

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:




GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA    Tratta MILANO – VERONA**  
**Lotto funzionale Treviglio-Brescia**  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**Piano di Monitoraggio ambientale**  
**Specifica Tecnica - Componente Atmosfera**

|   |   |
|---|---|
| GENERAL CONTRACTOR  | DIRETTORE LAVORI  |
| Consorzio<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio <b>Cepav due</b><br>Il Direttore del Consorzio<br>(Ing. F. Lombardi)<br>Data: <b>24 NOV 2014</b> | Valido per costruzione<br>Data: <b>24 NOV 2014</b><br> |

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | N | 5 | 1 | 1 | 1 | E | E | 2 | S | P | M | B | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| PROGETTAZIONE |   |         |          |            |          |                         |          | IL PROGETTISTA   |
|---------------|---|---------|----------|------------|----------|-------------------------|----------|--|
| Rev.          | Descrizione   | Redatto | Data     | Verificato | Data     | Progettista Integratore | Data     |  |
| A             | EMISSIONE   | CONTI   | 26/04/12 | LIANI      | 26/04/12 | LIANI                   | 26/04/12 | <br>Data 30/09/2014 |
| B             | IST ITF<br>IN5111E22ISMBO000001B -<br>Richieste ARPAL | Lande   | 08/08/13 | Liani      | 08/08/13 | Liani                   | 08/08/13 |  |
| C             | Revisione interna a seguito<br>riunione con IF        | Lande   | 20/12/13 | Liani      | 20/12/13 | Liani                   | 20/12/13 |  |
| D             | Rev. a seguito TT del<br>22.11.13, 31.01.14, 18.02.14 | Lande   | 30/09/14 | Liani      | 30/09/14 | Liani                   | 30/09/14 |  |

CIG. 11726651C5

File: IN5111EE2SPMB0001001D\_01.doc



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

Stampato dal Service  
di plottaggio ITALFERR S.p.A.

CUP: J41C07000000001

ALBA s.r.l.

GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**

Consorzio ENI per l'Alta Velocità



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N:

Progetto  
IN51

Lotto  
11

Codifica Documento  
EE2SPMB0001001

Rev.  
D

Foglio  
2 di 38

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA.....</b>                              | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>                | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>MODALITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>             | <b>8</b>  |
| 3.1      | INDAGINE PRELIMINARE.....                         | 10        |
| 3.2      | METODICA DI RILEVAMENTO.....                      | 11        |
| 3.3      | PARAMETRI MONITORATI .....                        | 16        |
| 3.4      | STRUMENTAZIONE .....                              | 21        |
| 3.5      | FREQUENZA DEI CAMPIONAMENTI.....                  | 33        |
| <b>4</b> | <b>PUNTI DI MONITORAGGIO .....</b>                | <b>35</b> |
| <b>5</b> | <b>DOCUMENTAZIONE E SISTEMA INFORMATIVO .....</b> | <b>36</b> |
|          | <b>ALLEGATO 1 .....</b>                           | <b>38</b> |



## 1 PREMESSA

Le indicazioni date dalle Linee Guida della Commissione Speciale VIA del Ministero dell'Ambiente (rev.2 del 23/07/07), definiscono gli ambiti, i criteri e le modalità generali del monitoraggio ambientale per la costruzione e gestione del sistema AV/AC. L'ambito territoriale di interesse sarà la fascia di territorio a cavallo della nuova linea ferroviaria AV/AC tra Milano e Verona Lotto Funzionale Treviglio – Brescia ovvero dalla pk 28+630 alla pk 66+998 e dalla pk 0+000 alla pk 11+770 dell' Interconnessione di Brescia Ovest.

La componente atmosfera sarà monitorata al fine di:

- valutare la significatività del contributo delle attività di costruzione del sistema AV/AC al potenziale peggioramento della qualità dell'aria relativamente ai parametri interferiti ed in particolare quello delle polveri;
- verificare il rispetto dei requisiti di qualità dell'aria indicati dalla normativa vigente;
- proteggere i recettori sensibili da alterazioni anche locali dello stato di qualità dell'aria, e controllare, intervenendo con opportune misure mitigative, il potenziale superamento dei livelli di qualità dell'aria fissati sul territorio nazionale per la protezione della salute umana e dell'ambiente.

Durante tutte le attività previste dal PMA si cercherà di discriminare le potenziali interferenze connesse alla costruzione della linea AV/AC da quelle eventualmente imputabili ad altre infrastrutture esistenti (Linea Storica) o in realizzazione (BreBeMi).

I parametri interessati dal monitoraggio saranno le polveri, come particolato sottile totale PTS, particolato sospeso PM<sub>10</sub>, frazione respirabile PM<sub>2,5</sub>, i principali inquinanti da traffico (Monossido di Carbonio CO, Biossido di Zolfo SO<sub>2</sub>, Ozono O<sub>3</sub>, Ossidi di Azoto (NO, NO<sub>2</sub>), BTX, Idrocarburi Policiclici IPA (BaP) e i metalli.

Sarà inoltre prevista la misura altri parametri come quelli di carattere meteorologico necessari a valutare la diffusione ed il trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico (direzione del vento DV, velocità del vento VV, pressione atmosferica PA, umidità relativa Ur, temperatura T, radiazione solare e pluviometria).

I parametri rilevati durante il monitoraggio, opportunamente memorizzati ed elaborati, faranno parte di un sistema informativo che consentirà di mantenere aggiornati i risultati delle derivanti



dall'attività di costruzione sulla componente atmosfera. Al fine di garantire l'immediatezza e la tempestività delle informazioni acquisite e nell'ottica di una integrazione tra il PMA delle infrastrutture stradale BreBeMi e ferroviaria AV/AC si prevede di utilizzare la stessa piattaforma informatica, utilizzata da BreBeMi, di interfaccia basata sulla tecnologia WEB e GIS per la pubblicazione in rete dei dati rilevati.

Il progetto di monitoraggio della componente atmosfera comprende:

- a) il monitoraggio in fase *Ante Operam* (AO): al fine di definire lo stato della qualità dell'aria prima dell'inizio dei lavori;
- b) il monitoraggio in *Corso d'opera* (CO), per valutare le interferenze dovute:
  - all'attività dei cantieri;
  - al fronte avanzamento lavori lungo linea (FAL);
  - al fronte avanzamento lavori lungo la nuova viabilità extralinea in progetto;
  - all'incremento dei flussi di traffico indotto durante la costruzione lungo le arterie interessate dal transito dei mezzi cava-cantiere;
  - scavi per la coltivazione della Cava.
- c) il monitoraggio in fase *Post Opera* (PO): al fine di definire lo stato della qualità dell'aria dopo la messa in esercizio della linea;

La localizzazione dei ricettori individuati sul territorio, sono riportati nell'Atlante Cartografico allegato al PMA. L'Atlante Cartografico mostra la localizzazione dei punti relativi al monitoraggio della Linea AV/AC la cui posizione potrà subire modifiche e/o integrazioni in base alle specifiche esigenze di progetto e alle condizioni territoriali sulle quali si opererà, compresa la disponibilità dei residenti/proprietari.



## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le attività del monitoraggio verranno eseguite in conformità alla normativa Nazionale e Comunitaria fra i quali si citano:

**Tab 2.A : normativa di settore**

| ARGOMENTO                       | ESTREMI NORMATIVA               | TITOLO   |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| <b>Normativa Internazionale</b> |                                 |  |
| ARIA                            | Dec. 2011/850/Ue                | Decisione recante disposizioni di attuazione delle direttive 2004/107/Ce e 2008/50/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda lo scambio reciproco e la comunicazione di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente  |
|                                 | Dir. 2010/26                    | Direttiva 2010/26/UE Emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante  |
|                                 | Dir. 2008/80/CE                 | Qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa  |
|                                 | Dir. 80/779/CEE                 | Direttiva del Consiglio del 15/07/80 relativa ai valori limite e ai valori guida di qualità dell'aria per l'anidride solforosa e le particelle in sospensione (valori limite e valori guida per SO2 e particelle in sospensione misurate con il metodo dei fumi neri, valori limite per SO2 e particelle in sospensione misurate con un metodo gravimetrico e descrizione del metodo di campionamento e di analisi)" |
|                                 | Decisione n. 2004/470/CE        | Decisione della Commissione delle Comunità europee sugli orientamenti per un metodo di riferimento provvisorio per il campionamento e la misurazione delle PM2,5."   |
| <b>Normativa Nazionale</b>      |                                 |  |
| ARIA                            | D. Lgs. n. 250/12               | Qualità dell'aria ambiente – Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 155/2010  |
|                                 | D.lgs n. 155/10                 | Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa pubblicata nella G.U. n.216 del 15/09/2010 – suppl.ord. n°217 – in vigore dal 30/09/2010   |
|                                 | D. lgs n 128/10                 | Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69  |
|                                 | D.lgs n. 152/06                 | Norme in materia ambientale (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006)  |
| <b>Normativa Regionale</b>      |                                 |  |
| ARIA                            | D.G.R. n.10/593 del 06/09/2013  | Approvazione del piano regionale degli interventi per la qualità dell'aria e dei relativi documenti previsti dalla procedura di valutazione ambientale strategica  |
|                                 | D.G.R. n.9/3792 del 18/07/2012  | Attività in deroga ai sensi dell'art. 272, commi 2 e 3 del d.lgs. n.152/06 e smi "Norme in materia ambientale": aggiornamento della d.g.r. 8832/2008 e approvazione dell'autorizzazione in via generale per le attività zootecniche.   |
|                                 | D.G.R. n.11/3761 del 11/07/2012 | Approvazione del piano d'azione per l'ozono ai sensi dell'art. 10, comma 1, del d.lgs. n. 155/2010.  |
|                                 | D.G.R. n.9/2605 del 30/11/2011  | Zonizzazione del territorio regionale in zone e agglomerati per la valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi dell'art. 3 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 - Revoca della D.G.R. n. 5290/07.  |
|                                 | D.G.R. n.11352 del 10/02/2010   | Linee di indirizzo ai fini dell'implementazione della rete di monitoraggio delle emissioni dei grandi impianti ai sensi dell'art. 4 della l.r. 11 dicembre 2006, n. 24.  |
|                                 | D.G.R. n.8/891 del 06/10/2009   | Indirizzi per la programmazione regionale di risanamento della qualità dell'aria (art. 2 comma 1, l.r. n. 24/2006).  |
|                                 | D.G.R. n.8/5546 del 10/10/2007  | Piano di Azione per il contenimento e la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico - Criteri e modalità di attuazione nel periodo dal 15 ottobre 2007 al 15 aprile 2008.   |
|                                 | L.R. 24/06                      | Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell' ambiente  |

Nelle tabelle successive sono riportati i limiti di riferimento per la protezione della salute, della vegetazione e la soglia di allarme secondo quanto previsto dalla normativa Nazionale vigente.

|  |                  |  |                                      |           |                   |
|--|------------------|--|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>GENERAL CONTRACTOR</b><br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità |                  | <b>ALTA SORVEGLIANZA</b><br><br><b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</b> |                                      |           |                   |
| Doc. N:  | Progetto<br>IN51 | Lotto<br>11  | Codifica Documento<br>EE2SPMB0001001 | Rev.<br>D | Foglio<br>6 di 38 |

