



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

## PA 12/09

### CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

### AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## MONITORAGGIO AMBIENTALE IN CORSO D'OPERA

CONTRAENTE GENERALE



DIREZIONE LAVORI

— ITALCONSULT —

## COMPONENTE ATMOSFERA

### Report semestrale periodo Maggio - Ottobre 2016

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

6063-155

Codice Elaborato:

PA12\_09 - C 0 0 0 G E 2 2 7 M O 0 2 O R H 0 0 7 A Scala: ----

F						
E						
D						
C						
B						
A	Novembre 2016	EMISSIONE	C. FERONE	C. FERONE	A. ANTONELLI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO

Il Progettista:

Il Responsabile del PMA:

Il Geologo:

Il Coordinatore per la sicurezza  
in fase di esecuzione:

Il Direttore dei Lavori:



Responsabile del procedimento: Ing.ETTORE DE CESBRON DE LA GRENNELAIS

## Sommario

1. Premessa .....	2
2. Riferimenti normativi .....	3
3. Strumentazione di misura .....	4
4. Stazioni di monitoraggio .....	6
5. Risultati dei monitoraggi.....	11
5.1. Polveri atmosferiche.....	11
5.2. Inquinanti gassosi.....	14
5.3. Solventi aromatici - Campionamento con radielli (Campionatori passivi).....	22
5.4. Metalli pesanti.....	23
5.5. Idrocarburi policiclici aromatici .....	29
6. Conclusioni.....	30

## MONITORAGGIO ATMOSFERA

### 1. Premessa

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico vengono affrontate nel Piano di Monitoraggio Ambientale come conseguenza dei potenziali impatti che possono verificarsi durante l'esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova infrastruttura viaria.

Il presente report illustra le attività di monitoraggio eseguito sulla componente "atmosfera" durante la fase di corso d'opera e in particolare nel corso del semestre *maggio-ottobre 2016*.

La principale problematica che si riscontra durante la fase di realizzazione di un'opera è rappresentata dalla produzione e dalla diffusione di polveri, prodotte dalle attività di cantiere, dai lavori di scavo, dalla movimentazione di materiali da costruzione e di risulta lungo la viabilità di cantiere e sulle sedi stradali ordinarie, etc..

Il tema dell'inquinamento atmosferico rappresenta un problema molto sentito dalla cittadinanza fondamentalmente per due motivazioni:

- ✓ gli ambiti spaziali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato interferiscono con aree densamente urbanizzate e ad alta sensibilità (ospedali, scuole, ecc.), con conseguenti possibili problemi sanitari;
- ✓ la dispersione e sedimentazione di polveri ha effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione, trattandosi di fenomeni visibili anche a distanza (nubi di polveri) e che hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti (deposito di polvere su terrazzi e balconi).

Le campagne di monitoraggio eseguite in fase di cantierizzazione hanno pertanto l'obiettivo primario di valutare gli incrementi dei livelli di concentrazione delle particelle sospese totali, al fine di verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione posti in essere, di individuare le possibili criticità e di indirizzare ulteriori interventi di mitigazione. Oltre alle polveri il PMA ha ritenuto opportuno porre sotto osservazione i principali inquinanti di origine veicolare, le cui concentrazioni potrebbero subire variazioni a seguito del traffico indotto dalle attività di cantiere.

Il monitoraggio è stato effettuato mediante l'ausilio di laboratori mobili dotati di idonea strumentazione atta a rilevare e registrare i maggiori inquinanti presenti in atmosfera.

In particolare i rilievi hanno consentito di determinare le concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici i cui valori limite sono definiti nel Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, che costituisce il riferimento normativo vigente per caratterizzare lo stato della qualità dell'aria.

Le risultanze di questo monitoraggio hanno permesso di fornire indicazioni circa lo stato attuale ambientale in relazione all'incidenza delle lavorazioni del semestre in esame rispetto alla condizione di "bianco".

## 2. Riferimenti normativi

La norma quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dal **Decreto Legislativo n. 155/2010** che ha abrogato il precedente Decreto Legislativo n. 351/99 e i rispettivi decreti attuativi (il DM 60/02, il Decreto Legislativo n.183/2004 e il DM 261/2002).

Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria ambiente (NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel), fissando i limiti di riferimento con cui confrontare le misurazioni effettuate sul territorio nazionale.

Per ciascuna sostanza monitorata, la normativa definisce uno o più valori limite, intendendo col termine valore limite un livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e/o per l'ambiente nel suo complesso. Si riportano nelle seguenti tabelle i limiti normativi vigenti.

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno
PM10	salute umana	media 24ore	µg/m <sup>3</sup>		50	35/anno
	salute umana	media annuale	µg/m <sup>3</sup>		40	

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno
NO <sub>x</sub>	vegetazione	media annuale	µg/m <sup>3</sup>		30	
NO <sub>2</sub>	salute umana	media oraria	µg/m <sup>3</sup>	400 per 3h	200	18/anno
	salute umana	media annuale	µg/m <sup>3</sup>		40	

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Livello di attenzione	Livello di allarme
Particelle sospese (PTS)	salute umana	media 24ore	µg/m <sup>3</sup>	150	300

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Valore bersaglio		Ob. lungo termine	Soglia informazione	Soglia allarme
				Livello	sup.			
Ozono O <sub>3</sub>	salute umana	massimo giornaliero della media mobile 8h	µg/m <sup>3</sup>	120	25/anno media su 3 anni	120		
		media oraria	µg/m <sup>3</sup>				180	240
	vegetazione	AOT40 da maggio a luglio	µg/m <sup>3</sup> h	18000	media su 5 anni	6000		

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno
Monossido di Carbonio - CO	salute umana	massimo su 24 ore della media mobile 8h	mg/m <sup>3</sup>		10	

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno
SO <sub>2</sub>	salute umana	media oraria	µg/m <sup>3</sup>	500 per 3h	350	24/anno
	salute umana	media 24ore	µg/m <sup>3</sup>		125	3/anno
	ecosistemi	media annuale	µg/m <sup>3</sup>		20	
	ecosistemi	media invernale	µg/m <sup>3</sup>		20	

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno
<b>Benzene</b>	salute umana	media annuale	µg/m <sup>3</sup>		5	

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Valore obiettivo
<b>Benzo(a)pirene</b>	salute umana	media annuale	ng/m <sup>3</sup>	1,0

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Valore obiettivo
<b>Cadmio</b>	salute umana	media annuale	ng/m <sup>3</sup>	5,0
<b>Arsenico</b>	salute umana	media annuale	ng/m <sup>3</sup>	6,0
<b>Nichel</b>	salute umana	media annuale	ng/m <sup>3</sup>	20,0
<b>Piombo</b>	salute umana	media annuale	µg/m <sup>3</sup>	0,5

### 3. Strumentazione di misura

La strumentazione utilizzata per il monitoraggio in corso d'opera è la medesima di quella adottata per il monitoraggio nella fase ante operam: si compone di laboratori mobili dotati di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno. Le stazioni di rilevamento sono organizzate in tre blocchi principali:

- Analizzatori/campionatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi;
- Centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;
- Unità di acquisizione ed elaborazione dati.

#### Analizzatori automatici

Tutti gli analizzatori con i quali sono equipaggiate le stazioni mobili di rilevamento, sono in grado di funzionare 24 ore su 24 e sono conformi a quanto previsto dalla normativa di riferimento in materia.

- **Analizzatore per monossido di carbonio**, conforme alle norme ISO 4224 and EN 14626.  
 Utilizza il principio della correlazione all'Infrarosso. Il campione viene aspirato attraverso una cella di lettura mantenuta a 40°C; la cella è attraversata da una radiazione con lunghezza d'onda appartenente alla regione dell'Infrarosso di cui viene misurata l'estinzione in presenza di Monossido di Carbonio. Per assicurare che i valori rilevati rientrino nell'intervallo previsto di misura, la radiazione viene attraversata da un disco (Chopper) suddiviso in tre sezioni, una completamente opaca, una completamente trasparente, e una contenente una "bolla" di Monossido di Carbonio ad alta concentrazione (circa 500 ppm). In questo modo ad ogni giro del disco, sono rilevate le

tre misure di "zero" (sezione opaca), lettura del campione (sezione trasparente), e saturazione (bolla di Monossido di Carbonio).

➤ **Analizzatore per ossidi di azoto, conforme alle norme ISO 7996 e EN 14211 : 2005.**

Utilizza il principio della Chemiluminescenza. Il campione è aspirato attraverso una cella di lettura divisa in due camere buie e messo in contatto con Ozono; l'eventuale Monossido di Azoto presente (NO) reagisce con l'Ozono causando l'emissione di fotoni (chemiluminescenza), in quantità proporzionale all' NO presente. La misura del Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>), è invece effettuata mediante riduzione a NO e lettura dopo reazione con Ozono. Più dettagliatamente, il campione aspirato viene diviso in due parti, una è inviata direttamente in una delle camere e fatto reagire con l'Ozono, per misurare la concentrazione di NO, l'altra parte è fatta passare attraverso un convertitore che riduce l'NO<sub>2</sub> presente ad NO e poi inviata nell'altra camera di lettura. In questo modo nella camera 1 viene letto solamente l'NO, mentre nella camera 2 la somma dell'NO e dell'NO<sub>2</sub> ridotto ad NO. La differenza di questi due valori fornisce la concentrazione dell'NO<sub>2</sub>.

➤ **Analizzatore di ozono, conforme alle specifiche del dpcm 28 marzo 1983**

Utilizza il principio della Fluorescenza UV. Mediante una lampada a vapori di mercurio, sita nell'analizzatore, del campione viene monitorato l'assorbimento di una radiazione ad una lunghezza d'onda di 254 nm, specifica per la determinazione dell'Ozono.

➤ **Campionatore per polveri, conforme alle specifiche del dpr 203/88.**

Campionamento: per filtrazione su supporti filtranti in fibra di vetro (diametro 47mm).  
Analisi: gravimetria.

➤ **Campionatore per PM<sub>10</sub>, conforme al metodo ISO 10473**

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM<sub>10</sub> è indicato nella norma EN 12341. Il campionamento avviene per accumulo su supporto filtrante ma con l'accorgimento che le sonde per il prelievo del materiale particolato siano dotate di uno speciale preselettore o ciclone in grado di eliminare, prima che queste raggiungano il filtro, le particelle con diametri superiori ai 10 µm.

Analisi: gravimetria.

➤ **Analizzatore IPA.**

Il metodo di riferimento è indicato nel DM 25/11/94 all. VII.

Campionamento: una quantità nota di materiale particolato atmosferico viene raccolta, mediante aspirazione, sul filtro in fibra di vetro.

Analisi: Il materiale raccolto viene sottoposto ad estrazione con cicloesano mediante ultrasuoni; l'estratto viene poi purificato mediante cromatografia su strato sottile (TLC) di gel di silice. L'identificazione ed il dosaggio dei singoli IPA vengono effettuate mediante gascromatografia (GC) con colonna capillare e rivelatore a ionizzazione di fiamma. L'identificazione degli IPA viene confermata mediante gascromatografia-spettrometrica di massa su campioni selezionati.

➤ **Analizzatore benzene**

Il metodo di riferimento è indicato all'allegato VI del Decreto del Ministero dell'Ambiente 25 novembre 1994, come ribadito all'allegato XI del D.M. n. 60/2002.

