



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI  
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO  
 DEL PESCHIERA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO  
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

**aceq**  
 acqua  
 ACEA ATO 2 SPA



**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Ing. PhD Alessia Delle Site


**SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Dott. Avv. Vittorio Gennari

Sig.ra Claudia Iacobelli

Ing. Barnaba Paglia

**aceq**  
 Ingegneria  
 e servizi



**CONSULENTE**

Ing. Biagio Eramo

ELABORATO  
**A194PDS4A ROO1 4**

**COD. ATO2 APE10116**

DATA **DICEMBRE 2019**      SCALA

Progetto di sicurezza e ammodernamento  
 dell'approvvigionamento della città  
 metropolitana di Roma  
 "Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema  
 idrico del Peschiera",  
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV


| AGG. N. | DATA    | NOTE                    | FIRMA |
|---------|---------|-------------------------|-------|
| 1       | MAR-20  | AGGIORNAMENTO ELABORATI |       |
| 2       | GEN-21  | AGGIORNAMENTO CARTIGLIO |       |
| 3       | SETT-21 | AGGIORNAMENTO ELABORATI |       |
| 4       | OTT-22  | AGGIORNAMENTO UVP       |       |
| 5       |         |                         |       |
| 6       |         |                         |       |
| 7       |         |                         |       |

**NUOVO TRONCO SUPERIORE ACQUEDOTTO  
 DEL PESCHIERA  
 dalle Sorgenti alla Centrale di Salisano**

CUP G33E17000400006

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TEAM DI PROGETTAZIONE**  
**CAPO PROGETTO**  
 Ing. Angelo Marchetti  
**ASPETTI AMBIENTALI E COORDINAMENTO SIA**  
 Ing. Nicoletta Stracqualursi  
**Hanno collaborato:**  
 Ing. Geol. Eliseo Paolini  
 Ing. Viviana Angeloro  
 Paes. Fabiola Gennaro



PARTE 4 – QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

**COMPONENTE ATMOSFERA:  
 RELAZIONE**

**REFERENTI INTERNI:** Ing. Mario De Mola – Ing. PhD Serena Conserva

## INDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>   | <b>3</b>  |
|          | 2.1.1 <i>Normativa nazionale .....</i>   | 3         |
|          | 2.1.2 <i>Normativa regionale.....</i>  | 6         |
| <b>3</b> | <b>CARATTERISTICHE METEO CLIMATICHE E METEO DIFFUSIVE DELL'AREA15</b>                            |           |
| 3.1      | INQUADRAMENTO CLIMATICO REGIONALE .....  | 15        |
| 3.2      | ANALISI DEI DATI METEOREOLOGICI ED INDIVIDUAZIONE DELL'ANNO DI RIFERIMENTO.....                  | 16        |
| 3.3      | INQUADRAMENTO CLIMATICO LOCALE.....  | 27        |
| <b>4</b> | <b>MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO.....</b>  | <b>53</b> |
| 4.1      | DATI DI INPUT .....  | 56        |
| 4.2      | DATI GEOFISICI.....  | 56        |
| 4.3      | DATI METEOROLOGICI .....   | 57        |
| 4.4      | DIGITALIZZAZIONE DELLE AREE DI INFLUENZA.....  | 60        |
| <b>5</b> | <b>INQUINAMENTO ATMOSFERICO.....</b>   | <b>71</b> |
| 5.1      | ANALISI DELLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE.....   | 71        |
|          | 5.1.1 <i>Centraline di rilevamento della qualità dell'aria.....</i>                              | 71        |
|          | 5.1.2 <i>Monitoraggio con Centralina Mobile Acea Elabori.....</i>                                | 90        |
|          | 5.1.3 <i>Conclusioni.....</i>  | 105       |
| 5.2      | FASE DI CANTIERE: CARATTERIZZAZIONE DELLE EMISSIONI E INDIVIDUAZIONE DEGLI SCENARI EMISSIVI..... | 106       |
| 5.3      | FASE DI CANTIERE: ANALISI DEI RISULTATI .....  | 124       |
| 5.4      | PREVENZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE.....   | 138       |
| 5.5      | FASE DI ESERCIZIO .....  | 140       |

## ALLEGATI

---

## 1 PREMESSA

La presente relazione, facente parte dello Studio di Impatto Ambientale, ha lo scopo di illustrare le potenzialità d’impatto nella componente Atmosfera connesse al progetto del “*Nuovo Tronco Superiore dell’acquedotto del Peschiera*”, che si sviluppa dalle Sorgenti alla centrale Salisano.

Le verifiche seguenti analizzeranno l’impatto sull’inquinamento in atmosfera, ai sensi del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”, in riferimento a:

- Analisi dello stato attuale della qualità dell’aria, in riferimento allo scenario Ante-operam;
- Analisi dell’impatto in atmosfera legato alle attività connesse alla fase di realizzazione dell’opera (Fase di Cantiere);
- Analisi dell’impatto sulla qualità dell’aria connesse all’esercizio dell’opera (Scenario Post-operam).

---

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1.1 Normativa nazionale

Nell'aprile 2002 il quadro normativo che si occupava di fornire le indicazioni sulla qualità dell'aria (valori limite, soglie di allarme, tecniche di misurazione ecc.), ha subito importanti modifiche. Con il DM n.60 del 2 aprile 2002, pubblicato in G.U. 13 aprile 2002, n. 87, il Ministero dell'ambiente ha recepito la direttiva del Consiglio 22 aprile 1999, n. 1999/30/CE.

Attualmente il DM 60/2002 è stato superato dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il decreto 155/2010 costituisce un testo unico sulla qualità dell'aria, andando a comprendere anche i contenuti del decreto 152/2007 che recepiva la Direttiva 2004/107/CE.

In merito ai valori di concentrazione relativi alla qualità dell'aria, si riportano nel seguito i limiti e le soglie di allarme definiti dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155.

#### Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

I valori di soglia per il Biossido di Zolfo sono basati su:

- Valori medi sulle 24 ore (125 µg/m<sup>3</sup>) da non superare più di 3 volte per anno civile;

- Valori medi orari ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) da non superare più di 24 volte per anno civile.

#### Biossido di Azoto ( $\text{NO}_2$ )

Relativamente al Biossido di Azoto, i limiti di concentrazione nella qualità dell'aria sono basati su:

- Valori medi annui ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- Valori medi orari ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) da non superare più di 18 volte per anno civile (ovvero valori del 99,8° percentile delle medie orarie registrate nell'anno).

#### Polveri ( $\text{PM}_{10}$ e $\text{PM}_{2,5}$ )

I valori di soglia per le polveri  $\text{PM}_{10}$  in aria sono riportati di seguito:

- Valore medi giornaliero ( $50 \mu\text{g}/\text{mc}$ ) da non superare più di 35 volte per anno civile;
- Valore medio annuo ( $40 \mu\text{g}/\text{mc}$ ).