**Tabella 2.B: Quadro normativo nazionale relativo agli inquinanti dell'aria ambiente (D.Lgs 155/2010 e s.m.i.)**

| INQUINANTE                                      | PERIODO DI MEDIAZIONE   | TIPOLOGIA                                    | VALORE   | NUMERO MASSIMO DI SUPERAMENTI   |
|---|---|--|--|---|
| <b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>       | Valore limite   | 1 ora  | 350 µg/m <sup>3</sup>  | 24 per anno civile  |
|   | Valore limite   | 24 ore                                       | 125 µg/m <sup>3</sup>  | 3 per anno civile   |
|   | Livello critico annuale (protezione vegetazione)                  | Anno civile                                  | 20 µg/m <sup>3</sup>   |   |
|   | Livello critico annuale (protezione vegetazione)                  | 1 ottobre - 31 marzo                         | 20 µg/m <sup>3</sup>   |   |
|   | Soglia di allarme   | 3 ore consecutive                            | 500 µg/m <sup>3</sup>  |   |
|   | Soglia di valutazione superiore (protezione salute umana)         | 24 ore                                       | 75 µg/m <sup>3</sup> (60% del valore limite sulle 24 ore)  | 3 per anno civile   |
|   | Soglia di valutazione superiore (protezione salute umana)         | 24 ore                                       | 50 µg/m <sup>3</sup> (40% del valore limite sulle 24 ore)  | 3 per anno civile   |
|   | Soglia di valutazione superiore (protezione vegetazione)          | Inverno                                      | 12 µg/m <sup>3</sup> (60% del livello critico invernale)   | 3 per anno civile   |
| <b>BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)</b>       | Soglia di valutazione superiore (protezione vegetazione)          | Inverno                                      | 8 µg/m <sup>3</sup> (40% del livello critico invernale)  | 3 per anno civile   |
|   | Valore limite   | 1 ora  | 200 µg/m <sup>3</sup>  | 18 per anno civile  |
|   | Valore limite   | Anno civile                                  | 40 µg/m <sup>3</sup>   | 3 per anno civile   |
|   | Soglia di allarme   | 3 ore consecutive                            | 400 µg/m <sup>3</sup>  |   |
|   | Soglia di valutazione superiore oraria (protezione salute umana)  | 1 ora  | 140 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite orario)   | 18 per anno civile  |
|   | Soglia di valutazione inferiore (protezione salute umana)         | 1 ora  | 100 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite orario)   | 18 per anno civile  |
| <b>OSSIDO DI AZOTO (NO<sub>x</sub>)</b>         | Soglia di valutazione superiore annuale (protezione salute umana) | Anno civile                                  | 32 µg/m <sup>3</sup> (80% del valore limite annuale)   |   |
|   | Soglia di valutazione inferiore (protezione salute umana)         | Anno civile                                  | 26 µg/m <sup>3</sup> (65% del valore limite annuale)   |   |
|   | Livello critico (protezione vegetazione)                          | Anno civile                                  | 30 µg/m <sup>3</sup>   |   |
|   | Soglia di valutazione superiore oraria (protezione vegetazione)   | Anno civile                                  | 24 µg/m <sup>3</sup> (80% del livello critico annuale)   | 18 per anno civile  |
| <b>MATERIALE PARTICOLATO (PM<sub>10</sub>)</b>  | Soglia di valutazione inferiore oraria (protezione vegetazione)   | Anno   | 19.5 µg/m <sup>3</sup> (65% del livello critico annuale)   | 18 per anno civile  |
|   | Valore limite   | 24 ore                                       | 50 µg/m <sup>3</sup>   | 35 per anno civile  |
|   | Valore limite   | Anno civile                                  | 40 µg/m <sup>3</sup>   |   |
|   | Soglia di valutazione superiore                                   | 24 ore                                       | 35 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite sulle 24 ore)  | 35 per anno civile  |
|   | Soglia di valutazione inferiore                                   | 24 ore                                       | 25 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite sulle 24 ore)  | 35 per anno civile  |
|   | Soglia di valutazione superiore                                   | Anno civile                                  | 28 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite annuale)   |   |
| <b>MATERIALE PARTICOLATO (PM<sub>2,5</sub>)</b> | Soglia di valutazione inferiore                                   | Anno civile                                  | 20 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite annuale)   |   |
|   | Valore limite   | Anno civile                                  | 25 µg/m <sup>3</sup>   |   |
|   | Soglia di valutazione superiore (*)                               | Anno civile                                  | 17 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite)   |   |
| <b>OZONO (O<sub>3</sub>)</b>                    | Soglia di valutazione inferiore (i*)                              | Anno civile                                  | 12 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite)   |   |
|   | Valore obiettivo (protezione salute umana)                        | Media massima giornaliera calcolata su 8 ore | 120 µg/m <sup>3</sup>  | 25 per anno civile (media su 3 anni o 1 anno in caso di mancanza di dati)   |
|   | Valore obiettivo (protezione vegetazione)                         | Da maggio a luglio                           | AOT40=18.000 µg/m <sup>3</sup> *h come media su 5 anni o 3 anni in caso di mancanza di dati (**) |   |
|   | Soglia di informazione  | 1 ora  | 180 µg/m <sup>3</sup>  |   |
| <b>MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)</b>               | Soglia di allarme   | 1 ora  | 240 µg/m <sup>3</sup>  | Per l'applicazione dell'art. 10 comma 1 del D.Lgs. 155/2010 deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive. |
|   | Valore limite   | Media massima giornaliera calcolata su 8 ore | 10 mg/m <sup>3</sup>   |   |
|   | Soglia di valutazione superiore                                   | 8 ore  | 7 mg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite)  |   |



Doc. N:

Progetto  
IN51Lotto  
11Codifica Documento  
EE2SPMB0001001Rev.  
DFoglio  
7 di 38

| INQUINANTE                                       | PERIODO DI MEDIAZIONE           | TIPOLOGIA   | VALORE   | NUMERO MASSIMO DI SUPERAMENTI |
|--|---------------------------------|-------------|--|-------------------------------|
|  | Soglia di valutazione inferiore | 8 ore       | 5 mg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite)      |                               |
|  | Valore limite                   | Anno civile | 0,5 µg/m <sup>3</sup>                            |                               |
| PIOMBO (Pb)                                      | Soglia di valutazione superiore | Anno civile | 0,35 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite)   |                               |
|  | Soglia di valutazione inferiore | Anno civile | 0,25 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite)   |                               |
|  | Valore limite                   | Anno civile | 5,0 µg/m <sup>3</sup>                            |                               |
| BENZENE (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )         | Soglia di valutazione superiore | Anno civile | 3,5 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite)    |                               |
|  | Soglia di valutazione inferiore | Anno civile | 2 µg/m <sup>3</sup> (40% del valore limite)      |                               |
|  | Valore obiettivo                | Anno civile | 6 ng/m <sup>3</sup> (sul PM10)                   |                               |
| ARSENICO (As)                                    | Soglia di valutazione superiore | Anno civile | 3,6 ng/m <sup>3</sup> (60% del valore obiettivo) |                               |
|  | Soglia di valutazione inferiore | Anno civile | 2,4 ng/m <sup>3</sup> (40% del valore obiettivo) |                               |
|  | Valore obiettivo                | Anno civile | 5 ng/m <sup>3</sup> (sul PM10)                   |                               |
| CADMIO (Cd)                                      | Soglia di valutazione superiore | Anno civile | 3 ng/m <sup>3</sup> (60% del valore obiettivo)   |                               |
|  | Soglia di valutazione inferiore | Anno civile | 2 ng/m <sup>3</sup> (40% del valore obiettivo)   |                               |
|  | Valore obiettivo                | Anno civile | 20,0 ng/m <sup>3</sup> (sul PM10)                |                               |
| NICHEL (Ni)                                      | Soglia di valutazione superiore | Anno civile | 14 ng/m <sup>3</sup> (70% del valore obiettivo)  |                               |
|  | Soglia di valutazione inferiore | Anno civile | 10 ng/m <sup>3</sup> (50% del valore obiettivo)  |                               |
|  | Valore obiettivo                | Anno civile | 1,0 ng/m <sup>3</sup> (sul PM10)                 |                               |
| IPA con riferimento al<br>BENZO(a)PIRENE (B(a)p) | Soglia di valutazione superiore | Anno civile | 0,6 ng/m <sup>3</sup> (60% del valore obiettivo) |                               |
|  | Soglia di valutazione inferiore | Anno civile | 0,4 ng/m <sup>3</sup> (40% del valore obiettivo) |                               |
|  | Valore obiettivo                | Anno civile | 1,0 ng/m <sup>3</sup> (sul PM10)                 |                               |

(\*) Le soglie di valutazione inferiore e superiore non si applicano alle misurazioni effettuate per valutare la conformità all'obiettivo di riduzione dell'esposizione al PM 2,5 per la protezione della salute umana.

(\*\*) Per AOT40 si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 08:00 e le 20:00.



### 3 MODALITÀ DI MONITORAGGIO

Come indicato precedentemente, le attività di monitoraggio hanno lo scopo di valutare le interferenze dovute:

- all'attività di cantiere;
- al Fronte Avanzamento Lavori lungo linea (FAL);
- al fronte avanzamento lavori lungo la nuova viabilità extralinea in progetto;
- all'incremento dei flussi di traffico indotto durante la costruzione lungo le arterie interessate dal transito dei mezzi di cantiere.

Gli indicatori della qualità dell'aria che sono stati scelti per il monitoraggio, in quanto correlabili alle attività per la realizzazione della linea ferroviaria Treviglio – Brescia, sono:

- il particolato totale sospeso (PTS): particolato sedimentabile di dimensioni superiori a 10  $\mu\text{m}$ , non sono in grado di penetrare nel tratto respiratorio superando la laringe, se non in piccola parte;
- il particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ), derivano dalle emissioni prodotte dal traffico veicolare su gomma, a seguito dell'usura di freni e pneumatici e al risollevarsi di polveri, depositate sulla carreggiata. Esse hanno la caratteristica di penetrare nel tratto superiore delle vie aeree o tratto extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe) causando irritazioni, secchezza, infiammazioni del naso e della gola e fenomeni di sensibilizzazione sfocianti anche in manifestazioni allergiche;
- il particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2,5  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ), è costituito dal 60% dal  $\text{PM}_{10}$ , che ne rappresenta la frazione più piccola, e dai prodotti derivanti dalle reazioni chimico - fisiche tra i gas di scarico degli autoveicoli ed alcuni elementi presenti nell'atmosfera. Il  $\text{PM}_{2,5}$  è anche definito come "frazione respirabile" poiché ha la caratteristica di penetrare fino alle parti più inferiori dell'apparato respiratorio o tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, alveoli polmonari) provocando gravi malattie respiratorie e inducendo formazioni neoplastiche.





- inquinanti gassosi da mezzi pesanti, monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>) ed ozono (O<sub>3</sub>); benzo(a)pirene BaP come rappresentante della classe degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.), metalli e BTX.

In tutte le fasi del monitoraggio, per ogni campagna di misura, si prevedono campionamenti dei parametri meteorologici quali:

- velocità e direzione del vento,
- pressione,
- temperatura,
- radiazione solare totale,
- umidità relativa;
- precipitazioni.

La procedura da seguire per l'installazione/disinstallazione della strumentazione in campo per ogni campagna di monitoraggio è la seguente:

- installazione ed allestimento della strumentazione;
- posizionamento dei sensori;
- calibrazione - taratura della strumentazione;
- messa in opera e test dei sistemi di acquisizione, memorizzazione, elaborazione e stampa/trasmissione dei dati;
- rilevamento dei dati in continuo per tutto il periodo della campagna;
- verifica calibrazione a fine campagna;
- disinstallazione della strumentazione.

Per ogni stazione di misura, all'avvio di ogni campagna di monitoraggio sarà redatta una scheda di misura che riporti:

- dettaglio punto di misura (codifica, ubicazione, coordinate, ecc.);
- quanto rilevato in campo durante le attività di installazione (presenza lavorazioni, problematiche particolari);
- esiti calibrazione strumento;



- codici filtri caricati nello strumento.