➤ **Centralina meteorologica**

Tutti i sensori della centralina meteo sono collegati con l'unità di raccolta ed elaborazione dati, in modo da poter correlare in ogni momento i valori forniti dagli analizzatori degli inquinanti con le condizioni meteorologiche.

Nella tabella seguente sono indicati i livelli di sensibilità strumentale caratteristici.

Parametro	Accuratezza/Sensibilità/Risoluzione
Temperatura	A = 0,2 °C
Umidità relativa	A = 3% [10÷95 %]
Pressione atmosferica	S = 0,5 [850÷1100 mbar]
Precipitazioni	R = 0,2 mm
Radiazione globale	S = 2,5 mV/Joule x cmq x m-1
Velocità del vento	S = 0,3 m/s

Il software adottato è in grado di fornire una media dei valori acquisiti da ogni analizzatore/sensore, ogni ora, 24 ore su 24.

#### 4. Stazioni di monitoraggio

Le principali emissioni correlate alle attività del corso d'opera sono determinate perlopiù da:

- formazione dei piazzali e della viabilità di servizio ai cantieri;
- scavo delle gallerie (emissioni di polveri dagli imbocchi);
- movimentazione dello smarino;
- perforazioni;
- stoccaggio e approvvigionamento cemento e bentonite;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento ai mezzi pesanti.

In relazione ai potenziali impatti generati dalle su citate attività e, in particolare, allo stato avanzamento dei lavori, i ricettori monitorati sono stati scelti in relazione all'esposizione o alla minima distanza dei ricettori dalle sorgenti. Pertanto, sono state scelte le zone adiacenti alle aree di cantiere, nonché le aree interessate dagli impatti derivanti dall'aumento del traffico veicolare dovuto al trasporto dei materiali da e per il cantiere.

In riferimento al presente report, nella tabella seguente vengono riportati nel dettaglio la localizzazione dei punti di misura e il periodo in cui sono state effettuate le misurazioni.

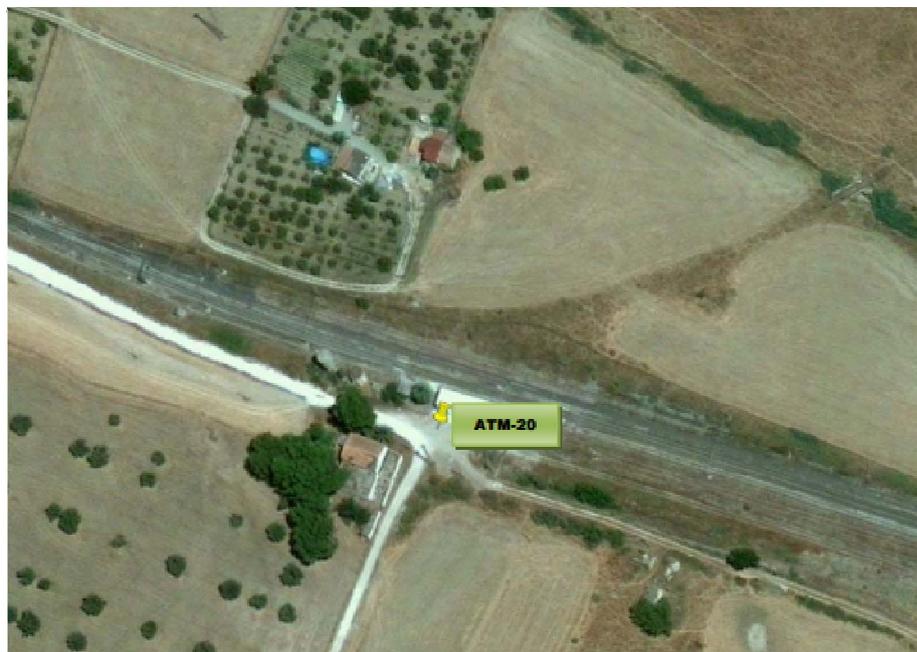
Atmosfera	Ubicazione	Data di monitoraggio	
		inizio	fine
ATM-20	Contrada Imera - Caltanissetta	05/05/2016	19/05/2016
ATM-04	Svincolo Serradifalco, Viabilità per Delia	23/05/2016	05/06/2016
ATM-01	Contrada Grottarossa - Caltanissetta	06/06/2016	20/06/2016

Atmosfera	Ubicazione	Data di monitoraggio	
		inizio	fine
ATM-10	Contrada Cialagra - Caltanissetta	01/08/2016	15/08/2016
ATM-22	Contrada Grotta D'Acqua - Caltanissetta	30/08/2016	13/09/2016
ATM_13	Contrada Busiti - Caltanissetta	13/09/2016	27/09/2016
ATM_06	Contrada Favarella - Caltanissetta	11/10/2016	25/10/2016

*Atmosfera – Stazioni monitorate nel semestre in esame*

Si riporta di seguito una breve descrizione dei punti monitorati:

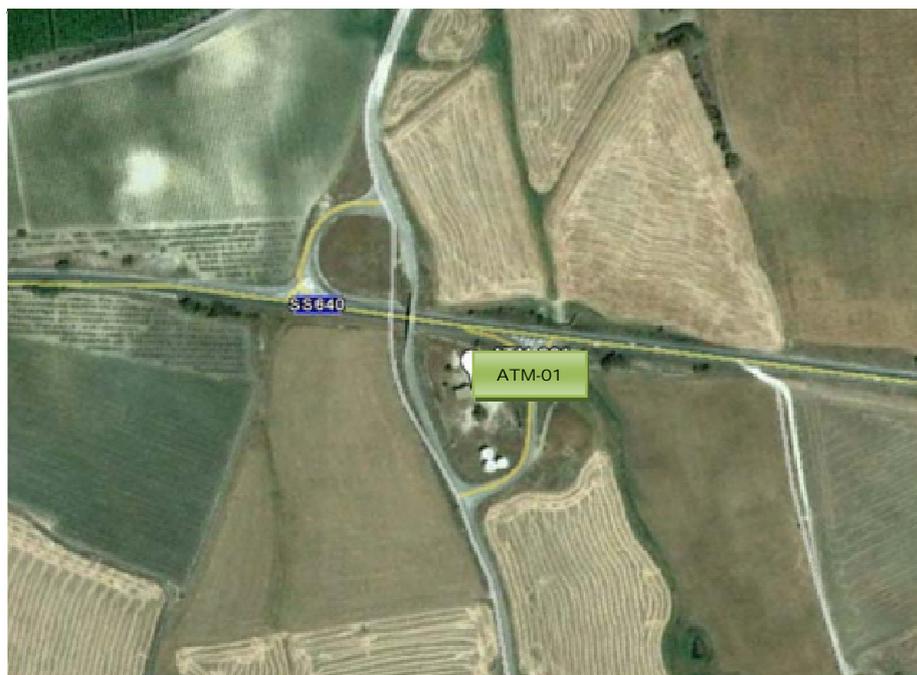
- **ATM\_20:** Tale recettore è ubicato in contrada Imera nel Comune di Caltanissetta in corrispondenza della GN Cozzo Garlatti. Il ricettore è rappresentato dalla stazione ferroviaria Imera di Caltanissetta, localizzato in prossimità dell'area di cantiere.



- **ATM\_04:** Tale recettore è ubicato in contrada Grottarossa nel Comune di Caltanissetta in corrispondenza del nuovo svincolo Serradifalco. Il ricettore è rappresentato da una abitazione rurale ad uso privato, localizzato in prossimità dell'area di cantiere.



- **ATM\_01:** Tale recettore è ubicato in contrada Grottarossa nel Comune di Caltanissetta in corrispondenza del nuovo svincolo Serradifalco. L'ambito di indagine è lo svincolo stesso, in quanto rappresentante di una nuova sorgente di inquinamento.



- **ATM\_10:** Tale recettore è ubicato in contrada Cialagra nel Comune di Caltanissetta in corrispondenza dell'area di cantiere della GN Caltanissetta lato AG. Il ricettore è rappresentato da un'abitazione ad uso privato, localizzato in prossimità dell'area di cantiere.



- **ATM\_22:** Tale recettore è ubicato in contrada Grotta D'Acqua nel Comune di Caltanissetta in corrispondenza del novo svincolo Delia-Sommatino. Il ricettore è rappresentato da un'abitazione ad uso privato, localizzato in prossimità dell'area di cantiere.



- **ATM\_13:** Tale recettore è ubicato in contrada Busiti nel Comune di Caltanissetta in corrispondenza della GA Bersaglio. Il ricettore è rappresentato da una villetta ad uso privato, localizzato in prossimità dell'area di cantiere.



- **ATM\_06:** Tale recettore è ubicato lungo la SS 640 in corrispondenza del nuovo svincolo Delia-Sommatino. Il ricettore è rappresentato da una abitazione ad uso privato, localizzato in prossimità dell'area di cantiere.



Nel corso delle campagne di monitoraggio, eseguite nel semestre oggetto del presente report, sono stati rilevati:

- i seguenti parametri meteorologici con frequenza oraria: velocità del vento (VV), direzione del vento (DV), umidità relativa (UR), temperatura, pressione atmosferica, precipitazioni e irraggiamento solare;
- le seguenti sostanze gassose con frequenza oraria: CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, Benzene, Toluene e Xilene;
- le polveri totali (PTS) con frequenza giornaliera e le polveri sottili (PM<sub>10</sub>) con frequenza oraria; inoltre, sui campioni di polveri sono state compiute le analisi chimiche per la determinazione dei metalli pesanti ( nichel, manganese, cromo, arsenico, cadmio, rame, silicio, titanio, zinco, piombo, vanadio, potassio e alluminio);
- gli IPA totali e nello specifico il benzo(a)pirene.

## 5. Risultati dei monitoraggi

Le risultanze del monitoraggio ambientale consentono di verificare gli eventuali incrementi dei livelli di concentrazione delle polveri e degli altri inquinanti indotti in fase di realizzazione dell'opera, in funzione sia delle lavorazioni effettuate nei cantieri, che delle eventuali modificazioni al regime del traffico indotto dalla cantierizzazione.

### 5.1. Polveri atmosferiche

Parte delle particelle che costituiscono le polveri atmosferiche sono emesse come tali da diverse sorgenti naturali ed antropiche (cd. "particelle primarie"); parte invece derivano da una serie di reazioni chimiche e fisiche che avvengono nell'atmosfera (cd. "particelle secondarie"). Le **polveri totali sospese (PTS)** vengono identificate come l'insieme delle sostanze sospese in aria (fibre, particelle carboniose, metalli, silice, inquinanti liquidi o solidi).

Il particolato è l'inquinante che oggi è considerato di maggiore impatto nelle aree urbane, ed è composto da tutte quelle particelle solide e liquide disperse nell'atmosfera, con un diametro che va da pochi nanometri fino ai 500 micron e oltre (cioè da milionesimi di metro a mezzo millimetro). Gli elementi che concorrono alla formazione di questi aggregati sospesi nell'aria sono numerosi e comprendono fattori sia naturali che antropici. La quantità totale di polveri sospese è in genere misurata in maniera quantitativa (peso / volume).

Le dimensioni delle particelle sospese variano in un intervallo che abbraccia ben quattro ordini di grandezza: da qualche nanometro a decine di micrometri. La sigla **PM<sub>10</sub>**, identifica una delle numerose frazioni in cui viene classificato il particolato, il cui diametro aerodinamico (ovvero corrispondente al diametro di un'ipotetica sferetta di densità uguale a 1 g/cm<sup>3</sup> ugualmente veicolata dall'aria) è uguale o inferiore a 10 µm, ovvero 10 millesimi di millimetro.

