



Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

S.S.N. 318 DI VALFABBRICA

Tratto Valfabbrica-Schifanoia - Interventi di completamento dal Km 16+224 al Km 19+354
Lotto 5: 1 stralcio parte B: raddoppio galleria Picchiarella e viadotto Tre Vescovi
2 stralcio: raddoppio galleria Casacastalda e viadotto Calvario

MONITORAGGIO AMBIENTALE - FASE CORSO D'OPERA

cod. PG131-PG6

IMPRESA AFFIDATARIA

ATI: Donati S.p.A. - N.V. BESIX S.a.



IMPRESA ESECUTRICE DEI LAVORI

VALFABBRICA 2020 S.c.ar.l.

Via Aurelia antica 272
00165 Roma (RM)
C.F. e P.I. 15947971006

ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE



ARIEN CONSULTING s.r.l.

IL DIRETTORE OPERATIVO:

Dott. Geol. Matteo Rizzitelli

Il Direttore Tecnico

Dott. Ing. Domenico D'Alessandro

Il Direttore dei Lavori:

Dott. Ing. Marco De Paolis

visto il R.U.P.

Dott. Ing. Alessandro Micheli



IL RESPONSABILE AMBIENTALE:

Ing. Claudio Lamberti

IL DIRETTORE TECNICO IMPRESA AFFIDATARIA:

Ing. Santino di Cintio

IL GRUPPO DI LAVORO:

- Dott. Ing. Antonio Orlando (rumore)
Dott. Arch. Emiliano Capozza (atmosfera)
Dott. Geol. Francesco Morgante (suolo)
Dott. Agr. Matteo Vetro (vegetazione e fauna)
Dott. Geol. Francesco Vergara (acque superficiali e sotterranee)
Dott. Arch. Caterina Scamardella (paesaggio)

PROTOCOLLO

DATA

COMPONENTE ATMOSFERA
Report trimestrale

CODICE PROGETTO

NOME FILE

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N.PROG.

D P P G 0 8 E 1 7 0 1

CODICE FIAR

P 0 0 M O A M O 0 3 R E 9 7

A

Table with 6 columns: REV., DESCRIZIONE, DATA, REDATTO, VERIFICATO, APPROVATO. Row 1: A, Emissione, 31/03/2024, D. D'Alessandro.

**INDICE**

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO .....</b>	<b>3</b>
2.1.	Normativa comunitaria .....	3
2.2.	Normativa nazionale.....	4
2.3.	Normativa regionale .....	5
2.4.	Normativa Tecnica .....	5
2.5.	Documenti di riferimento .....	5
<b>3.</b>	<b>DEFINIZIONI E PARAMETRI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
3.1.	Monitoraggio degli inquinanti gassosi .....	6
3.2.	Monitoraggio degli inquinanti particellari.....	7
3.3.	Stazione meteorologica.....	9
<b>4.</b>	<b>IMPOSTAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE IN CORSO D'OPERA PER IL FATTORE ATMOSFERA (PMA/A/CO).....</b>	<b>10</b>
4.1.	Attività di monitoraggio ambientale di un'infrastruttura viaria .....	10
4.2.	Parametri di rilievo e modalità delle misure .....	11
<b>5.</b>	<b>MISURAZIONI ESEGUITE .....</b>	<b>14</b>
<b>6.</b>	<b>SCHEDE DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>15</b>
<b>7.</b>	<b>RISULTATI DELLE MISURAZIONI .....</b>	<b>16</b>
7.1.	Biossidi di zolfo – SO <sub>2</sub> .....	16
7.1.	Monossido di carbonio – CO .....	16
7.2.	Ossidi di azoto – (NO <sub>2</sub> , NO, NOx).....	17
7.3.	Ozono – O <sub>3</sub> .....	17
7.4.	BTX – (Benzene, Toluene, Xileni) .....	18
7.5.	Polveri .....	19
7.6.	Metalli.....	20
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>22</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione costituisce il documento di sintesi delle attività di monitoraggio ambientale in fase di Corso 'Opera nel periodo compreso tra i giorni 03 gennaio e 29 febbraio

2024, relativo alla componente "Atmosfera" (nel seguito PMA/A/CO), nell'ambito dei lavori di costruzione della S.S. 318 DI VALFABBRICA - Tratto Valfabbrica-Schifanoia - Interventi di completamento dal Km 16+224 al Km 19+354 - Lotto 5: 1° stralcio parte B: raddoppio galleria Picchiarella e viadotto Tre Vescovi - 2° stralcio: raddoppio galleria Casacastalda e viadotto Calvario.

Le attività di monitoraggio svolte hanno avuto la finalità, di documentare l'evolversi degli indicatori di qualità dell'aria influenzati dalle seguenti attività:

- allestimento dei cantieri fissi (campi base, aree di prelievo/deposito/stoccaggio di materiali lapidei e terrosi) al servizio dell'opera, attività antropiche e lavorazioni centralizzate all'interno dei siti puntuali, loro ripiegamento al termine delle operazioni costruttive;
- impianto e gestione dei cantieri temporanei per l'esecuzione delle principali opere d'arte;
- lavorazioni diffuse nei cantieri mobili per la realizzazione dei diversi corpi viari distribuiti lungo il tracciato e delle opere d'arte minori (attraversamenti stradali ed idraulici, strutture di contenimento ed opere di protezione spondale);
- transito di mezzi pesanti e/o operativi di cantiere su tratti stradali della rete esistente e su piste provvisorie.