Per le polveri  $\text{PM}_{2,5}$  il valore limite di protezione della salute umana è fissato pari a  $25 \mu\text{g}/\text{mc}$  nell'anno civile.

#### Monossido di Carbonio ( $\text{CO}$ )

Relativamente al Monossido di Carbonio, i limiti di concentrazione nella qualità dell'aria sono basati su:

- Massima media giornaliera calcolata su 8 ore ( $10 \text{mg}/\text{m}^3$ ).

In sintesi, di seguito si riportano i valori limite e le soglie di allarme per i composti individuati per la definizione della qualità dell'aria.

**Valori limite previsti dal DLgs 155/2010**

| COMPOSTO          | INDICATORE NORMATIVO                  | PERIODO DI MEDIA                   | VALORE LIMITE | NUMERO DI SUPERAMENTI CONSENTITI |
|-------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| SO <sub>2</sub>   | Valore limite protezione salute umana | 1 ora                              | 350 ug/mc     | 24                               |
|                   | Valore limite protezione salute umana | 24 ore                             | 125 ug/mc     | 3                                |
|                   | Soglia di allarme                     | 3 ore consecutive                  | 500 ug/mc     | -                                |
|                   | Livelli critici per la vegetazione    | anno civile e inverno              | 20 ug/mc      | -                                |
| NO <sub>2</sub>   | Valore limite protezione salute umana | 1 ora                              | 200 ug/mc     | 18                               |
|                   | Valore limite protezione salute umana | anno civile                        | 40 ug/mc      | -                                |
|                   | Soglia di allarme                     | 3 ore consecutive                  | 400 ug/mc     | -                                |
| PM <sub>10</sub>  | Valore limite protezione salute umana | 24 ore                             | 50 ug/mc      | 35                               |
|                   | Valore limite protezione salute umana | anno civile                        | 40 ug/mc      | -                                |
| PM <sub>2.5</sub> | Valore limite protezione salute umana | anno civile                        | 25 ug/mc      | -                                |
| CO                | Valore limite protezione salute umana | massima media su 8 ore consecutive | 10 mg/mc      | -                                |

---

## 2.1.2 Normativa regionale

### 2.1.2.1 Piano regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell’Aria

In merito ai valori di concentrazione nella qualità dell’aria il Piano di risanamento è lo strumento di pianificazione con il quale la Regione Lazio dà applicazione alla Direttiva 96/62/CE, direttiva madre "in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente" ed alle successive direttive integrative.

A seguito del parere favorevole alla procedura di V.A.S. (espresso con prescrizioni dalla Regione Lazio - Area 2S/25 - Valutazione Impatto Ambientale - Ufficio Valutazione Ambientale Strategica con Prot. n. 62493 del 03/04/2009), la Regione Lazio ha approvato il Piano di Risanamento della Qualità dell’Aria con Deliberazione della Giunta Regionale n. 66 del 10/12/2009.

#### Contenuti del Piano

In accordo con quanto prescritto dalla normativa, il Piano persegue due obiettivi generali:

- il risanamento della qualità dell'aria nelle zone dove si sono superati i limiti previsti dalla normativa o vi è un forte rischio di superamento;
- il mantenimento della qualità dell'aria nel restante territorio, attraverso misure di contenimento e di riduzione delle emissioni da traffico, industriali e diffuse, che portino a conseguire il rispetto dei limiti imposti dalla normativa, ma anche a mantenere e a migliorare la qualità dell'aria ambiente nelle aree del territorio dove non si rilevano criticità.

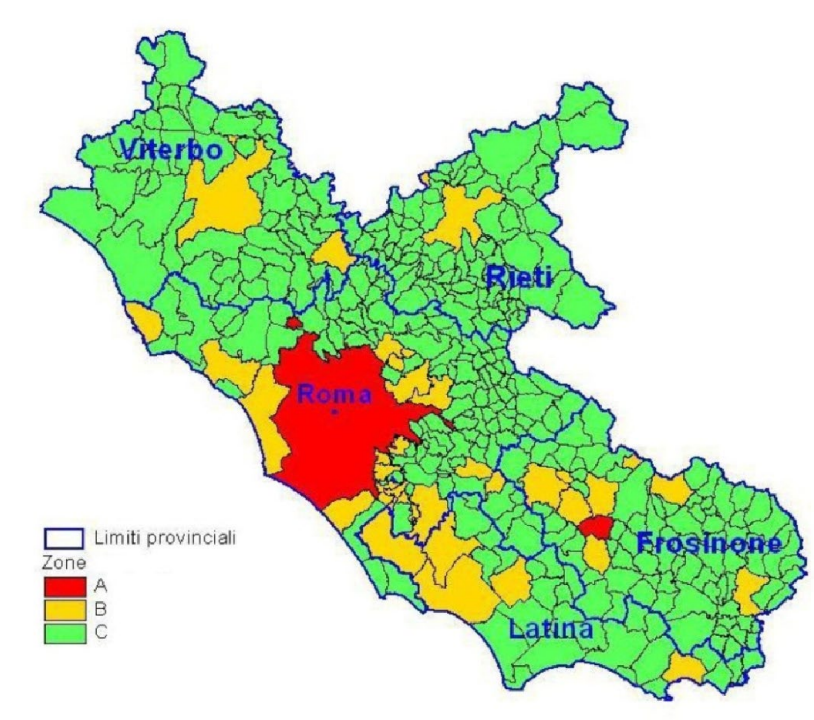
Ai fini dell’adozione dei provvedimenti tesi a contrastare l’inquinamento atmosferico,

---

il territorio regionale è stato suddiviso in tre zone, riconducibili alla classificazione di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 767 del 1° agosto 2003, redatta in accordo ai criteri stabiliti dal D.M. 261/2002 per gli inquinanti regolamentati dal D.M. 60/2002 oggi abrogato dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155:

- la zona A comprende i due agglomerati di Roma e Frosinone, dove per l'entità dei superamenti dei limiti di legge sono previsti provvedimenti specifici;
- la zona B comprende i comuni classificati in classe 2, dove è accertato l'effettivo superamento o l'elevato rischio di superamento del limite da parte di almeno un inquinante. In questa zona sono previsti i piani di azione per il risanamento della qualità dell'aria, ai sensi dell'art. 8 del D.Lgs. 351/99. In tale zona è incluso il comune di Civita Castellana.
- la zona C comprende il restante territorio della Regione nel quale ricadono i comuni delle classi 3 e 4 a basso rischio di superamento dei limiti di legge, dove sono previsti provvedimenti tesi al mantenimento della qualità dell'aria, ai sensi dell'art. 9 del D.Lgs. 351/99.