Nelle tabelle che seguono vengono riportati i valori giornalieri della concentrazione delle polveri totali aereodisperse misurate nel semestre oggetto del presente report.

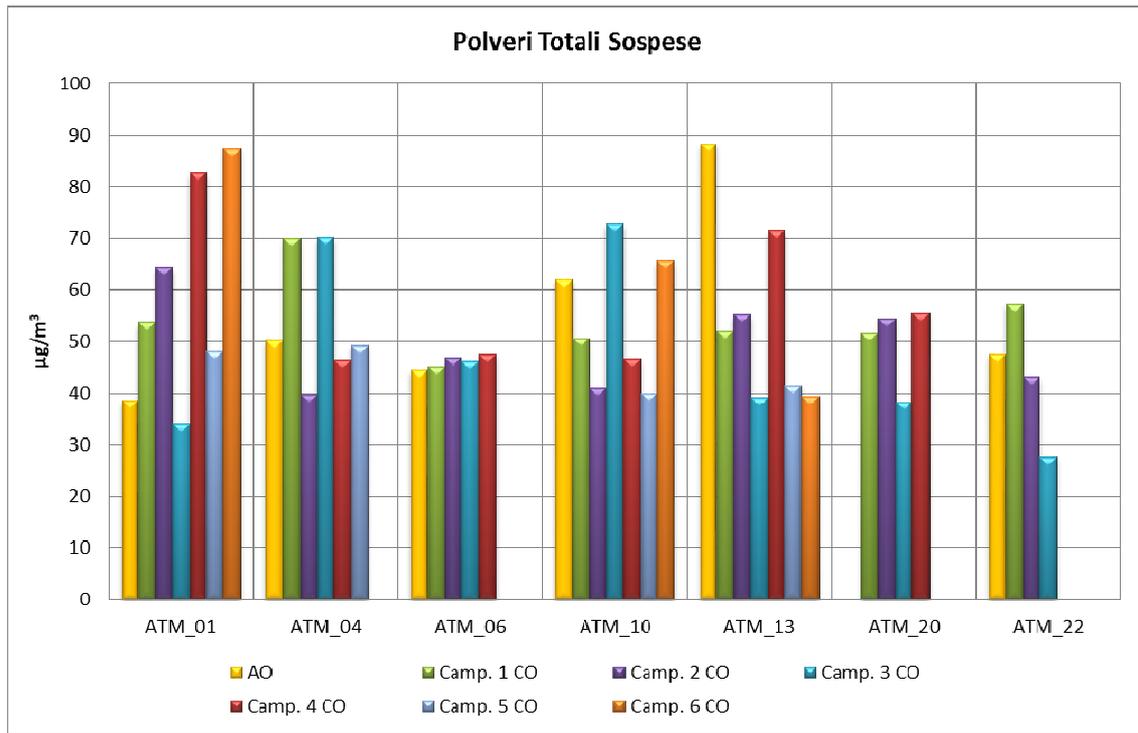
ATM_01		ATM_04		ATM_06		ATM_10		ATM_13		ATM_20		ATM_22	
DATA	µg/m³	DATA	µg/m³	DATA	µg/m³	DATA	µg/m³	DATA	µg/m³	DATA	µg/m³	DATA	µg/m³
06/06/16	92,30	23/05/16	48,92	11/10/16	24,64	01/08/16	102,15	13/09/16	50,20	05/05/16	71,01	30/08/16	26,88
07/06/16	69,20	24/05/16	56,41	12/10/16	68,09	02/08/16	76,93	14/09/16	52,60	06/05/16	85,98	31/08/16	27,78
08/06/16	88,20	25/05/16	83,42	13/10/16	52,02	03/08/16	56,82	15/09/16	36,90	07/05/16	41,99	01/09/16	28,84
09/06/16	96,50	26/05/16	39,43	14/10/16	85,25	04/08/16	84,87	16/09/16	42,70	08/05/16	89,81	02/09/16	27,82
10/06/16	112,60	27/05/16	75,58	15/10/16	28,66	05/08/16	89,59	17/09/16	28,50	09/05/16	27,38	03/09/16	25,56
11/06/16	38,50	28/05/16	59,15	16/10/16	32,86	06/08/16	27,61	18/09/16	30,70	10/05/16	59,33	04/09/16	18,42
12/06/16	69,70	29/05/16	54,58	17/10/16	43,08	07/08/16	63,24	19/09/16	51,50	11/05/16	24,83	05/09/16	32,94
13/06/16	94,70	30/05/16	21,54	18/10/16	34,32	08/08/16	64,30	20/09/16	18,60	12/05/16	25,92	06/09/16	32,86
14/06/16	109,60	31/05/16	21,36	19/10/16	71,43	09/08/16	110,42	21/09/16	43,10	13/05/16	18,19	07/09/16	31,05
15/06/16	122,40	01/06/16	6,02	20/10/16	65,19	10/08/16	115,37	22/09/16	49,70	14/05/16	46,18	08/09/16	32,89
16/06/16	96,10	02/06/16	41,62	21/10/16	32,98	11/08/16	61,18	23/09/16	42,20	15/05/16	33,95	09/09/16	30,72
17/06/16	116,50	03/06/16	33,77	22/10/16	25,62	12/08/16	26,80	24/09/16	27,20	16/05/16	43,81	10/09/16	23,67
18/06/16	83,20	04/06/16	42,53	23/10/16	47,14	13/08/16	27,01	25/09/16	25,70	17/05/16	154,80	11/09/16	19,51
19/06/16	32,10	05/06/16	104,97	24/10/16	54,43	14/08/16	13,93	26/09/16	51,70	18/05/16	54,95	12/09/16	28,08
20/06/16		06/06/16		25/10/16		15/08/16		27/09/16		19/05/16	-	13/09/16	
Media periodo	87,26	Media periodo	49,24	Media periodo	47,55	Media periodo	65,73	Media periodo	39,38	Media periodo	55,58	Media periodo	27,64

### Polveri Totali Sospese (PTS): Concentrazioni medie giornaliere

Le Polveri Totali Sospese (PTS) non presentano più alcun valore limite di riferimento, né orario, né giornaliero; al fine di poter effettuare, comunque, una valutazione dello stato della qualità dell'aria, si è ritenuto, in maniera del tutto indicativa, confrontare i risultati acquisiti con i livelli di attenzione di cui al DM 25/11/94 (abrogato dal DM 60/2002, che a sua volta è abrogato dal D.Lgs 155/2010, attualmente vigente) pari a 150 µg/m³.

Dal confronto con la campagna eseguita in ante operam e le successive eseguite in CO, si denota un andamento dei valori confrontabili tra di loro. Si rileva sul ricettore ATM\_01, relativamente alla campagna eseguita a giugno del 2016 (campagna n. 6), una concentrazione media delle PTS al di sopra dei livelli precedentemente rilevati.

Tuttavia, il livello di attenzione, pur se costituisce un mero riferimento indicativo, non è mai stato superato nel corso delle misurazioni, ad eccezione del solo ricettore ATM\_20, sul quale si è rilevato un superamento dei limiti (154 µg/m³) il giorno 17/05/2016.



*Polveri Totali Sospese (PTS): Confronto con le campagne precedenti*

Per quanto riguarda il **PM<sub>10</sub>**, tale inquinante trova il proprio valore limite giornaliero di riferimento nel D.Lgs 155/2010 che è pari a 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte nell'anno.

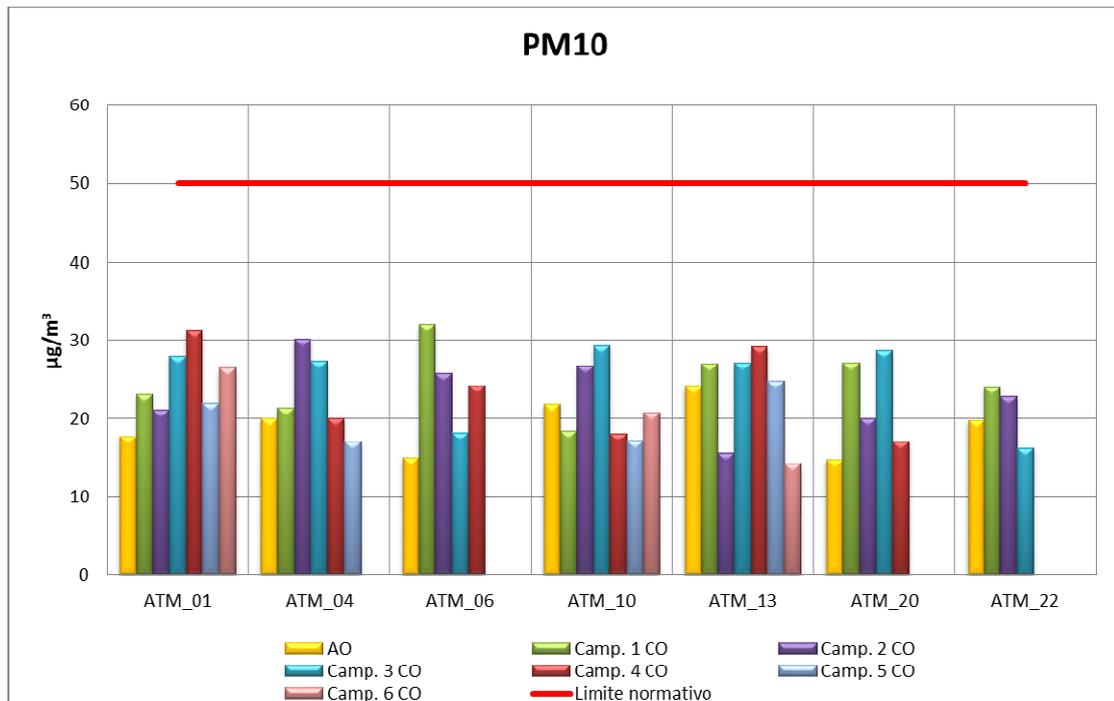
Nella tabella che segue vengono riportate le concentrazioni medie giornaliere del **PM<sub>10</sub>** monitorate nel semestre oggetto del presente report.