Il format utilizzato per le schede di misura è riportato in allegato 1.

A questo riguardo per la fase di AO relativa al monitoraggio delle polveri derivanti dalla realizzazione delle opere in progetto verranno utilizzati i dati meteorologici registrati da stazioni meteo fisse già esistenti sul territorio e gestite da ARPA, che fornisce le informazioni necessarie per le elaborazioni da effettuare in fase di CO. ARPA invierà le curve limite predisposte per ogni anno di monitoraggio per l'individuazione di eventuali dati ritenuti critici (cioè per identificare i cosiddetti "superamenti del valore di soglia") nonché l'elenco delle centraline ARPA utilizzate per il confronto.

Le misure da effettuare lungo le viabilità extralinea in progetto saranno, al contrario, accompagnate dalle registrazioni meteo.

### 3.1 INDAGINE PRELIMINARE

In questa fase sono incluse seguenti attività:

- sopralluogo dei punti di monitoraggio per la verifica finale dell'ubicazione e delle utilities necessarie all'esercizio della strumentazione (es. allacciamento energia elettrica);
- richiesta di permessi per il posizionamento e l'esercizio della strumentazione;
- georeferenziazione di tutti i punti di monitoraggio e posizionamento della strumentazione fissa.

Per ciascun punto di misura previsto sono previste le seguenti azioni:

- verifica della fattibilità tecnica delle misure;
- disponibilità dell'area per tutto il periodo di monitoraggio;
- corretta ubicazione in relazione alla possibile influenza della misura da parte di fenomeni atmosferici, presenza di ostacoli, ecc.;
- distanza da altre sorgenti in modo che queste non influenzino i rilevamenti effettuati;
- possibilità di posizionare i punti di rilievo secondo i vincoli definiti dalla normativa di settore;



- possibilità di allacciamento alla rete elettrica (se necessaria per l'esecuzione delle misure);
- facilità di accesso all'area da parte dei tecnici per allacciamento elettrico, manutenzione, taratura ed altre operazioni necessarie agli strumenti di misura;
- caratterizzazione della postazione mediante georeferenziazione ed acquisizione delle informazioni da riportare nella scheda di inquadramento che riguarda il punto ed il suo intorno. Tale scheda, oltre a fornire indicazioni geografiche del punto di misura (coordinate, località, Comune, Provincia, chilometrica, ecc.) fornirà una descrizione dell'intorno del punto e del territorio (destinazione d'uso dell'area, ricettori sensibili presenti), un elenco delle sorgenti di emissione che possono influenzare i rilievi e fornirà le informazioni inerenti le sorgenti da monitorare indicando la distanza dal cantiere o dal fronte avanzamento e la distanza dalle sorgenti di emissione esterne al cantiere. Sarà inoltre indicata la strumentazione che verrà posizionata (tipologia e posizione dei sensori). La scheda sarà corredata da cartografia/foto aeree e foto da terra che consentiranno di inquadrare opportunamente la postazione.

Qualora un punto di monitoraggio non soddisfi una delle caratteristiche sopra citate verrà scelta una postazione alternativa nella stessa area, che persegua le stesse finalità di quella che andrà a sostituire. Tale postazione alternativa non dovrà avere una distanza superiore ad un raggio di 100 m dall'ubicazione della precedente; qualora questo non sia realizzabile l'identificazione dell'eventuale punto alternativo dovrà essere concordata con la Committenza e con gli Enti Territoriali di Controllo (ARPA) quindi, darne tempestivamente comunicazione.

### 3.2 METODICA DI RILEVAMENTO

Per ciascun tipo di inquinante da monitorare si terrà in considerazione quanto previsto dal *Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, n.155 e s.m.i.i "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 settembre 2010 - Suppl. Ordinario n. 217*. In ogni caso, qualunque sia la tecnica o la metodologia applicata per effettuare le misure, essa risponderà ai requisiti di precisione e sensibilità richiesti dalla normativa in vigore accompagnati da certificati di accreditamento per il metodo utilizzato.



### ***Monitoraggio degli inquinanti dovuti al traffico - Metodica AR1***

Gli inquinanti da traffico saranno monitorati tramite laboratorio mobile, furgone equipaggiato con opportuna centralina di rilevamento, mentre le polveri saranno rilevate tramite campionatore sequenziale tipo *Skypost HV*.

La strumentazione utilizzata è conforme con la normativa vigente *Dlgs 155/2010 e s.m.i.i.*

I parametri da monitorare sono:

- Polveri PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>;
- SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub>, BTX,
- IPA (BaP) e metalli pesanti (As, Cd, Ni e Pb) su filtri PM<sub>10</sub>;
- parametri metereologici.

La durata del singolo campionamento è rappresentata nella tabella sottostante.

| Parametro  | Durata del singolo campionamento |
|--|----------------------------------|
| Particolato totale (PTS)   | 24 h                             |
| Particolato sottile (PM10)   | 24 h                             |
| Frazione respirabile (PM2,5)   | 24 h                             |
| IPA (BaP) e metalli pesanti  | 24 h                             |
| NO <sub>2</sub>  | 1 h                              |
| NO   | 1 h                              |
| NO <sub>x</sub>  | 1 h                              |
| SO <sub>2</sub>  | 1 h                              |
| CO   | 1 h                              |
| BTX  | 1 h                              |
| O <sub>3</sub>   | 1 h                              |
| Meteorologici<br>(temperatura, velocità e direzione del vento, pressione, pioggia,<br>umidità relativa, radiazione solare globale) | 1 h                              |

Le metodiche di riferimento e la strumentazione utilizzata sono riportate nella tabella sottostante.

GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**

Consorzio ENI per l'Alta Velocità



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N:

Progetto  
IN51Lotto  
11Codifica Documento  
EE2SPMB0001001Rev.  
DFoglio  
13 di 38

| Parametri                              | Strumentazione                           | Matricola  | Riferimento Normativo  |
|--|--|--|--|
| Particolato sottile totale<br>PTS      | Campionatore sequenziale<br>TECORA       | ✓ 1123663<br>✓ 1123664<br>✓ 1123665<br>✓ 1131678<br>✓ 1131679<br>✓ 1131680 | Allegato VI, punto 4<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 12341:2014            |
| Particolato sottile PM <sub>10</sub>   | Campionatore sequenziale<br>TECORA       | ✓ 1339790<br>✓ 1339791<br>✓ 1339792<br>✓ 1339793                           |  |
| Frazione respirabile PM <sub>2,5</sub> | Campionatore sequenziale<br>TECORA       | ✓ 1424823<br>✓ 1424824<br>✓ 1424825<br>✓ 1424826<br>✓ 1424827              |  |
| NO <sub>2</sub>                        | Analizzatore Horiba APNA<br>370          | LA_APNA_001  | Allegato VI, punto 2<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 14211:2005            |
| NO                                     |  |  |  |
| NO <sub>x</sub>                        |  |  |  |
| SO <sub>2</sub>                        | Analizzatore Horiba APSA<br>370          | LA_APSA_001  | Allegato VI, punto 1<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 14212:2005            |
| CO                                     | Analizzatore Horiba APMA<br>370          | LA_APMA_001  | Allegato VI, punto 7<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 14626:2005            |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>          | GC 5000BTX                               | LA_GCBTX_001   | Allegato VI, punto 6<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 14662:2005<br>parte 2 |
| O <sub>3</sub>                         | Analizzatore Horiba APOA<br>370          | LA_APOA_001  | Allegato VI, punto 8<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 14625:2005            |
| As, Cd, Ni e Pb                        | Analisi in laboratorio su filtri<br>PM10 |  | Allegato VI, punto 3<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 14902:2005            |
| IPA (BaP)                              | Analisi in laboratorio                   |  | Allegato VI, punto 10<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 15549:2008           |

|  |                  |  |                                      |           |                    |
|--|------------------|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>GENERAL CONTRACTOR</b><br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità |                  | <b>ALTA SORVEGLIANZA</b><br><br><b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</b> |                                      |           |                    |
| Doc. N:  | Progetto<br>IN51 | Lotto<br>11  | Codifica Documento<br>EE2SPMB0001001 | Rev.<br>D | Foglio<br>14 di 38 |

| Parametri   | Strumentazione   | Matricola   | Riferimento Normativo |
|---|--|---|-----------------------|
| Metereologici<br>(temperatura, velocità e<br>direzione del vento,<br>pressione, pioggia, umidità<br>relativa, radiazione solare<br>globale) | Sensore precipitazione<br>NESA PL400R<br>Sensore Velocità del vento<br>NESA VV<br>Sensore Direzione Vento<br>NESA DV<br>Sensore RSG<br>NESA RSG<br>Sensore Umidità relativa e<br>Temperatura<br>NESA UTA<br>Sensore Pressione<br>Atmosferica<br>NESA BAR | LA_NESA PL400R_01<br>LA_NESA VV_01<br>LA_NESA DV_01<br>LA_NESA RSG_01<br>LA_NESA UTA_01<br>LA_NESA BAR_01 |                       |

### **Monitoraggio PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e PTS - Metodica AR2**

Il monitoraggio delle polveri sarà effettuato mediante l'utilizzo di campionatori sequenziali tipo *Skypost HV*.

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> è fissato dal *Dlgs 155/2010 e s.m.i.i.*, allegato VI punto 4 (conformemente alla norma UNI EN 12341:2014), mentre i parametri metereologici saranno rilevati da una centralina meteo mobile Davis Vantage PRO 2TM.

I parametri da monitorare sono:

- Polveri PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>;
- Parametri metereologici.

La durata del singolo campionamento è rappresentata nella tabella sottostante

| Parametro   | Durata del singolo campionamento |
|---|----------------------------------|
| Particolato totale (PTS)  | 24 h                             |
| Particolato sottile (PM10)  | 24 h                             |
| Frazione respirabile (PM2,5)  | 24 h                             |
| Meteorologici<br>(temperatura, velocità e direzione del vento,<br>pressione, pioggia, umidità relativa, radiazione<br>solare globale) | 1 h                              |

Le metodiche di riferimento e la strumentazione utilizzata sono riportate nella tabella sottostante.

GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**

Consorzio ENI per l'Alta Velocità



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N:

Progetto  
IN51Lotto  
11Codifica Documento  
EE2SPMB0001001Rev.  
DFoglio  
15 di 38

| Parametri   | Strumentazione   | Matricola   | Riferimento Normativo   |
|---|--|---|---|
| Particolato sottile totale PTS  | Campionatore sequenziale<br>TECORA   | ✓ 1123663<br>✓ 1123665  |   |
| Particolato sottile PM <sub>10</sub>  | Campionatore sequenziale<br>TECORA   | ✓ 1131678<br>✓ 1131679<br>✓ 1131680<br>✓ 1339790<br>✓ 1339791<br>✓ 1339792<br>✓ 1339793 | Allegato VI, punto 4<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 12341:2014 |
| Frazione respirabile PM <sub>2,5</sub>  | Campionatore sequenziale<br>TECORA   | ✓ 1424823<br>✓ 1424824<br>✓ 1424825<br>✓ 1424826<br>✓ 1424827                           | Allegato VI, punto 5<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i., conformemente alla<br>normativa europea<br>UNI EN 12341:2014 |
| Metereologici (temperatura,<br>velocità e direzione del vento,<br>pressione, pioggia, umidità<br>relativa, radiazione solare globale) | Sensore precipitazione<br>Sensore velocità del vento<br>Sensore direzione vento<br>Sensore RSG<br>Sensore umidità relativa e<br>temperatura<br>Sensore pressione atmosferica | Davis Vantage<br>PRO 2TM  |   |

### ***Monitoraggio in continuo Polveri PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, e metalli - Metodica AR3***

La metodica AR3, in conformità con la normativa vigente *Dlgs 155/2010 e s.m.i.i.*, comprende, per i punti aventi particolari caratteristiche di rappresentatività, misure della durata di 365 giorni l'anno da eseguirsi a cavallo della messa in esercizio dell'opera per la ricerca delle polveri e dei metalli sulle polveri PM<sub>10</sub>. Inoltre, è richiesta la rilevazione in continuo anche i parametri metereologici.