## 2. QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

Si richiama nel seguito la legislazione e la normativa tecnica applicabile all'inquinamento atmosferico, avvertendo tuttavia che la continua evoluzione di cui essa è oggetto, sia a livello internazionale e nazionale che su base regionale, potrebbe indurre qualche variazione nel periodo applicativo, di cui si terrà opportunamente conto *in itinere*.

### 2.1. Normativa comunitaria

- DIRETTIVA UE 2015/1480 del 28.08.2015: Direttiva che modifica vari allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio recanti le disposizioni relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente. (G.U. dell'Unione europea 29.8.2015 pag. L 226/4 - L 226/11)
- DIRETTIVA 2008/50/CE del 21.05.2008: La direttiva stabilisce obiettivi di qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso. Questa stabilisce alcune linee guida per uniformare le determinazioni ambientali comunitarie e gli obiettivi di mantenimento e miglioramento della qualità dell'aria.
- DIRETTIVA 2004/107/CE del 15.12.2004: Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente. Obiettivi della presente direttiva sono:
  - fissare un valore obiettivo per la concentrazione di arsenico, cadmio, nickel e benzo(a)pirene nell'aria ambiente per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi di arsenico, cadmio, nickel e degli idrocarburi policiclici aromatici sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso;
  - garantire il mantenimento della buona qualità dell'aria ambiente e il suo miglioramento, negli altri casi, con riferimento all'arsenico, al cadmio, al nickel e agli idrocarburi policiclici aromatici
  - definire metodi e criteri comuni per la valutazione delle concentrazioni di arsenico, cadmio, mercurio, nickel e idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente, nonché della deposizione di arsenico, cadmio, mercurio, nickel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue 2001/81/Ce: Limiti nazionali di emissione in atmosfera di biossido di zolfo, ossidi di azoto, componenti organici volatili, ammoniaca - Testo consolidato. La direttiva vuole limitare l'emissione di sostanze acidificanti ed eutrofizzanti e precursori dell'ozono onde tutelare la salute umana ed ambientale dai rischi derivanti dall'acidificazione eutrofizzazione e concentrazione di ozono al suolo. Questa stabilisce dei valori critici, e definisce dei limiti di riferimento per il 2010 ed il 2020.

## 2.2. Normativa nazionale

- DM Ambiente del 26.01.2017 (GU Serie Generale n.33 del 09-02-2017): Attuazione della direttiva (UE) 2015/1480 del 28 agosto 2015, che modifica taluni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.
- D.LGS. 24.12.2012 n. 250: Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- DM AMBIENTE 29 NOVEMBRE 2012. Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria – di attuazione del Dlgs 13 agosto 2010, n. 155
- DECRETO LEGISLATIVO 13/08/2010 n. 155: Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (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, Mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni, sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente.
- DECRETO LEGISLATIVO 26.06.. 2008, n.120 Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152, di attuazione della direttiva 2004/107/CE relativa all'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.
- DECRETO LEGISLATIVO 3.08.2007, n. 152 : Attuazione della direttiva 2004/107/Ce concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.
- DECRETO LEGISLATIVO 3.04.2006, n. 152 : Testo unico ambientale: Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera. La legge nella sua parte quinta e suoi relativi allegati definisce prescrizioni e limiti delle emissioni, in relazione ad inquinanti specifici ed effluenti di alcune tipologie di impianto. Negli allegati vengono definiti i limiti per le classi di sostanze inquinanti in relazione al rischio mutageno cancerogeno e tossico di sostanze organiche inorganiche polveri gas e liquidi.
- Decreto direttoriale MinAmbiente 1° luglio 2005, n. 854 : Linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra - Attuazione decisione 2004/156/Ce
- DECRETO LEGISLATIVO 21.05. 2004, n. 171 : Attuazione della direttiva 2001/81/Ce relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici (biossido di zolfo, ossidi di azoto, componenti organici volatili, ammoniaca).
- La legge individua i limiti nazionali di emissione delle sopra menzionate specie inquinanti, e rappresenta il quadro di riferimento nazionale degli obiettivi da conseguire entro il 2010. in essa frattanto non sono indicati i limiti delle singole emissioni, ma gli indirizzi per il perseguimento di politiche ambientali sulla qualità dell'aria ambiente a grande scala.

### **2.3. Normativa regionale**

- Piano Regionale della Qualità dell'aria

### **2.4. Normativa Tecnica**

- Commissione Speciale per la Valutazione di impatto ambientale, "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA)".