*Classificazione del territorio - zone di piano (fonte: Piano regionale di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria)*

Ai fini del Piano, l'area di intervento ricade in zona A.

### Strategie e scenari per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria

In tutto il territorio zona A, B e C sono previste le seguenti misure di Piano:

- provvedimenti per la riduzione delle emissioni di impianti di combustione ad uso civile;
- provvedimenti per la riduzione delle emissioni di impianti di combustione ad uso industriale;
- provvedimenti per la riduzione delle emissioni diffuse;

- controllo delle emissioni dei veicoli.

Nelle zone A e B sono previste le seguenti misure di Piano:

- rinnovo e potenziamento del trasporto pubblico con mezzi a basso impatto ambientale;
- iniziative di incentivazione all'utilizzo dei mezzi pubblici;
- ammodernamento delle flotte delle società di servizi pubblici con mezzi conformi alle normative europee;
- adozione da parte dei Comuni del Piano urbano del traffico, limitazione della circolazione veicolare nel centro urbano, adozione del piano del traffico merci al fine di evitare o ridurre la circolazione dei mezzi pesanti all'interno dei centri urbani.

Per i Comuni di Roma e Frosinone (zona A) sono previste ulteriori misure più restrittive relative:

- alla circolazione dei mezzi privati autovetture, motoveicoli e ciclomotori;
- alla circolazione dei mezzi di trasporto merci.

Per i Comuni di Roma e Frosinone (zona A) le misure di Piano prevedono inoltre la realizzazione di:

- opere per velocizzare il trasporto pubblico;
- parcheggi di scambio;

- piattaforme logistiche attrezzate per la razionalizzazione dello smistamento delle merci, con distribuzione finale mediante mezzi leggeri a basso/nullo impatto ambientale.

#### Provvedimenti per la riduzione delle emissioni di impianti di combustione ad uso industriale

Il Piano estende a tutto il territorio zona A, B e C, il campo di applicazione dei provvedimenti per la riduzione delle emissioni di impianti di combustione ad uso industriale.

L'art 6 delle Norme di attuazione individua i seguenti provvedimenti.

- *comma 1) Gli impianti di combustione industriale per la produzione di energia a fini termici o elettrici, di nuova realizzazione o sottoposti a modifiche sostanziali o soggetti a rinnovo di autorizzazione rilasciata in data anteriore al 1988, devono corrispondere alle migliori tecniche disponibili.*
- *comma 2) Gli impianti esistenti devono essere alimentati con i combustibili previsti dal D.Lgs. 152/2006, Parte V, Titolo III, che disciplina le caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché le caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione. Nei nuovi impianti è vietata l'utilizzazione di combustibili con contenuto in zolfo superiore allo 0,3 %; negli impianti esistenti l'utilizzazione di combustibili con contenuto in zolfo superiore allo 0,3 % può essere autorizzata per motivi tecnici in via eccezionale dalla Provincia qualora sia dimostrato, sulla base di modelli di diffusione, che dalla ricaduta dei fumi non siano interessati centri abitati.*

- comma 3) Per gli impianti di cui al comma 1) e comma 2) valgono i limiti di emissione e le prescrizioni riportati nelle seguenti tabelle<sup>1</sup>, riferiti a "impianti a focolare < 50MWt" ed a "impianti a combustione interna".

| a. Limiti di emissione per gli impianti a focolare < 50MWt:   |  |                         |   |  |                         |
|---|--|-------------------------|---|--|-------------------------|
| Inquinante  | impianti a focolare nuovi  |                         | impianti a focolare esistenti                       |  |                         |
|   | Combustibili liquidi e solidi *  | Combustibili gassosi ** | Focolari > 3 Mwt<br>Combustibili liquidi e solidi * | Focolari ≤3 Mwt<br>Combustibili liquidi e solidi * | Combustibili gassosi ** |
| SO <sub>2</sub>   | 400  | 35                      | 1700  | 400  | 35                      |
| NO <sub>X</sub>   | 200  | 200                     | 250   | 300  | 200                     |
| POLVERI   | 50   | 5                       | 50  | 50   | 5                       |
| CO  | 100  | 100                     | 100   | 100  | 100                     |
| *   | I limiti di emissione sono riferiti ai gas secchi in condizioni normali e ad una percentuale del 3 % di Ossigeno libero nei fumi per i combustibili liquidi, del 6% per il carbone e dell'11% per gli altri combustibili solidi. |                         |   |  |                         |
| **  | I limiti di emissione sono riferiti ai gas secchi in condizioni normali e ad una percentuale del 3 % di Ossigeno libero nei fumi. I limiti di SO <sub>2</sub> e Polveri si intendono rispettati utilizzando gas naturale e GPL.  |                         |   |  |                         |
| limiti di emissione riportati al comma 3 lettera a dell'art. 6 delle Norme di Attuazione del "Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria"  |  |                         |   |  |                         |
| <u>Indicazioni prescrittive</u>   |  |                         |   |  |                         |
| I focolari con potenzialità pari o superiori a 6 MW devono essere dotati di analizzatori in continuo di CO e O <sub>2</sub> con regolazione automatica del rapporto aria / combustibile e di misurazione in continuo della temperatura e della portata dei fumi. Tutti gli impianti oltre 15 MW devono essere dotati di Sistemi di Monitoraggio delle Emissioni (SME) dei composti per i quali sono fissati i limiti in conformità al D. Lgs. 152 del 2006. Non è richiesto l'installazione |  |                         |   |  |                         |

<sup>1</sup> I limiti riportati sono intesi come rapporto, espresso in mg/Nmc, tra massa di sostanza inquinante emessa e volume dell'effluente gassoso a condizioni normali; ove non diversamente specificato si intendono come valori medi orari.

del sistema di monitoraggio per la SO<sub>2</sub> se è utilizzato combustibile con un contenuto di zolfo non superiore allo 0,3% in peso. Non è richiesta l'installazione del sistema di monitoraggio per la SO<sub>2</sub> e le polveri se è utilizzato come combustibile gas naturale o GPL

b. Limiti di emissione per gli impianti a combustione interna:

| inquinante                                    | Motori a combustione interna  |                            | Motori a biogas |
|---|---|----------------------------|-----------------|
|   | Combustibili liquidi<br>1*  | Combustibili gassosi<br>1* |                 |
| SO <sub>2</sub>                               | 300   | 30                         | 350             |
| Nox + NH <sub>3</sub> (come NO <sub>2</sub> ) | 400   | 250                        | 450             |
| CO  | 300   | 300                        | 500             |
| HCl   | --  | --                         | 10              |
| HF  | --  | --                         | 2               |
| COT   | --  | --                         | 100             |
| POLVERI                                       | 35  | 5                          | 10              |
| 1*  | I limiti di emissione sono riferiti ai gas secchi in condizioni normali e ad una percentuale del 5% di Ossigeno libero nei fumi |                            |                 |

limiti di emissione riportati al comma 3 lettera b dell'art. 6 delle Norme di Attuazione del "Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria"

Indicazioni prescrittive

Tutti gli impianti superiori a 3 MWt devono essere dotati di analizzatori in continuo di CO e O<sub>2</sub> con regolazione automatica del rapporto aria/ combustibile e di misurazione in continuo della temperatura e della portata dei fumi.