ATM_01		ATM_04		ATM_06		ATM_10		ATM_13		ATM_20		ATM_22	
DATA	µg/m <sup>3</sup>												
06/06/16	27,60	23/05/16	24,23	11/10/16	11,26	01/08/16	16,89	13/09/16	11,33	05/05/2016	3,58	30/08/16	17,26
07/06/16	29,07	24/05/16	15,39	12/10/16	17,49	02/08/16	18,24	14/09/16	19,18	06/05/2016	7,30	31/08/16	14,77
08/06/16	26,99	25/05/16	10,55	13/10/16	16,07	03/08/16	17,48	15/09/16	24,08	07/05/2016	18,34	01/09/16	14,55
09/06/16	27,62	26/05/16	20,64	14/10/16	20,57	04/08/16	15,99	16/09/16	20,43	08/05/2016	8,25	02/09/16	15,76
10/06/16	33,54	27/05/16	24,90	15/10/16	40,27	05/08/16	21,09	17/09/16	17,08	09/05/2016	17,33	03/09/16	19,61
11/06/16	28,55	28/05/16	30,90	16/10/16	22,13	06/08/16	22,13	18/09/16	12,46	10/05/2016	29,95	04/09/16	15,10
12/06/16	16,03	29/05/16	36,86	17/10/16	36,56	07/08/16	15,06	19/09/16	9,74	11/05/2016	40,86	05/09/16	21,77
13/06/16	24,59	30/05/16	17,74	18/10/16	29,96	08/08/16	21,00	20/09/16	12,20	12/05/2016	18,35	06/09/16	15,78
14/06/16	24,60	31/05/16	17,05	19/10/16	30,76	09/08/16	23,74	21/09/16	8,02	13/05/2016	13,69	07/09/16	14,50
15/06/16	32,09	01/06/16	12,30	20/10/16	22,35	10/08/16	27,21	22/09/16	11,24	14/05/2016	15,38	08/09/16	8,70
16/06/16	33,92	02/06/16	7,06	21/10/16	14,87	11/08/16	32,86	23/09/16	22,82	15/05/2016	15,09	09/09/16	7,88
17/06/16	30,57	03/06/16	7,93	22/10/16	19,94	12/08/16	30,88	24/09/16	14,50	16/05/2016	15,33	10/09/16	15,70
18/06/16	28,74	04/06/16	13,61	23/10/16	16,60	13/08/16	15,18	25/09/16	11,20	17/05/2016	13,90	11/09/16	21,07
19/06/16	15,06	05/06/16	8,52	24/10/16	31,19	14/08/16	16,19	26/09/16	9,11	18/05/2016	12,51	12/09/16	19,44
20/06/16	18,07	06/06/16	7,31	25/10/16	32,91	15/08/16	17,92	27/09/16	9,89	19/05/2016	25,25	13/09/16	20,95
Media periodo	26,47	Media periodo	17,00	Media periodo	24,19	Media periodo	20,79	Media periodo	14,22	Media periodo	17,01	Media periodo	16,19

*PM10: Concentrazioni medie giornaliere*

I risultati registrati durante i periodi di osservazione mostrano, per ognuna delle postazioni monitorate, livelli medi inferiori ai limiti vigenti (50 µg/m<sup>3</sup>).

Si precisa che la scelta del periodo in cui è stata effettuata la campagna di misura è volta a evidenziare eventuali variazioni del carico inquinante durante la fase di cantiere, rispetto a quello rilevato in assenza di lavorazioni. Il confronto con la situazione indisturbata (ante operam), che rappresenta il "bianco" di riferimento, mette in evidenza una situazione abbastanza confrontabile tra le varie campagne eseguite in differenti periodi. I valori registrati in CO, seppur in taluni casi superiori ai livelli di bianco, rimangono sensibilmente al di sotto dei limiti normativi vigenti.



Particolato fine (PM10): Confronto con le campagne precedenti

## 5.2. Inquinanti gassosi

Le specie chimiche presenti in aria come inquinanti naturali ed antropogenici e che destano maggiori preoccupazioni in termini di inquinamento atmosferico, sono essenzialmente costituiti dall'ossido e dal biossido di azoto (NO ed NO<sub>2</sub>). Il primo è un gas tossico incolore, insapore e inodore, mentre il secondo è un gas tossico e irritante di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente.

Gli ossidi di azoto hanno origine naturale (eruzioni vulcaniche, incendi, processi biologici), ma soprattutto antropica con le combustioni ad alta temperatura, come quelle che avvengono all'interno delle camere di combustione dei motori degli autoveicoli. Altre fonti che generano gli ossidi di azoto sono le centrali termoelettriche e in genere tutti gli impianti di combustione di tipo industriale. L'aumento del traffico veicolare degli ultimi anni ha generato un livello crescente delle concentrazioni di ossidi di azoto, specialmente nelle aree urbane. In caso di inquinamento fortuito da monossido di azoto, la concentrazione decade in 2-5 giorni, ma nel caso di emissioni continue (ad esempio in aree urbane a forte traffico veicolare), si assiste all'attivazione di un ciclo giornaliero che porta alla produzione di

inquinanti secondari, quali il biossido di azoto. Il picco si registra nelle ore a traffico più intenso, per poi scendere nelle ore notturne. Nel monitoraggio in esame si è rilevato il NO<sub>2</sub> e il NO<sub>x</sub>. Il D.Lgs 155/2010 stabilisce per gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) un valore limite, come media annua, pari a 30 µg/m<sup>3</sup>.

Un altro inquinante gassoso oggetto di questo documento è il *monossido di carbonio (CO)*. Si tratta di un gas tossico inodore, incolore e insapore che viene prodotto dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. È un inquinante primario con un tempo di permanenza in atmosfera relativamente lungo (circa quattro mesi) e con una bassa reattività chimica. Le concentrazioni in aria di questo inquinante possono essere ben correlate all'intensità del traffico in vicinanza del punto di rilevamento. Inoltre, la concentrazione spaziale su piccola scala del CO risente in modo rilevante dell'interazione tra le condizioni micrometeorologiche e la struttura topografica delle strade (effetto Canyon).

Nelle aree urbane il monossido di carbonio è emesso in prevalenza dal traffico autoveicolare ed è considerato, pertanto, come il tracciante di riferimento durante tutto il corso dell'anno per questo tipo di inquinamento. Il D.Lgs 155/2010 stabilisce per il monossido di carbonio un valore limite pari a 10 mg/m<sup>3</sup> a protezione della salute umana, calcolato come media mobile di 8h sulle 24 ore giornaliere.

Un altro parametro da tenere in considerazione è l'*ozono (O<sub>3</sub>)*, un gas dotato di un elevato potere ossidante, di colore azzurro e dall'odore pungente. Si forma in atmosfera per effetto di reazioni favorite dalla radiazione solare, in presenza dei cosiddetti inquinanti precursori, soprattutto ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e Sostanze Organiche Volatili (COV) che portano alla formazione di molecole costituite da tre atomi di ossigeno (O<sub>3</sub>). La sua presenza al livello del suolo dipende fortemente dalle condizioni meteo-climatiche e pertanto è variabile sia nel corso della giornata che delle stagioni. Le concentrazioni di Ozono nei bassi strati dell'atmosfera sono di norma relativamente basse e tali da non creare problemi alla salute delle persone. In alcune occasioni si hanno invece dei fenomeni che portano alla formazione del cosiddetto smog fotochimico, costituito da una miscela di più sostanze in cui l'Ozono è una delle più importanti. Questi fenomeni si manifestano generalmente su aree geografiche ampie in periodi di forte irraggiamento solare e bassa umidità, prevalentemente in ore pomeridiane.

Le concentrazioni di Ozono più elevate si registrano normalmente nelle zone distanti dai centri abitati ove minore è la presenza di sostanze inquinanti con le quali, a causa del suo elevato potere ossidante, può reagire. In ambienti interni la concentrazione di ozono è notevolmente inferiore per questa sua elevata reattività che ne consente la rapida distruzione.

Il **benzene** rappresenta il primo termine della serie degli idrocarburi ciclici a carattere aromatico, è un liquido molto volatile derivato dalla distillazione del petrolio, usato come solvente e come materia prima per la preparazione di composti aromatici. Il benzene è presente nelle benzine in concentrazioni variabili fino a qualche punto percentuale, è a causa della sua volatilità può disperdersi nell'aria per evaporazione dai serbatoi o durante il rifornimento; tuttavia la massima parte del benzene che è emesso dagli autoveicoli deriva sia dalla combustione incompleta di questa sostanza nel motore, sia dalla produzione della

stessa per sintesi, a partire da altri composti organici costituenti la benzina, durante il processo di combustione.

Nelle tabelle che seguono vengono riportate, per ciascun ricettore monitorato, le concentrazioni medie giornaliere degli inquinanti gassosi oggetto del presente report.

ATM_01	CO	NO	NO2	NOX	O3	Benzene	Toulene	Xileni
	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>						
06/06/16	0,06	5,87	14,11	22,91	92,29	0,00	0,11	0,00
07/06/16	0,17	9,04	15,69	28,87	94,01	2,36	0,08	0,00
08/06/16	0,21	7,67	14,39	25,71	87,38	1,72	0,02	0,00
09/06/16	0,23	11,01	18,18	34,73	74,75	0,00	0,11	0,00
10/06/16	0,14	10,92	17,45	34,09	77,53	0,00	0,04	0,00
11/06/16	0,22	7,48	14,68	25,64	79,53	0,06	0,04	0,07
12/06/16	0,14	3,61	7,08	12,50	78,67	0,00	0,08	0,00
13/06/16	0,15	4,74	6,58	13,61	80,48	0,00	0,07	0,00
14/06/16	0,24	3,64	5,49	10,99	70,37	0,00	0,04	0,00
15/06/16	0,29	7,57	17,50	28,88	68,78	0,00	0,02	0,00
16/06/16	0,22	9,28	17,47	31,35	68,23	0,04	0,00	0,00
17/06/16	0,15	8,17	13,74	26,36	68,51	0,00	0,02	0,00
18/06/16	0,05	2,63	5,05	9,24	75,15	0,00	0,00	0,00
19/06/16	0,04	1,49	2,61	4,83	82,66	0,00	0,00	0,00
20/06/16	0,15	4,33	7,00	13,48	72,23	0,00	0,00	0,00
<b>media</b>	<b>0,16</b>	<b>6,50</b>	<b>11,80</b>	<b>21,55</b>	<b>78,04</b>	<b>0,28</b>	<b>0,04</b>	<b>0,00</b>

ATM_04	CO	NO	NO2	NOX	O3	Benzene	Toulene	Xileni
	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>						
23/05/16	0,09	2,98	7,83	12,57	108,62	0,00	0,00	0,00
24/05/16	0,05	3,69	9,26	15,26	91,75	0,56	0,22	0,03
25/05/16	0,09	4,86	14,86	22,18	84,80	1,12	0,46	0,12
26/05/16	0,08	2,73	10,40	14,60	88,15	2,36	0,14	0,25
27/05/16	0,05	3,92	11,43	16,97	95,99	1,47	0,14	0,28
28/05/16	0,12	2,96	3,18	7,39	98,34	3,04	0,18	0,00
29/05/16	0,07	2,52	1,05	4,52	97,90	3,97	0,38	0,02
30/05/16	0,04	2,39	0,28	3,39	98,97	1,56	0,22	0,00
31/05/16	0,06	2,54	2,04	5,68	91,00	2,86	0,05	0,12
01/06/16	0,05	2,62	1,63	5,54	90,79	1,29	0,00	0,02
02/06/16	0,06	2,38	0,48	3,71	90,00	0,68	0,00	0,00
03/06/16	0,09	2,11	0,65	3,80	97,98	0,00	0,00	0,00
04/06/16	0,23	2,29	1,47	4,82	95,38	0,00	0,00	0,00
05/06/16	0,34	2,50	1,38	5,03	86,51	0,63	0,03	0,00
06/06/16	0,31	2,62	2,46	6,44	98,75	1,53	0,00	0,00
<b>media</b>	<b>0,11</b>	<b>2,87</b>	<b>4,56</b>	<b>8,79</b>	<b>94,33</b>	<b>1,40</b>	<b>0,12</b>	<b>0,06</b>