I parametri da monitorare sono:

- Polveri PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>,
- Metalli pesanti sui campioni di PM<sub>10</sub> (As, Cd, Ni, Pb, Cu, Fe, Cr e Zn);
- Parametri metereologici.

La durata del singolo campionamento è rappresentata nella tabella sottostante



| Parametro   | Durata del singolo campionamento |
|---|----------------------------------|
| Particolato totale (PTS)  | 24 h                             |
| Particolato sottile (PM10)  | 24 h                             |
| Frazione respirabile (PM2,5)  | 24 h                             |
| Metalli pesanti   | 24 h                             |
| Meteorologici<br>(temperatura, velocità e direzione del vento,<br>pressione, pioggia, umidità relativa, radiazione<br>solare globale) | 1 h                              |

Le metodiche di riferimento e la strumentazione utilizzata sono riportate nella tabella sottostante.

| Parametri  | Strumentazione  | Matricola   | Riferimento Normativo  |
|--|---|---|--|
| Particolato sottile totale PTS   | Campionatore sequenziale TECORA   | ✓ 1123663<br>✓ 1123664<br>✓ 1123665<br>✓ 1131678<br>✓ 1131679<br>✓ 1131680<br>✓ 1339790<br>✓ 1339791<br>✓ 1339792<br>✓ 1339793<br>✓ 1424823<br>✓ 1424824<br>✓ 1424825<br>✓ 1424826<br>✓ 1424827 | Allegato VI, punto 4<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i.,<br>conformemente alla normativa<br>europea<br>UNI EN 12341:2014 |
| Particolato sottile PM <sub>10</sub>   | Campionatore sequenziale TECORA   |   |  |
| Frazione respirabile PM <sub>2,5</sub>   | Campionatore sequenziale TECORA   |   | Allegato VI, punto 5<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i.,<br>conformemente alla normativa<br>europea<br>UNI EN 12341:2014 |
| As, Cd, Ni e Pb  | Analisi in laboratorio su filtri PM10   |   | Allegato VI, punto 3<br>D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.i.,<br>conformemente alla normativa<br>europea<br>UNI EN 14902:2005 |
| Meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento, pressione, pioggia, umidità relativa, radiazione solare globale) | Sensore precipitazione<br>Sensore velocità del vento<br>Sensore direzione vento<br>Sensore RSG<br>Sensore umidità relativa e temperatura<br>Sensore pressione atmosferica | Davis Vantage PRO<br>2TM  |  |

Le stazioni di monitoraggio in continuo sono due, il cui posizionamento preciso dovrà essere concordato con gli Enti di controllo, tra le aree identificate come più rappresentative per i parametri da ricercare.

### 3.3 PARAMETRI MONITORATI

Di seguito è riportata una descrizione dettagliata di tutti i parametri monitorati.





### **Polveri Totali Sospese (PTS)**

Il particolato sospeso PTS è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia), dall'erosione del suolo o da manufatti (frazioni più grossolane). Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura dell'asfalto, degli pneumatici, dei freni e delle frizioni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore Diesel. Il rischio sanitario legato alle sostanze presenti in forma di particelle sospese nell'aria dipende, oltre che dalla loro concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle stesse. Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. In prima approssimazione:

- le particelle con diametro superiore ai 10  $\mu\text{m}$ ; si fermano nelle prime vie respiratorie;
- le particelle con diametro tra i 5 e i 10  $\mu\text{m}$ ; raggiungono la trachea ed i bronchi;
- le particelle con diametro inferiore ai 5  $\mu\text{m}$ ; possono raggiungere gli alveoli polmonari.

### **Polveri sottili (PM10)**

Il PM10 è definito come il materiale particolato avente un diametro aerodinamico medio inferiore a 10  $\mu\text{m}$ . Le particelle, solide o liquide (esclusa l'acqua), sospese in aria vengono comunemente definite materiale particolato (particulate matter o in acronimo PM). Queste particelle sospese hanno dimensioni che variano da pochi nanometri (nm = milionesimo di metro) a circa 100 micrometri ( $\mu\text{m}$  = milionesimo di metro). Le fonti del particolato atmosferico si dividono in fonti primarie e fonti primarie e fonti secondarie. Le prime individuano emissioni dirette in atmosfera da sorgenti naturali (sale marino, azione del vento, pollini, incendi boschivi, eruzioni vulcaniche etc.) o antropiche (traffico veicolare, riscaldamento domestico, attività industriali, inceneritori etc.). Fonti secondarie possono essere fenomeni di condensazione di molecole in fase gassosa o reazioni chimiche. Nelle aree urbane il PM10 presente è prevalentemente di tipo secondario. Come già anticipato il PM 10 è un inquinante tipicamente stagionale. In estate, con l'eliminazione del riscaldamento domestico, con la riduzione del



contributo del traffico veicolare e soprattutto con la maggiore dispersione delle sostanze inquinanti favorita dalla differente turbolenza atmosferica, i valori di concentrazione sono decisamente inferiori.

### **Polveri con frazione respirabile (PM2,5)**

Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio; è per questo motivo che viene attuato il monitoraggio ambientale di PM2,5 che rappresenta la frazione di particolato aerodisperso avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm.

### **Monossido di Carbonio (CO)**

Il Monossido di Carbonio (CO) è un gas incolore e inodore che si forma dalla combustione degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. La principale sorgente di CO è rappresentata dai gas di scarico dei veicoli, soprattutto funzionanti a bassi regimi, come nelle situazioni di traffico intenso e rallentato. Altre sorgenti sono gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali, come la produzione di acciaio e di ghisa e la raffinazione del petrolio.

### **Biossido di Zolfo (SO2)**

Il Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>) è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante, solubile in acqua. Si forma nei processi di combustione per ossidazione dello zolfo presente nei combustibili solidi e liquidi (carbone, olio combustibile, gasolio). Le fonti di emissione sono pertanto da individuare negli impianti termici, di produzione di energia, di produzione industriale e nel traffico. Le concentrazioni nell'aria ambientale nelle città dei paesi sviluppati sono drasticamente diminuite in questi ultimi decenni in seguito al controllo più severo delle emissioni e un sempre maggiore utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo.

### **Biossido di Azoto (NO2)**

Il Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>) è un gas di colore bruno, di odore pungente, irritante. È relativamente insolubile in acqua. Contribuisce alla formazione dello smog fotochimico, come precursore dell'Ozono, inoltre, trasformandosi in acido nitrico, è uno dei componenti delle piogge acide. Si forma in massima parte in atmosfera per ossidazione del Monossido di Azoto (NO), inquinante principale che si forma nei processi di combustione. I veicoli a motore, gli



impianti di riscaldamento sono i responsabili principali della maggior parte della produzione antropica.

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

L'Ozono (O<sub>3</sub>) è un gas altamente reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente e, ad elevata concentrazione, di colore blu. Si concentra nella stratosfera ad una altezza compresa fra i 30 e i 50 chilometri dal suolo e la sua presenza protegge la troposfera dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole e dannose per la vita degli esseri viventi. L'Ozono presente nella troposfera (lo strato atmosferico compreso tra il livello del mare e i 10 chilometri di quota) e in particolare nelle immediate vicinanze della superficie terrestre, è invece formato per reazioni fotochimiche attivate dalla luce solare ed è il principale costituente dello smog "fotochimico". Nel nostro emisfero si forma soprattutto nei mesi estivi nei quali più forte è l'irraggiamento solare e più elevata è la temperatura. Si forma all'interno di un ciclo di reazioni che coinvolgono in particolare gli Ossidi di Azoto e i Composti Organici Volatili, da cui derivano anche altre sostanze organiche (radicali liberi, perossidi) fortemente ossidanti. Per questi motivi le problematiche legate all'Ozono hanno la loro origine nell'ambiente urbano, dove si possono verificare episodi acuti di inquinamento.

### BTX

Il Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è l'idrocarburo aromatico con minor peso molecolare e il più tossico per la sua elevata cancerogenicità. È un liquido incolore, debolmente solubile in acqua. È un componente naturale delle benzine (con o senza piombo). L'uso industriale del Benzene o di materie prime che lo contengono (solventi) è fortemente limitato. Pertanto la fonte principale è costituita dai gas di scarico dei veicoli a motore alimentati a benzina, sia a causa della frazione di carburante incombusto sia a causa di reazioni di trasformazione di altri idrocarburi. Quote aggiuntive relativamente marginali sono attribuibili all'evaporazione dal vano motore, da serbatoi, da impianti di stoccaggio e distribuzione di carburanti.

Insieme al Benzene sono state misurate anche le concentrazioni di Toluene e Xileni.

Il Toluene è un idrocarburo comunemente usato nei solventi industriali, vista la minore tossicità rispetto al benzene. A temperatura ambiente è un liquido incolore volatile e di odore dolciastro. Si trova in moltissimi prodotti, dalle benzine alle vernici, dalle lacche agli adesivi, nei solventi, dalle colle ai lucidi per scarpe etc. Alla stessa famiglia di composti appartengono gli Xileni.



Questi ultimi sono tre forme isometriche, orto-meta e para, dello Xylolo, un idrocarburo aromatico che si presenta, a temperatura ambiente, come liquido incolore. Si tratta, anche queste, di sostanze comunemente presenti nelle benzine e nei solventi, nei colori e negli inchiostri.

### **IPA – Benzo(a)pirene**

Con l'acronimo IPA viene individuata una vasta gamma di composti organici formata da due o più anelli benzenici condensati. Vengono distinti dai Composti Organici Volatili per la loro minore volatilità, eccezion fatta per il più semplice, il naftalene. Possono essere presenti in aria sia come gas che come particolato. Vengono prodotti dalla combustione incompleta di materiale organico o da particolari processi industriali (produzione di plastiche, medicinali, coloranti, pesticidi) ma anche dal riscaldamento domestico con vecchie stufe a legna. In ambienti indoor possono derivare da forni a legna, da caminetti, da fumi dei cibi cucinati sulle fiamme ma anche dal fumo di sigaretta. Nell'aria, di solito, non si presentano mai come composti singoli ma all'interno di miscele di decine di IPA di differenti e molto variabili proporzioni. Per tale motivo l'abbondanza di IPA viene normalmente riferita ad un solo composto, il Benzo(a)pirene, utilizzato quindi come indicatore e conseguentemente normato. Il Benzo(a)pirene, è inoltre quello più studiato a causa della sua accertata tossicità.

### **Metalli pesanti**

Per metalli pesanti si intendono convenzionalmente quei metalli che hanno una densità maggiore di 4,5 grammi per centimetro cubo, ad esempio arsenico, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, etc.

Essi sono costituenti naturali della crosta terrestre. Nell'aria ambiente i metalli ed i loro composti si misurano nel particolato PM10.

Dal punto di vista analitico risulta complesso riuscire a differenziare le forme chimico-fisiche in cui si possono ritrovare i composti contenenti metalli e, di fatto, quello che viene determinato è il contenuto totale dei singoli metalli nel particolato PM10, o nelle deposizioni totali. Nell'atmosfera le sorgenti predominanti di origine antropica di metalli pesanti sono la combustione e i processi industriali.

Molti metalli pesanti, in determinate forme e a concentrazioni opportune, sono essenziali alla vita; una caratteristica che li rende pericolosi è la tendenza che hanno in comune agli inquinanti



organici persistenti di accumularsi in alcuni tessuti degli esseri viventi (bioaccumulo) provocando effetti negativi alla salute umana e all'ambiente in generale.