### **2.5. Documenti di riferimento**

- Piano di Monitoraggio Ambientale;
- Progetto definitivo;
- Progetto esecutivo;
- Studi di settore;
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.) - Rev.1 del 16/06/2014;

### 3. DEFINIZIONI E PARAMETRI DI RIFERIMENTO

#### 3.1. Monitoraggio degli inquinanti gassosi

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

Il principio di funzionamento dello strumento di misura è la fluorescenza UV, basato sul principio che, quando le molecole di SO<sub>2</sub> contenute nel campione vengono eccitate da radiazioni ultraviolette, emettono una caratteristica radiazione di fluorescenza. La misurazione dell'intensità di tale fluorescenza è direttamente proporzionale alla concentrazione di SO<sub>2</sub> presente nel campione.

##### Monossido di carbonio CO

Il riferimento normativo per il campionamento dell'ozono è costituito dalla UNI EN 14626:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".

Tale metodo di misura, che prevede l'impiego dello spettrofotometro IR non dispersivo, si basa sull'assorbimento da parte del monossido di carbonio di radiazioni IR intorno a 4.600 nm.

Lo strumento è costituito dalle seguenti componenti:

- una cella di misura;
- una cella di riferimento;
- un rilevatore specifico per le radiazioni assorbite dal monossido di carbonio;
- un amplificatore di segnale;
- un sistema pneumatico comprendente una pompa;
- un misuratore e regolatore di portata;
- i dispositivi per la eliminazione delle interferenze e da un sistema di registrazione.

Il rilevatore misura la differenza qualitativa tra la radiazione che emerge dalla cella di misura e quella della cella di riferimento che non assorbe radiazioni IR. La variazione di intensità della radiazione è proporzionale alla concentrazione del monossido di carbonio.

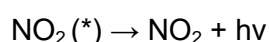
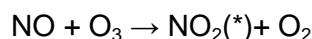
##### Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>)

La misurazione degli ossidi di Azoto si basa sul principio della chemiluminescenza.

In sostanza l'ozono proveniente da un generatore integrato attraversa la camera di reazione dove è presente il campione da misurare. Le molecole di NO, assieme a quelle di O<sub>3</sub>,

danno luogo alla formazione di una molecola di biossido di azoto allo stato eccitato che, riportandosi allo stato fondamentale, emette una radiazione luminosa caratteristica, la cui intensità, proporzionale alla concentrazione di NO nel campione, viene filtrata e successivamente convertita in segnale elettrico da un tubo fotomoltiplicatore.

La reazione chimica di base è del tipo:



La misura di NO<sub>x</sub> (NO + NO<sub>2</sub>) viene effettuata facendo passare ciclicamente il campione in un convertitore catalitico che riduce tutto l'NO<sub>2</sub> in NO. Il contenuto di biossido di azoto viene ottenuto per differenza tra la misura degli ossidi di azoto totali (NO<sub>x</sub>), somma del contenuto nel campione di aria e di quello proveniente dalla riduzione del biossido di azoto, e quella del solo ossido di azoto.

#### Ozono O<sub>3</sub>

Il riferimento normativo per il campionamento dell'ozono è costituito dalla UNI EN 14625:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta".

Il principio di funzionamento su cui si basa la misura è l'assorbimento UV non dispersivo a flusso modulato incrociato; il metodo sfrutta la proprietà dell'ozono di assorbire radiazioni nel campo dell'ultravioletto: pertanto l'intensità della radiazione non assorbita è proporzionale alla concentrazione dell'ozono nel campione.

#### Benzene/Toluene/Xilene – BTX

Il riferimento normativo per il campionamento è costituito dalla UNI EN 14662:2005, parti 1, 2, 3, "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione del benzene".

Il metodo si basa sul principio di misura della gascromatografia.

Il monitoraggio avviene mediante strumentazione automatica (analizzatore BTEX) che effettua il campionamento dell'aria ambiente con frequenza oraria e successiva analisi gascromatografica o mediante campionamento dell'aria su fiale di carbone per un periodo di 24 h, successivo desorbimento chimico o termico del campione raccolto e infine analisi gascromatografica da realizzarsi in laboratorio.

### **3.2. Monitoraggio degli inquinanti particellari**



#### Polveri PM10

Il campionamento si svolgerà secondo le specifiche della EN12341 "Air quality – Determination of the PM10 fraction of suspended particulate matter. Referenced method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods".

La misura della componente PM<sub>10</sub>, si ottiene da strumenti dotati di una pompa applicata ad una testa di prelievo, di geometria normata a livello internazionale, ed in grado di selezionare polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm con una efficienza del 50%.

La componente del particolato selezionata dalla testa passa quindi attraverso una membrana filtrante con particolari caratteristiche, che viene poi pesata in laboratorio: per differenza con la tara (filtro bianco) si deduce la massa del particolato.

Il campionatore contiene anche un contatore volumetrico in grado di registrare il volume di aria aspirata, corretto in modo continuo mediante vari sensori di temperatura e pressione interni ed esterni, per ricondurlo alle condizioni ambientali. Dalla conoscenza quindi del volume di aria campionata e della massa del particolato si calcola la concentrazione di PM10 in µg/m<sup>3</sup>.

