prontezza dei servizi proposti, *Orion* dispone di una serie di presidi tecnici distribuiti capillarmente sul territorio italiano., tale da garantire immediata risposta e reazione alle necessità tecniche del Cliente, che ormai vede sempre più spesso le attività di monitoraggio correlate alla necessità di assicurare pronta salvaguardia e tutela ambientale nel caso degli enti pubblici di controllo (ARPA, Province, ISPRA, ecc) e continuità produttiva nel caso delle realtà industriali (centrali elettriche, inceneritori, raffinerie, stabilimenti produttivi, ecc).

Orion ha intrapreso un percorso di certificazione dei processi aziendali nel 1999 con l'ottenimento oltre dieci anni fa della certificazione di qualità UNI EN ISO 9001.

Ad oggi tale percorso, mai interrotto, ha portato ORION a disporre di un sistema di gestione integrato per la qualità, l'ambiente e la sicurezza conforme agli standard UNI EN ISO 9001:2008, UNI EN ISO 14001:2004 e BS OHSAS 18001:2007.

Orion dispone di un parco di laboratori mobili e strumentazione di proprietà che utilizza regolarmente per effettuare campagne di monitoraggio della qualità dell'aria per conto di terzi impegnati in attività di indagine ambientale, rilevamenti ante/corso/post operam di grandi e medie infrastrutture, valutazioni di impatto ambientale, consulenze ambientali, ecc. Hanno scelto di avvalersi dei nostri servizi in tali ambiti i più importanti soggetti nazionali pubblici e privati fra cui citiamo:

Elyo S.p.a.	Cave Pedogna S.p.a.	Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd
E.N.I. Sp.a.	Albapower S.p.a.	Sorgenias.p.a
EdipowerS.p.a	Exxon Mobil S.p.a.	Total S.p.a.
pHlaboratori S.r.l.	SpeaAutostrade	Strago S.r.l.
Fenice S.p.a.	E. ON S.p.a	SGS Italia S.p.a.
Provincia di Trento	Comune di Ascoli Piceno	Aeroporto di Capodichino
Aeroporto di Bari	Università di Bari	Caronte Lines S.p.a.
Trenitalia S.p.a.	Italferr S.p.a.	Lara Laboratori Roma

2. Metodologia e tempistiche

Il progetto di monitoraggio ha visto la valutazione dei livelli di concentrazione di vari inquinanti utilizzando diversi tempi e tecniche di campionamento. In particolare è stato scelto l'utilizzo di campionatori passivi per BTX, NO₂ ed SO₂ mentre sono stati utilizzati strumenti gravimetrici rispondenti ai criteri del D.lgs. 155/2010 per le polveri inalabili PM10 e PM2.5. Per il rilevamento dei dati meteo è stata inoltre installata una stazione di monitoraggio compatta.

2.1 Descrizione dei parametri oggetto di indagine

2.1.1 Biossido di azoto- NO₂

Il biossido di azoto (NO₂) è un inquinante che viene normalmente generato a seguito di processi di combustione. In particolare, tra le sorgenti emissive, il traffico veicolare è stato individuato essere quello che contribuisce maggiormente all'aumento dei livelli di biossido d'azoto nell'aria ambiente. L'NO₂ è un inquinante per lo più secondario, che svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico e l'acido nitroso. Una volta formati, questi inquinanti possono depositarsi al suolo per via umida (tramite le precipitazioni) o secca, dando luogo al fenomeno delle piogge acide, con conseguenti danni alla vegetazione ed agli edifici. Si tratta inoltre di un gas tossico irritante per le mucose e responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti, allergie, irritazioni).

2.1.2 Biossido di zolfo- SO₂

I più importanti composti inquinanti dello zolfo sono gli SO_x e H₂S. Con il termine SO_x si indicano sei diversi composti gassosi dello zolfo: tra questi ossidi, i più importanti ed i più diffusi per la loro alta concentrazione sono l'SO₃ e l'SO₂. Quest'ultimo è un gas incolore, non infiammabile e non esplosivo, dall'odore soffocante, estremamente solubile in acqua ed è circa due volte più pesante dell'aria. Reagisce con l'O₂ formando SO₃ e per successiva umidificazione H₂SO₄. L'H₂S è un gas molto solubile in acqua dal caratteristico odore di uovo marcio, caratteristico di emissioni da putrefazioni organiche e da industrie di lavorazione del petrolio. Come importanza prevale l'attenzione per la SO₂.

2.1.3 Benzene – C₆H₆

Il benzene (C₆H₆) è il più semplice dei composti organici aromatici. È un liquido incolore dal caratteristico odore aromatico pungente che diventa irritante a concentrazioni elevate. Il benzene è uno dei composti organici più utilizzati. Su scala industriale viene prodotto attraverso processi di raffinazione del petrolio e trova impiego principalmente nella chimica come materia prima per numerosi composti intermedi, che a loro volta vengono utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, pesticidi. È un costituente della benzina che, assieme ad altri idrocarburi aromatici (toluene, etilbenzene, xileni, ecc.), ne incrementa il potere antidetonante aumentandone il numero di ottano. Fu aggiunto alla benzina in ragione di alcuni punti percentuali fino agli anni '50, quando il piombo tetraetile lo rimpiazzò completamente.

A seguito dell'eliminazione del piombo nelle benzine, il benzene è tornato in uso. Negli Stati Uniti, come pure in Europa, per via dei suoi effetti deleteri sulla salute, le autorità hanno posto il limite del contenuto di benzene nella benzina all'1% in volume.

L'uso del benzene come antidetonante nella cosiddetta "benzina verde" ha reso il traffico urbano una delle principali fonti di inquinamento da benzene dell'aria delle città e del loro hinterland. Si calcola che i trasporti nel loro complesso siano responsabili di oltre il 70% delle emissioni di benzene in Italia (ISPRA).

2.1.4 Particolato atmosferico

Le fonti di generazione del materiale particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}) sono molto ampie e dipendono sia da eventi naturali sia dalle attività antropiche.

Diversamente dagli altri inquinanti, il materiale particolato è una miscela nella quale la grandezza delle particelle e la loro composizione chimica varia da luogo a luogo proprio in ragione delle caratteristiche delle fonti di emissione dominanti. Esse hanno infatti le caratteristiche derivanti dalle sostanze chimiche che le compongono ed delle altre sostanze per le quali esse fungono da elemento di trasporto, come nel caso dei metalli.

Il fattore di generazione principale è costituito dai processi di combustione che a grande scala sono rappresentati da fonti naturali come i vulcani o da fonti antropogeniche come le grandi centrali termoelettriche o i grandi impianti industriali. Nelle città entrano in gioco il riscaldamento civile e domestico e, soprattutto, il traffico veicolare. Un veicolo ha infatti più modi di originare materiale

particolato: - emissione dei gas di scarico che contengono il materiale particolato che, per le caratteristiche chimiche e fisiche che lo contraddistinguono, può essere chiamato anche "areosol primario"; - usura dei pneumatici;- usura dei freni. Per effetto del loro movimento, tutti gli autoveicoli concorrono poi ad usurare il manto stradale ed a riportare in sospensione il materiale articolato.

Nelle aree suburbane e rurali, entrano in gioco anche le attività industriali quali, ad esempio, la lavorazione dei metalli e la produzione di materiale per l'edilizia, e le attività agricole.

Il materiale particellare gioca un ruolo fondamentale nei fenomeni di acidificazione, di smog fotochimico e nei cambiamenti climatici e pertanto si rende necessario analizzare e studiare i processi di diffusione e trasformazione a scala continentale. A tale scopo può essere quantificato il valore della concentrazione "di fondo", dovuto al trasporto del particolato a lungo raggio, al quale nelle aree urbane, si aggiunge il contributo delle fonti locali.

Le polveri che vengono monitorate sono quelle indicate come PM₁₀ e come PM_{2.5}, ovvero quelle con diametro rispettivamente inferiore a 10 µm. e a 2.5 µm Queste frazioni di polveri sono conosciute anche come "*polveri respirabili*", ovvero quelle che, per le ridotte dimensioni, riescono a raggiungere i bronchioli dell'apparato respiratorio.

2.1.5 Metalli

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi (con densità >5 g/cm³), anche se quelli rilevanti da un punto di vista ambientale sono solo una ventina. La normativa nazionale con il D.Lgs 155/2010, che ha sostituito la normativa preesistente, ha stabilito degli obiettivi di miglioramento della qualità dell'aria per alcuni metalli: Piombo (Pb), Arsenico (As), Cadmio (Cd) e Nichel (Ni).

Sebbene siamo portati a pensare ai metalli pesanti come inquinanti dell'acqua, occorre osservare che essi sono trasportati da un posto all'altro attraverso l'aria, sia come gas o come specie adsorbite su o in materiale particolato sospeso.

In generale i metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione; per questo motivo vengono generalmente misurati nelle polveri sospese. Infatti, il valore obiettivo è riferito al tenore dell'inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato.

La principale fonte di inquinamento atmosferico è costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Con il definitivo abbandono della benzina "rossa" (dal 1° gennaio 2002 l'introduzione della benzina "verde" con un contenuto di 0.013 g/l di Pb), i livelli di piombo nell'aria urbana sono notevolmente diminuiti. Altre fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Gli altri metalli sottoposti a controllo (arsenico, cadmio e nichel), hanno come prevalenti fonti antropiche, responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli, l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola.

2.1.6 Idrocarburi policiclici aromatici – IPA

Gli IPA si formano in seguito a processi di combustione incompleta di materiali organici, consistono in due o più anelli aromatici condensati, uniti fra loro tramite una coppia di atomi di carbonio condivisi.

La distribuzione degli IPA in atmosfera, in fase vapore o legata al particolato, dipende dalla temperatura dell'aria e dalle caratteristiche chimico-fisiche di ogni IPA. La tensione di vapore di questi composti è bassa ed è inversamente proporzionale al numero di anelli contenuti. Al diminuire della temperatura, gli IPA aventi peso molecolare più elevato (4 anelli o più), caratterizzati da una bassa tensione di vapore, tendono rapidamente a condensare e a venire adsorbiti alla superficie delle particelle aerosospese, mentre quelli a minore peso molecolare (3 anelli), aventi un'alta tensione di vapore, rimangono parzialmente nella fase vapore per poi condensare. Quindi in un campione di aria gli IPA ad elevato peso molecolare si trovano esclusivamente legati al particolato (principalmente con diametro inferiore a 2,5 μm) mentre gli IPA a basso peso molecolare possono anche trovarsi liberi nell'atmosfera, in forma gassosa; il particolato atmosferico è costituito da una matrice carboniosa e da composti organici e inorganici ad essa legati, tra i composti organici vi sono appunto gli IPA e i nitro-IPA, tra i composti inorganici vi sono metalli in tracce, solfati e nitrati inoltre possono depositarsi sul particolato anche particelle biologiche come batteri, spore e pollini. I composti mediamente volatili a quattro anelli possono trovarsi in entrambe le fasi

(Bidleman, 1988; McLachlan, 1996) ma l'associazione alla fase gassosa o solida è soggetta alla variabilità stagionale.

.Gli IPA rilasciati in aria, essenzialmente da sorgenti antropiche mobili quali autovetture, autobus, camion e ciclomotori piuttosto che da fonti stazionarie quali gli scarichi industriali, diffondono velocemente e possono permanere in atmosfera per periodi variabili, da minuti a giorni. La composizione chimica degli IPA in atmosfera può variare in seguito a processi di risospensione e rivolatizzazione, e degradazione fisica e chimica sia in fase gassosa che nel particolato. La velocità e i meccanismi di rimozione chimica degli IPA dall'aria sono influenzati dalla loro associazione alla fase gassosa o solida. Essi pur essendo usualmente emessi nell'atmosfera sotto forma gassosa, tendono rapidamente a condensarsi, caratteristica che facilita l'adsorbimento sulla superficie del particolato.