I metalli pesanti maggiormente rilevanti sotto il profilo tossicologico sono il Cadmio, il Nichel e l'Arsenico.

Gli effetti dei metalli pesanti sulla salute umana possono essere molteplici, per tali motivi la normativa vigente ha fissato un valore limite per il Piombo e valori obiettivo per Arsenico, Cadmio e Nichel.

### 3.4 STRUMENTAZIONE

Di seguito viene descritta la strumentazione che verrà adottata per effettuare il rilevamento dei parametri oggetto di monitoraggio. Qualora i sistemi di misura degli inquinanti si discostino dai sistemi di riferimento di legge, come prescritto dalla normativa, devono essere corredati di certificato di equivalenza.

#### Monitoraggio polveri

Per il monitoraggio delle polveri è stato utilizzato il campionatore sequenziale *Skypost HV*, una stazione per esterni che ha la funzione di monitorare il particolato atmosferico mediante una membrana filtrante microporosa di diametro pari a 47 mm e quindi tramite determinazione gravimetrica eseguita in laboratorio, riferendo la misura al volume di aria campionato.

Gli acquisitori e le pompe per l'aspirazione dell'aria, i cilindri porta filtri ed i filtri così come tutta la componentistica elettronica e meccanica, sono all'interno di un box metallico di dimensioni 45x51x61 cm del peso di 42 Kg.

La strumentazione è installata all'interno dell'area destinata ad ospitarla ed è alimentata da corrente elettrica (220 Volt 50 Hz) per mezzo di apposito cavo elettrico.

I filtri inseriti all'interno dello Skypost HV hanno diametro 47 mm e sono prepesati in laboratorio.

L'intero box, costituito da maniglie laterali, doppia anta per accedere al suo interno e piedi d'appoggio è posizionato su apposita piedistallo il quale è fissato a sua volta al suolo in modo tale da non subire mobilitazioni fino al termine dell'acquisizione.

Nella parte superiore del box, è presente un foro all'interno del quale viene alloggiata la testa di campionamento di forma cilindrica (per PTS, PM10 e PM2,5) avente diametro di circa 110 mm ed

GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**

Consorzio ENI per l'Alta Velocità



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N:

Progetto  
IN51

Lotto  
11

Codifica Documento  
EE2SPMB0001001

Rev.  
D

Foglio  
22 di 38

altezza di circa 50 cm, dotata nella parte superiore di una rete a maglia sottile posta per evitare intrusione di corpi estranei (come insetti) il tutto sormontato da un cappello o coperchio protetti pioggia.

Dando corrente alla strumentazione, settati i relativi parametri (come il tempo di campionamento, l'intervallo di utilizzo di ogni singolo filtro, termine dell'acquisizione, etc.) e caricati i filtri necessari al campionamento (ognuno all'interno del proprio porta filtro), l'acquisizione ha inizio dalla mezzanotte del giorno successivo all'installazione.

Il mezzo filtrante è costituito da fibra di quarzo (conforme alle norme UNI EN 12341:2014), trasportati in apposite capsule *Petri* e opportunamente codificate.

La scheda tecnica dei filtri utilizzati per il rilevamento è riportata in figura.



Hahnemühle

## Data sheet

|                 |  |
|-----------------|--|
| Quality         | Quartz microfibre filter   |
| Sort            | FP QFH   |
| Specification   |  |
| Raw material:   | Quartz microfibre, free of bonding agent   |
| Sizes / Sheets: | on inquire   |
| Sizes / Roll:   |  |
| Description     | Quartz microfibre filters recommend for atmospheric pollution and for particles determination at high temperatures. Resistant to aggressive chemicals with the exception of hydrofluoric acid. |

| Test parameter  | Unit  | Nominal | Test method |
|---|-------|---------|-------------|
| Substance   | gsm   | 85      | EN ISO 536  |
| Thickness   | mm    | 0.45    | EN 20534    |
| Retention rate (NaCl-<br>particle size < 1µm, max)                  | %     | 99,999  | BS 4400     |
| Air flow resistance (400cm <sup>3</sup> /s,<br>10 cm <sup>2</sup> ) | mm wc | 45      | DIN 53887   |
| Max. T.   | °C    | 1000    |             |

|                                   |   |          |           |         |         |          |
|-----------------------------------|---|----------|-----------|---------|---------|----------|
| Special features: metals<br>(ppm) | Al: 110   | Sb: < 1  | Ba: < 100 | Cd: < 1 | Ca: 100 | Cr: < 10 |
|                                   | Co: < 5   | Cu: 50   | Fe: 50    | K: < 20 | Mg: 20  | Mn: < 10 |
|                                   | Na: 90  | Ni: < 10 | Pb: < 10  | V: < 10 | Zn: < 1 |          |
| Test conditions                   | 23° C, 50 % relative humidity (ISO 187)   |          |           |         |         |          |
| Waste disposal                    | Complies with local disposal regulations. Waste index acc. to "Europäisches Abfallverzeichnis (AVV)": 150202*, 150203 and 200101. |          |           |         |         |          |

The information stated is according to the latest level of knowledge.  
The values specified represent typical mean values.

Il campionatore è dotato di un sistema automatico per il controllo della portata volumetrica. Le caratteristiche pneumatiche del campionatore sono tali da mantenere la portata costante ad un valore di 2.3 m<sup>3</sup>/h.



L'acquisizione del particolato avviene successivamente all'avvio della strumentazione. La pompa con portata costante aspira l'aria attraverso la testa di campionamento e passando per il filtro caricato sotto alla colonna di campionamento rilascia il materiale trasportato; al termine delle 24 ore di campionamento, un computer interno, precedentemente settato, blocca la pompa ed espelle, in un apposito cilindro raccoglifiltro, quelli utilizzati permettendo, grazie ad aria compressa, il posizionamento sotto la testa di campionamento del successivo filtro da impressionare. Tale operazione avviene ad esaurimento dei filtri o ad interruzione forzata da parte dell'operatore. Terminata l'operazione di campionamento ogni filtro viene prelevato dal portafiltro e riposto all'interno delle confezioni da cui era stato prelevato, essendo ogni filtro prepesato, prima di essere posizionato all'interno della strumentazione. I campioni vengono inviati in laboratorio per essere pesati dopo il campionamento e, essendo già stati pesati prima del campionamento, per differenza si ottiene la quantità di polveri trattenute. Per risalire alla concentrazione di particolato bisogna dividere la quantità di polveri trattenute per il volume campionato.

#### *Metodologie di elaborazione ed interpretazione dati*

La misura viene effettuata pesando il filtro prima e dopo l'esecuzione del monitoraggio e per differenza si ottiene la quantità di polveri trattenute. Per risalire alla concentrazione di particolato bisogna dividere la quantità di polveri trattenute per il volume campionato secondo la relazione

$$PM = (W_f - W_i) \cdot 10^3 / V_a$$

dove:

$W_f - W_i$  è la differenza tra la massa finale ed iniziale del filtro in mg;

$10^3$  è il fattore di conversione per passare da mg a  $\mu\text{g}$

$V_a$  è il volume totale d'aria campionata in condizioni ambiente,  $\text{m}^3$ .

Il volume da usare per il calcolo della concentrazione di PM10 e PM2,5 è quello a condizioni attuali al campionamento (ovvero il  $V_a$  sul report dello SKYPOST); infatti per il particolato e le sostanze in esso contenute il volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica durante il periodo di campionamento (Allegato VI al D.Lgs 155/2010 e s.m.i.i.). Mentre per le PTS si procede alla standardizzazione del volume alla temperatura di 298 °K e alla pressione atmosferica di 101,3 kPa. Poiché lo SKYPOST, oltre al volume attuale  $V_a$ , riporta nel suo report di campionamento il valore del volume ( $V_n$ ) a condizioni





normali (273° K e 101,3 kPa) e quindi è necessario convertire questo valore in volume standard (Vstd) secondo la relazione:

$$V_{std} = (298/273) \cdot V_n$$

dove:

$V_n$  è il volume di aria prelevato in condizioni normali (0°C), in m<sup>3</sup>

### Monitoraggio Ossidi di Azoto

Per il monitoraggio del Biossido di Azoto è stato utilizzato l'analizzatore APNA 370 il quale si basa sul principio della chemiluminescenza per misurare la concentrazione di Ossidi di Azoto presenti in un campione di gas opportunamente inviato al suo ingresso. Il principio di misura utilizzato è virtualmente libero da interferenze di altri gas così il valore restituito è la reale concentrazione di NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> presente nel campione.

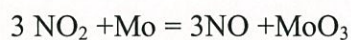
La tecnica di misura si basa sulla misura della quantità di luce caratteristica, che viene emessa dalla reazione in fase gassosa, tra la molecola di NO e quella dell'O<sub>3</sub>, con una intensità che è direttamente proporzionale alla concentrazione di ossido di azoto e che è espressa dalla seguente formula:



L'emissione della luce avviene quando le molecole di NO<sub>2</sub>, con gli elettroni in stato di eccitazione, decadono al loro stato fondamentale.

La misura dell'NO<sub>2</sub> presente nell'aria viene effettuata con la stessa tecnica convertendo preventivamente l'NO<sub>2</sub> in NO.

L'analizzatore impiega un convertitore al molibdeno riscaldato approssimativamente a 325°C per convertire le molecole di NO<sub>2</sub> in NO:



Il fenomeno luminoso, viene rilevato da un fotomoltiplicatore e gestito da un microprocessore per essere inviato all'uscita sia sotto forma di segnale analogico sia attraverso una uscita digitale RS232 contenente tutte le informazioni di misura, diagnostica dell'analizzatore e dati contenuti nel data logger dell'analizzatore stesso.



Un filtro adattivo di segnali consente di ottenere sia una veloce risposta in caso di improvvise e significative fluttuazioni delle concentrazioni di ossidi di azoto sia valori stabili in situazioni di concentrazioni poco variabili.

### ***Principio di funzionamento***

La luce prodotta dalla reazione chimica tra l'NO e l'ozono che viene prodotta nella camera di rivelazione all'atto del decadimento della molecola eccitata di NO<sub>2</sub>, viene filtrata da un filtro di banda passante e focalizzata sul fotomoltiplicatore, il quale converte queste radiazioni in un segnale elettrico. Questo segnale è poi filtrato ed amplificato da un sistema elettronico gestito da un microprocessore per essere reso leggibile all'utente. La reazione di chemiluminescenza e la linearità del tubo assicurano che il segnale è linearmente proporzionale alla concentrazione di NO ed NO<sub>2</sub>.

### ***Descrizione dell'analizzatore***

Il campione da analizzare arriva dalla sonda di prelievo ed entra attraverso l'ingresso pneumatico denominato "Sample" poi passa direttamente nella camera di reazione quando effettua la misura di NO, oppure dopo 8 secondi, quando la valvola denominata NO/NO<sub>x</sub> interviene, passa attraverso il convertitore al molibdeno e successivamente nella stessa camera di rivelazione, in modo da poter effettuare la misura dell'NO<sub>x</sub>. Il calcolatore legge i due valori distinti di NO ed NO<sub>x</sub> ne effettua le proiezioni durante le fasi di misura di uno rispetto all'altro ed inoltre opera la differenza tra i due dando poi tre segnali distinti all'uscita che sono i valori di NO, NO<sub>2</sub> ed NO<sub>x</sub>. L'aria ambiente entra anche da un altro percorso dove viene fatta passare attraverso un deumidificatore tipo "Permapure" che rimuove l'umidità presente nell'aria; passa, successivamente, attraverso un generatore di ozono (trasformazione dell'ossigeno presente nell'aria in ozono tramite scarica elettrica ad alto voltaggio), quindi prosegue in un purificatore di ozono prima di entrare nella camera di reazione dove incontra l'aria campionata e dove avviene la reazione di chemiluminescenza.