Gli impianti superiori a 15 MWt devono essere dotati di Sistema di Monitoraggio Emissioni (SME) per gli ossidi di azoto; in caso di applicazione della denitrificazione catalitica con impiego di NH<sub>3</sub> o urea come reagente devono essere dotati anche di SME per l'ammoniaca. Il sistema deve essere realizzato in conformità al d.lgs. 152/2006.

Tutti gli impianti alimentati a biogas oltre 3 MWt devono essere dotati di Sistema di Monitoraggio Emissioni in conformità al d.lgs. 152/2006 e D.M. 5 febbraio 1998.

- *comma 4) Le bocche dei camini degli impianti devono essere posti almeno ad un'altezza minima dal suolo come indicato nella tabella seguente ed inoltre avere, salvo gli impianti con potenza  $\leq 3$  MWt, una velocità e temperatura di uscita dei fumi tale che l'innalzamento all'equilibrio del pennacchio, calcolato con le relazioni di Briggs, con una velocità minima del vento allo sbocco pari a 3 m/s e in classe di stabilità atmosferica adiabatica (classe di Pasquill D), sia pari almeno all'altezza del camino per gli impianti sino a 50 MWt e pari al doppio dell'altezza del camino per gli impianti con potenza superiore a 50 MWt.*

| Potenza                   | Altezza camino |
|---------------------------|----------------|
| $\leq 3$ MWt              | 7 m            |
| $> 3 \div \leq 10$ MWt    | 10 m           |
| $> 10 \div \leq 30$ MWt   | 17 m           |
| $> 30 \div \leq 50$ MWt   | 24 m           |
| $> 50 \div \leq 100$ MWt  | 30 m           |
| $> 100 \div \leq 300$ MWt | 50 m           |

- *comma 6) Ogni insediamento industriale dovrà soddisfare le necessità di riscaldamento invernale e/o di acqua calda per uso igienico sanitario a seconda delle caratteristiche dei processi industriali:*
  - *a. con recupero di calore da motori primi o da vapore di processo esausto;*
  - *b. con recupero di biomasse derivanti da scarti di lavorazione;*
  - *c. con sistemi convenzionali funzionanti con metano o GPL, secondo quanto detto al punto 2, lettera b, dell'art. 5. Tali sistemi dovranno, comunque, essere integrati da collettori solari dimensionati in modo da soddisfare almeno il 20% della richiesta annua di calore per usi igienico sanitari.*
  
- *comma 7) Gli enti e le società che producono e distribuiscono a terzi energia elettrica e/o termica, oltre agli obblighi di cui al presente articolo, hanno l'obbligo di verificare la possibilità tecnica dell'impianto e la presenza di un'adeguata utenza termica (richiesta di acqua calda e/o di vapore e/o di raffrescamento) circostante, al fine di convertire l'impianto limitato alla sola produzione di energia elettrica e/o termica in impianti di cogenerazione o trigenerazione. La verifica sarà considerata positiva se sussistono le condizioni tecniche impiantistiche e una significativa riduzione delle emissioni complessive dell'area di pertinenza degli impianti di produzione di energia e dell'utenza.*

#### Provvedimenti per la riduzione delle emissioni diffuse

Per quanto riguarda la riduzione delle emissioni diffuse, l'art. 7 delle Norme di attuazione definisce che i gestori di impianti e di attività (ivi compresi i cantieri) che producono emissioni polverulente o di altri inquinanti, non soggette ad

---

autorizzazione alle emissioni in atmosfera, devono adottare misure atte a limitare la dispersione degli inquinanti nell'ambiente. Gli Enti Locali competenti, in sede di rilascio di atti autorizzativi, previsti da altre normative di settore, prescrivono specifiche misure di prevenzione e di mitigazione, finalizzate alla massima riduzione delle emissioni di inquinanti derivanti da tali attività ed impianti.

## **3 CARATTERISTICHE METEO CLIMATICHE E METEO DIFFUSIVE DELL'AREA**

### **3.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO REGIONALE**

Per una caratterizzazione a larga scala dell'area, il versante del medio Tirreno è caratterizzato da clima definibile di tipo temperato subtropicale con estate asciutta, caratterizzato da inverni miti, insolazione effettiva che raggiunge elevate percentuali specialmente in estate e precipitazioni, generalmente poco abbondanti, concentrate nei mesi più freddi.

L'area laziale, appartenente al versante tirrenico centrale, è caratterizzata da elementi di distinzione dal versante tirrenico settentrionale (Toscana), dalla zona appenninica ad est e dal versante tirrenico meridionale (Campania) in quanto il mare Tirreno, specialmente nella parte settentrionale, può essere considerato un mare chiuso e quindi crea differenti condizioni di mitigazione sul clima. Procedendo dalla costa verso l'interno si individuano, in generale, tre varietà fondamentali di clima e cioè quello marittimo lungo la fascia litoranea, quello temperato con inverno più marcato e infine quello di montagna nelle aree al di sopra dei 500 m. Le condizioni del retroterra determinano differenze anche sensibili nelle caratteristiche



climatiche fondamentali ma il clima è essenzialmente contraddistinto dalla presenza del mare i cui venti umidi e le correnti di brezza riescono a penetrare abbastanza profondamente nell'entroterra.

Oltre alla presenza del mare, anche il regime anemologico influisce sensibilmente sulle caratteristiche climatiche generali. Il bacino tirrenico può essere interessato da condizioni di tempo perturbato (cielo molto nuvoloso o coperto) per l'azione di correnti provenienti da Nord e da Nord-Ovest, umidificatesi durante il relativo percorso sulla parte settentrionale del Mar Tirreno o per l'afflusso di aria calda e umida generatasi nella depressione del centro Atlantico che influenza l'area in esame nel periodo ottobre-marzo.

Condizioni di tempo non perturbato sono invece generalmente determinate dall'estensione dell'anticiclone Nord-Atlantico delle Azzorre che apporta aria fresca o temperata dai quadranti occidentali durante l'estate o alle frequenti irruzioni di aria continentale da Nord o Nord-Est convogliate durante l'inverno sulla regione dall'anticiclone dell'Europa centroorientale.