2.2 Metodi di campionamento

2.2.1 Campionamento passivo

I metodi di campionamento passivo si basano sul campionamento diretto della specie inquinante in atmosfera su un mezzo opportuno tramite diffusione gassosa. I vantaggi rispetto alle tecniche tradizionali sono il minimo ingombro, la silenziosità e la possibilità di campionare senza alimentazione elettrica e in più punti contemporaneamente allo scopo di avere una mappatura dell'inquinante in una determinata area. Lo strumento utilizzato per la campagna è il campionatore passivo *Analyst*[®] sviluppato e brevettato dall'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR (Figura 1).



Figura 1. Campionatore passivo Analyst® e supporto

Le analisi dei campioni sono state poi effettuate secondo il metodo ANALYST + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 nel caso di SO₂ e NO₂ e secondo il metodo ANALYST+ EPA 8015D 2003 per i BTX.

Si premette che i dati ottenuti dai rilevamenti passivi rientrano tra le misure non convenzionali e costituiscono un riferimento utile per l'identificazione di eventuali azioni da intraprendere da parte dell'ente committente.

2.2.2 Campionamento gravimetrico

La rilevazione gravimetrica delle polveri è stata ottenuta tramite uno strumento sequenziale (*Figura 2*) il quale consente la raccolta automatica e sequenziale del particolato atmosferico su membrane filtranti di diametro 47mm, contenute in apposite cassette portafiltro.

Le cassette portafiltro consentono il sicuro trasporto dei filtri nuovi od utilizzati, minimizzando pertanto le possibilità di danneggiamento o inquinamento dei filtri durante le operazioni di trasporto e le operazioni in campo.

L'autonomia di 16 filtri e la particolare realizzazione del sistema di movimentazione, permettono di recuperare e rimpiazzare i filtri senza interrompere il campionamento, quindi senza il vincolo di eseguire l'operazione in tempi predeterminati.

Il percorso rettilineo del tubo di aspirazione e la separazione della zona di permanenza dei filtri da fonti di calore interne o radianti, consente di raccogliere e mantenere l'integrità dei campioni.

La modularità della testa di prelievo consente di scegliere il tipo di impattore desiderato.



Figura 2. Campionatore gravimetrico sequenziale

Le analisi dei campioni sono state effettuate secondo il metodo UNI EN 12341:2014.

Inoltre su alcuni dei campioni PM10 sono state effettuate analisi dei metalli e IPA rispettivamente secondo i metodi UNI EN 14902:2005 e UNI EN 13284-1:2003 + EPA 8270 2007.

2.2.3 Acquisizione dati meteo

La stazione di monitoraggio compatta utilizzata per questa campagna è via cavo, realizzata in lega leggera, e composta da quattro elementi fondamentali:

- ISS (Integrated Sensor Suite)
- Centralina di acquisizione dei segnali provenienti dai sensori
- Software di acquisizione ed elaborazione dati

L'ISS (Integrated Sensor Suite), racchiude in un unico blocco l'insieme dei sensori esterni che sono: sensore temperatura esterna, sensore umidità relativa, sensore di velocità vento, sensore di direzione vento, pluviometro, sensore pressione barometrica.

La centralina di acquisizione è collegata al sistema di acquisizione dati tramite porta seriale RS 232 (o USB). La trasmissione fra i sensori e la centralina d'acquisizione del segnale avviene in continuo via cavo.

2.3 Punti di prelievo

La campagna ha visto il posizionamento di campionatori passivi in 36 siti interni al porto e 15 siti esterni e campionatori gravimetrici in 5 siti interni all'area portuale.

Come mostrato in *Figura 3* i rilevamenti passivi sono stati suddivisi in misti (BTX+NO₂+SO₂) e singoli SO₂ indicati rispettivamente con pallini rossi e pallini blu. Si è scelto di estendere la mappatura dell'SO₂ anche ad aree esterne al porto con l'intento di utilizzare questa specie come tracciante dell'eventuale contributo della zona portuale all'inquinamento cittadino. Differentemente, poiché gli inquinanti BTX e NO₂ sono considerati di origine veicolare, non sarebbe possibile scindere il contributo cittadino da quello portuale e per questo l'indagine su queste specie vede la zona di Via Marina come limite di rilevanza.



Figura 3. Mappa dell'area monitorata, posizionamento dei punti di campionamento

I punti indicati con numeri contrassegnati da un apice (es. 1'), indicano i 5 siti di campionamento polveri; nello specifico quelli indicati con un pallino nero corrispondono a punti prelievo PM10 mentre quelli indicati con un pallino giallo a punti di prelievo misti PM10+PM2.5. Si riporta in *Tabella 1, Tabella 2 e Tabella 3* l'elenco dei punti di prelievo.

Campionatori passivi (interno porto)		
ID sito	Riferimento	Inquinante monitorato
1	Piazzale Angioino	SO2+NO2+BTX
2	SNAV	SO2+NO2+BTX
3	SNAV (mare)	SO2+NO2+BTX
4	Immacolatella vecchia	SO2+NO2+BTX
5	Immacolatella vecchia (Molo)	SO2+NO2+BTX
6	Porta di Massa (stazione traghetti EST)	SO2+NO2+BTX
7	Porta di Massa (stazione traghetti OVEST)	SO2+NO2+BTX
8	Porta di Massa CNR	SO2
9	Piazzale Pisacane (Bar Italia)	SO2+NO2+BTX
10	Polizia di Frontiera	SO2+NO2+BTX
11	Guardia di Finanza	SO2
12	Molo Pisacane	SO2+NO2+BTX
13	Molo Pisacane (parcheggio)	SO2+NO2+BTX
14	Silos	SO2+NO2+BTX
15	Piazzale Carmine	SO2+NO2+BTX
16	Piazzale Carmine (Docks)	SO2+NO2+BTX
17	Molo Carmine Siomi	SO2+NO2+BTX
18	Varco Carmine	SO2
19	Via dei Bacini	SO2+NO2+BTX
20	Cantieri Megaride	SO2+NO2+BTX
21	Palazzo Poste	SO2+NO2+BTX
22	Palazzo Forestale	SO2+NO2+BTX
23	TFG	SO2+NO2+BTX
24	Conateco	SO2+NO2+BTX
25	Varco Bausan	SO2+NO2+BTX
26	Varco Bausan (Ponte)	SO2+NO2+BTX
27	Darsena Petroli	SO2+NO2+BTX
28	Darsena di Levante	SO2+NO2+BTX
29	Varco S.Erasmo	SO2+NO2+BTX
30	Ontano	SO2
31	Terminal Napoli	SO2+NO2+BTX
32	Molo S.Vincenzo (Eliporto)	SO2
33	Molo S.Vincenzo (Faro)	SO2+NO2+BTX
34	Molo S.Vincenzo (Ingresso)	SO2+NO2+BTX
35	Molo Beverello	SO2+NO2+BTX
X	Bianco	SO2+NO2+BTX

Tabella 1. Elenco dei punti prelievo campionamento passivo all'interno del porto



Figura 4. Punto di campionamento passivo "27"

Campionatori passivi (esterno porto)		
ID sito	riferimento	Inquinante monitorato
A	Incrocio via Vespucci - via Sebeto	SO ₂ +NO ₂ +BTX
B	Incrocio via Marina - Corso G.Garibaldi	SO ₂ +NO ₂ +BTX
C	Incrocio Via Marina - Via Duomo	SO ₂ +NO ₂ +BTX
D	Via Marina	SO ₂ +NO ₂ +BTX
E	Incrocio Via Acton - Via Giardini Molosiglio	SO ₂ +NO ₂ +BTX
F	Piazza del Plebiscito	SO ₂
G	Piazza Bovio	SO ₂
H	Piazza Nicola Amore	SO ₂
I	Porta Nolana	SO ₂
L	Incrocio Stret. S.Anna alle Paludi - Via S.Brun	SO ₂
M	Incrocio C.so Meridionale - Via Brindisi	SO ₂
N	Piazza Garibaldi	SO ₂
O	Incrocio Via Duomo - Via dei Tribunali	SO ₂
P	Piazza del Gesù Nuovo	SO ₂
Q	Incrocio Via Nardones - Gradoni di Chiaia	SO ₂

Tabella 2. Elenco dei punti prelievo campionamento passivo all'esterno del porto



Figura 5. Punto di campionamento passivo "P"

Campionatori polveri		
ID sito	riferimento	Inquinante monitorato
1*	SNAV magazzino	PM10
2*	Caserma Guardia di Finanza	PM10 + PM2,5
3*	Terminal Napoli - Molo Beverello	PM10 + PM2,5
4*	Porta di Massa	PM10
5*	Varco Bausan	PM10

Tabella 3. Elenco dei punti prelievo campionamento polveri



Figura 5. Punto di campionamento polveri “3”

Le operazioni di installazione dei dispositivi passivi hanno avuto inizio il 20/01/2016 e si sono concluse il 23/01/2016 mentre quelle di disinstallazione hanno avuto inizio il 7/03/2016 e fine l'8/03/2016 per una durata complessiva di circa sei settimane.

Il monitoraggio delle polveri è stato suddiviso in campagne di due settimane per punto di prelievo e durante ciascuna delle quali sono state effettuate misure di metalli e IPA (due giorni per campagna).

3. Campi di velocità dei venti

Durante tutta la durata della campagna di monitoraggio sono state effettuate misure della velocità e della direzione del vento con lo scopo di verificare come questi parametri potessero influenzare il cammino degli inquinanti monitorati.