#### Polveri PM2,5

Il rilevamento del PM<sub>2,5</sub>, si basa sul principio di attenuazione ai raggi beta.

Le polveri, aspirate da una pompa ad alto volume, si deposita su di un nastro di carta.

Si eseguono dunque due misurazioni della radiazione β, una prima ed una dopo l'aspirazione, attraverso uno strumento costituito da una sorgente e da un ricevitore di radiazioni radioattive posto ad un determinata distanza.

La polvere depositata sul nastro determinerà un'attenuazione della quantità di radiazione che riesce ad attraversare il nastro.

La variazione tra l'assorbimento del filtro intatto e quello del filtro con deposito di particolato, determinerà la quantità di PM<sub>2,5</sub> presente.

#### Metalli nel corpo del particolato

L'analisi sarà condotta secondo quanto previsto dal DLG n.155 del 13.08.10 in cui si stabilisce che:

- per il piombo - Allegato VI paragrafo A.3 –,il campionamento si effettua con le stesse specifiche del PM10 (UNI EN 12341:1999), mentre la misurazione si esegue nel rispetto della UNI EN 14902:2005.
- per Cadmio, Arsenico e Nichel - Allegato VI paragrafo A.9 – per campionamento e misurazione si prescrive l'applicazione della UNI EN 14902:2005 "Qualità dell'aria

ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione  $PM_{10}$  del particolato in sospensione”.

- per il mercurio - Appendice X - il campionamento e la misura si effettuano, mediante rimozione con processo di amalgamazione con l'oro.

#### IPA nel corpo del particolato

Per la misurazione del Benzo(a)pirene si applica il metodo previsto dall'allegato VII del decreto del Ministro dell'ambiente 25.11.94 o il metodo previsto dalla norma ISO 12884:2000.a

Si opera sul campione di  $PM_{10}$ , estratto per la sua determinazione, per trattamento chimico (cromatografia HPLC per il B(a)P) e spettrometria di assorbimento atomico.

### **3.3. Stazione meteorologica**

La stazione meteorologica è costituita da un insieme di sensori per il rilievo continuo dei seguenti parametri:

- Temperatura (TA)
  - sensore schermato e ventilato
  - campo di misura: -50/+70 °C
  - accuratezza: 0,2 °C
- Umidità Relativa (UR)
  - sensore schermato e ventilato
  - campo di misura: 10/95 %
  - accuratezza: ± 3 %
- Pioggia Caduta (PC)
  - sensore riscaldato
  - risoluzione: 0,2 mm/impulso
- Direzione del Vento (DV)
  - sensore riscaldato
  - campo di misura: 0/358 gradi
- Velocità del Vento (VV)
  - sensore riscaldato
  - campo di misura: 0/50 m/s
  - accuratezza: 0,25 m/s.
- Pressione (P)
  - campo di misura: 880/1080 hPa
  - risoluzione: 0,1 hPa.

#### 4. IMPOSTAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE IN CORSO D'OPERA PER IL FATTORE ATMOSFERA (PMA/A/CO)

##### 4.1. Attività di monitoraggio ambientale di un'infrastruttura viaria

In riferimento alla realizzazione di un'infrastruttura viaria, il Piano di Monitoraggio Ambientale per la Componente "Atmosfera" (PMA/A), come quello delle altre componenti, si articola temporalmente in 3 fasi:

- **Ante Operam** (AO), indispensabile per definire la qualità dell'aria nel territorio prima dell'inizio dell'attività di costruzione e dell'apertura dei cantieri;
- **Corso d'Opera** (CO), finalizzato a caratterizzare e controllare la diffusione in atmosfera di inquinanti gassosi e pulverulenti indotta nell'ambiente da installazione, esercizio e successivo ripiegamento dei cantieri fissi, nonché dalle attività costruttive lungo il tracciato (cantieri mobili) e dal traffico generato dalle operazioni per la realizzazione dell'opera;
- **Post Operam** (PO), che ha lo scopo di qualificare l'ambiente atmosferico commutato dalla nuova infrastruttura, nonché di verificare l'efficacia delle eventuali opere di mitigazione adottate.
- Monitoraggio ante operam (MAO), che si conclude prima dell'inizio delle attività interferenti con la componente Atmosfera. Tale attività ha lo scopo definire gli indicatori atmosferici rappresentativi dello "stato di bianco" e quindi sono anche la base per il successivo confronto con i risultati raccolti nella fase CO e PO;
- Monitoraggio in corso d'opera (MCO), che comprende tutto il periodo di realizzazione, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. In tale fase viene eseguito:
  - il controllo dell'evolversi della situazione ambientale, al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni atmosferici sia coerente alle previsioni ed alle eventuali prescrizioni;
  - il controllo sull'eventuale manifestarsi di emergenze specifiche e la conseguente adozione di misure di mitigazione degli impatti.