### **3.2 ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI ED INDIVIDUAZIONE DELL'ANNO DI RIFERIMENTO**

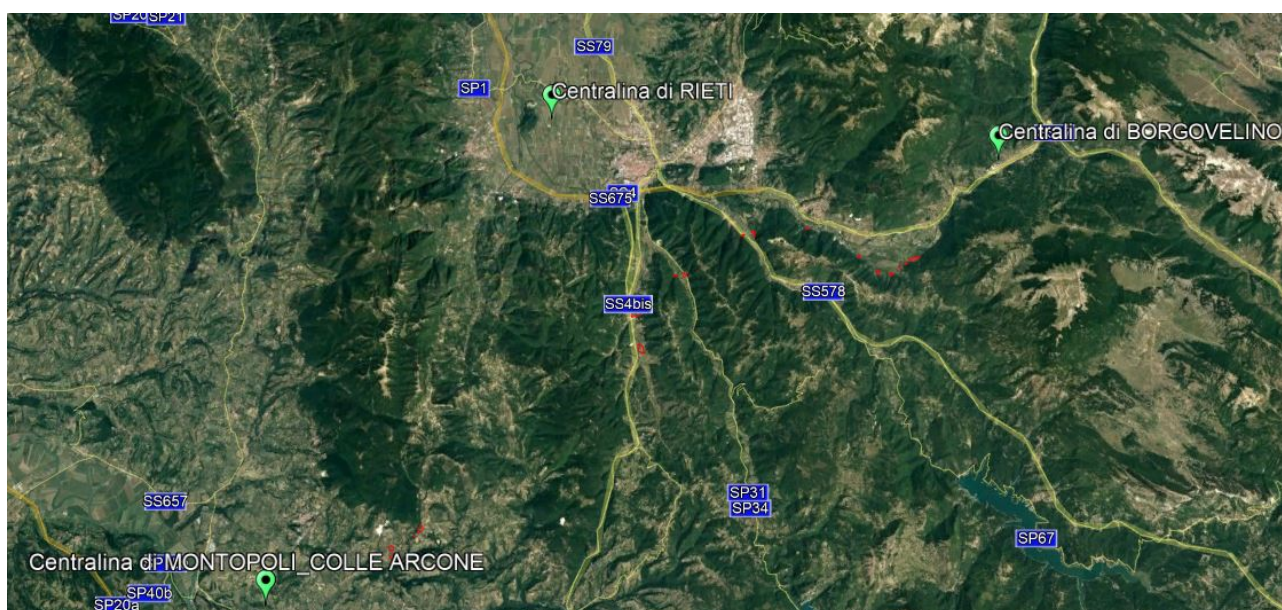
Le caratteristiche meteorologiche dell'area sono state dedotte analizzando ed elaborando le rilevazioni orarie effettuate dalle centraline meteo-climatiche della rete di monitoraggio agrometeorologica della Regione Lazio.

La rete agrometeorologica è costituita da 93 stazioni elettroniche, dislocate su tutto il territorio regionale: 13 sono installate in provincia di Frosinone, 12 in provincia di Latina, 15 in provincia di Rieti, 27 in provincia di Roma e 26 in provincia di Viterbo.

Le stazioni sono installate rispettando le prescrizioni dell'UCEA, i sensori installati sono conformi alle normative W.M.O. (World Meteorological Organization).

Nel caso specifico sono stati analizzati i dati registrati negli anni dal 2016 al 2019 dalle tre centraline centraline:

| <b>BORGOVELINO</b>  | <b>RIETI</b>  | <b>MONTOPOLI IN SABINA</b>  |
|---|---|---|
| località: Ponte Basso<br>Provincia: RI<br>Quota: 449 slm<br>Produttore: Siap+Micros<br>UTM 33N (X): 339.804<br>UTM 33N (Y): 4.696.729<br>Attiva dal: 01/01/2004 | località: Piana di Rieti<br>Provincia: RI<br>Quota: 376 slm<br>Produttore: Campbell<br>UTM 33N (X): 320.047<br>UTM 33N (Y): 4.699.097<br>Attiva dal: 29/01/2006 | località: Colle Arcone<br>Provincia: RI<br>Quota: 178 slm<br>Produttore: Campbell<br>UTM 33N (X): 307.679<br>UTM 33N (Y): 4.678.243<br>Attiva dal: 01/01/2004 |



*Posizione delle centraline meteo*

### **Regime termico**

Dallo studio del regime termico si evince che le temperature si tengono generalmente su valori positivi con punte massime nei mesi estivi superiori ai 30°C. Alla centralina di Borgovelino, la media annuale risulta essere di 15,2°C per gli anni 2015 e 2016, 14,9°C per l’anno 2018 e 16,5°C per i mesi disponibili dell’anno 2019. Alla centralina di Fiumicino-Maccarese la media annuale risulta essere di 16,2°C per il 2015, 16°C per il 2016, 15,6°C per l’anno 2017 e 17,6°C per i mesi disponibili dell’anno 2018.

Temperature rilevate dalla centralina Borgovelino

| Anno      | 2016 |         |       | 2017    |         |       | 2018    |         |       | 2019    |         |       |
|-----------|------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|
|           | Mese | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C | Tmin °C | Tm °C |
| Gennaio   | 0,4  | 5,4     | 11,4  | -1,6    | 2,8     | 9     | 0,8     | 6       | 13,2  | -3,3    | 2,4     | 8,7   |
| Febbraio  | 2,4  | 8       | 14,4  | 2,5     | 7,9     | 14,8  | -0,6    | 4,2     | 10,1  | -1,7    | 6,2     | 15,6  |
| Marzo     | 2,9  | 8,6     | 15,6  | 3,3     | 10,4    | 19,2  | 2,1     | 7,4     | 13,7  | 0,6     | 10,3    | 19,6  |
| Aprile    | 6,3  | 13,2    | 21,8  | 3,5     | 11,4    | 20,8  | 7       | 14,2    | 23,1  | 4,1     | 12,3    | 21,4  |
| Maggio    | 8,2  | 14,6    | 22,6  | 8,3     | 15,9    | 25,5  | 10,1    | 16      | 24,3  | 7,6     | 13,7    | 21    |
| Giugno    | 11,4 | 18,3    | 26,9  | 12,7    | 21,7    | 32,4  | 12      | 19,5    | 29,2  | 12,7    | 23,8    | 33,9  |
| Luglio    | 14,4 | 21,9    | 31,9  | 13,7    | 22,9    | 34,3  | 14,5    | 22,5    | 32,9  | 14,5    | 25      | 34,7  |
| Agosto    | 13,8 | 21,3    | 31,8  | 15,2    | 24,7    | 36,5  | 15,2    | 21,3    | 31,9  | 14,3    | 24,4    | 34,8  |
| Settembre | 12,1 | 17,6    | 27,8  | 9,8     | 16,3    | 25,2  | 12,3    | 18,7    | 28,2  | 10      | 10,2    | 29,4  |
| Ottobre   | 8    | 13,5    | 21,9  | 6,2     | 13,1    | 22,7  | 9,6     | 15,2    | 23,4  | 11,3    | 18,8    | 28,2  |
| Novembre  | 3,7  | 9       | 16,2  | 2,8     | 8,2     | 15,3  | 5,6     | 9,9     | 16,5  | -       | -       | -     |
| Dicembre  | -0,7 | 5,3     | 13,7  | -0,4    | 4,5     | 11,1  | -0,1    | 5,1     | 12    | -       | -       | -     |