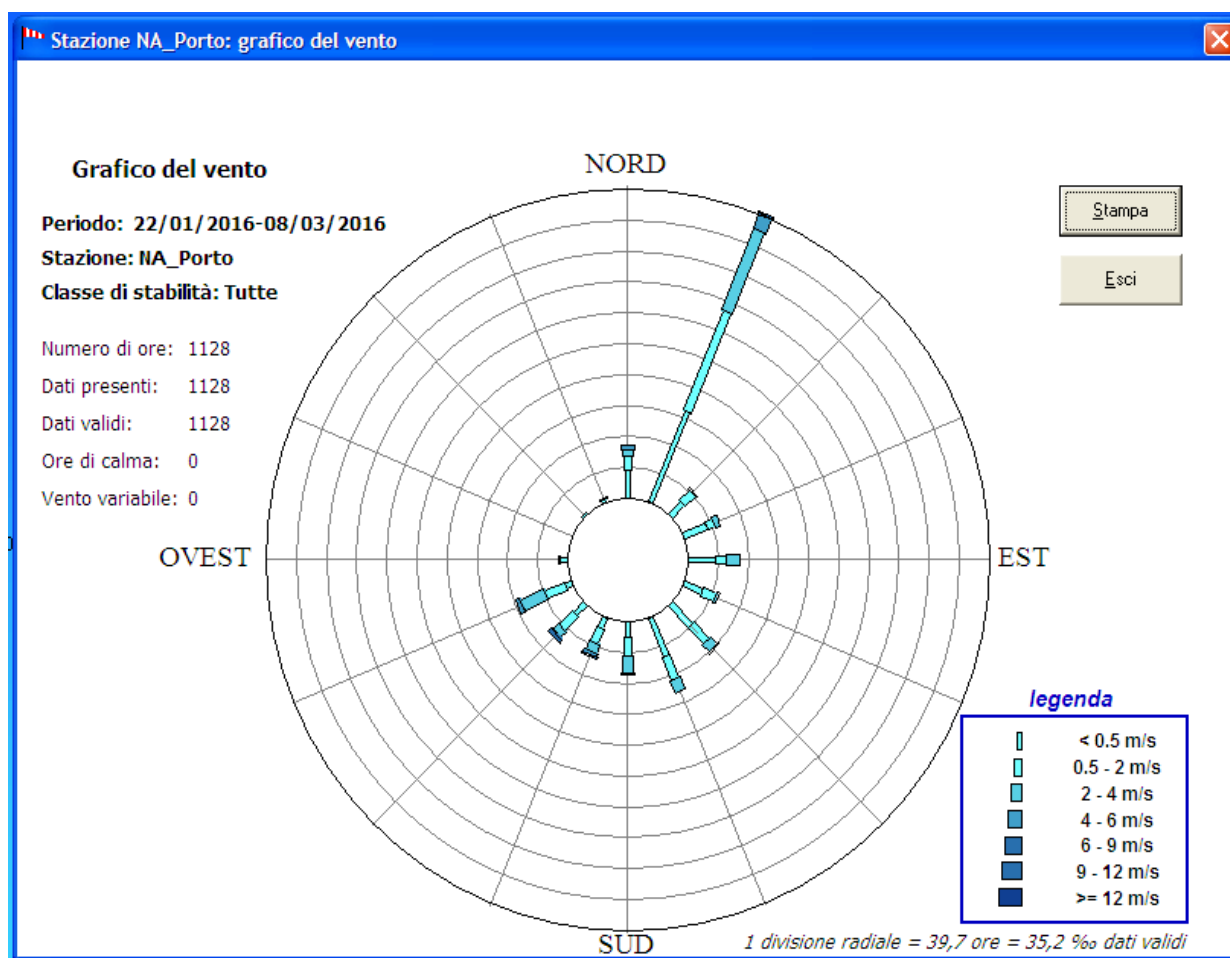


Figura 6. Rosa dei venti relativa a periodo esposizione campionatori passivi

La rosa dei venti mostrata in *Figura 6* mostra come durante il periodo di esposizione dei campionatori passivi il vento abbia soffiato lungo la direzione Nord-Nord/Est e quindi dall'entroterra verso il mare come si può ben verificare dalla *Figura 7* facendo supporre una interferenza dell'inquinamento proveniente dalle attività portuali sull'area urbana non significativa.

Anche nel periodo successivo alla disinstallazione degli *Analyst*[®] tale tendenza in termini di direzione del vento sembrerebbe essere confermata come dimostrato dalla rosa dei venti riportata in *Figura 8*.

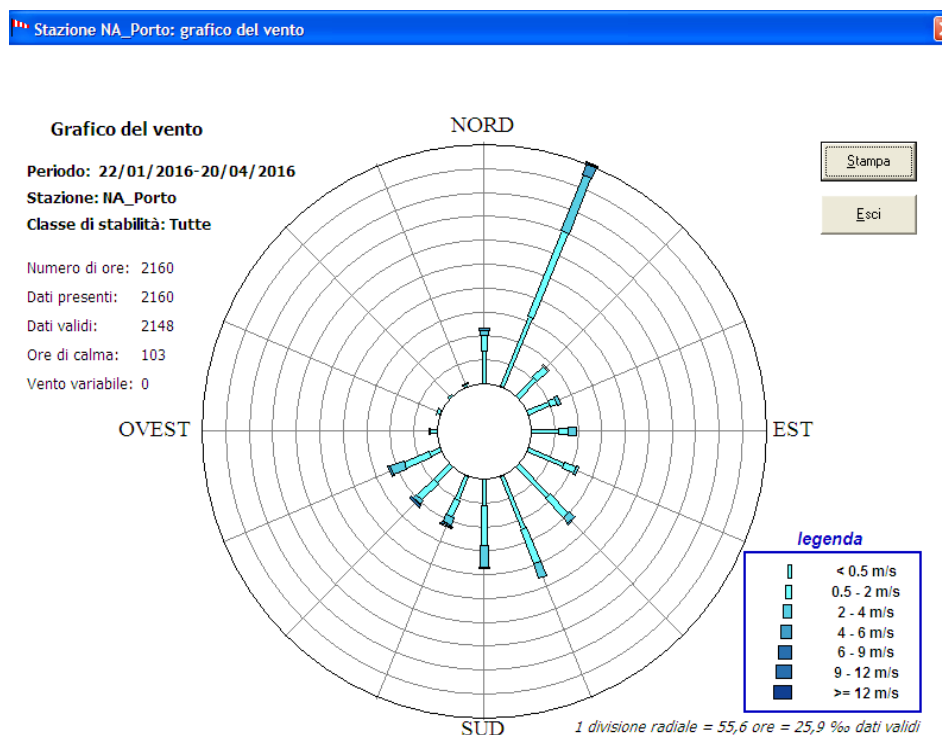


Figura 8. Rosa dei venti relativa ad intero periodo di campionamento

4. Risultati

Di seguito vengono riportati i risultati preliminari ottenuti dai rilevamenti effettuati. Si notifica che durante le operazioni di raccolta nei punti 16 e B indicati nella mappa in *Figura 3* non sono stati ritrovati i campionatori passivi di BTX, SO₂ ed NO₂ e nel punto C non è stato ritrovato il campionario NO₂.

4.1 Campionamento passivo

I campionamenti passivi riguardanti le specie NO₂, SO₂ e BTX hanno avuto luogo durante la stagione invernale per circa sei settimane. Durante tale periodo le condizioni di stabilità atmosferica e meteorologiche, caratterizzate da frequenti fenomeni d'inversione termica fanno sì che l'altezza dello strato di rimescolamento diminuisca, sfavorendo la diluizione degli inquinanti emessi in atmosfera, con conseguente aumento dei valori di concentrazione a basse quote.

Il benzene, composto derivante dalle attività produttive legate al ciclo della benzina, e l' NO₂, prodotto dai sistemi di riscaldamento domestici e lavorativi, si prestano perciò come ottimi traccianti dell'inquinamento da traffico veicolare e di origine urbana.

sito	NO ₂	Benzene	Toluene	Etilbenzene	Xilene	Stirene
	C (µg/m ³)	C (µg/m ³)	C (µg/m ³)	C (µg/m ³)	C (µg/m ³)	C (µg/m ³)
1	0,21	3,38	8,06	2,16	10,16	<0,9*
2	10,54	2,87	8,28	2,97	13,43	<0,9*
3	10,57	3,04	7,84	2,61	11,94	<0,9*
4	10,24	3,11	8,51	2,39	10,23	<0,9*
5	9,30	3,12	13,25	2,24	10,15	<0,9*
6	10,85	3,38	9,04	2,43	10,83	<0,9*
7	12,52	3,21	8,38	2,61	9,85	<0,9*
9	12,20	3,52	9,53	2,51	11,35	<0,9*
10	11,72	2,82	8,01	2,96	12,75	<0,9*
12	10,68	3,20	7,06	2,55	11,60	<0,9*
13	8,98	2,64	7,68	2,46	10,62	<0,9*
14	11,48	3,14	7,85	2,78	13,02	<0,9*
15	15,40	3,80	12,00	3,82	18,05	<0,9*
17	14,58	4,18	10,24	4,40	19,94	<0,9*
19	14,52	3,28	8,36	2,71	12,36	<0,9*
20	10,07	2,56	10,17	5,96	25,98	<0,9*
21	9,95	5,00	12,88	6,06	29,63	<0,9*
22	12,09	3,06	7,64	2,16	9,87	<0,9*
24	17,00	3,45	9,66	2,15	9,17	<0,9*
25	18,07	5,70	16,81	3,21	14,45	<0,9*
26	20,01	4,59	21,57	2,57	11,20	<0,9*
27	8,94	3,63	12,62	3,07	10,74	<0,9*
28	6,28	3,38	8,51	2,39	8,90	<0,9*
29	13,82	4,20	11,94	2,71	11,65	<0,9*
31	9,70	2,70	6,51	1,97	8,76	<0,9*
33	7,48	2,72	5,75	1,89	8,62	<0,9*
34	9,19	3,31	9,19	2,43	11,36	<0,9*
35	9,88	3,24	8,80	2,25	10,24	<0,9*
X	9,62	4,80	10,39	2,38	10,50	<0,9*
A	15,32	5,82	18,03	4,11	19,47	<0,9*
C	*	7,00	21,48	4,56	21,73	<0,9*
D	14,22	5,02	16,57	3,58	17,06	<0,9*
E	10,18	3,83	10,71	2,65	12,67	<0,9*

Tabella 4. Valori di concentrazione NO₂ e BTX ottenuti da campionamento passivo(* al di sotto del limite di rilevabilità)

Nella *Tabella 4* vengono riportati i valori di concentrazione ottenuti per NO₂ e BTX durante il periodo di campionamento. La numerazione dei siti fa riferimento alla mappa in *Figura 3*.

Si riportano di seguito i valori limite di riferimento per NO₂ e benzene

Inquinante	Tipo limite	Parametro statistico	Valore
NO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte per anno civile	media oraria	200 µg/m ³
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	media annuale	40 µg/m ³
Benzene	Valore limite per la protezione della salute umana	media annuale	5 µg/m ³

Tabella 5. Limiti di qualità dell'aria in vigore ai sensi del D. Lgs. 155/2010 per NO₂ e Benzene

Come si evince dal confronto tra le *Tabelle 4 e 4* i valori registrati non superano mai il valore limite annuale di NO₂, infatti il valore massimo risulta pari a 20.01 µg/m³ e si registra nel punto 26 , il valore minimo si registra invece nel punto 1 ed è pari a 0.21 µg/m³.

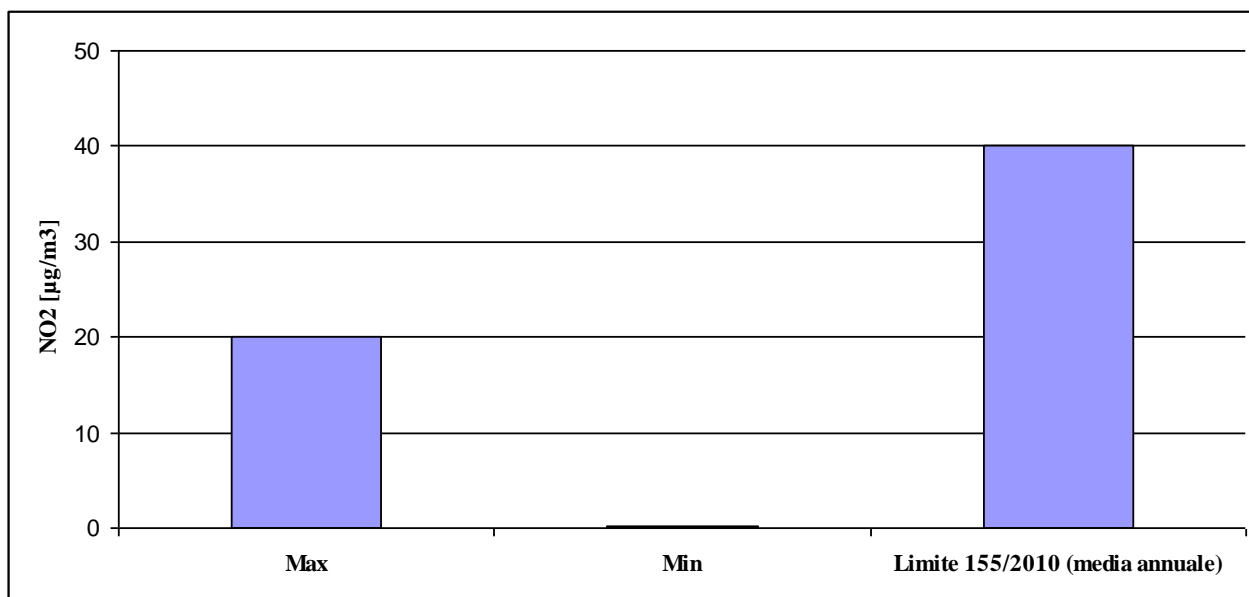


Figura 9. Confronto grafico dei valori di concentrazione di NO₂ massimi e minimi registrati con valore limite annuale ai sensi del D. Lgs. 155/2010.