ATM_06	CO	NO	NO2	NOX	O3	Benzene	Toulene	Xileni
	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>						
11/10/16	0,01	4,70	5,74	12,80	90,23	0,01	0,00	0,00
12/10/16	0,07	9,09	13,17	25,96	75,27	0,01	0,00	0,00
13/10/16	0,10	3,22	4,77	9,03	81,07	0,01	0,00	0,00
14/10/16	0,03	2,55	0,16	3,06	75,27	0,01	0,00	0,01
15/10/16	0,10	4,92	8,25	15,38	62,28	0,01	0,00	0,00
16/10/16	0,05	4,88	4,87	11,84	71,32	0,00	0,00	0,00
17/10/16	0,03	10,39	15,58	30,69	62,63	0,01	0,01	0,00
18/10/16	0,00	9,16	14,52	27,35	64,93	0,02	0,01	0,01
19/10/16	0,01	10,29	17,51	32,49	59,35	0,02	0,01	0,01
20/10/16	0,01	11,28	13,43	29,08	58,81	0,02	0,01	0,00
21/10/16	0,00	9,12	12,55	25,76	58,48	0,02	0,01	0,00
22/10/16	0,00	8,10	11,70	23,60	58,38	0,02	0,01	0,00
23/10/16	0,00	5,83	11,28	19,82	54,52	0,00	0,00	0,00
24/10/16	0,01	13,17	17,47	36,29	48,71	0,02	0,01	0,01
25/10/16	0,01	24,91	24,30	61,38	36,83	0,01	0,00	0,00
<b>media</b>	<b>0,03</b>	<b>8,28</b>	<b>11,39</b>	<b>23,24</b>	<b>64,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>

ATM_10	CO	NO	NO2	NOX	O3	Benzene	Toluene	Xileni
	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>						
01/08/16	0,02	0,87	6,03	7,59	80,16	0,00	0,00	0,00
02/08/16	0,16	2,02	8,74	11,89	92,13	0,64	0,02	0,00
03/08/16	0,20	2,37	7,74	11,22	90,45	0,53	0,00	0,00
04/08/16	0,12	2,51	11,63	15,79	91,05	0,90	0,03	0,00
05/08/16	0,25	1,73	9,29	12,30	91,55	0,30	0,00	0,00
06/08/16	0,12	1,55	7,19	9,97	96,52	0,49	0,12	0,00
07/08/16	0,05	1,11	4,50	6,23	77,43	0,14	0,04	0,00
08/08/16	0,06	1,92	6,85	9,63	84,05	0,32	0,00	0,00
09/08/16	0,06	1,66	7,35	9,92	89,52	0,60	0,00	0,00
10/08/16	0,06	2,62	13,03	17,26	89,21	0,15	0,02	0,00
11/08/16	0,05	1,73	8,25	10,92	92,76	0,22	0,04	0,00
12/08/16	0,08	2,02	7,57	10,73	92,87	0,26	0,05	0,00
13/08/16	0,07	0,72	2,81	4,02	88,18	0,07	0,00	0,00
14/08/16	0,08	0,78	4,47	5,57	73,16	0,37	0,04	0,00
15/08/16	0,05	0,88	3,13	4,45	71,54	0,27	0,00	0,00
<b>media</b>	<b>0,10</b>	<b>1,63</b>	<b>7,24</b>	<b>9,83</b>	<b>86,70</b>	<b>0,35</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>

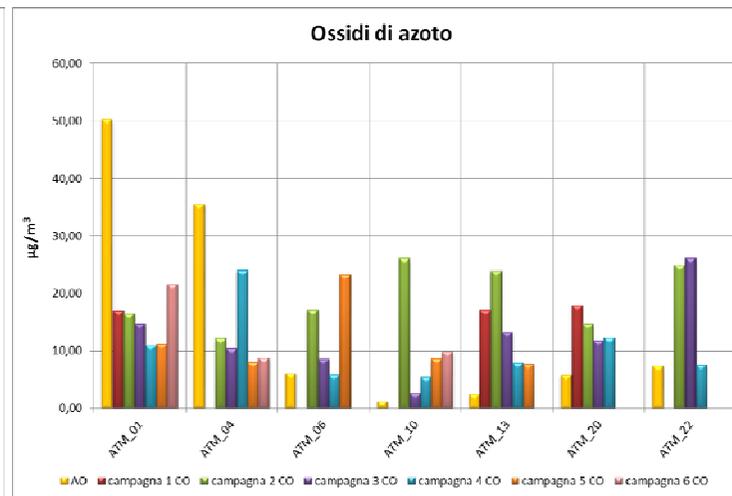
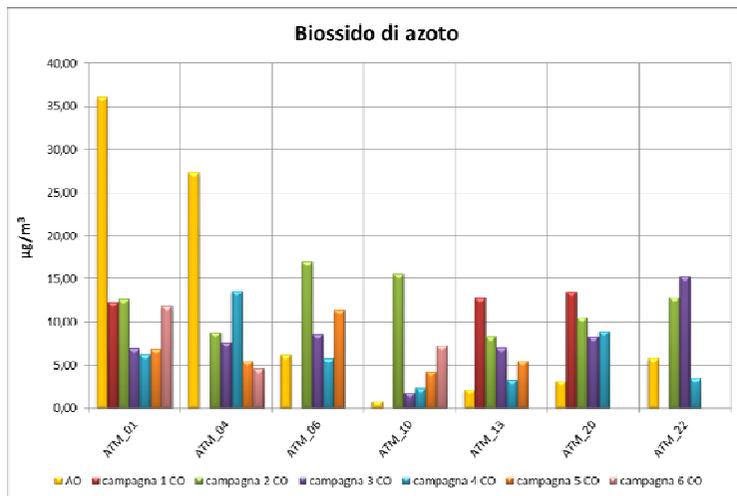
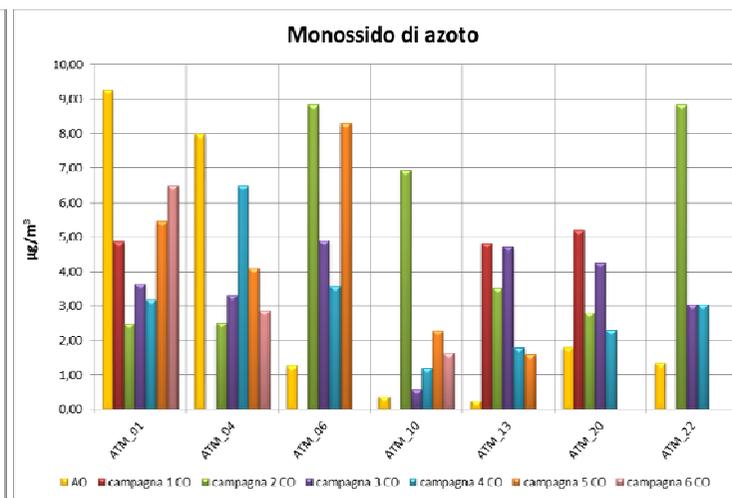
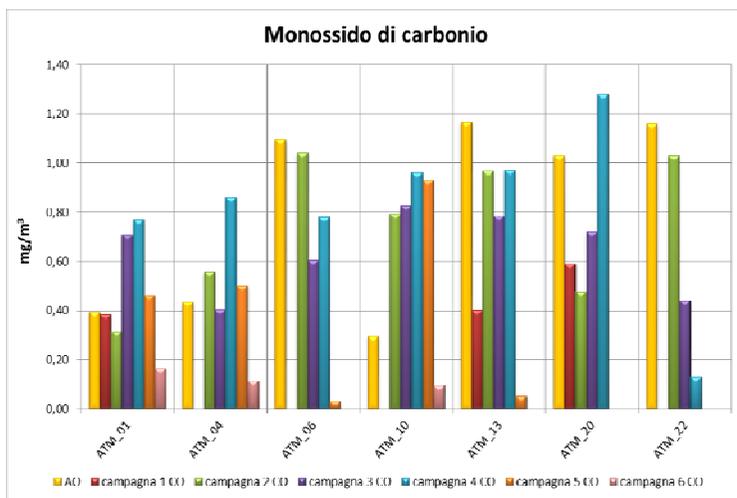
ATM_13	CO	NO	NO2	NOX	O3	Benzene	Toulene	Xileni
	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>						
13/09/16	0,00	1,32	6,97	8,94	95,13	0,00	0,00	0,00
14/09/16	0,02	1,79	7,53	10,24	81,44	0,00	0,00	0,00
15/09/16	0,07	1,25	6,67	8,42	81,28	0,05	0,01	0,00
16/09/16	0,06	2,31	5,41	8,21	72,94	0,06	0,00	0,00
17/09/16	0,03	1,44	4,10	6,07	71,56	0,00	0,00	0,00
18/09/16	0,03	0,88	2,39	3,60	82,03	0,08	0,02	0,01
19/09/16	0,04	0,95	1,35	2,68	76,06	0,00	0,00	0,00
20/09/16	0,06	1,01	4,34	5,80	80,46	0,00	0,00	0,00
21/09/16	0,04	0,95	3,22	4,62	83,20	0,04	0,01	0,01
22/09/16	0,05	2,41	6,07	9,38	88,01	0,00	0,00	0,00
23/09/16	0,03	2,26	6,31	9,32	88,49	0,00	0,00	0,00
24/09/16	0,09	1,52	4,73	6,65	85,86	0,05	0,00	0,00
25/09/16	0,10	0,85	3,93	5,19	86,18	0,00	0,00	0,00
26/09/16	0,06	2,03	7,23	9,90	79,76	0,00	0,00	0,00
27/09/16	0,10	2,73	11,22	14,94	64,25	0,05	0,01	0,01
<b>media</b>	<b>0,05</b>	<b>1,58</b>	<b>5,43</b>	<b>7,60</b>	<b>81,11</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

ATM_20	CO	NO	NO2	NOX	O3	Benzene	Toulene	Xileni
	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>						
05/05/16	1,16	2,87	26,54	30,55	68,43	0,00	0,00	0,00
06/05/16	1,52	2,61	16,12	19,33	67,21	0,00	0,00	0,00
07/05/16	2,62	2,37	8,13	11,31	70,91	0,00	0,00	0,00
08/05/16	2,35	1,34	4,35	6,40	99,70	0,00	0,00	0,00
09/05/16	2,10	2,24	7,98	11,18	68,52	0,00	0,03	0,00
10/05/16	1,99	3,32	8,82	13,90	69,16	0,00	0,00	0,00
11/05/16	1,78	1,70	8,12	10,72	68,34	1,62	0,92	0,03
12/05/16	1,52	2,10	7,06	10,17	52,60	0,00	0,69	0,03
13/05/16	1,02	3,57	7,35	12,13	64,47	0,00	0,17	0,00
14/05/16	1,04	1,82	5,13	7,92	70,45	0,00	0,00	0,00
15/05/16	0,75	1,55	3,47	5,69	79,33	0,00	0,00	0,00
16/05/16	0,44	2,19	7,22	10,40	69,76	0,00	0,08	0,00
17/05/16	0,46	1,83	5,73	8,52	69,59	0,00	0,05	0,00
18/05/16	0,34	2,61	5,45	9,86	73,44	0,00	0,08	0,00
19/05/16	0,09	2,48	12,13	15,92	66,40	0,00	0,00	0,00
<b>media</b>	<b>1,28</b>	<b>2,31</b>	<b>8,91</b>	<b>12,27</b>	<b>70,55</b>	<b>0,11</b>	<b>0,14</b>	<b>0,00</b>