### **Monitoraggio Biossido di Zolfo**

Per il monitoraggio del Biossido di Zolfo è stato utilizzato l'analizzatore APSA 370 il quale si basa sul principio della fluorescenza per misurare la concentrazione di Anidride solforosa presente in un campione di gas opportunamente inviato al suo ingresso.

Il principio di misura utilizzato è virtualmente libero da interferenze di altri gas e il valore mostrato è la reale concentrazione di SO<sub>2</sub> presente nel campione.



### Monitoraggio Monossido di Carbonio

Per il monitoraggio del Monossido di carbonio è stato utilizzato l'analizzatore APMA 370, il quale si basa sul principio dell'infrarosso non dispersivo per misurare la concentrazione di Monossido di carbonio presente in un campione di gas opportunamente inviato al suo ingresso. Il principio di misura utilizzato è virtualmente libero da interferenze di altri gas e il valore mostrato è la reale concentrazione di CO presente nel campione.

La misura viene effettuata mediante l'iniezione, in cella di analisi, del campione alternato ad aria di riferimento attraverso una valvola a solenoide controllata dal microprocessore di gestione dell'analizzatore.

### Monitoraggio Ozono

Per il monitoraggio dell'Ozono è stato utilizzato l'analizzatore APOA 370 il quale si basa sul principio della UV per misurare la concentrazione di Ozono presente in un campione di gas opportunamente inviato al suo ingresso. Il principio di misura utilizzato è virtualmente libero da interferenze di altri gas e il valore mostrato è la reale concentrazione di O<sub>3</sub> presente nel campione.

La rilevazione delle molecole di Ozono si basa sull'assorbimento di luce UV a 254nm, dovuta ad una risonanza elettronica interna dell'O<sub>3</sub>. La sorgente UV utilizzata è una lampada al mercurio costruita in maniera tale che la maggior parte delle radiazioni emesse abbia una lunghezza d'onda pari a 254 nm.

La luce emessa dalla lampada viene indirizzata ad una cella di assorbimento che viene alternativamente riempita con gas campione e gas campione filtrato così da rimuovere ogni traccia di ozono.

Il rapporto tra l'intensità della luce passata attraverso il gas filtrato e quella passata attraverso il gas campione consente di determinare il rapporto I/I<sub>0</sub>. Tale rapporto viene utilizzato per calcolare, in base alla legge di Lambert - Beer, il valore della concentrazione di O<sub>3</sub> mediante la relazione:

$$O_3 \text{ (ppm)} = \frac{a \cdot l \cdot P}{273 \text{ K}} \cdot \frac{29,92 \text{ Hg}}{P} \cdot 10^6 \text{ ppm} \cdot \ln \frac{I}{I_0}$$

dove: O<sub>3</sub> (ppm) = concentrazione di O<sub>3</sub> espressa in ppm

a = coefficiente di assorbimento



$l$  = lunghezza del percorso ottico

$T$  = temperatura del campione in gradi Kelvin

$P$  = pressione del campione in Hg

$L_n$  = logaritmo naturale

$I$  = Intensità della luce passata attraverso il campione

$I_0$  = Intensità della luce passata attraverso il campione privo di ozono

Questa relazione evidenzia come la concentrazione di  $O_3$  non dipenda solo dal valore del rapporto  $I/I_0$ . La temperatura e la pressione influenzano la densità del campione.

Al variare di quest'ultima, varia il numero di molecole di ozono che, nella cella di assorbimento, vengono irradiate dalla luce emessa dalla lampada UV. Gli effetti di temperatura e pressione vengono rimossi normalizzando tutte le misure a  $T$  e  $P$  standard (STP) attraverso un sistema automatico posto nell'analizzatore.

Il coefficiente di assorbimento è un numero che riflette le caratteristiche proprie dell' $O_3$  di assorbire luce a 254 nm. La maggior parte delle misure assegna a tale coefficiente un valore pari a 308  $cm^{-1} atm^{-1}$  a STP. L'intensità della luce viene convertita in valore di tensione da un modulo rivelatore/preamplificatore. A sua volta, questa tensione viene convertita in un numero tramite un convertitore tensione/frequenza (V/F) con una risoluzione pari a 80.000 conteggi.

I valori di intensità così digitalizzati vengono utilizzati dal microprocessore per determinare la concentrazione sulla base della relazione sopra riportata.

### **Monitoraggio Benzene, Toluene e Xylene**

Per il monitoraggio del Benzene, Toluene e Xylene viene utilizzato l'AMA BTX Analyzer, un sistema di campionamento automatico, di arricchimento e analisi GC. La misura si basa sul principio di adsorbimento dei composti su materiali speciali in un tubo di arricchimento e rilevamento dei composti organici con l'aiuto di un FID o un rivelatore PID dopo separazione su una colonna capillare di un GC.

### ***Principio di funzionamento***

La linea di campionamento viene lavata con gas campione per assicurarsi che effettivamente sia disponibile il gas campione quando si avvia la fase successiva.



Un volume definito di aria ambiente (flusso regolato con un controllore di flusso di massa termica) viene aspirata attraverso un tubo di arricchimento (BTX-tube), che viene riempito con materiale adsorbente.

Dopo l'arricchimento il tubo BTX viene riscaldato in modo molto veloce e i materiali adsorbiti vengono vaporizzati e nuovamente lavati sulla colonna capillare del modulo gascromatografo.

Per separare gli oggetti campionati è utilizzata una colonna capillare gas cromatografica. I composti separati sono individuati da un FID o un PID. Le aree dei picchi misurate possono anche essere confrontate con le funzioni di calibrazione.

I dati vengono analizzati mediante il software del GC 5000 il quale consiste di due parti, il software di controllo BTX e il software per la cromatografia.

Tutte le funzioni del sistema sono controllate tramite il software BTX, salvo la modifica delle finestre di ritenzione, l'integrazione dei parametri così come la reintegrazione dei cromatogrammi.

Il software per la cromatografia registra i cromatogrammi, li analizza e trasmette i risultati tramite un file di collegamento al programma GC 5000 BTX.

### **Stazione meteorologica installata sul laboratorio mobile**

La stazione metereologica restituisce i seguenti parametri:

- velocità del vento
- direzione del vento
- temperatura;
- umidità relativa;
- pluviometria;
- pressione barometrica;
- radiazione solare

Il sensore per la misura della velocità vento è costruito con materiali ad alta affidabilità e durata che consentono di mantenere nel tempo le caratteristiche iniziali di sensibilità e precisione. Il sensore impiega un magnete toroidale a 6 coppie polari ed una sonda ad effetto Hall che rileva la rotazione del magnete, senza alcun contatto tra magnete e rivelatore. Gli attriti vengono ottimizzati grazie all'impiego di particolari cuscinetti a sfere a lunga durata. La forma e la dimensione delle coppe



assicura un'elevata sensibilità, unitamente ad una bassa inerzia meccanica. La robustezza meccanica consente al sensore di resistere a venti di forte intensità e ad improvvise raffiche (fino a 300km/h). Infine l'impiego di materiali quali alluminio anodizzato e acciaio inossidabile, garantisce un'ottima resistenza alla corrosione dovuta dagli agenti atmosferici, assicurando così una lunga durata nel tempo. Il sensore è corredato di protezioni elettriche.

Il sensore per la misura della direzione del vento è ostruito con materiali ad alta affidabilità e durata che consentono di mantenere nel tempo le caratteristiche iniziali di sensibilità e precisione.

Il sensore impiega uno speciale potenziometro ad alta precisione, che assicura un'ottima risoluzione, un'elevata sensibilità e una notevole durata meccanica in un angolo operativo di 360°. La robustezza meccanica consente al sensore di resistere a venti di forte intensità e ad improvvise raffiche (fino a 300km/h). Infine l'impiego di materiali quali alluminio anodizzato e acciaio inossidabile, garantisce un'ottima resistenza alla corrosione dovuta dagli agenti atmosferici, assicurando una lunga durata nel tempo. Il sensore è corredato di protezioni elettriche.

Per il sensore della Temperatura il trasduttore è costituito da una termoresistenza al Platino Pt100 sensibile alle variazioni di temperatura secondo la curva di risposta riportata nelle norme DIN 43760. La variazione di resistenza della Pt100 viene trasformata in un segnale elettrico naturale con collegamento a quattro fili oppure in un segnale elettrico normalizzato in corrente o in tensione che varia in modo lineare con la temperatura.

Per il sensore dell'Umidità relativa il trasduttore è costituito da un elemento a film sottile la cui capacità varia linearmente con l'umidità relativa dell'aria.

I trasduttori sono fissati all'interno di una serie di schermi che proteggono completamente dalla radiazione solare diretta e dalla radiazione UV. La schermatura è realizzata in modo da garantire comunque la naturale ventilazione dell'elemento sensibile. La particolare colorazione bianca – riflettente, annulla l'effetto di riscaldamento indotto dalla schermatura sull'elemento sensibile, garantendo una maggiore precisione di misura.

Il pluviometro PL400 è costituito da un corpo cilindrico in alluminio anodizzato dentro il quale viene montato un orifizio di raccolta a forma di imbuto che convoglia il precipitato verso una bilancia in acciaio inox realizzata con un sistema di appoggio a lama di coltello. Un apposito dispositivo (contatto reed) rileva le commutazioni della bilancia filtrando ogni disturbo dovuto a falsi rimbalzi. La bocca di raccolta è ben delineata da un bordo sottile per minimizzare la possibilità che le gocce



d'acqua cadano sul bordo. La forma dell'imbutto, prima cilindrica e poi conica, con angolazioni diverse e calcolate, trattiene gli schizzi delle gocce che cadono dentro l'imbutto all'interno dello stesso. La pendenza del cono e la sua particolare finitura superficiale minimizzano la ritenzione superficiale delle gocce. Una griglia asportabile (grasparola), posta sul fondo dell'imbutto, trattiene impurità ed altra sporcizia. L'ugello posto sotto l'imbutto è dimensionato in modo tale da assicurare una costante regolazione del flusso d'acqua in caso di improvvisi scrosci di elevata intensità, riducendo la causa di errore tipica dei pluviometri, in questa condizione di misura.

Il sensore per la misura di Pressione Atmosferica BAR è un barometro elettronico con uscita di tipo analogico facilmente acquisibile da un datalogger. Utilizza un trasduttore del tipo a ponte piezoresistivo che fornisce misure estremamente precise della pressione atmosferica, con un'eccellente ripetibilità, bassa isteresi e stabile comportamento in temperatura. Il segnale di uscita del sensore è linearmente proporzionale alla pressione atmosferica rilevata. Il basso consumo (<2mA) e le dimensioni compatte, ne fanno uno strumento ideale per applicazioni meteorologiche, sistemi di monitoraggio ambientale, sistemi di acquisizione dati in campagne di misura. La sua forma dalle dimensioni ridotte, ne permettono una facile installazione sia all'esterno (contenitore IP65) sia all'interno di armadi o locali preposti.

Il sensore per la misura della radiazione solare globale o Piranometro, è costruito con materiali ad alta affidabilità e durata che consentono di mantenere nel tempo le caratteristiche iniziali di sensibilità e precisione. Il sensore impiega uno speciale vetro a doppia cupola che unito ad uno schermo ad anello contro la componente diretta del sole, consente di misurare la sola componente diffusa della radiazione solare incidente. Il sensore è costituito da un trasduttore a termopila di elevata precisione e sensibilità, protetto da una doppia cupola in vetro al quarzo in grado di garantire un'elevata sensibilità nello spettro  $0,3 \mu\text{m} \div 3 \mu\text{m}$ .