Per quanto riguarda invece il benzene il valore limite di 5 µg/m³ viene superato in 5 punti, registrando un valore massimo nel punto C corrispondente a 7 µg/m³ ed un valore minimo nel punto 20 corrispondente a 2.56 µg/m³.

In *Tabella 6* vengono riportati i valori di concentrazione ottenuti per SO₂.

sito	SO ₂	sito	SO ₂	sito	SO ₂	sito	SO ₂	sito	SO ₂
	C (µg/m ³)		C (µg/m ³)		C (µg/m ³)		C (µg/m ³)		C (µg/m ³)
1	0,95	11	1,65	22	1,10	32	1,80	G	0,92
2	2,42	12	3,81	23	1,23	33	8,76	H	1,02
3	1,32	13	1,44	24	1,49	34	0,97	I	1,06
4	2,54	14	1,79	25	1,16	35	1,29	L	1,31
5	3,03	15	5,40	26	1,89	X	17,39	M	1,23
6	1,89	17	5,01	27	1,53	A	1,23	N	0,88
7	0,95	18	0,97	28	1,59	C	2,70	O	1,44
8	3,26	19	1,49	29	1,05	D	1,88	P	0,60
9	1,58	20	1,36	30	0,92	E	0,96	Q	0,74
10	3,18	21	1,71	31	19,09	F	3,05		

Tabella 6. Valori di concentrazione SO₂ ottenuti da campionamento passivo

Anche in questo caso, come per i valori riportati in *Tabella 4* la numerazione dei siti fa riferimento alla mappa riportata in *Figura 3*. Si riportano di seguito i valori limite di riferimento per SO₂.

Inquinante	Tipo limite	Parametro statistico	Valore
SO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile	media oraria	350 µg/m ³
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	media annuale	20 µg/m ³

Tabella 7. Limiti di qualità dell'aria in vigore ai sensi del D. Lgs. 155/2010 per SO₂

Dal confronto delle *Tabelle 6 e 7* risulta evidente che i valori di SO₂ raccolti nell'area monitorata sono molto al di sotto dei limiti imposti per la protezione della salute umana, in particolare i valori più alti si registrano (max 19.09 µg/m³ nel punto 31) nei punti di ingresso delle navi nell'area portuale e quindi più lontani dal centro città. In *Figura 10* si riporta la mappa delle concentrazioni di SO₂. Dal momento che i prelievi di SO₂ sono stati compiuti in specifici punti indicati in *Figura 3*, l'estensione delle macchie di colore nell'intorno di tali punti è da considerarsi di carattere puramente indicativo.

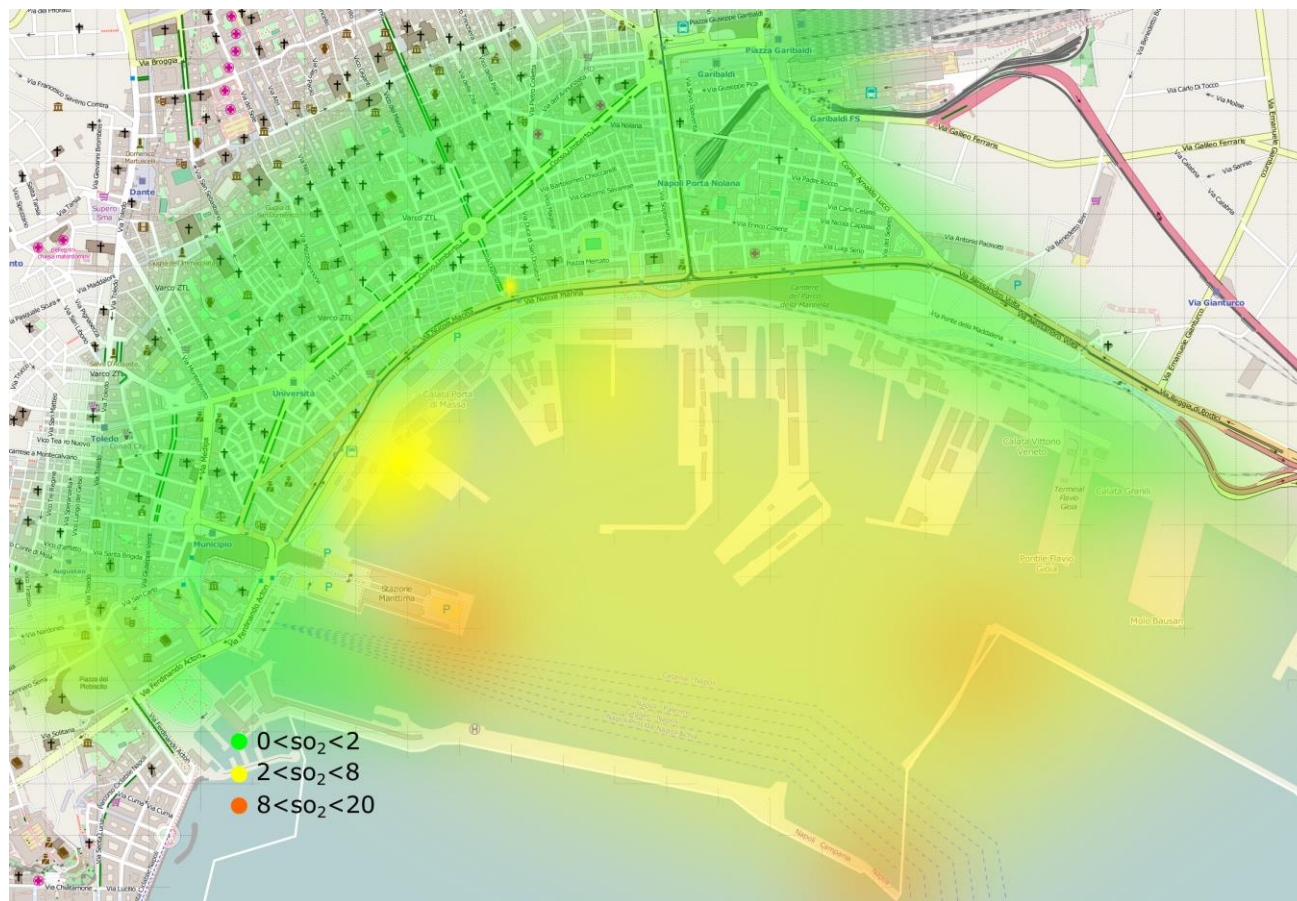


Figura 10. Mappa concentrazioni di SO_2 in $\mu g/m^3$

L'aver registrato valori molto bassi e vicini all'unità nei punti di campionamento ubicati nelle aree urbane potrebbe suggerire una scarsa influenza dell'inquinamento dovuto alle attività portuali sulla città, considerata anche la direzione preponderante del vento spirante dall'entroterra verso il mare. Si è scelto l' SO₂ come tracciante dell'eventuale contributo della zona portuale all'inquinamento cittadino in quanto le emissioni antropogeniche di tale specie derivano in gran parte dall'uso di combustibili contenenti zolfo tipico contaminante dei combustibili navali, non sarebbe stato possibile effettuare la stessa valutazione per BTX e NO₂ per le motivazioni illustrate nel Paragrafo 2.

4.2 Campionamento gravimetrico delle polveri

Come illustrato nel *Paragrafo 2* i campionamenti gravimetrici delle polveri sono stati effettuati in cinque punti interni all'area portuale suddivisi come mostrato nella mappa in *Figura 11*.

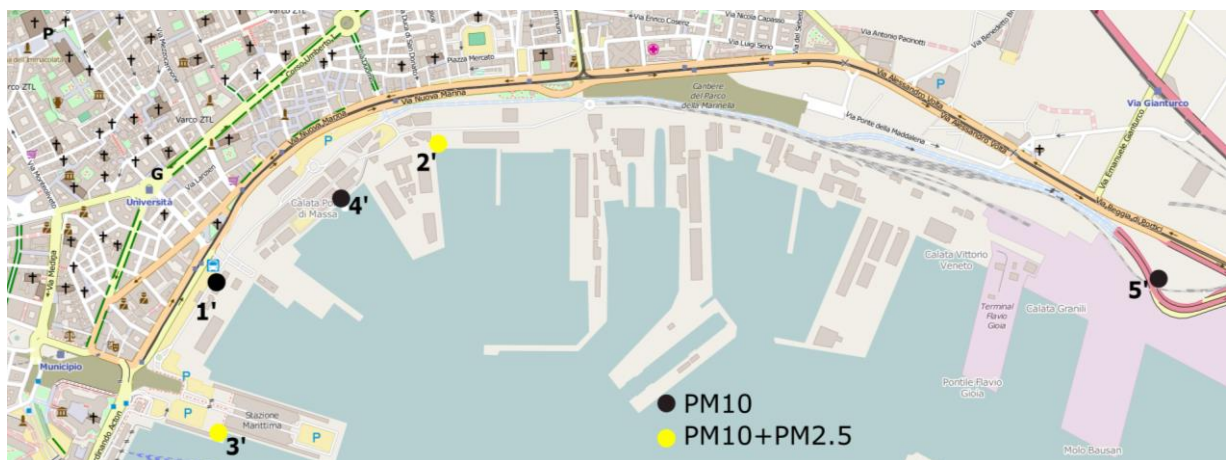


Figura 11. Mappa dei posizionamenti punti di campionamento polveri

In *Tabella 8* si riportano i valori giornalieri raccolti nei vari punti di prelievo per il parametro PM10.

Si notificano interruzioni durante la campagna di monitoraggio polveri effettuata nel sito 5' Varco Bausan e 1' SNAV magazzino, dovute a mancanza alimentazione elettrica.