Il monitoraggio di questa fase è strettamente connesso al cronoprogramma dei lavori ed il momento più idoneo per l'esecuzione delle misure coincide con le lavorazioni più critiche per il ricettore preso in considerazione. Si dovrà avere cura di organizzare i rilievi in corrispondenza delle lavorazioni impattanti, ma anche di annullarli se previsti in punti non sottoposti a lavorazioni critiche, e/o di richiedere lo spostamento della postazione, intensificando il monitoraggio di determinate zone particolarmente esposte al fenomeno. Si osserva che la fase di MCO segue l'avanzamento dei lavori e quindi le modifiche al cronoprogramma lavori comporterà una redistribuzione delle attività e una conseguente modifica del numero di rilievi.

- Monitoraggio post-operam (MPO), comprendente le fasi di pre-esercizio ed esercizio, la cui durata dipende dal ricettore indagato e dalla tipologia di Opera. Il monitoraggio in questa fase ha lo scopo di:
  - verificare gli impatti atmosferici che si manifestano nella fase di esercizio dell'opera;
  - verificare la reale efficacia degli eventuali provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione dell'impatto sia sull'ambiente antropico circostante, sia sull'ambiente naturale;

Il riferimento dei parametri statistici del disturbo rilevato sono i limiti della normativa vigente e, pertanto, l'articolazione temporale dei monitoraggi deve essere orientata a fornire dati rappresentativi dell'intera realtà territoriale e confrontabili con i limiti della normativa.

Le tipologie di rilievo e campionamento e la durata della campagna sperimentale in ciascuna fase del monitoraggio debbono essere adeguate al grado di complessità dell'area, nonché all'ubicazione ed alla sensibilità dei ricettori presenti o programmaticamente previsti nell'area d'influenza dell'arteria di progetto.

#### 4.2. Parametri di rilievo e modalità delle misure

I valori limite ed i metodi di misura dei parametri scelti per il monitoraggio, mutuati dalle indicazioni delle Linee Guida ministeriali per il monitoraggio ambientale e dal D.Lgs 155/2010, sono riportati nella seguente tabella.:

PARAMETRO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	LIMITI DI LEGGE
CO	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	valore limite sulle 8 ore: 10 mg/m <sup>3</sup> come massimo giornaliero della media mobile 8 ore
PM10 e PM2,5	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Il valore limite come concentrazione media giornaliera è pari a 50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte l'anno;
		il valore limite come valore di concentrazione media annua è pari a 40 µg/m <sup>3</sup> ;
		valore limite di PM 2,5 come concentrazione media annua pari a 25 µg/m <sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
Polveri totali sospese	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Tale inquinante non presenta più alcun valore limite di riferimento orario né giornaliero. Per una prima valutazione di può assumere come livello di attenzione: 150 µg/m <sup>3</sup> come media giornaliera (rif. DM 25-11-1994, anche se limite abrogato)
SO <sub>2</sub>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite orario 350 µg/m <sup>3</sup> (media oraria da non superare più di 24 volte per anno) per un periodo di mediazione orario

		Valore limite giornaliero: 125 µg/m <sup>3</sup> (Da non superare più di 3 volte per anno) per un periodo di mediazione giornaliero
<b>NO<sub>x</sub></b>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite per la protezione della vegetazione: 30 µg/m <sup>3</sup> media annua
<b>NO<sub>2</sub></b>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite orario: 200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub> da non superare più di 18 volte per anno civile (media oraria)
		Valore limite annuale: 40 µg/m <sup>3</sup> (media annua)
<b>Benzene (C6H6)</b>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite annuale per la protezione della salute umana: media annua pari a 5 µg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Benzo(a)pirene come marker per il rischio sanitario degli IPA. Valore limite 1,0 ng/m <sup>3</sup> su un periodo di mediazione pari all'anno civile.
<b>Pb</b>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite annuale 0.5 µg/m <sup>3</sup>
<b>Arsenico</b>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore obiettivo riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile. 6 ng/m <sup>3</sup>
<b>Nichel</b>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	20 ng/m <sup>3</sup>
<b>Cadmio</b>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	5 ng/m <sup>3</sup>
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Soglia di informazione 180 µg/m <sup>3</sup>
		Soglia di allarme 240 µg/m <sup>3</sup>
		Obiettivo a lungo termine 120 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 1. Parametri da monitorare e rispettivi limiti di legge

Parametri da valutare	Norma tecnica di riferimento	Metodo di Riferimento	Principio del Metodo
<b>CO</b>	UNI EN 14626:2012	spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva	assorbimento IR in accordo alla legge di Lambert-Beer
<b>PM10 e PM 2,5</b>	UNI EN 12341:2014 EN 16450:2017	gravimetria, assorbimento radiazione β	Pesa di membrane filtranti, attenuazione di raggi β emessi da sorgente radioattiva