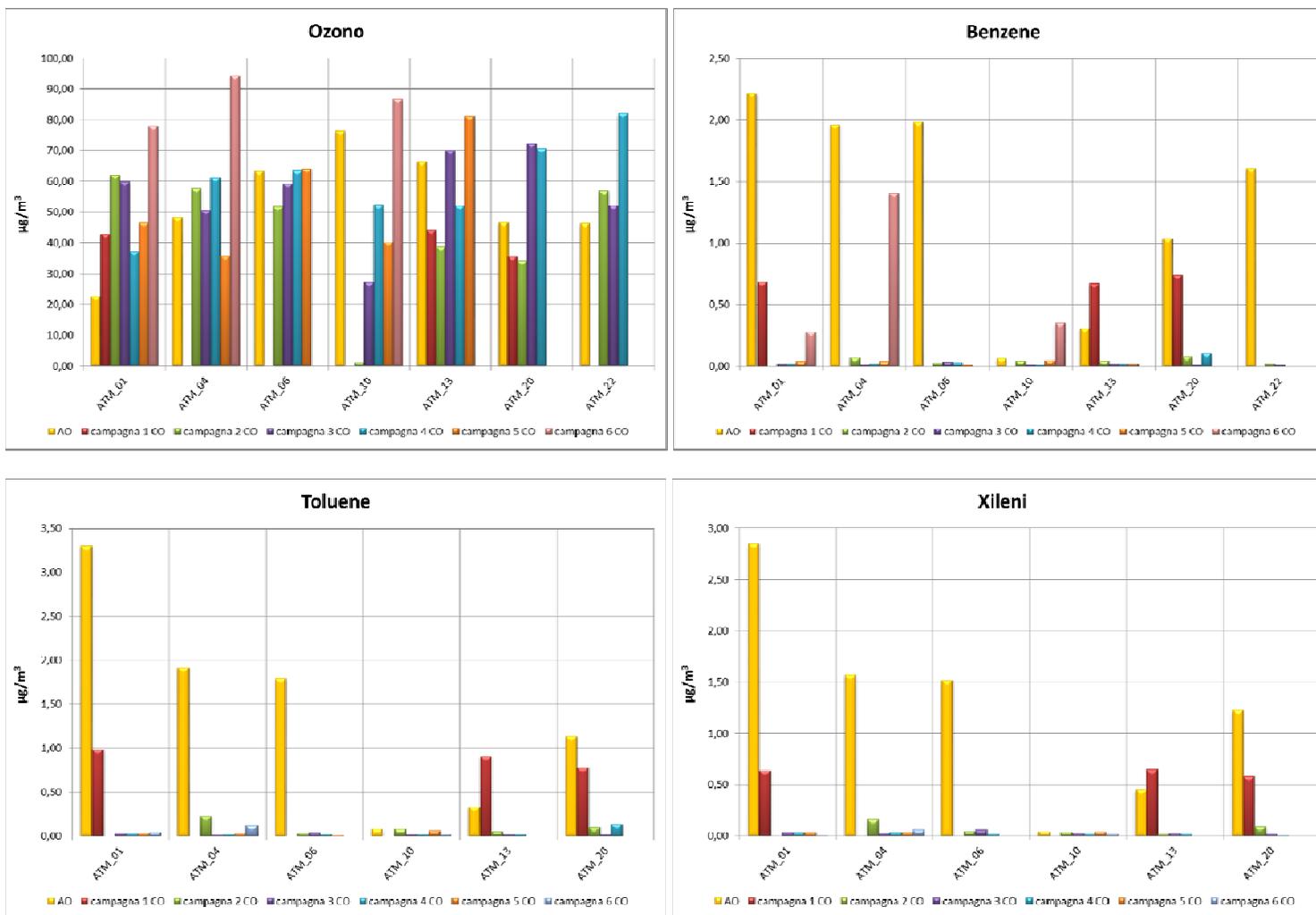
ATM_22	CO	NO	NO2	NOX	O3	Benzene	Toulene	Xileni
	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>						
30/08/16	0,08	2,65	1,66	4,69	84,62	0,00	0,04	0,00
31/08/16	0,11	2,57	1,97	5,02	86,25	0,00	0,00	0,00
01/09/16	0,13	2,61	1,78	4,76	83,31	0,00	0,00	0,00
02/09/16	0,10	2,52	1,51	4,98	86,52	0,00	0,00	0,00
03/09/16	0,11	2,95	3,80	8,20	93,75	0,00	0,00	0,00
04/09/16	0,10	2,71	1,34	5,22	100,82	0,00	0,02	0,00
05/09/16	0,39	3,12	3,96	8,52	85,08	0,00	0,00	0,00
06/09/16	0,17	2,47	1,48	4,63	80,53	0,00	0,00	0,00
07/09/16	0,10	3,57	6,08	11,48	67,94	0,00	0,00	0,00
08/09/16	0,09	2,87	2,30	6,07	79,79	0,00	0,00	0,00
09/09/16	0,07	2,58	0,72	3,81	91,35	0,00	0,00	0,00
10/09/16	0,11	2,79	2,42	6,29	85,74	0,00	0,00	0,00
11/09/16	0,08	2,81	1,79	5,51	79,54	0,00	0,00	0,00
12/09/16	0,14	5,50	10,41	18,50	68,66	0,00	0,00	0,00
13/09/16	0,18	3,86	10,55	15,83	55,91	0,00	0,00	0,00
<b>media</b>	<b>0,13</b>	<b>3,04</b>	<b>3,45</b>	<b>7,57</b>	<b>81,99</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

*Inquinanti gassosi: Concentrazioni medie giornaliere*

Di seguito si riporta in forma grafica l'andamento medio dei parametri monitorati nel periodo di osservazione, raffrontati con i valori registrati nelle campagne precedenti.



Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19



*Inquinanti gassosi: Confronto con le campagne precedenti*

Come mostrano le tabelle sopra riportate, gli inquinanti gassosi (CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, BTX) presentano, in ogni stazione monitorata, concentrazioni inferiori ai limiti normativi vigenti. Le concentrazioni rilevate nelle campagne eseguite nell'ultimo semestre di riferimento (mag - ott 2016), risultano in taluni casi inferiori alle campagne eseguite in assenza di lavorazioni (ante operam).

### 5.3. Solventi aromatici - Campionamento con radielli (Campionatori passivi)

Il metodo UNI EN 838:2010 corrisponde alla determinazione di un campionamento di tipo statico passivo. Questo avviene per utilizzo di campionario diffusivo a simmetria radiale per la determinazione della concentrazione di gas e vapori aerodispersi, permettendo di ottenere risultati accurati con esposizioni da poche ore o di alcune settimane. Tale strumento è costituito da una scatola chiusa, di solito cilindrica, nella quale una delle due facce piane è "trasparente" alle molecole gassose e quella opposta le adsorbe. La prima è chiamata superficie diffusiva, la seconda superficie adsorbente.

Sotto il gradiente di concentrazione, le molecole adsorbibili penetrano la superficie diffusiva rimanendo intrappolate da quella adsorbente; i composti inquinanti sono captati per adsorbimento, quindi recuperati con adeguata soluzione di assorbimento ed analizzati in base alle caratteristiche specifiche di prova.

Dal monitoraggio dei solventi aromatici con i radielli emerge quanto segue:

Stazioni	Data inizio	Data fine	Benzene	Toluene	Xilene
			µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
ATM_01	06/06/2016	13/06/2016	<0.5	1.0	1.0
	13/06/2016	20/06/2016	<0.5	0.5	0.5
ATM_04	23/05/2016	30/05/2016	0.5	1.0	1.0
	30/05/2016	06/06/2016	0.5	0.5	1.0
ATM_06	11/10/2016	18/10/2016	1.0	1.5	2.0
	18/10/2016	25/10/2016	0.5	1.5	1.5
ATM_10	01/08/2016	08/08/2016	0.5	0.5	1.0
	08/08/2016	15/08/2016	<0.5	<0.5	0.5
ATM_13	13/09/2016	20/09/2016	<0.5	1.0	1.0
	20/09/2016	27/09/2016	0.5	1.0	1.0
ATM_20	05/05/2016	12/05/2016	<0.5	1.0	0.5
	12/05/2016	19/05/2016	0.5	1.0	1.0
ATM_22	30/08/2016	05/09/2016	<0.5	0.5	0.5
	05/09/2016	12/09/2016	<0.5	1.0	0.5

#### *Sintesi delle concentrazioni medie dei BTX con campionatori passivi (RADIELLI)*

Per ciò che riguarda le concentrazioni dei BTX rilevati attraverso campionatori passivi (radielli), i valori misurati risultano inferiori ai limiti stabiliti dalla normativa vigente.

#### 5.4. Metalli pesanti

Il termine *metallo pesante* si riferisce a tutti gli elementi chimici metallici che hanno una densità relativamente alta e sono tossici in basse concentrazioni. Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi (con densità  $>5 \text{ g/cm}^3$ ), 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 gli obiettivi di miglioramento della qualità dell'aria per alcuni metalli: il Piombo (Pb), l'Arsenico (Ar), il Cadmio (Cd) e il Nichel (Ni).

Si riporta di seguito, in forma tabellare, le concentrazioni medie giornaliere dei metalli pesanti monitorati per ogni punto oggetto di monitoraggio.

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

ATM 01														
Data	06-giu	07-giu	08-giu	09-giu	10-giu	11-giu	12-giu	13-giu	14-giu	15-giu	16-giu	17-giu	18-giu	19-giu
Unità di misura	microg/m <sup>3</sup>													
Nichel	0,006	0,006	0,005	0,007	0,008	0,006	0,007	0,012	0,011	0,009	0,005	0,006	0,005	0,003
Manganese	0,052	0,035	0,041	0,044	0,055	0,017	0,028	0,039	0,063	0,076	0,047	0,089	0,047	0,013
Cromo	0,034	0,034	0,024	0,024	0,037	0,043	0,028	0,047	0,065	0,017	0,020	0,018	0,019	0,019
Arsenico	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	< 0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	< 0,001
Cadmio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Rame	0,014	0,014	0,023	0,017	0,015	0,009	0,009	0,008	0,013	0,016	0,009	0,009	0,009	0,004
Silicio	0,006	0,004	0,005	0,004	0,005	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,003
Titanio	0,020	0,010	0,018	0,018	0,022	0,006	0,008	0,015	0,028	0,031	0,022	0,016	0,016	0,004
Zinco	0,141	0,109	0,089	0,146	0,189	0,082	0,108	0,131	0,216	3,409	0,129	0,091	0,066	0,069
Piombo	0,003	0,002	0,003	0,004	0,005	0,003	0,004	0,003	0,004	0,010	0,003	0,003	0,003	0,001
Vanadio	0,004	0,002	0,004	0,007	0,009	0,005	0,005	0,002	0,005	0,006	0,004	0,005	0,003	< 0,001
Potassio	0,602	0,292	0,479	0,525	0,705	0,351	0,582	0,627	0,969	4,291	1,331	0,722	0,465	0,423
Alluminio	0,916	0,430	0,680	0,899	1,354	0,227	0,370	0,589	1,169	2,517	1,207	1,546	0,896	0,156
Ferro	1,934	1,013	1,229	1,649	2,706	0,590	0,751	1,084	2,010	2,620	1,651	3,048	1,515	0,238