		Sito 1' SNAV magazzino														LIMITI 155/2010	
Parametro	UM	23-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	30-mar	31-mar	1-apr	2-apr	3-apr	4-apr	5-apr	6-apr	GIORNALIER 	ANNUAL
PM 10	µg/m ³	124,38	2,37	1,82	25,90	18,79	3,28	33,74	6,09	57,82	53,26	37,02	40,31	2,92	30,64	50	40

		Sito 2' Guardia di Finanza															LIMITI 155/2010	
Parametro	UM	4-mar	5-mar	6-mar	7-mar	8-mar	9-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	15-mar	16-mar	17-mar	18-mar	GIORNALIER 	ANNUAL
PM 10	µg/m ³	13,50	36,84	15,68	24,44	25,53	42,13	42,68	42,31	20,24	15,50	34,47	24,99	26,99	21,52	37,39	50	40

		Sito 3' Terminal Napoli														LIMITI 155/2010		
Parametro	UM	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	30-mar	31-mar	1-apr	2-apr	3-apr	4-apr	5-apr	6-apr	GIORNALIER 	ANNUAL
PM 10	µg/m ³	124,02	41,22	29,55	38,85	51,61	20,43	26,99	39,39	42,86	70,95	51,61	37,75	45,96	61,28	55,26	50	40

		Sito 4' Porta di Massa															LIMITI 155/2010	
Parametro	UM	21-gen	22-gen	23-gen	24-gen	25-gen	26-gen	27-gen	28-gen	29-gen	30-gen	31-gen	1-feb	2-feb	3-feb	4-feb	GIORNALIER 	ANNUAL
PM 10	µg/m ³	53,80	60,73	67,12	53,99	78,24	92,83	115,08	84,26	61,10	48,51	54,90	42,13	64,20	68,21	63,61	50	40

		Sito 5' Varco Bausan														LIMITI 155/2010		
Parametro	UM	6-feb	7-feb	8-feb	9-feb	10-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	25-feb	26-feb	27-feb	28-feb	3-mar	GIORNALIER 	ANNUAL
PM 10	µg/m ³	10,76	61,28	57,63	63,29	61,28	14,41	45,60	54,90	58,36	26,62	61,28	7,30	44,32	48,70	53,07	50	40

Tabella 8. Valori giornalieri di concentrazione PM10

Come si evince dalla tabella i valori maggiori sono stati registrati durante la campagna effettuata nel sito 4' dal 21/01/2016 al 4/02/2016, registrando un valore max pari 115.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 27/01/2016 e 13 superi del limite giornaliero. Tali valori risultano però essere in accordo con quanto registrato in quel periodo dalla stazione di monitoraggio ARPAC NA07 ubicata nei pressi della stazione centrale di Napoli. Si riporta confronto grafico in *Figura 12*.

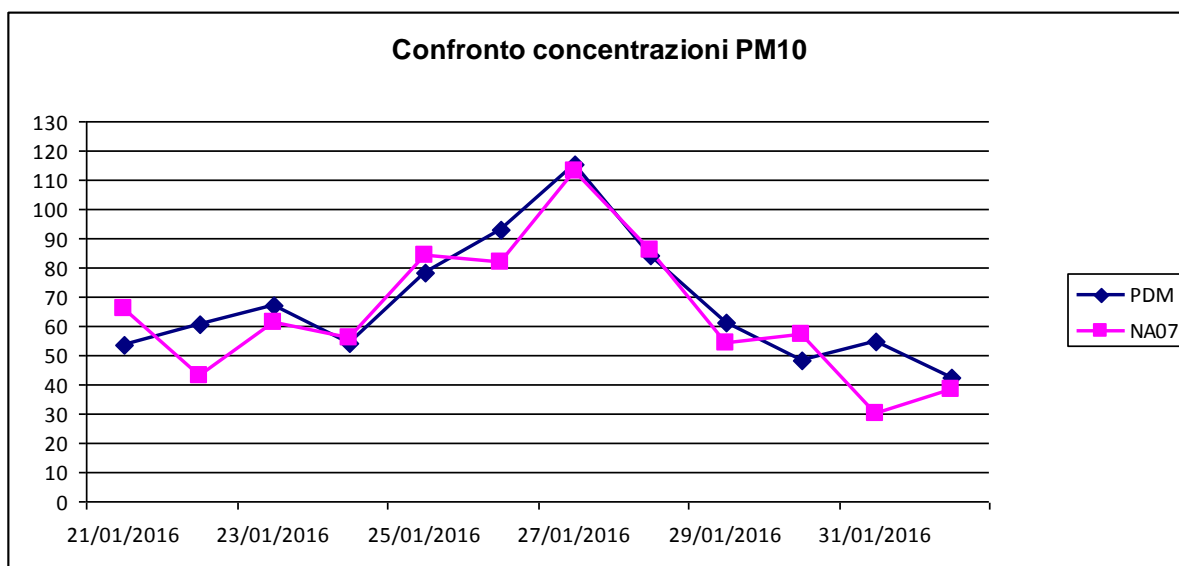


Figura 12. Confronto grafico dei valori giornalieri di concentrazione di PM10 del sito 4' Porta di Massa (PDM) e Cabina NA07 ARPAC (NA07). Fonte dati NA07 <http://www.arpacampania.it/web/guest/1138>

Da Tabella 6 si evince inoltre che nel giorno 23/03/2016 nei siti 3' e 1' sono stati registrati valori di PM10 pari a 124.02 e 124.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente dovuti alla presenza in atmosfera di polveri sahariane portate dai venti provenienti da Sud.

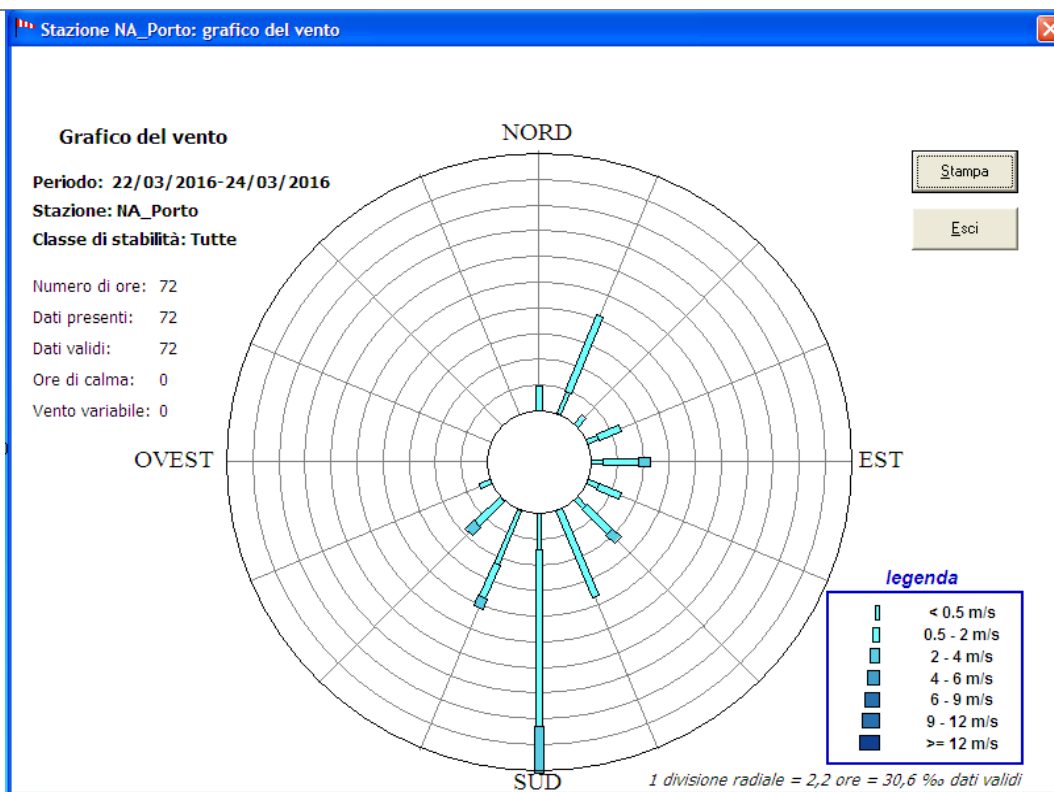


Figura 13. Rosa dei venti relativa ai giorni 22-23-24 marzo 2016

Infatti i valori di polveri registrati nell'area portuale risultano essere in linea con quanto registrato in altri punti di prelievo in zone limitrofe.

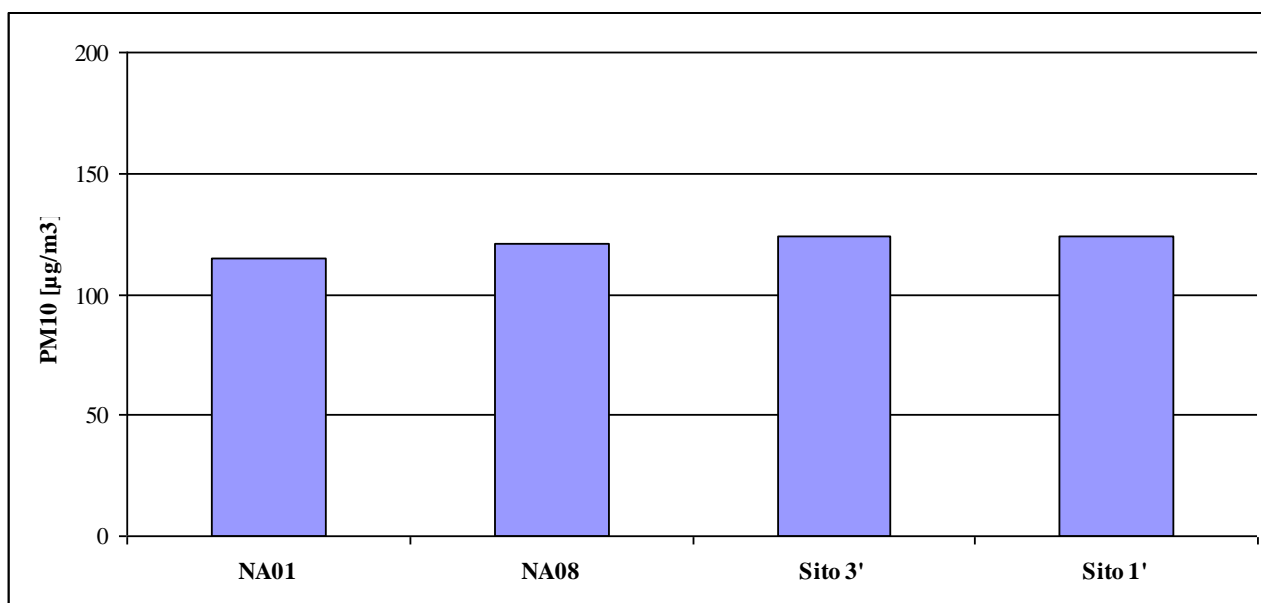


Figura 14. Confronto grafico dei valori giornalieri di concentrazione di PM10 nel giorno 23/03/2016. Fonte dati NA01 e NA08:

<http://www.arpacampania.it/web/guest/1138>

In generale nei punti valutati si verificano:

- Sito 4', 21 gennaio - 4 febbraio 2016, 13 superi, valore max 115.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 27/01/2016
- Sito 5', 6 febbraio – 3 marzo 2016, 7 superi, valore max 63.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 9/02/2016
- Sito 2', 4 marzo – 18 marzo 2016, nessun supero, valore max 42.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 10/03/2016
- Sito 3', 23 marzo – 6 aprile 2016, 6 superi, valore max 124.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 23/03/2016
- Sito 1', 23 marzo – 6 aprile 2016, 3 superi, valore max 124.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 23/03/2016

Come anticipato nel Paragrafo 2 durante ogni campagna sono state effettuate due giorni di misure di metalli e IPA, i quali risultati vengono riportati in *Tabella 9*.