<b>Polveri totali sospese</b>	UNI EN 12341:2014	gravimetria, assorbimento radiazione $\beta$	Pesa di membrane filtranti, attenuazione di raggi $\beta$ emessi da sorgente radioattiva
<b>SO<sub>2</sub></b>	UNI EN 14212:2012	misurazione mediante fluorescenza ultravioletta	Misurazione della fluorescenza emessa dall' SO <sub>2</sub> in presenza di radiazione eccitante
<b>NO<sub>x</sub>NO<sub>2</sub></b>	UNI EN 14211:2012	chemiluminescenza	Registrazione della radiazione emessa da NO <sub>2</sub> eccitato prodotto dalla reazione di NO con flusso di ozono di analisi
<b>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	UNI EN 14662:2015 parti 1,2 3	gascromatografia	Campionamento per pompaggio seguito da desorbimento termico o con solvente e gascromatografia (parti 1,2 della UNI); Campionamento per pompaggio automatizzato con gascromatografia in situ (parte 3 della UNI).
<b>IPA</b>	UNI EN 12341:2014 (per il campionamento) UNI EN 15549:2008 (per l'analisi)	cromatografia HPLC	il Benzo(a)pirene è determinato sul campione di PM <sub>10</sub> , dopo l'avvenuta pesata del particolato, per trattamento chimico e determinazione analitica (cromatografia HPLC per il B(a)P).
<b>Pb- Arsenico- Nichel-Cadmio-</b>	UNI EN 12341:2014 (per il campionamento) UNI EN 14902:2005 (per l'analisi)	spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo	i metalli sono determinati sul campione di PM <sub>10</sub> , dopo l'avvenuta pesata del particolato, per trattamento chimico e determinazione analitica (spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo, ICP-MS).
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	UNI EN 14625:2012.	misurazione mediante fotometria ultravioletta	assorbimento UV in accordo alla legge di Lambert-Beer

Tabella 2. Metodi di analisi monitoraggio atmosfera

Ad integrazione delle determinazioni sopra riportate si dovranno registrare anche **dati meteorologici** relativi a temperatura, umidità relativa, regime anemometrico, pressione atmosferica, radiazione solare e precipitazioni, dati la cui determinazione è invalsa negli apparati di acquisizione delle più diffuse centraline meteorologiche. La determinazione di questi ultimi, ha la funzione di definire le condizioni meteo diffuse che condizionano la diffusione e il trasporto dei contaminanti.

## 5. MISURAZIONI ESEGUITE

Nella seguente tabella sono elencati ed opportunamente georeferenziati i punti relativi al monitoraggio della componente "Atmosfera" in fase Corso d'Opera (PME/A/CO), nell'ambito relativo del periodo di riferimento,

In particolare, per ciascun punto, è stata eseguita una campagna con mezzo mobile e campionatore sequenziale della durata di 14 giorni, come di seguito dettagliate:

- Punto ATM(1): campagna dal 03.01.2024 al 17.01.2024;
- Punto ATM(2): campagna dal 17.01.2024 al 31.01.2024;
- Punto ATM(3): campagna dal 31.01.2024 al 14.02.2024;
- Punto ATM(4): campagna dal 14.02.2024 al 28.02.2024;

Non è superfluo ribadire che il numero di punti di monitoraggio e la relativa localizzazione sono stati fissati e giustificati nel Piano di Monitoraggio Ambientale per il fattore "Atmosfera" (PMA/A), anche in funzione della futura ubicazione delle aree di cantiere e della rete di viabilità a servizio dei mezzi operativi e di trasporto.

Le attività di misura in Corso d'Opera in argomento sono state eseguite rilevando - in ogni punto di monitoraggio - parametri di qualità dell'aria, meteorologici e d'inquadramento territoriale, poi raccolti in documenti denominati "schede di monitoraggio" di cui si dirà nel paragrafo successivo.

Durante le attività di misura sono stati rilevati i principali descrittori della qualità dell'aria, cioè la presenza e la consistenza degli inquinanti presenti illustrati nel precedente capitolo 3.

## 6. SCHEDE DI MONITORAGGIO

Per ogni punto monitorato durante le fasi di rilevamento sono state compilate schede che raccolgono informazioni utili alla identificazione e descrizione del punto stesso, allo scopo di avere un valido strumento per eseguire idonee considerazioni sui risultati delle attività di monitoraggio.

Dette schede riportano notizie relative a:

- dati identificativi (codice, coordinate, tipologia di misura ecc);
- stralcio cartografico per identificare l'ubicazione del recettore;
- dati di localizzazione geografica;
- caratteristiche del recettore;
- principali sorgenti di fattori inquinanti dell'aria che interessano il recettore;
- tipologia area tra recettore e sorgente esaminata;
- descrizione area tra recettore e sorgente esaminata;
- descrizione rilievo eseguito (data, ora, condizioni meteo, strumentazione ecc.);
- personale impiegato;
- documentazione fotografica per testimoniare l'ubicazione della strumentazione in fase di registrazione del segnale;
- eventuali note alle misure.

Nella presente relazione sono riportati i dati inseriti nelle schede di monitoraggio relative ad ogni recettore monitorato nel corso della PMA/A/CO in argomento.