ATM 04														
Data	23-mag	24-mag	25-mag	26-mag	27-mag	28-mag	29-mag	30-mag	31-mag	01-giu	02-giu	03-giu	04-giu	05-giu
Unità di misura	microg/m <sup>3</sup>													
Nichel	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006
Manganese	0,011	0,011	0,011	0,008	0,010	0,005	0,011	0,006	0,006	0,006	0,008	0,006	0,008	0,016
Cromo	0,005	0,003	0,002	0,002	0,004	0,001	0,007	0,006	0,006	0,007	0,006	0,006	0,008	0,008
Arsenico	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Rame	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,018	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	0,006
Silicio	0,092	0,112	0,120	0,067	0,087	0,054	0,111	0,076	0,173	0,118	0,104	0,084	0,070	0,075
Titanio	0,026	0,007	0,004	0,001	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,014	0,003	0,010	0,002	0,005
Zinco	0,021	0,034	0,026	0,024	0,029	0,023	0,022	0,013	0,034	0,024	0,023	0,017	0,020	0,031
Piombo	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	< 0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	< 0,001	0,002	0,002
Vanadio	0,001	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	0,002
Potassio	2,762	0,357	0,237	0,188	0,188	0,116	0,200	0,142	0,128	0,162	0,166	0,119	0,157	0,230
Alluminio	0,170	0,257	0,221	0,072	0,085	0,083	0,127	0,118	0,061	0,115	0,115	0,083	0,107	0,369
Ferro	0,266	0,294	0,272	0,096	0,151	0,061	0,172	0,089	0,073	0,113	0,197	0,117	0,145	0,472

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

ATM 06														
Data	11-ott	12-ott	13-ott	14-ott	15-ott	16-ott	17-ott	18-ott	19-ott	20-ott	21-ott	22-ott	23-ott	24-ott
Unità di misura	microg/m <sup>3</sup>													
Nichel	0,005	0,006	0,011	0,005	0,004	0,005	0,004	0,004	0,007	0,006	0,004	0,007	0,007	0,005
Manganese	0,028	0,026	0,029	0,023	0,017	0,022	0,020	0,018	0,022	0,025	0,018	0,019	0,021	0,024
Cromo	0,016	0,020	0,028	0,015	0,013	0,015	0,013	0,010	0,017	0,017	0,010	0,017	0,018	0,016
Arsenico	0,002	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Rame	0,041	0,053	0,125	0,034	0,029	0,035	0,033	0,017	0,200	0,044	0,017	0,019	0,067	0,037
Silicio	0,409	0,422	1,361	0,427	0,330	0,618	0,397	0,403	0,599	0,678	0,419	0,451	0,752	0,477
Titanio	0,011	0,014	0,030	0,011	0,007	0,012	0,008	0,009	0,126	0,012	0,008	0,009	0,017	0,010
Zinco	0,122	0,097	0,094	0,115	0,074	0,065	0,057	0,076	0,056	0,115	0,080	0,127	0,083	0,093
Piombo	0,030	0,037	0,010	0,015	0,017	0,011	0,009	0,014	0,009	0,031	0,015	0,028	0,014	0,021
Vanadio	0,002	0,002	< 0,001	0,002	< 0,001	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003	< 0,001	0,001	< 0,001	0,001
Potassio	0,429	0,453	0,460	0,419	0,275	0,462	0,377	0,330	0,471	0,499	0,328	0,374	0,366	0,415
Alluminio	0,439	0,505	0,698	0,392	0,266	0,467	0,321	0,373	0,633	0,489	0,358	0,318	0,437	0,411
Ferro	1,250	1,405	1,038	0,974	0,641	1,028	0,866	0,514	0,611	1,147	0,495	0,459	0,726	1,054
ATM 10														
Data	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago
Unità di misura	microg/m <sup>3</sup>													
Nichel	0,018	0,018	0,019	0,015	0,017	0,018	0,016	0,020	0,018	0,020	0,018	0,007	0,005	0,003
Manganese	0,057	0,039	0,034	0,043	0,046	0,024	0,038	0,035	0,051	0,046	0,034	0,017	0,016	0,018
Cromo	0,155	< 0,100	< 0,100	< 0,100	0,148	< 0,100	0,216	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Arsenico	0,002	0,001	< 0,001	0,001	0,002	< 0,001	0,001	< 0,001	0,002	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Rame	0,012	0,007	0,010	0,010	0,012	0,005	0,016	0,008	0,009	0,008	0,007	0,005	0,005	0,005
Silicio	0,457	0,679	0,209	0,700	0,600	0,408	0,667	0,702	0,665	0,754	0,721	0,410	0,313	0,376
Titanio	0,041	0,028	0,019	0,034	0,043	0,012	0,024	0,024	0,042	0,040	0,029	0,008	0,005	0,006
Zinco	0,075	0,048	0,042	0,064	0,082	0,037	0,043	0,055	0,066	0,096	0,052	0,031	0,048	0,039
Piombo	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,004	0,003	0,003	0,005	0,003	0,002	0,004	0,002
Vanadio	0,007	0,005	0,004	0,005	0,005	0,001	0,004	0,004	0,007	0,006	0,003	0,001	0,003	0,001
Potassio	0,935	0,704	0,634	0,780	0,722	0,388	0,642	0,716	0,999	1,215	0,578	0,403	0,492	0,407
Alluminio	2,261	1,563	1,049	1,759	1,677	0,512	1,513	1,391	2,451	2,129	1,057	0,340	0,197	0,225
Ferro	3,454	2,074	1,670	2,620	2,913	0,763	2,605	2,104	3,677	3,017	1,662	0,458	0,391	0,361

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

ATM 13														
Data	13-set	14-set	15-set	16-set	17-set	18-set	19-set	20-set	21-set	22-set	23-set	24-set	25-set	26-set
Unità di misura	microg/m <sup>3</sup>													
Nichel	0,009	0,008	0,008	0,011	0,020	0,006	0,003	0,018	0,006	0,020	0,006	0,007	0,004	0,012
Manganese	0,033	0,017	0,042	0,028	0,022	0,014	0,014	0,028	0,026	0,023	0,027	0,016	0,012	0,027
Cromo	0,000	0,228	0,015	0,020	0,035	0,156	0,012	0,068	0,011	0,047	0,025	0,183	0,057	0,035
Arsenico	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Rame	0,008	0,006	0,029	0,020	0,007	0,004	0,006	0,007	0,018	0,006	0,018	0,005	0,004	0,014
Silicio	0,508	0,334	0,557	0,710	0,589	0,458	0,463	0,715	0,431	0,547	0,704	0,546	0,424	0,666
Titanio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,007	0,002	-0,007	< 0,001	0,011	0,010	0,008	0,011	< 0,001	< 0,001	0,010
Zinco	0,051	0,016	0,065	1,348	1,191	0,019	0,031	0,254	1,116	0,129	1,367	0,021	0,139	0,830
Piombo	0,004	0,002	0,007	0,009	0,003	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,001	0,004
Vanadio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001	0,002	< 0,001	< 0,001	0,001
Potassio	0,417	0,179	0,407	1,128	1,320	0,144	0,199	0,599	0,931	0,430	1,147	0,175	0,233	0,705
Alluminio	0,393	0,082	0,642	0,947	1,148	0,073	0,130	0,873	0,735	0,700	0,901	0,089	0,151	0,571
Ferro	0,677	1,738	1,044	0,798	0,813	1,249	0,410	1,474	0,886	1,166	0,932	1,467	0,620	1,070

ATM 20														
Data	05-mag	06-mag	07-mag	08-mag	09-mag	10-mag	11-mag	12-mag	13-mag	14-mag	15-mag	16-mag	17-mag	18-mag
Unità di misura	microg/m <sup>3</sup>													
Nichel	0,005	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,002	0,004	0,002	0,005	0,003	0,001	0,002
Manganese	0,009	0,010	0,008	0,013	0,025	0,050	0,060	0,013	0,018	0,011	0,013	0,018	0,013	0,010
Cromo	0,021	0,006	0,006	0,008	0,008	0,008	0,008	0,006	0,008	0,005	0,005	0,008	0,005	0,004
Arsenico	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Rame	0,008	0,007	0,006	0,007	0,008	0,008	0,009	0,007	0,009	0,010	0,011	0,012	0,006	0,007
Silicio	0,123	0,130	0,135	0,133	0,144	0,135	0,132	0,088	0,117	0,076	0,084	0,112	0,090	0,135
Titanio	0,004	0,003	0,002	0,004	0,014	0,021	0,022	0,004	0,006	0,002	0,004	0,005	0,003	0,024
Zinco	0,028	0,020	0,018	0,036	0,030	0,022	0,023	0,018	0,020	0,022	0,033	0,024	0,015	0,042
Piombo	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	< 0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
Vanadio	0,001	0,002	< 0,001	0,001	0,003	0,006	0,007	< 0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	< 0,001	0,002
Potassio	2,444	0,375	0,275	0,334	0,467	0,678	0,919	0,250	0,317	0,242	0,262	0,321	0,192	0,288
Alluminio	0,116	0,078	0,080	0,155	0,540	1,527	2,269	0,159	0,206	0,072	0,161	0,160	0,096	0,181
Ferro	0,236	0,187	0,129	0,270	0,796	2,025	2,599	0,309	0,431	0,163	0,274	0,347	0,202	0,973

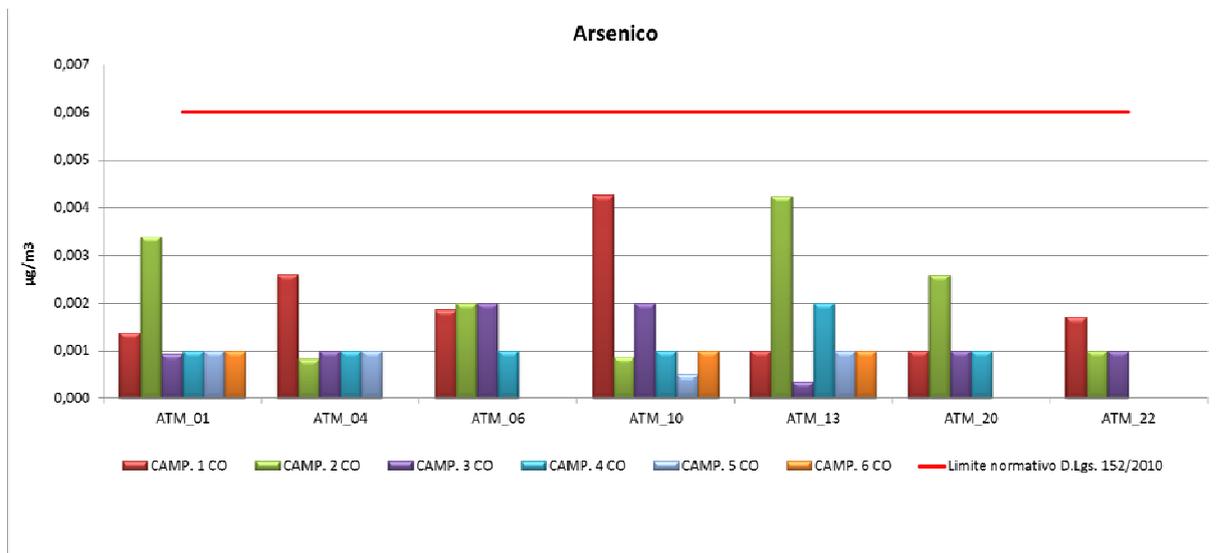
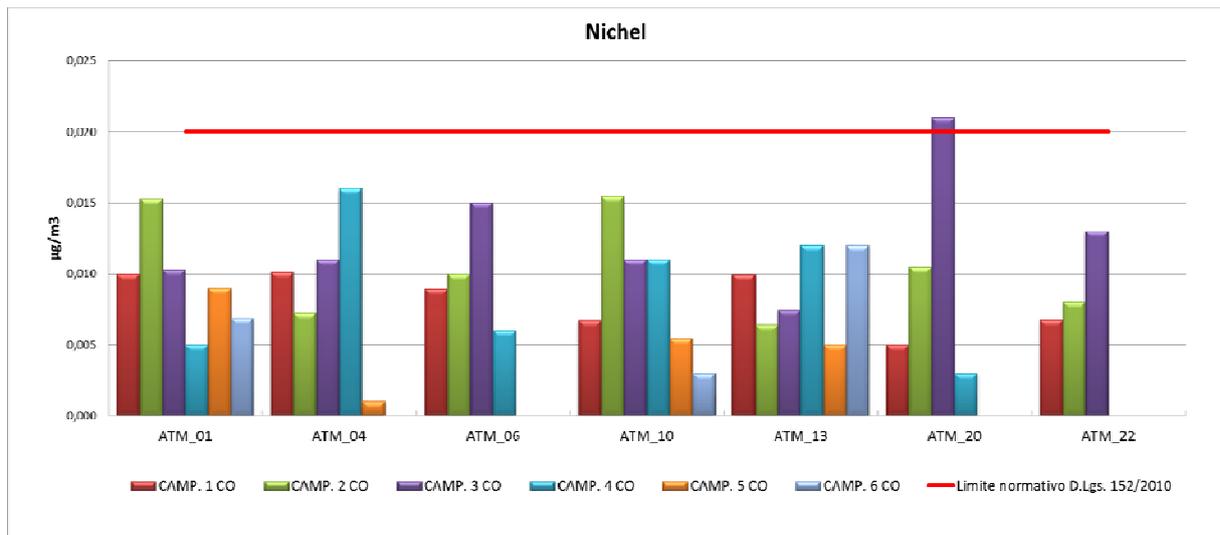
*Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19*