		4' Porta di Massa		1' SNAV magazzino		5' Varco Bausan		2' Guardia di Finanza		3' Terminal Napoli		LIMITI 155/2010
		24/01/2016	28/01/2016	27/03/2016	30/03/2016	21/02/2016	25/02/2016	10/03/2016	13/03/2016	27/03/2016	31/03/2016	ANNUALI
Arsenico	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,004	0,006	0,001	<0,001*	0,003	0,001	0,037	0,001	0,001	0,001	0,006
Cadmio	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,001	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,005
Nichel	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,003	0,004	0,005	0,009	0,01	0,01	0,041	0,019	0,008	0,009	0,02
Piombo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,008	0,008	0,005	0,011	0,02	0,01	0,55	0,014	0,008	0,015	0,5
Benzo[a]pirene	ng/m^3	<0,3*	<0,3*	<0,3*	<0,3*	<0,3*	<0,3*	<0,3*	<0,3*	<0,3*	<0,3*	1
Sommatoria IPA	ng/m^3	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	

Tabella 9. Valori giornalieri di concentrazione metalli e IPA (* al di sotto del limite di rilevabilità)

Come si evince dalla *Tabella 7* tutti i valori di metalli e IPA misurati risultano essere al di sotto delle soglie annuali prescritte dalla legge (tranne che, in termini di arsenico, nichel e piombo, per il giorno 10/03/2016 ma, trattandosi di un'eccezione, potrebbe essere riconducibile ad un errore di misura).

In *Tabella 9* si riportano i valori giornalieri raccolti nei punti 2' e 3' per il parametro PM2.5.

		Sito 2' Guardia di Finanza															LIMITI 155/2010	
Parametro	UM	5-mar	6-mar	7-mar	8-mar	9-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	15-mar	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	GIORNALIER 	ANNUAL
PM 2,5	µg/m ³	11,13	0,91	12,04	16,60	19,51	25,72	27,17	24,99	8,02	14,77	25,53	21,16	9,85	8,39	29,36	-	25

		Sito 3' Terminal Napoli															LIMITI 155/2010	
Parametro	UM	4-apr	5-apr	6-apr	7-apr	8-apr	9-apr	10-apr	11-apr	12-apr	13-apr	14-apr	15-apr	16-apr	17-apr	18-apr	GIORNALIER 	ANNUAL
PM 2,5	µg/m ³	20,43	17,33	36,48	7,48	25,72	10,40	12,95	7,66	20,43	19,33	10,58	13,31	17,51	23,53	28,63	-	25

Tabella 9. Vvalori giornalieri concentrazione PM2.5

Dalla tabella si evince che nel Sito 2', dal 5 al 19 marzo 2016 sono stati registrati alcuni valori lievemente superiori al limite annuale, con un massimo di 29.36 µg/m³ il 19/03/2016 così come per il Sito 3' nel quale il valore di PM2.5 massimo, 36.48 µg/m³, è stato registrato il 6 aprile 2016.

5. Conclusioni

La presente relazione tecnica mira ad illustrare i dati ottenuti dalla campagna di monitoraggio condotta nelle aree del Porto di Napoli e limitrofe dal 20/01/2016 al 20/04/2016.

In particolare sono stati esposti i risultati ottenuti dal monitoraggio passivo delle specie BTX, NO₂ ed SO₂ ed i risultati ottenuti dal campionamento gravimetrico degli inquinanti atmosferici PM10 e PM2.5.

Si riassumono di seguito i risultati ottenuti:

- I campionamenti passivi riguardanti le specie NO₂, BTX e SO₂ hanno avuto luogo durante la stagione invernale per circa sei settimane. Si è scelto l' SO₂ come tracciante dell'eventuale contributo della zona portuale all'inquinamento cittadino in quanto le emissioni di tale specie derivano in gran parte dall'uso di combustibili contenenti zolfo, tipico contaminante dei combustibili navali. Il benzene e l' NO₂ invece sono prodotti delle attività urbane (automobili, riscaldamenti) oltre che dalle attività portuali per cui non è possibile scindere il contributo di un particolare tipo di attività sulle concentrazioni in atmosfera di queste specie.
- In generale i livelli di inquinamento da atmosferico BTX, NO₂ ed SO₂ nel porto di Napoli e zone limitrofe sono sotto al di sotto dei limiti, nella fattispecie:
 1. per quanto riguarda NO₂ i valori registrati non superano mai il valore limite annuale prescritto dalla legge, in particolare il valore massimo risulta essere la metà del limite annuale e si registra nei pressi di Varco Bausan zona ad alto traffico veicolare.
 2. Per quanto riguarda il benzene i valori risultano essere sotto il valore limite annuale prescritto dalla legge in 36 dei 40 punti monitorati, nei restanti 4 il valore massimo è stato rilevato in Via Marina (punto C) e risulta essere pari a 7 µg/ m³ contro i 5 µg/m³ prescritti dalla legge. I punti dove sono stati registrati i superi sono tutti collocati in zone ad alto traffico veicolare, di questi punti tre si trovano nella zona di Via Marina (strada adiacente al Porto) e uno interno all'area portuale nei pressi di Varco Bausan.
 3. i valori di concentrazione di SO₂ raccolti nell'area monitorata risultano essere ovunque al di sotto dei limiti prescritti dalla legge (valore limite medio orario 350 µg/m³ e valore limite medio annuale per la protezione della vegetazione 20 µg/m³), in particolare i valori più alti si registrano nei punti di ingresso delle navi nell'area

portuale (max 19.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel punto 31) e quindi più lontani dal centro città mentre nelle zone limitrofe al porto si registrano valori intorno a 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Sulla base di quanto detto in precedenza sul considerare l' SO_2 il tracciante del contributo dell'inquinamento dovuto alle attività portuali sulle aree interne e limitrofe al porto, i valori molto bassi e vicini all'unità registrati nei punti di campionamento ubicati nelle aree urbane potrebbero suggerire uno scarso apporto dell'inquinamento prodotto dal porto all'inquinamento atmosferico cittadino (*Figura 10*).

- I campionamenti gravimetrici delle polveri sono stati effettuati in cinque punti interni all'area portuale, nello specifico:
 1. in tutti e cinque i punti sono state effettuate campagne di monitoraggio di PM10 della durata di due settimane, durante ogni campagna per due giorni sono state compiute misure di metalli e IPA.
 2. in due dei cinque punti sono state effettuate campagne di monitoraggio di PM2.5 della durata di due settimane
- Dall'analisi dei campionamenti gravimetrici si evince che:
 1. valori prolungatamente alti di PM10 sono stati registrati durante la campagna effettuata nel sito 4' (Porta di Massa) dal 21/01/2016 al 4/02/2016, registrando un valore max pari 115.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 27/01/2016 e 13 superi del limite giornaliero. Tali valori risultano però essere in accordo con quanto registrato in quel periodo dalla stazione di monitoraggio ARPAC NA07 ubicata nei pressi della stazione centrale di Napoli.
 2. nel giorno 23/03/2016 nei siti 3' (Terminal Napoli) e 1' (Snav Magazzino) sono stati registrati valori di PM10 pari a 124.02 e 124.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente dovuti alla presenza in atmosfera di polveri sahariane portate dai venti provenienti da Sud. Tali valori di polveri registrati nell'area portuale risultano comunque essere in linea con quanto registrato in altri punti di prelievo in zone limitrofe.

3. Nel sito 2' (Guardia di Finanza), durante tutta la durata del monitoraggio, ovvero dal 4 marzo al 18 marzo 2016, non è stato registrato alcun supero; il valore più alto di tale campagna ($42.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato rilevato il 10/03/2016.
4. i valori di metalli e IPA misurati risultano essere generalmente al di sotto delle soglie annuali prescritte dalla legge.
5. per quanto riguarda il campionamento gravimetrico del PM_{2.5} in alcuni giorni sono stati registrati alcuni valori lievemente superiori al limite annuale (valore massimo giornaliero registrato $29.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Sito 2', $36.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo giornaliero registrato in Sito 3'). I valori bassi registrati negli altri giorni comunque suggeriscono un livello di concentrazione medio nel periodo accettabile.

In definitiva da quanto emerso dalle indagini condotte pur non potendo determinare con certezza l'effettivo contributo delle attività portuali, in particolare la circolazione e lo stazionamento delle navi in porto, sull'inquinamento delle aree interne al porto e delle zone ad esso adiacenti l'indagine effettuata può comunque fornire una visione preliminare d'insieme. In particolare dall'analisi degli andamenti mostrati dalle concentrazioni dell'inquinante tracciante, unitamente alla direzione preponderante del vento spirante da nord-est e dai valori di polveri atmosferiche misurate paragonabili ai trend osservati in zone urbane sembrerebbe che la maggiore causa di inquinamento atmosferico della zona portuale sia di origine veicolare si consiglia perciò, di intraprendere azioni atte alla riduzione del traffico nelle aree di transito e delle auto in sosta con i motori accesi nelle zone di stazionamento anche attraverso la disposizione di segnaletica stradale mirata.

Allegato 1

Proposta di continuazione attività

A continuazione del servizio concluso e nella logica di una indagine della qualità dell'aria più approfondita si consiglia un'attività di monitoraggio con strumentazione non convenzionale ed altamente innovativa.

L'attività prevederà il dislocamento nei punti di maggiore interesse, per un periodo compreso tra 24 e 36 mesi, di due unità di monitoraggio ETL (disponibili presso la NS Società e di cui si riporta brochure informativa in appendice) per il controllo dei livelli di concentrazione degli inquinanti oggetto di questa indagine.

Sulla base di quanto emerso da questo studio, si consiglia inoltre di estendere il monitoraggio atmosferico agli inquinanti di origine veicolare CO e O₃.

Infine, considerata la geolocalizzazione del sito in oggetto e quindi la presenza in tale area di fenomeni sonori dovuti al traffico navale e veicolare si consiglia l'installazione di un dispositivo per il rilevamento del rumore.

Allegato 2 - Analisi sperimentale della percentuale di Black Carbon nel particolato atmosferico

1 Premessa

Nell'ambito della della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria nelle *Zone Demaniali Marittime del Porto di Napoli e Limitrofe* della quale la società *Orion S.r.l.* è stata incaricata con delibera n°438 del 30/12/2015 del Commissario Straordinario dell'Autorità Portuale di Napoli i quali risultati sono riportati nella relazione tecnica alla quale questo documento viene allegato, sono state effettuate indagini di tipo sperimentale sulla presenza del Black Carbon nel particolato atmosferico.

2 Il Black Carbon

Il Black Carbon (BC), costituito essenzialmente da particelle di carbonio elementare, è un inquinante primario emesso durante la combustione incompleta di combustibili fossili e della biomassa e in ambito urbano può essere assunto quale tracciante delle emissioni dei motori a combustione interna .

La dannosità del Black Carbon si può ricondurre alla sua natura fisica di nanoparticella ed al fatto che grazie alla sua elevata superficie specifica è in grado di veicolare all'interno dell'organismo umano sostanze quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e i metalli.

La misurazione delle concentrazioni in atmosfera dell'inquinante primario Black Carbon, offre la possibilità di indagare sul traffico da prossimità consentendo pertanto di discernere l'impatto ambientale e sanitario delle emissioni da traffico nelle diverse situazioni espositive, poste a maggiore o minore distanza dalla fonte traffico. Ciò vale in particolare a livello strada e per la stagione in cui non sono attive le altre fonti emissive di Black Carbon, quali gli impianti per il riscaldamento degli edifici nella stagione invernale.

Dal punto di vista normativo va rilevato che la comunità scientifica internazionale sta discutendo le modalità di definizione di nuovi standard di qualità dell'aria in relazione alle frazioni più fini del

particolato, le nanoparticelle appunto, attualmente non normate, a differenza del particolato in massa, PM10 e PM2.5, cui si riferiscono gli attuali valori limite.