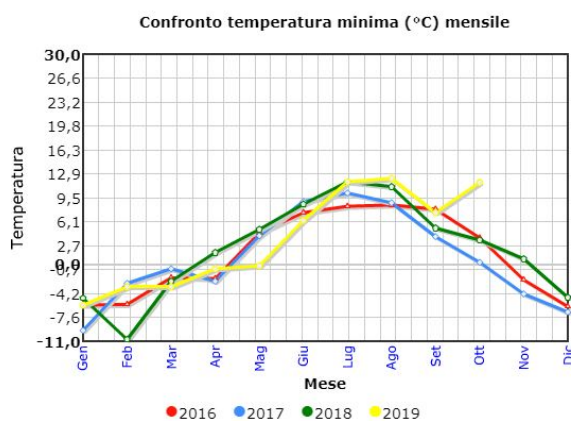
Temperature rilevate dalla centralina Montopoli

| Anno      | 2016 |         |       | 2017    |         |       | 2018    |         |       | 2019    |         |       |
|-----------|------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|
|           | Mese | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C | Tmin °C | Tm °C |
| Gennaio   | 3,3  | 7,5     | 12    | -0,1    | 4,5     | 9,8   | 4,1     | 8,8     | 13,9  | 0,9     | 5,1     | 9,8   |
| Febbraio  | 6,3  | 10,4    | 14,8  | 5,2     | 9,7     | 15,1  | 1,6     | 5,6     | 10,3  | 3,4     | 8,5     | 14,5  |
| Marzo     | 5,6  | 10,2    | 15,8  | 6       | 11,8    | 18,6  | 5,2     | 9,4     | 14,5  | 5,7     | 11,6    | 18    |
| Aprile    | 9,3  | 15      | 21,3  | 7,2     | 13,5    | 20,5  | 9,8     | 15,7    | 22,6  | 7,5     | 12,8    | 19,3  |
| Maggio    | 11,2 | 16,5    | 22,6  | 11,7    | 18,3    | 25,5  | 13,4    | 17,7    | 23,6  | 9,5     | 13,8    | 19    |
| Giugno    | 15,1 | 20,6    | 27,2  | 17,2    | 24,2    | 32,3  | 15,7    | 21,5    | 28,2  | 16,9    | 24,1    | 31,7  |
| Luglio    | 18,1 | 24,6    | 32,5  | 18,3    | 25,7    | 33,9  | 18,8    | 25,1    | 32,2  | 18,5    | 25,4    | 33,1  |
| Agosto    | 17,5 | 24,1    | 32    | 19,4    | 27,1    | 35,9  | 18,3    | 23,7    | 31,7  | 18,7    | 25      | 32,9  |
| Settembre | 14,8 | 20      | 27    | 13,3    | 18,8    | 25,1  | 15,6    | 21,2    | 28,4  | 15,1    | 20,8    | 27,5  |
| Ottobre   | 11,1 | 15,6    | 21,2  | 9,6     | 15,6    | 22,5  | 12,7    | 17,4    | 23,3  | 17,7    | 20,9    | 25,1  |
| Novembre  | 7,4  | 11,3    | 15,9  | 5,9     | 10,3    | 15,4  | 8,2     | 11,8    | 16,7  | -       | -       | -     |
| Dicembre  | 2,5  | 6,8     | 12,2  | 2,5     | 6,8     | 11,6  | 3,5     | 7,6     | 12,1  | -       | -       | -     |

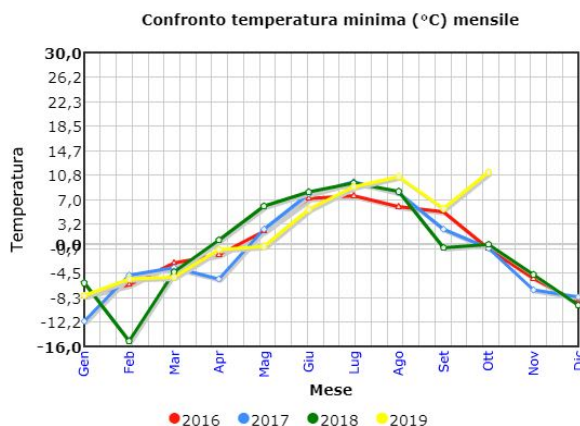
Temperature rilevate dalla centralina Rieti