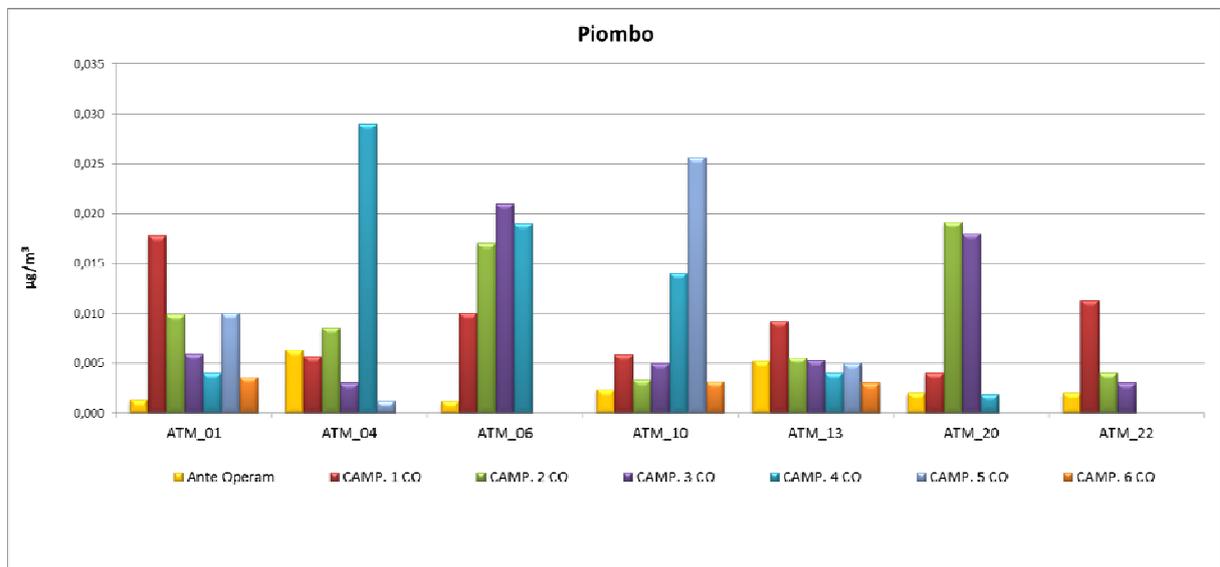
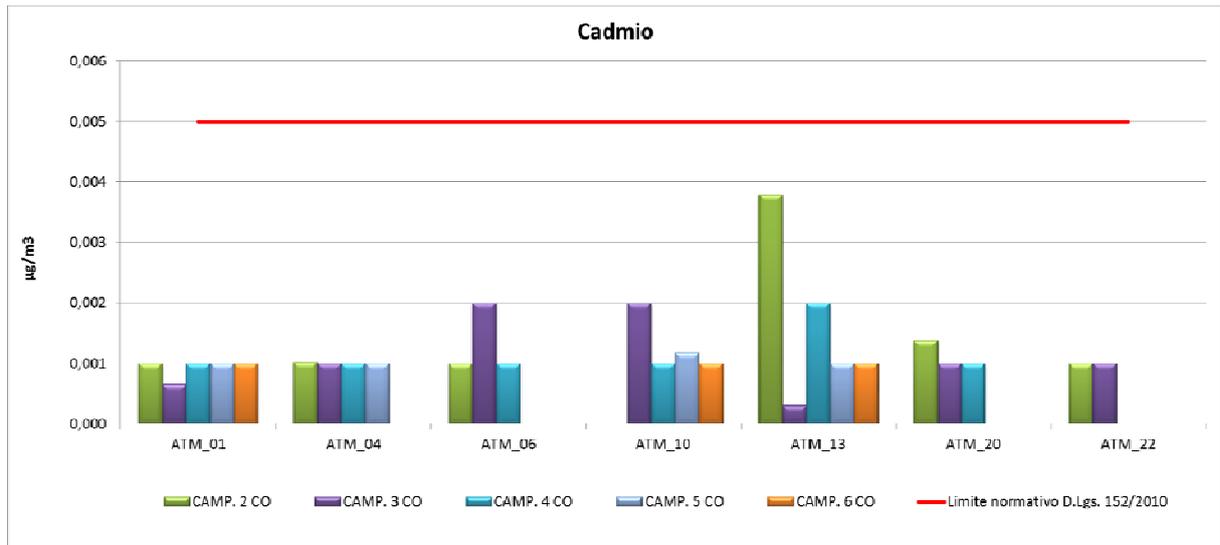
ATM 22														
Data	30-ago	31-ago	01-set	02-set	03-set	04-set	05-set	06-set	07-set	08-set	09-set	10-set	11-set	12-set
Unità di misura	microg/m <sup>3</sup>													
Nichel	0,020	0,016	0,017	0,015	0,011	0,014	0,011	0,020	0,021	0,017	0,014	0,019	0,019	0,013
Manganese	0,041	0,032	0,032	0,032	0,024	0,034	0,025	0,038	0,039	0,036	0,022	0,023	0,036	0,029
Cromo	0,125	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	0,207	0,104	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Arsenico	0,001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cadmio	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Rame	0,012	0,009	0,009	0,009	0,008	0,009	0,008	0,009	0,009	0,011	0,006	0,006	0,009	0,009
Silicio	0,580	0,489	0,345	0,393	0,310	0,660	0,297	0,597	0,530	0,307	0,439	0,346	0,524	0,373
Titanio	0,033	0,022	0,023	0,022	0,012	0,022	0,013	0,022	0,028	0,021	0,012	0,011	0,025	0,015
Zinco	0,072	0,052	0,047	0,052	0,042	0,049	0,040	0,046	0,055	0,047	0,028	0,028	0,052	0,048
Piombo	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004
Vanadio	0,005	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,003	0,002	0,005	0,004
Potassio	0,781	0,634	0,588	0,660	0,557	0,698	0,554	0,689	0,787	0,692	0,453	0,442	0,705	0,662
Alluminio	1,341	0,890	1,001	0,862	0,587	1,243	0,633	1,442	1,549	1,041	0,644	0,648	1,255	0,705
Ferro	2,296	1,487	1,673	1,446	1,001	1,890	1,057	2,479	2,389	1,725	1,053	1,141	1,935	1,203

*Metalli pesanti: Concentrazioni medie giornaliere*

Il D.Lgs 155/2010 stabilisce limiti di riferimento mediati su un periodo pari ad un anno, pertanto, i risultati delle misure eseguite, non possono essere confrontati con suddetti limiti normativi ma sono indicativi del periodo di monitoraggio. Nel semestre indagato, per ciascun metallo monitorato e in tutte le stazioni di indagine, il relativo limite tabellare, non viene comunque mai superato. Lo stato attuale evidenzia un quadro complessivo positivo.

Di seguito sono messi a confronto, in forma grafica, i valori riscontrati nelle campagne in corso d'opera e quelli in assenza di lavorazioni. Si riportano in maniera esemplificativa i soli metalli indicati nel D.Lgs 155/2010 come rappresentativi della qualità dell'aria (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel).





*Metalli pesanti: Concentrazioni medie del periodo di osservazione - confronto tra AO e CO*

Da un confronto con le precedenti campagne di misura e in particolare con la condizione indisturbata in assenza di lavorazioni, le concentrazioni registrate risultano confrontabili tra di loro, con variazioni tra una campagna e l'altra poco significative. In ogni caso i valori riscontrati rimangono inferiori ai limiti vigenti.

### 5.5. Idrocarburi policiclici aromatici

Anche per quanto concerne gli idrocarburi policiclici aromatici, le concentrazioni medie giornaliere sono risultate sempre inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale, dunque inferiori ai limiti normativi, come già verificato nelle precedenti campagne.

## 6. Conclusioni

Nel presente report sono stati illustrati i risultati inerenti le attività di monitoraggio ambientale relativi alla componente "Atmosfera" eseguite in Corso d'Opera relativamente al semestre maggio/ottobre 2016.

Sono stati monitorati gli inquinanti gassosi, gli IPA, gli inquinanti particolati (PTS e PM10) e i metalli pesanti aerodispersi in atmosfera, oltre ai parametri meteorologici.

Le concentrazioni di tutti gli inquinanti particolati e gassosi ricercati sono risultati sensibilmente inferiori ai limiti normativi di riferimento e confrontabili con i dati acquisiti nelle precedenti campagne e in particolare con la condizione di bianco registrata durante la fase ante operam.

Nello specifico, per quanto concerne le polveri totali sospese, il livello di attenzione, pur se costituisce un mero riferimento indicativo, è stato superato nel corso delle misurazioni solo sul ricettore ATM\_20, sul quale si è rilevato un superamento dei limiti ( $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) il giorno 17/05/2016. Tale circostanza rimane comunque un episodio isolato, in considerazione del fatto che il giorno successivo, il valore delle polveri riscontrato si è ridotto sensibilmente, ritornando a valori di molto inferiori al limite di riferimento.

Su tutte le stazioni indagate, le concentrazioni riscontrate per i metalli pesanti, in particolare per il piombo e l'arsenico, rimangono sensibilmente inferiori ai limiti vigenti.

Anche per gli idrocarburi policiclici aromatici le concentrazioni medie giornaliere sono risultate sempre inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale.

Non si segnalano pertanto situazioni di criticità legate alle attività di cantiere.