3 Metodo di misura

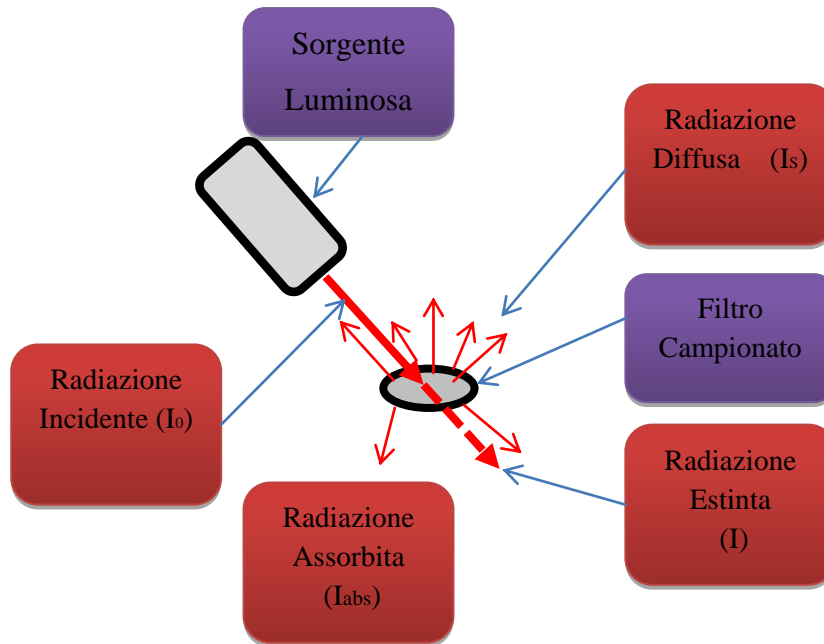
La misura del carbone elementare si basa sul principio della diffusione delle radiazioni luminose che incidono sul filtro campionato.



Filtri campionati sito 3° Terminal Napoli

La frequenza della radiazione incidente utilizzata corrisponde al rosso (I_0). Il processo viene schematizzato nella figura seguente. Nell'interazione con il materiale particolato, la luce subisce due processi:

- **Scattering:** Le radiazioni vengono diffuse (I_s) in tutte le direzioni secondo una legge molto complessa che tiene conto delle dimensioni delle particelle, della loro natura e del loro indice di rifrazione.
- **Assorbimento:** la radiazione luminosa viene assorbita (I_{abs}) dal particolato grazie alla presenza di sostanze con indice di rifrazione complesso. Alla frequenza luminosa utilizzata, il carbone (Elemental Carbon, EC) è l'unica sostanza in grado di assorbire le radiazioni luminose.



L'insieme dei processi di Scattering ed assorbimento, provocano una estinzione (I) della radiazione luminosa.

$$I_0 = I + I_{abs} + I_s$$

Misurando quindi le due componenti (estinzione e diffusione) è possibile stimare la terza componente (assorbimento) e quindi avere una stima diretta del contenuto di carbone.

La misura viene effettuata attraverso un sistema ottico appositamente sviluppato ed i dati trattati con un software proprietario. Sia la parte hardware che quella software sono ora oggetto di un apposito brevetto.

3 Risultati sperimentali

Dall'analisi dei dati ottenuti dalle campagne di monitoraggio del particolato atmosferico è emerso che parte dell'inquinamento dell'area portuale è dovuto al traffico veicolare e stante quanto detto nel *Paragrafo 2* di questo allegato, si è voluto misurare, in via sperimentale, le quantità di Black Carbon contenute in alcuni dei campioni PM10 e PM2.5 analizzati.

Campionatori polveri		
ID sito	riferimento	tipo prelievo
1*	SNAV	PM10
2*	Caserma Guardia di Finanza	PM10 + PM2,5
3*	Terminal Napoli - Molo Beverello	PM10 + PM2,5
4*	Porta di Massa	PM10
5*	Varco Bausan	PM10
6*	SNAV magazzino	PM10

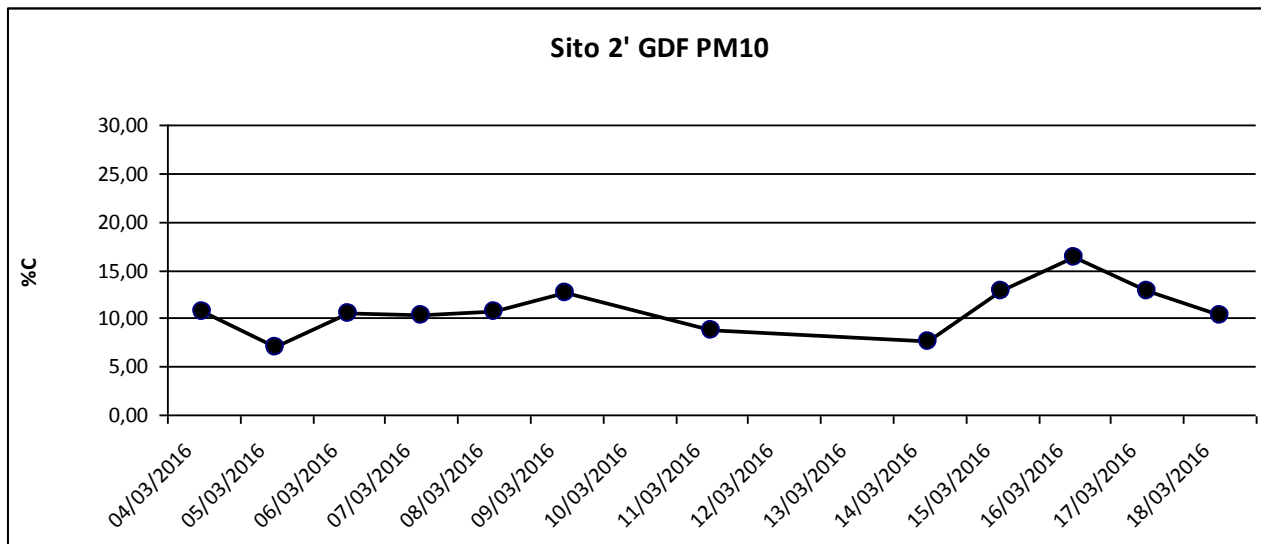
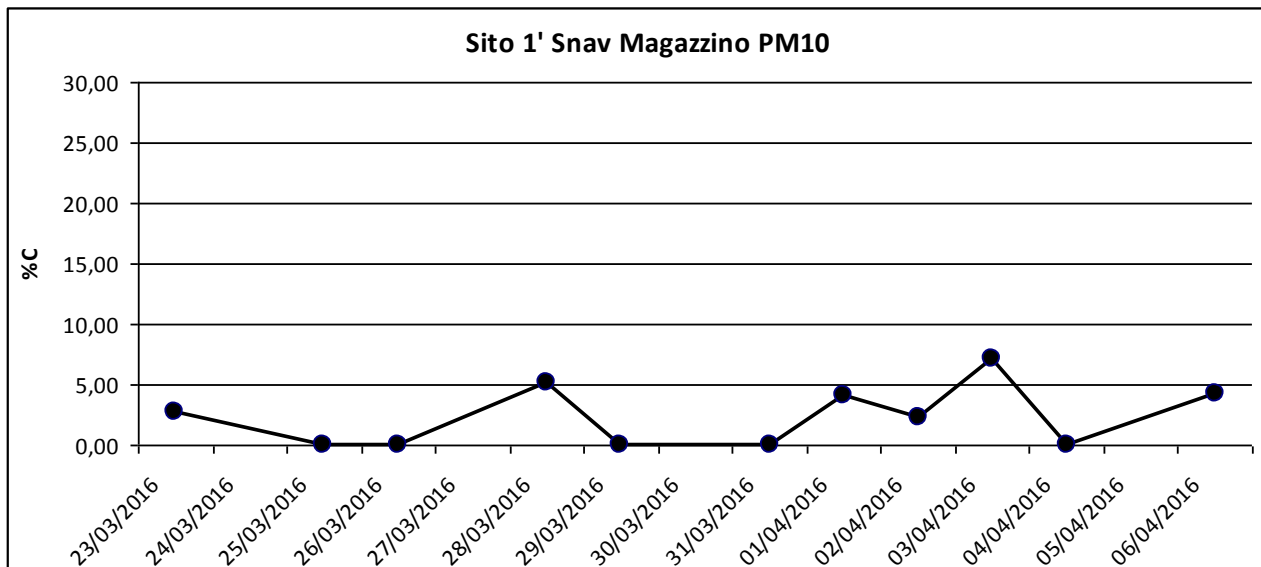
Le percentuali di BC contenute nei campioni di PM10 e PM2.5 sono state calcolate come il rapporto tra le concentrazioni di carbonio rilevate per campione e la concentrazione di particolato atmosferico:

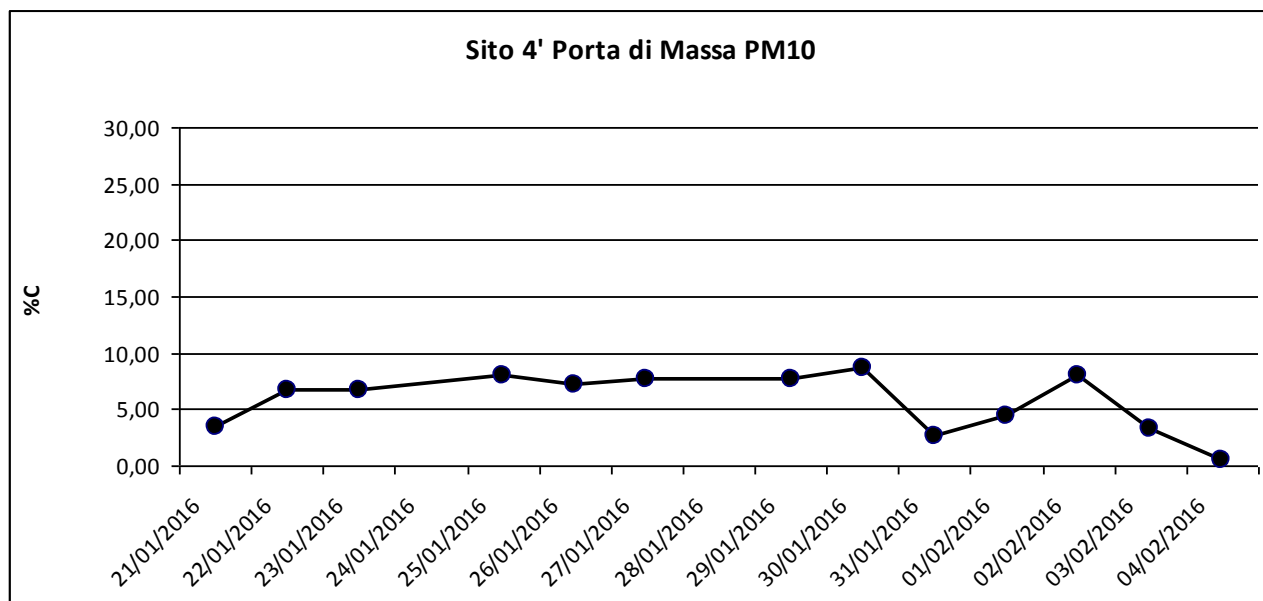
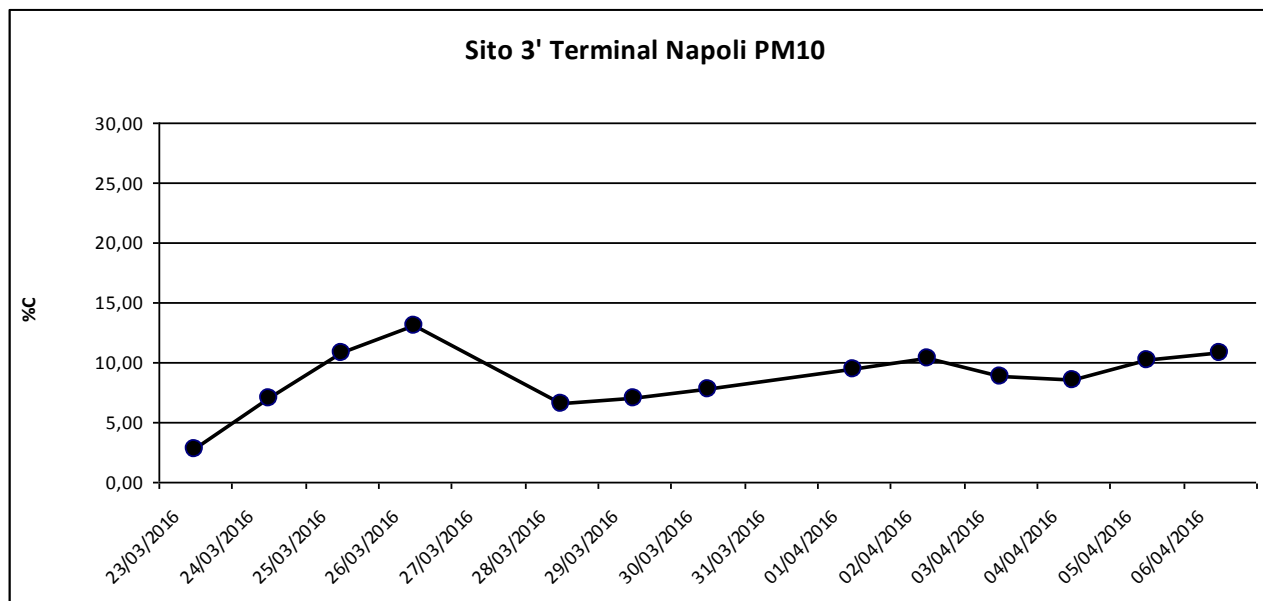
$$\%C = BC/PM_{10-2.5} * 100$$