### **Stazione meteorologica mobile**

La stazione meteorologica viene alloggiata all'interno di una cassetta, con apposito sportello, in VTR delle dimensioni di 20x40x50cm e posta su di un su palo telescopico in lega di alluminio ad altezza pari a 10.0 m circa in fase di estensione massima, ed altezza massima in fase non operativa non superiore a 4.00 m, fissata ad esso con cravatte metalliche assieme ad un pannello fotovoltaico



di dimensioni circa 50x30cm per l'alimentazione. All'interno della cassetta è posto l'acquisitore meteorologico modello Davis Vantage PRO 2TM assieme ad un pacco batterie per ulteriore alimentazione. Da appositi fori presenti sulla cassetta fuoriescono i cavi che connettono sistema di acquisizione al pluviometro, all'anemometro, al termometro, all'igrometro e ad altri sensori che misurano la pressione barometrica e le radiazioni solari. Terminata la connessione di tutte le parti periferiche con la centralina all'interno dell'apposito box, si avviano i settaggi dei vari parametri da acquisire ed inizia così la loro acquisizione.

La stazione meteorologica modello Davis Vantage PRO 2TM utilizzata per il rilievo dei parametri meteo è costituita dai seguenti accessori:

- Sensore della velocità del vento
- Sensore della direzione del vento
- Sonda temperatura;
- Sensore umidità relativa;
- Pluviometro;
- Sensore barometrico;
- Sensore della radiazione solare.

Ciascuno dei sensori della stazione meteo misura indipendentemente i parametri di riferimento e li registra su di un apposito data logger. La stazione meteorologica è dotata di alimentazione mediante pannello fotovoltaico e una batteria per l'accumulo di energia elettrica.

La stazione meteo viene impostata per acquisire ad intervalli orari i seguenti parametri meteo:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- temperatura;
- umidità relativa;
- pluviometria;
- pressione barometrica;
- radiazione solare





Alla fine di ogni misura si provvede a scaricare e salvare i dati meteorologici registrati. I dati salvati sono archiviati in un archivio excel al fine di provvedere alla loro elaborazione ed interpretazione. Vengono elaborati istogrammi per i parametri di temperatura, velocità del vento e precipitazioni. Inoltre si è provveduto e valutare le direzioni del vento tramite un'elaborazione della rosa dei venti.

### 3.5 FREQUENZA DEI CAMPIONAMENTI

#### *Fase Ante Operam*

Le misure di AO sono previste per le solo viabilità e per il monitoraggio degli inquinanti da traffico, con metodica AR1.

La frequenza del monitoraggio per la fase di AO sarà di due campagne: una nel semestre estivo ed una nel semestre invernale per una durata di 30 giorni ognuna. Si dovrà avere cura che i 30 giorni siano significativi e che pertanto le condizioni meteorologiche del periodo di misura siano adeguate a caratterizzare la stagione dell'anno, ossia che non si manifestino particolari condizioni meteo che potrebbero inficiare la rappresentatività delle misure, quali ad esempio precipitazioni continuative per più di 5 giorni o piovosità intensa rispetto a quella tipica del sito. In casi di eventi meteo particolarmente avversi e prolungati per almeno 15 gg consecutivi, la misura dovrà essere prolungata fino ad ottenere un campione rappresentativo.

#### *Fase Corso Opera*

Il monitoraggio in CO sarà effettuato per le attività di cantiere (Fronte Avanzamento Lavori FAL) relative sia alle opere ferroviarie sia alle viabilità extralinea.

La durata delle misure sarà di 15 giorni relativamente alla Metodica AR2 e di 30 giorni per le misure da eseguire secondo la Metodica AR1; l'attivazione del campionamento sarà in funzione delle effettive lavorazioni in corso ed avrà una frequenza trimestrale.

Durante la fase di CO si avrà anche l'attivazione delle due postazioni in continuo di 365 giorni in cui verrà applicata la metodica AR3. I primi sei mesi sono previsti alla fine di questa fase di monitoraggio.

#### *Fase Post Operam*

Il monitoraggio in fase di operatività della linea ferroviaria (Post Operam) è previsto solo per le viabilità extralinea con il campionamento degli inquinanti da traffico, come da metodica AR1.



Si prevedono due cicli di misure di 1 mese ciascuna (specifiche metodica AR1).

Durante la fase di PO ed in particolare per i primi 6 mesi di monitoraggio resteranno attive le due postazioni in continuo di 365 giorni in cui verrà applicata la metodica AR3.

### *Tempistiche di monitoraggio*

La tabella successiva riassume metodiche e frequenze definite per le diverse fasi.

| FASE      |                        |   |     |                             |
|-----------|------------------------|---|-----|-----------------------------|
|           | AO traffico            | CO cantiere/FAL   |     | PO traffico                 |
| METODICA  | AR1                    | AR2+AR1   | AR3 | AR1                         |
| FREQUENZA | 2 misure /anno di 30gg | Trimestrale nel tempo di attività del cantiere/lavorazioni più impattanti |     | Misure in continuo (365 gg) |
|           |                        |   |     | 2 misure /anno di 30gg      |

Il piano sarà eventualmente aggiornato nel corso del monitoraggio in funzione di variazioni significative che dovessero rendersi necessarie:

- all'andamento temporale dei lavori (in particolare per il fronte avanzamento);
- ai flussi di traffico dei mezzi di cantiere;
- alle strade interessate (in questo caso, oltre ad un aggiornamento del calendario delle misure, dovrà essere previsto un riposizionamento del punto di monitoraggio).

Per quanto riguarda quei punti dislocati lungo il FAL (fronte avanzamento lavori) e di traffico dovuto ai mezzi di cantiere nonché di quelli in corrispondenza dei cantieri la campagna sarà effettuata nei periodi in cui sono previste le condizioni più critiche della fase di costruzione (o flussi di traffico superiori al limite) relativamente a ciascun punto, compatibilmente con la duplice esigenza di non effettuare controlli tardivi e di intervenire tempestivamente nel caso di superamento dei limiti.

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio ENI per l'Alta Velocità

ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

|         |                  |             |                                      |           |                    |
|---------|------------------|-------------|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| Doc. N: | Progetto<br>IN51 | Lotto<br>11 | Codifica Documento<br>EE2SPMB0001001 | Rev.<br>D | Foglio<br>35 di 38 |
|---------|------------------|-------------|--------------------------------------|-----------|--------------------|

## 4 PUNTI DI MONITORAGGIO

Tabella con indicazione dei punti di monitoraggio

| CODICE PUNTO      | WBS  | PK                           | FASE         | COMUNE                 | PROV. | AREA   | METODICA      | FREQUENZA   | TIPOLOGIA |
|-------------------|------|------------------------------|--------------|------------------------|-------|--|---------------|---|-----------|
| AV-CD-AR-2-01     | MB01 | 30+749                       | CO           | Casirate d'Adda        | BG    | Area Tecnica; Sottovia: Area Stoccaggio; Pista di Cantiere             | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   | FAL       |
| AV-TG-AR-2-02     | MB01 | -                            | CO           | Treviglio              | BG    | Cavalcaferrovia; Rilevato; Pista di Cantiere                           | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   | FAL       |
| AV-CV-AR-2-03     | MB01 | 38+978                       | CO           | Caravaggio             | BG    | Cantiere C.O.2   | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   | FAL       |
| AV-AN-AR-2-04     | MB01 | 51+610                       | CO           | Antegnate              | BG    |  | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   | Cantiere  |
| AV-CH-AR-2-05     | MB02 | 61+600                       | CO           | Chiari                 | BS    |  | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   | FAL       |
| AV-RO-AR-2-06     | MB02 | 67+370                       | CO           | Rovato                 | BS    | Cantiere C.O.4; Sottovia: Rilevato; Area Stoccaggio; Pista di Cantiere | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   | Cantiere  |
| AV-TA-AR-2-07     | MB02 | 04+200<br>ICBSW              | CO           | Travagliato            | BS    | Cantiere C.O.5 Viadotto; Area Tecnica; Pista di Cantiere               | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   | Cantiere  |
| AV-CN-AR-2-08     | MB02 | 08+800<br>ICBSW              | CO           | Ospitaletto            | BS    | Rilevato; Area Stoccaggio; Pista di Cantiere                           | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   | FAL       |
| AV-MO-AR-2-09     | MB01 | Nel Ramo pk<br>0+600 circa   | CO           | Morengo                | BG    | Viabilità Bariano-Morengo  | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   | Viabilità |
| AV-FS-AR-1-2-10   | MB01 | Ramo 2<br>Viabilità Isso     | AO-CO-<br>PO | Sola                   | BG    | Viabilità Sola-Isso  | AR1: AO-CO-PO | AO-PO: 2 misure/anno di 30 giorni<br>CO: 1 misura/trimestre con Lab. Mobile durata 30 gg      | Viabilità |
| AV-RL-AR-1-2-11   | MB01 | ramo 3 della<br>Viabilità RL | AO-CO-<br>PO | Romano di<br>Lombardia | BG    | Viabilità Romano di Lombardia  | AR1: AO-CO-PO | AO-PO: 2 misure/anno di 30 giorni<br>CO: 1 misura/trimestre con Lab. Mobile durata 30 gg      | Viabilità |
| AV-CI-AR-1-2-12   | MB01 | Intorno PK<br>linea 53+00    | AO-CO-<br>PO | Calcio                 | BG    | Viabilità Calcio   | AR1: AO-CO-PO | AO-PO: 2 misure/anno di 30 giorni<br>CO: 1 misura/trimestre di 1 con Lab. Mobile durata 30 gg | Viabilità |
| AV-CO-AR-3-13(*)  | MB01 | 38+04 Km                     | CO-PO        | Covo                   | BG    | -  | AR3: CO-PO    | CO: in continuo 365 giorni all'anno PM10 più misure trimestrali con Lab. Mobile durata 30 gg  | -         |
| AV-CS-AR-3-14 (*) | MB02 | 65+08 Km                     | CO-PO        | Castrezzato            | BS    | -  | AR3: CO-PO    | CO: in continuo 365 giorni all'anno PM10 più misure trimestrali con Lab. Mobile durata 30 gg  | -         |
| AV-CV-AR-2-15(*)  | MB01 | 47+04 Km                     | CO           | Caravaggio             | BG    |  | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   |           |
| AV-CH-AR-2-16(*)  | MB02 | 58 + 06 Km                   | CO           | Chiari                 | BS    |  | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   |           |
| AV-OS-AR-2-17(*)  | MB02 | 06 + 03 Km                   | CO           | Ospitaletto            | BS    |  | AR2: CO       | CO: 1 misura/trimestre di 15 giorni   |           |
| AV-CT-AR-1-18(*)  | MB02 | 03+02 km                     | CO           | Cazzago San<br>Martino | BS    |  | AR1: CO       | CO: 1 misura/trimestre con Lab. Mobile durata 30 gg   |           |
| AV-RD-AR-1-19(*)  | MB02 | 11 + 13 km                   | CO           | Roncadelle             | BS    |  | AR1: CO       | CO: 1 misura/trimestre con Lab. Mobile durata 30 gg   |           |

(\*) Le nuove stazioni di monitoraggio verranno posizionate definitivamente a seguito di sopralluogo con gli Enti di controllo.

|   |                  |   |                                      |           |                    |
|---|------------------|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità  |                  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO |                                      |           |                    |
| Doc. N:   | Progetto<br>IN51 | Lotto<br>11   | Codifica Documento<br>EE2SPMB0001001 | Rev.<br>D | Foglio<br>36 di 38 |

## 5 DOCUMENTAZIONE E SISTEMA INFORMATIVO

Su tutti i parametri registrati verrà svolta l'elaborazione statistica standard riferibile al massimo, minimo e deviazione standard secondo il tempo di campionamento indicato.