## 7. RISULTATI DELLE MISURAZIONI

Nel corso della campagna PMA/A/CO, eseguita nel periodo di riferimento, sono state eseguite, in corrispondenza dei punti AT(1), AT(2), AT(3) ed AT(4):

- analisi con mezzo mobile degli specifici parametri relativi agli inquinanti gassosi e particolati, ai metalli ed agli IPA indicati da PMA;
- rilievo dei parametri meteorologici.

Nelle pagine che seguono si riporta la sintesi dei risultati delle misure effettuate durante le due campagne sui ricettori oggetto di indagine.

Ulteriori dettagli sulle misure eseguite sono riportati nelle schede di monitoraggio che contengono tutti i risultati delle misure eseguite e le relative elaborazioni grafiche.

### 7.1. Biossidi di zolfo – SO<sub>2</sub>

I valori massimi delle concentrazioni medie orarie per ciascun punto di campionamento sono i seguenti.

SO <sub>2</sub>				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	14,73	µg/m <sup>3</sup>	13/01/2024	
AT(2)	20,40	µg/m <sup>3</sup>	17/01/2024	
AT(3)	9,70	µg/m <sup>3</sup>	12/02/2024	
AT(4)	10,85	µg/m <sup>3</sup>	19/02/2024	

Tutti i valori registrati risultano inferiori al valore limite fissato dal D.Lgs.155/10 pari a 350 µg/m<sup>3</sup>

### 7.1. Monossido di carbonio – CO

I valori massimi delle concentrazioni medie orarie per ciascun punto di campionamento sono i seguenti.

CO				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	0,72	µg/m <sup>3</sup>	09/01/2024	
AT(2)	1,46	µg/m <sup>3</sup>	22/01/2024	
AT(3)	0,55	µg/m <sup>3</sup>	14/02/2024	
AT(4)	0,55	µg/m <sup>3</sup>	28/02/2024	

I livelli di concentrazione del CO e pertanto del CO<sub>mob</sub>, ovvero la media mobile sulle 8 ore dell'inquinante CO, così come richiesta dalla legge, risultano sempre inferiori al limite massimo di attenzione previsto del D.Lgs.155/10 (10 mg/m<sup>3</sup>).

## 7.2. Ossidi di azoto – (NO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>x</sub>)

NO <sub>2</sub>				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	24,28	µg/m <sup>3</sup>	16/01/2024	
AT(2)	24,15	µg/m <sup>3</sup>	31/01/2024	
AT(3)	29,58	µg/m <sup>3</sup>	01/02/2024	
AT(4)	32,60	µg/m <sup>3</sup>	15/02/2024	

Il valore massimo delle concentrazioni medie orarie registrato è inferiore al valore limite fissato dal D.Lgs.155/10 (200 µg/m<sup>3</sup>).

Si riportano inoltre i valori medi orari massimi relativi al NO ed NO<sub>x</sub>

NO				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	15,94	µg/m <sup>3</sup>	16/01/2024	
AT(2)	18,35	µg/m <sup>3</sup>	24/01/2024	
AT(3)	16,75	µg/m <sup>3</sup>	05/02/2024	
AT(4)	23,21	µg/m <sup>3</sup>	16/02/2024	

NO <sub>x</sub>				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	46,10	µg/m <sup>3</sup>	16/01/2024	
AT(2)	48,66	µg/m <sup>3</sup>	24/01/2024	
AT(3)	54,11	µg/m <sup>3</sup>	01/02/2024	
AT(4)	72,66	µg/m <sup>3</sup>	15/02/2024	

## 7.3. Ozono – O<sub>3</sub>

Il valore massimo delle concentrazioni medie orarie per ogni punto di campionamento sono riportati nella seguente tabella

O <sub>3</sub>				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	46,55	µg/m <sup>3</sup>	16/01/2024	
AT(2)	51,36	µg/m <sup>3</sup>	22/01/2024	
AT(3)	61,90	µg/m <sup>3</sup>	03/02/2024	
AT(4)	51,75	µg/m <sup>3</sup>	27/02/2024	

I dati rilevati nel corso delle attività di monitoraggio evidenziano che i livelli di ozono non fanno rilevare superamenti né della soglia d'informazione (180 µg/m<sup>3</sup> D.Lgs.155/10), che di quella di allarme (240 µg/m<sup>3</sup> D.Lgs.155/10).

#### 7.4. BTX – (Benzene, Toluene, Xileni)

Benzene				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	4,83	µg/m <sup>3</sup>	13/01/2024	
AT(2)	4,57	µg/m <sup>3</sup>	24/01/2024	
AT(3)	3,19	µg/m <sup>3</sup>	31/01/2024	
AT(4)	2,90	µg/m <sup>3</sup>	18/02/2024	

L'andamento generale dell'inquinante benzene si mantiene sempre all'interno dei limiti di legge previsti dal D.Lgs.155/10, che, per prevenire effetti nocivi sulla salute, prescrive che il limite della media annuale non superi il limite dei 5,0 µg/m<sup>3</sup>.