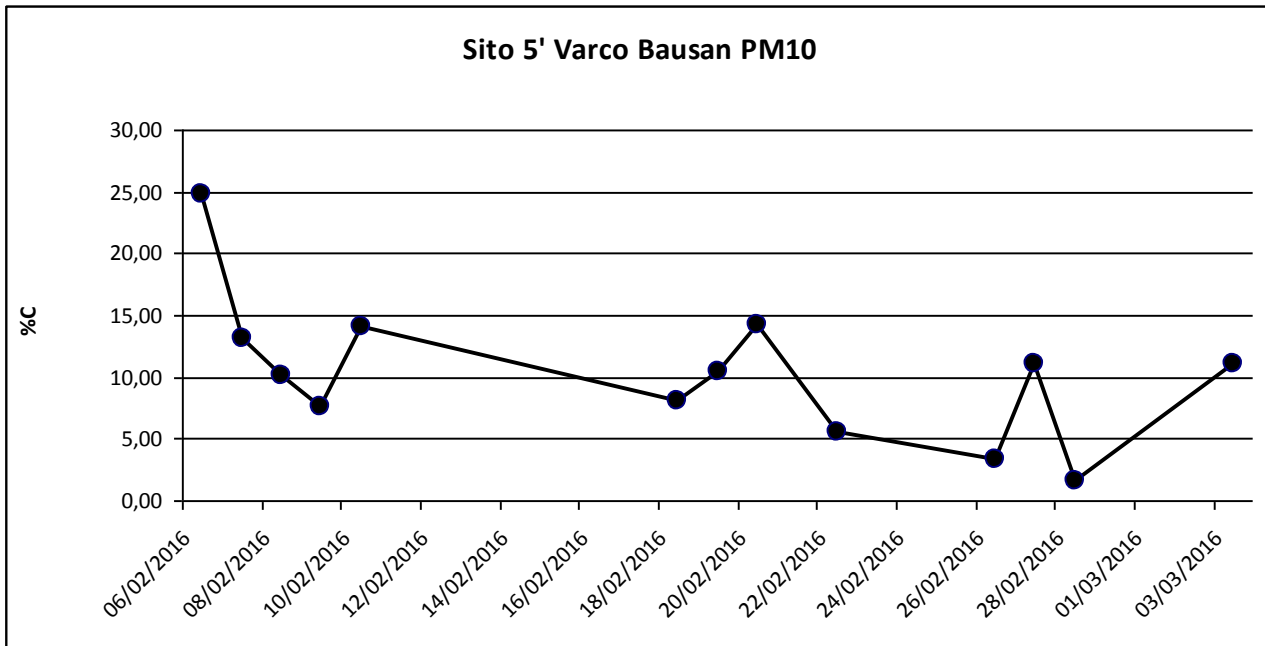
La lettura dei dati ottenuti fornisce un'espressione della quantità di carbone presente nei campioni di PM10 e PM2.5 prelevati nei vari siti e periodi di campionamento.

3.1 PM10

Si riportano nei grafici a seguire i risultati ottenuti dall'analisi sperimentale del Black Carbon sui campioni di PM10.

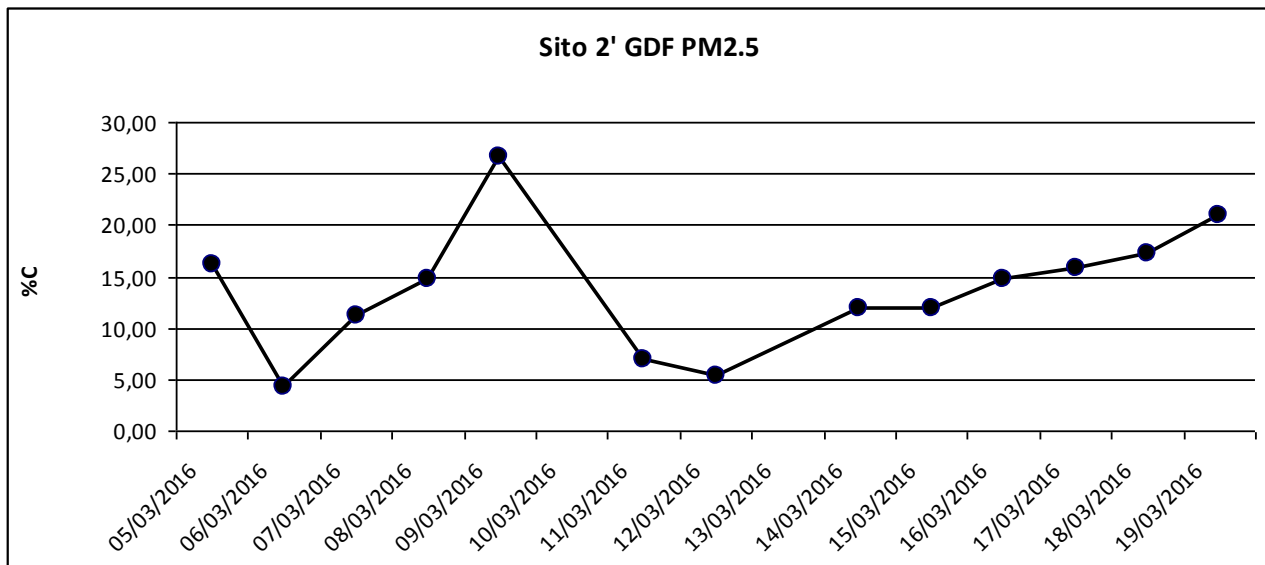


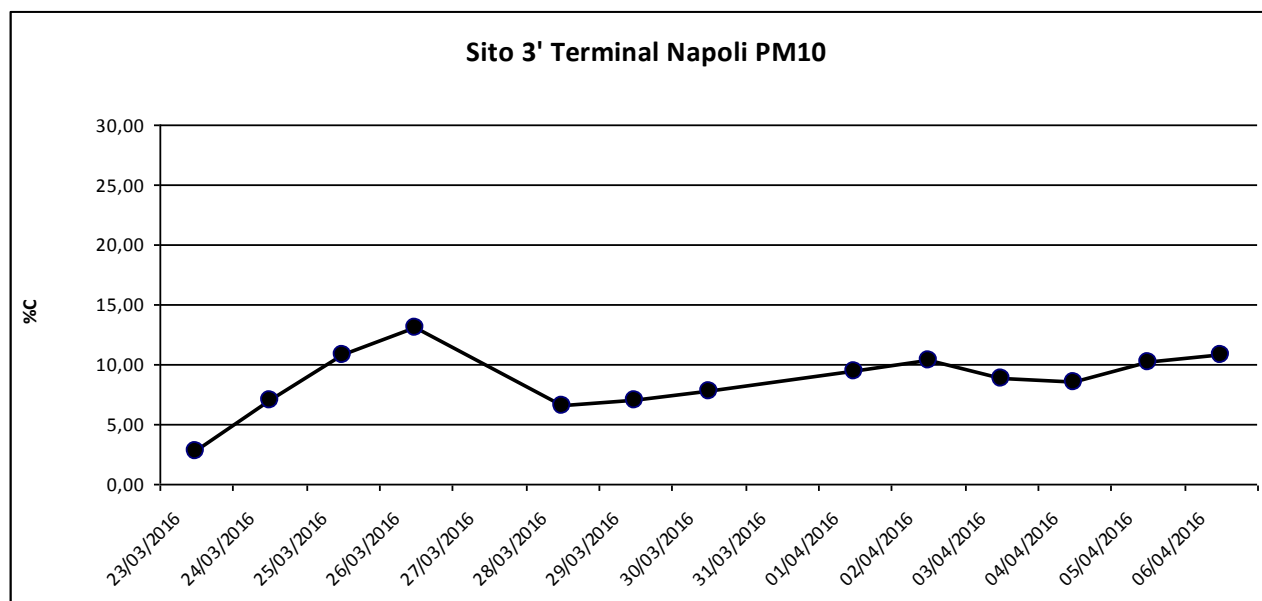




3.2 PM2.5

Si riportano nei grafici a seguire i risultati ottenuti dall'analisi sperimentale del Black Carbon sui campioni di PM2.5





4 Conclusioni

La misura della percentuale di Black Carbon presente nel particolato atmosferico può fornire un valido alleato nella definizione delle politiche atte a diminuire l'inquinamento da traffico veicolare, infatti l'utilità della misurazione delle concentrazioni in atmosfera di Black Carbon è stata recentemente confermata da importanti organizzazioni scientifiche quale indicatore insieme al PM2.5 dell'efficacia delle azioni finalizzate alla riduzione dell'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico.

Diversi studi a livello internazionale hanno infatti dimostrato che se agli interventi di limitazione della circolazione veicolare non sempre corrisponde una riduzione delle concentrazioni di PM10 e PM2.5 rilevate in termini di massa di particolato (espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ad essi si associa una riduzione della percentuale di BC e quindi della tossicità.

Stante quanto detto, da una eventuale replica dell'indagine si potrebbero perciò ottenere indicazioni in merito all'efficacia delle iniziative mirate a ridurre l'inquinamento atmosferico nelle aree in oggetto tra cui quelle indicate nel *Paragrafo 5* della relazione tecnica alla quale questo documento è allegato.

ORION S.r.l.

Via A. Volta, 25/b - 35030 Veggiano (PD) - Italy

Tel: +39 049 9006.911 - Fax: +39 049 9006939



Appendice