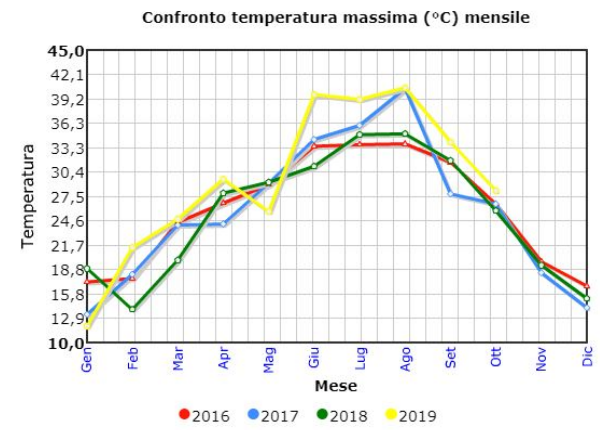
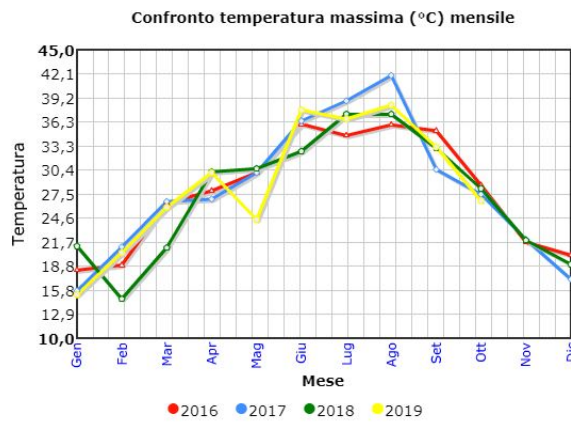
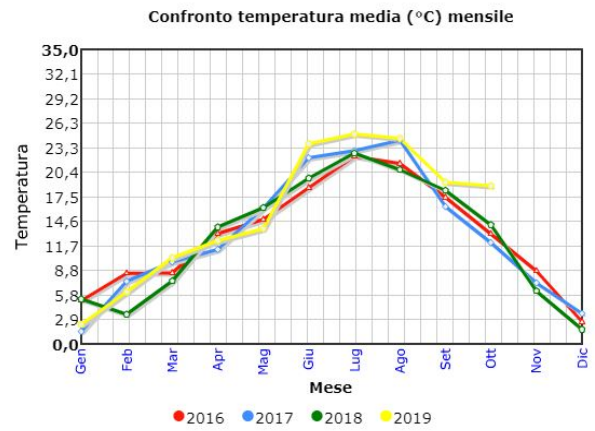
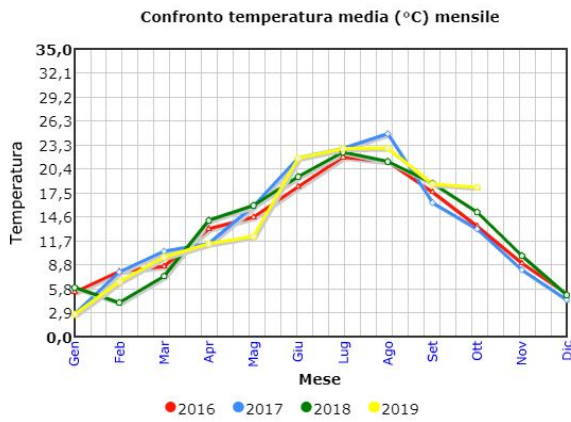
| Anno      | 2016    |       |         | 2017    |       |         | 2018    |       |         | 2019    |       |         |
|-----------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|
| Mese      | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C | Tmin °C | Tm °C | Tmax °C |
| Gennaio   | 0,1     | 5,2   | 10,9    | -4,6    | 1,5   | 8,5     | -0,4    | 5,4   | 12,2    | -3,3    | 2,4   | 8,7     |
| Febbraio  | 3,5     | 8,4   | 13,7    | 1,4     | 7,5   | 14      | -1,7    | 3,6   | 9       | -1,7    | 6,2   | 15,6    |
| Marzo     | 2,4     | 8,5   | 14,5    | 1,2     | 9,8   | 17,7    | 2,3     | 7,5   | 12,8    | 0,6     | 10,3  | 19,6    |
| Aprile    | 5,4     | 13,2  | 20,5    | 2,2     | 11,3  | 19,4    | 6,3     | 13,9  | 21,9    | 4,1     | 12,3  | 21,4    |
| Maggio    | 8       | 14,8  | 21,3    | 7,6     | 16,2  | 24      | 11,1    | 16,2  | 22,4    | 7,6     | 13,7  | 21      |
| Giugno    | 11,7    | 18,6  | 25,8    | 12,6    | 22,1  | 30,7    | 12,3    | 19,7  | 26,9    | 12,7    | 23,8  | 33,9    |
| Luglio    | 13,7    | 22,3  | 30,7    | 13      | 23    | 32,1    | 13,8    | 22,7  | 31,1    | 14,5    | 25    | 34,7    |
| Agosto    | 12,3    | 21,5  | 30,1    | 13,1    | 24,2  | 34,3    | 13,6    | 20,7  | 29,9    | 14,3    | 24,4  | 34,8    |
| Settembre | 10,5    | 17,5  | 25,8    | 9       | 16,3  | 23,7    | 10,4    | 18,3  | 27      | 10      | 10,2  | 29,4    |
| Ottobre   | 6,6     | 13,1  | 20,4    | 3,6     | 12,1  | 21,6    | 7,1     | 14,2  | 21,9    | 11,3    | 18,8  | 28,2    |
| Novembre  | 3,7     | 8,7   | 15      | 1,5     | 7,3   | 14      | 1,9     | 6,3   | 12,6    | -       | -     | -       |
| Dicembre  | -4,1    | 2,7   | 11,7    | -1,8    | 3,7   | 9,9     | -3,5    | 1,8   | 8,1     | -       | -     | -       |

Borgovelino

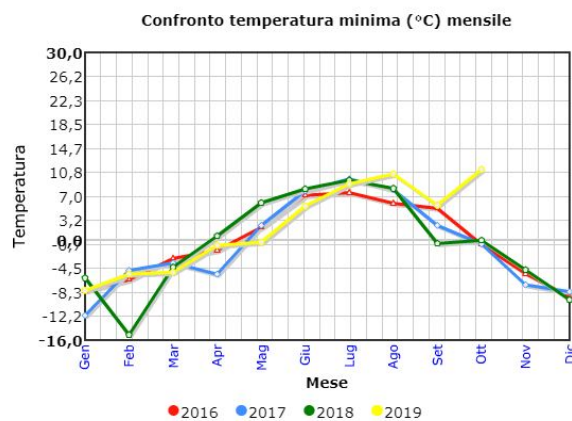


Montopoli

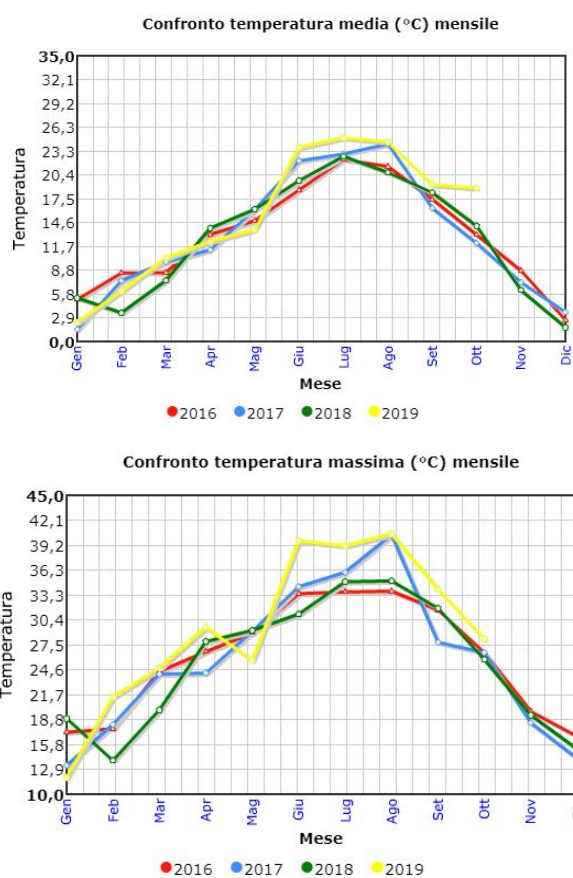




Rieti







Valori delle temperature (in °C) massimi, minimi e medi su base annuale dal 2016 al 2019