Sulla base delle indicazioni di ARPA Lombardia "*Metodo di analisi e valutazione dei dati di monitoraggio - fase corso d'opera-componente atmosfera*" (settembre 2010), l'analisi sarà integrata con la valutazione del Benzo(a)Pirene B(a)P, utilizzato come tracciante degli IPA, per determinare l'eventuale componente tossica delle polveri.

L'analisi chimica del Benzo(a)Pirene verrà effettuata secondo le indicazioni del D.Lgs. n.152/2006.

Entro 15 giorni al termine di ogni campagna di misura, si dovrà mettere a disposizione i dati registrato sul Sistema Informativo con :

- descrizione delle lavorazioni in atto durante il periodo di misura, con l'indicazione della durata delle lavorazioni stesse
- descrizione delle condizioni meteo durante il periodo di misura
- confronto con le curve limite e segnalazione degli eventuali superamenti.

Oltre ai dati inseriti sul Sistema Informativo verranno prodotte per tutte le campagne effettuate delle schede di fine campagna che verranno inserite nelle pubblicazioni periodiche.

In particolare si prevede di emettere :

**A. Report conclusivo di sintesi e commento per l'AO.** Esso sarà emesso al termine della fase di AO e contiene la sintesi e l'analisi critica di tutti i dati relativi della qualità dell'aria oltre alla caratterizzazione meteorologica sulla base anche delle reti di rilevamento esistenti nazionali, regionali e provinciali nella regione attraversata dalla linea AV/AC. Per i punti relativi al FAL per i quali non si prevede la realizzazione di misure di AO, verranno predisposte delle schede anagrafiche che verranno inserite nel primo rapporto di CO.

**B. Report campagne CO:** che contiene i risultati delle misure effettuate e viene emesso entro 2 mesi successivi il periodo di riferimento trimestrale.

|   |                  |   |                                      |           |                    |
|---|------------------|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità  |                  | ALTA SORVEGLIANZA<br> <b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO |                                      |           |                    |
| Doc. N:   | Progetto<br>IN51 | Lotto<br>11   | Codifica Documento<br>EE2SPMB0001001 | Rev.<br>D | Foglio<br>37 di 38 |

**C. Report conclusivo di sintesi e commento per PO:** emesso al termine delle campagne di Post Operam e contiene la sintesi e l'analisi critica di tutti i dati relativi della qualità dell'aria, insieme con il confronto con i dati registrati in fase di AO.

|   |                  |   |                                      |           |                    |
|---|------------------|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><b>Cepav due</b> <br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità |                  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO |                                      |           |                    |
| Doc. N:   | Progetto<br>IN51 | Lotto<br>11   | Codifica Documento<br>EE2SPMB0001001 | Rev.<br>D | Foglio<br>38 di 38 |

**ALLEGATO 1**

**FORMAT SCHEDE DI RILIEVO – COMPONENTE ATMOSFERA**

**(Metodiche AR-1 – AR-2)**

MONITORAGGIO AMBIENTALE LINEA FERROVIARIA AV/AC TREVIGLIO BRESCIA - FASE:

AR-1 (Monitoraggio degli Inquinanti dovuti al traffico)

PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

|  |  |
|--|--|
| Ubicazione:                            |  |
| Codice della stazione                  |  |
| Tratta di riferimento                  |  |
| Metodica                               |  |
| Periodo di misura                      |  |
| Numero ore registrate                  |  |
| Numero di giorni di registrazione      |  |
| Distanza della viabilità dall'edificio |  |
| Coordinate Stazione XY                 |  |
| Tecnico di campo                       |  |

LOCALIZZAZIONE DELLA STAZIONE DI MONITORAGGIO

IMMAGINE

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

IMMAGINE

FONTI DI EMISSIONE (descrizione dell'intorno dell'area)

xxxxxxx

**PTS**

| Concentrazioni PTS                                   |                         |                               |   |      |
|--|-------------------------|-------------------------------|---|------|
| Data Campionamento                                   | Rapporto di Laboratorio | Risultati di laboratorio [mg] | Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Note |
| gg/mm/aaaa   |                         |                               |   |      |
| gg/mm/aaaa   |                         |                               |   |      |
| Minimo   |                         |                               |   |      |
| Massimo  |                         |                               |   |      |
| Media  |                         |                               |   |      |
| Rappresentazione grafica delle Concentrazioni di PTS |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |
| Risultati analisi                                    |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |

**PM10**

| Concentrazioni PM10                                   |                         |                               |   |      |
|---|-------------------------|-------------------------------|---|------|
| Data Campionamento                                    | Rapporto di Laboratorio | Risultati di laboratorio [mg] | Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Note |
| gg/mm/aaaa  |                         |                               |   |      |
| gg/mm/aaaa  |                         |                               |   |      |
| Minimo  |                         |                               |   |      |
| Massimo   |                         |                               |   |      |
| Media   |                         |                               |   |      |
| Rappresentazione grafica delle Concentrazioni di PM10 |                         |                               |   |      |
|   |                         |                               |   |      |
| Risultati analisi                                     |                         |                               |   |      |
|   |                         |                               |   |      |

**PM2,5**

| Concentrazioni PM2,5                                   |                         |                               |   |      |
|--|-------------------------|-------------------------------|---|------|
| Data Campionamento                                     | Rapporto di Laboratorio | Risultati di laboratorio [mg] | Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Note |
| gg/mm/aaaa   |                         |                               |   |      |
| gg/mm/aaaa   |                         |                               |   |      |
| Minimo   |                         |                               |   |      |
| Massimo  |                         |                               |   |      |
| Media  |                         |                               |   |      |
| Rappresentazione grafica delle Concentrazioni di PM2,5 |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |
| Risultati analisi                                      |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |







### Media mobile su 8 ore per il Monossido di Carbonio (CO) e per l'Ozono (O<sub>3</sub>)

| Intervallo di 8 ore | Massima concentrazione media giornaliera calcolata su 8 ore per il Monossido di Carbonio CO (mg/m <sup>3</sup> ) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 17:00-01:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 18:00-02:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19:00-03:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20:00-04:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21:00-05:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 22:00-06:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23:00-07:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 24:00-08:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01:00-09:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 02:00-10:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 03:00-11:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 04:00-12:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 05:00-13:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 06:00-14:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 07:00-15:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 08:00-16:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 09:00-17:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10:00-18:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11:00-19:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12:00-20:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13:00-21:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14:00-22:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15:00-23:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16:00-24:00         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MAX                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Note

"N.P.": dati non pervenuti in quanto i valori di concentrazione sono disponibili dalle 01:00 del xxx.  
 Dati con \*: dati non validi in quanto non è stata raggiunta la percentuale minima di dati validi per il calcolo dei parametri statistici (18 medie su 8 ore al giorno).

Rappresentazione grafica

Risultato delle Analisi

| Massima concentrazione media giornaliera calcolata su 8 ore per l'Ozono O3 (µg/m <sup>3</sup> ) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Intervalli di 8 ore   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17:00-01:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 18:00-02:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19:00-03:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20:00-04:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21:00-05:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 22:00-06:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23:00-07:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 24:00-08:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01:00-09:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 02:00-10:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 03:00-11:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 04:00-12:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 05:00-13:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 06:00-14:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 07:00-15:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 08:00-16:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 09:00-17:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10:00-18:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11:00-19:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12:00-20:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13:00-21:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14:00-22:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15:00-23:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16:00-24:00   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MAX   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Note:   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Rappresentazione grafica

Risultato delle Analisi



|  |
|--|
| Rappresentazione grafica dell'andamento della Temperatura                        |
|  |
| Rappresentazione grafica delle Precipitazioni                                    |
|  |
| Rappresentazione grafica delle Precipitazioni giornaliere                        |
|  |
| Rappresentazione grafica della Velocità del Vento                                |
|  |
| Rappresentazione grafica dell'andamento dell'Umidità Relativa                    |
|  |
| Rappresentazione grafica della Radiazione Solare                                 |
|  |
| Rappresentazione grafica della Pressione Atmosferica                             |
|  |
| Rappresentazione grafica della Velocità del Vento                                |
|  |
| Rappresentazione grafica della Velocità del Vento sulla stazione di monitoraggio |
|  |
| Risultati analisi dei dati   |
|  |

| MONITORAGGIO AMBIENTALE LINEA FERROVIARIA AV/AC TREVIGLIO BRESCIA - FASE: |  |
|---|--|
| <i>AR-2 (Monitoraggio delle polveri PTS, PM10 e PM2,5)</i>                |  |
| PRESENTAZIONE DEI RISULTATI   |  |
| Ubicazione:   |  |
| Codice della stazione   |  |
| Tratta di riferimento   |  |
| Metodica  |  |
| Periodo di misura   |  |
| Numero ore registrate   |  |
| Numero di giorni di registrazione   |  |
| Distanza della viabilità dall'edificio                                    |  |
| Coordinate Stazione XY  |  |
|   |  |
| Tecnico di campo  |  |
| LOCALIZZAZIONE DELLA STAZIONE DI MONITORAGGIO                             |  |
|   |  |
| DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA  |  |
|   |  |
| FONTI DI EMISSIONE (descrizione dell'intorno dell'area)                   |  |
|   |  |

**PTS**

| Concentrazioni PTS                                   |                         |                               |   |      |
|--|-------------------------|-------------------------------|---|------|
| Data Campionamento                                   | Rapporto di Laboratorio | Risultati di laboratorio [mg] | Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Note |
|  |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |
| Minimo   |                         |                               |   |      |
| Massimo  |                         |                               |   |      |
| Media  |                         |                               |   |      |
| Rappresentazione grafica delle Concentrazioni di PTS |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |
| Risultati analisi                                    |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |

**PM10**

| Concentrazioni PM10                                   |                         |                               |   |      |
|---|-------------------------|-------------------------------|---|------|
| Data Campionamento                                    | Rapporto di Laboratorio | Risultati di laboratorio [mg] | Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Note |
|   |                         |                               |   |      |
|   |                         |                               |   |      |
| Minimo  |                         |                               |   |      |
| Massimo   |                         |                               |   |      |
| Media   |                         |                               |   |      |
| Rappresentazione grafica delle Concentrazioni di PM10 |                         |                               |   |      |
|   |                         |                               |   |      |
| Risultati analisi                                     |                         |                               |   |      |
|   |                         |                               |   |      |

**PM2,5**

| Concentrazioni PM2,5                                   |                         |                               |   |      |
|--|-------------------------|-------------------------------|---|------|
| Data Campionamento                                     | Rapporto di Laboratorio | Risultati di laboratorio [mg] | Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Note |
|  |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |
| Minimo   |                         |                               |   |      |
| Massimo  |                         |                               |   |      |
| Media  |                         |                               |   |      |
| Rappresentazione grafica delle Concentrazioni di PM2,5 |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |
| Risultati analisi                                      |                         |                               |   |      |
|  |                         |                               |   |      |





|  |
|--|
| Rappresentazione grafica dell'andamento della Temperatura                        |
|  |
| Rappresentazione grafica delle Precipitazioni                                    |
|  |
| Rappresentazione grafica delle Precipitazioni giornaliere                        |
|  |
| Rappresentazione grafica della Velocità del Vento                                |
|  |
| Rappresentazione grafica dell'andamento dell'Umidità Relativa                    |
|  |
| Rappresentazione grafica della Radiazione Solare                                 |
|  |
| Rappresentazione grafica della Pressione Atmosferica                             |
|  |
| Rappresentazione grafica della Velocità del Vento                                |
|  |
| Rappresentazione grafica della Velocità del Vento sulla stazione di monitoraggio |
|  |
| Risultati analisi dei dati   |
|  |