Infatti, il valore medio relativo all'intero periodo di misura si assesta a 1,59 µg/m<sup>3</sup> per il punto AT(1), 1,14 µg/m<sup>3</sup> per il punto AT(2), 1,10 µg/m<sup>3</sup> per il punto AT(3) e 1,17 µg/m<sup>3</sup> per il punto AT(4).

Toluene				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	3,36	µg/m <sup>3</sup>	05/01/2024	
AT(2)	3,90	µg/m <sup>3</sup>	26/01/2024	
AT(3)	2,96	µg/m <sup>3</sup>	31/01/2024	

AT(4)	3,26	µg/m <sup>3</sup>	19/02/2024	
-------	------	-------------------	------------	--

Xileni				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	3,08	µg/m <sup>3</sup>	05/01/2024	
AT(2)	3,58	µg/m <sup>3</sup>	24/01/2024	
AT(3)	2,02	µg/m <sup>3</sup>	03/02/2024	
AT(4)	1,94	µg/m <sup>3</sup>	16/02/2024	

### 7.5. Polveri

Di seguito si riportano i valori massimi delle concentrazioni medie giornaliere delle polveri per ogni punto di campionamento.

PM <sub>10</sub>				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	13,85	µg/m <sup>3</sup>	09/01/2024	
AT(2)	15,27	µg/m <sup>3</sup>	31/01/2024	
AT(3)	30,90	µg/m <sup>3</sup>	31/01/2024	
AT(4)	17,49	µg/m <sup>3</sup>	19/02/2024	

Il D.L.155/2010 prescrive quale limite del PM<sub>10</sub>, per la protezione della salute umana, il valore di 50 µg/ m<sup>3</sup>, che non deve essere superato per più di 35 volte nell'anno solare.

Inoltre all'allegato I del Decreto Legislativo 155/2010, che rimanda a sua volta alla norma ISO 11222:2002 "Qualità dell'aria – Determinazione dell'incertezza della media temporanea delle misure di qualità dell'aria", si precisa che, per valutare il rispetto del valore limite del PM<sub>10</sub>, in caso di misure discontinue, occorre valutare il 90,4 percentile (che deve essere inferiore o uguale a 50 µg/m<sup>3</sup>).

Nel caso in esame, le medie giornaliere dell'inquinante non hanno fatto rilevare alcun superamento del limite dei 50 µg/ m<sup>3</sup>.

Si riportano inoltre i valori relativi al PM<sub>2,5</sub>. Questi, si mantengono sempre al di sotto dei 25 µg/m<sup>3</sup>, valore indicato dal D.L.155/201.

PM <sub>2,5</sub>				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	4,77	µg/m <sup>3</sup>	09/01/2024	
AT(2)	6,45	µg/m <sup>3</sup>	31/01/2024	
AT(3)	12,22	µg/m <sup>3</sup>	10/02/2024	
AT(4)	6,46	µg/m <sup>3</sup>	19/02/2024	

### 7.6. Metalli

Di seguito Si riportano i valori massimi delle concentrazioni medie giornaliere dei metalli per ogni punto di campionamento.

Arsenico				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	
AT(2)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	
AT(3)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	
AT(4)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	

Cadmio				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	
AT(2)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	
AT(3)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	
AT(4)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	

Nichel				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	
AT(2)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	
AT(3)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	
AT(4)	<0,1	µg/m <sup>3</sup>	Intero periodo	

**REPORT TRIMESTRALE**

Piombo				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	<0,1	µg/m3	Intero periodo	
AT(2)	<0,1	µg/m3	Intero periodo	
AT(3)	<0,1	µg/m3	Intero periodo	
AT(4)	<0,1	µg/m3	Intero periodo	

Benzo(a)pirene				
Punto	valore		Giorno	Superamento
AT(1)	<0,4	µg/m3	Intero periodo	
AT(2)	<0,73	µg/m3	23/01/2024	
AT(3)	<0,4	µg/m3	Intero periodo	
AT(4)	<0,4	µg/m3	Intero periodo	

L'andamento degli inquinanti, si mantiene, al di sotto dei valori obiettivo definiti nell'allegato XIII del D.Lgs.155/10, che, si precisa, sono calcolati come media su un anno civile.

## 8. CONCLUSIONI

I valori di concentrazione, ottenuti nella campagna di monitoraggio Corso d'Opera in argomento, sono stati confrontati con i limiti di qualità dell'aria per il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, il biossido di azoto, l'ozono, la frazione respirabile delle particelle sospese ed il benzene, previsti dal D.Lgs.155/10.

I livelli di concentrazione raggiunti dal biossido di azoto, dal monossido di carbonio, dal biossido di zolfo, dal benzene e dell'ozono sono risultati tutti al di sotto dei limiti di legge (D.Lgs.155/10).

Nel monitoraggio delle polveri sottili non è stato riscontrato alcun superamento del valore limite del PM10, poiché le medie giornaliere risultano tutte inferiori al valore di 50 µg/m<sup>3</sup> definito dal D.Lgs.155/10.

Infine, per quanto relativo alla concentrazione di metalli, si segnala che l'andamento degli stessi si mantiene sempre al di sotto dei valori obiettivo calcolati su media annuale.