### **Regime igrometrico**

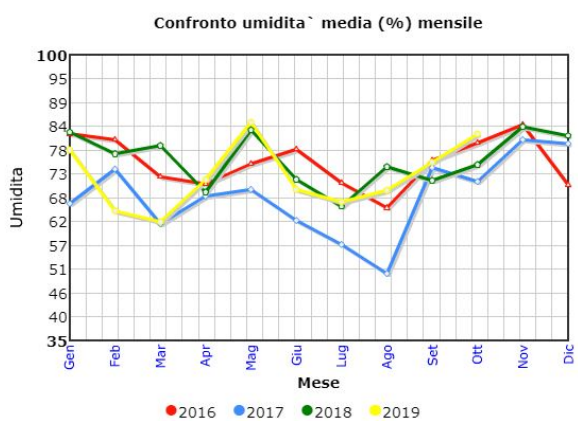
Per ciò che riguarda il regime igrometrico, dalle tabelle seguenti si deduce che l'umidità relativa (espressa in %) presenta valori medi intorno al 70%. Generalmente si può concludere che il clima è mediamente umido, con medie mensili che nella maggior parte dei casi non superano il 70%.

Umidità relativa media per anno (in %) dal 2016 al 2019

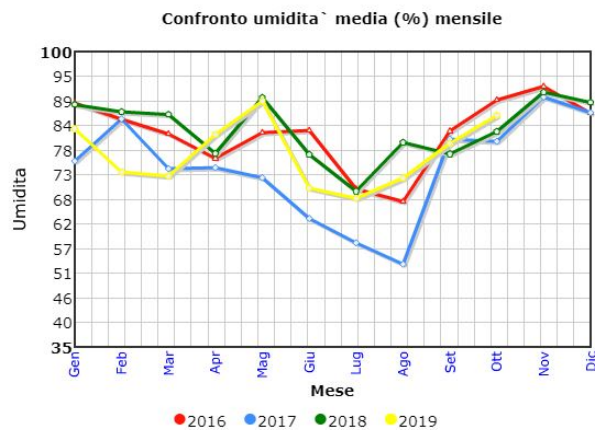
| Anno | Borgovelino | Montopoli | Rieti |
|------|-------------|-----------|-------|
|      | Media       | Media     | Media |
| 2016 | 75,5        | 82,1      | 76,8  |
| 2017 | 67,8        | 74,4      | 69,7  |

| Anno | Borgovelino | Montopoli | Rieti |
|------|-------------|-----------|-------|
|      | Media       | Media     | Media |
| 2018 | 76,3        | 82,9      | 73,8  |
| 2019 | 72,4        | 77,7      | 64,3  |

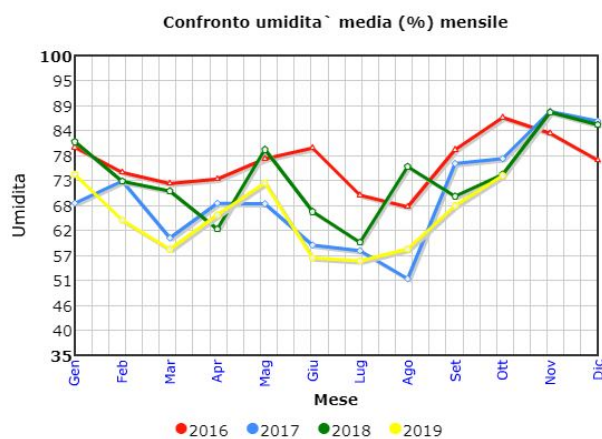
*Borgovelino*



*Montopoli*



*Rieti*



Valori dell'umidità media (in %) su base annuale dal 2016 al 2019

### **Regime pluviometrico**

Per ciò che riguarda il regime pluviometrico, dalle tabelle e dai grafici seguenti si deduce che la precipitazione cumulata media sul territorio oggetto di studio risulta equamente suddivisa tra i due semestri in tutti gli anni analizzati e presenta i valori riportati nelle tabelle e nel grafico che seguono.

*Precipitazioni rilevate dalla centralina Borgovelino*

| <b>Anno</b> | <b>2016</b>       |                    | <b>2017</b>       |                    | <b>2018</b>       |                    | <b>2019</b>       |                    |
|-------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <i>Mese</i> | <i>Media mm/h</i> | <i>Cumulata mm</i> | <i>Media mm/h</i> | <i>Cumulata mm</i> | <i>Media mm/h</i> | <i>Cumulata mm</i> | <i>Media mm/h</i> | <i>Cumulata mm</i> |
| Gennaio     | 273,8             | 274                | 129,2             | 129                | 75,4              | 75                 | 86,6              | 87                 |
| Febbraio    | 283,4             | 557                | 105               | 234                | 107,4             | 183                | 94                | 181                |
| Marzo       | 112,8             | 670                | 100               | 334                | 320,8             | 321                | 14,2              | 195                |
| Aprile      | 169,8             | 840                | 74,4              | 409                | 83,2              | 404                | 97,2              | 292                |
| Maggio      | 233               | 1073               | 57,2              | 466                | 157,6             | 158                | 226,2             | 518                |
| Giugno      | 178,6             | 1252               | 16,4              | 482                | 33,4              | 191                | 2,6               | 521                |
| Luglio      | 113               | 1365               | 17                | 499                | 64                | 64                 | 72,2              | 593                |
| Agosto      | 51                | 1416               | 1,8               | 501                | 146,8             | 211                | 10,2              | 603                |
| Settembre   | 107,4             | 1523               | 206,2             | 707                | 42,4              | 42                 | 78,4              | 682                |
| Ottobre     | 137,6             | 1661               | 43                | 750                | 153,2             | 196                | 0,2               | 682                |
| Novembre    | 142,8             | 1804               | 150,8             | 901                | 143,2             | 143                | -                 | -                  |
| Dicembre    | 1                 | 1805               | 273,6             | 1175               | 114,4             | 258                | -                 | -                  |

*Precipitazioni rilevate dalla centralina Montopoli*

| <b>Anno</b> | <b>2016</b>       |                    | <b>2017</b>       |                    | <b>2018</b>       |                    | <b>2019</b>       |                    |
|-------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <i>Mese</i> | <i>Media mm/h</i> | <i>Cumulata mm</i> | <i>Media mm/h</i> | <i>Cumulata mm</i> | <i>Media mm/h</i> | <i>Cumulata mm</i> | <i>Media mm/h</i> | <i>Cumulata mm</i> |
| Gennaio     | 84                | 84                 | 43,8              | 44                 | 32                | 32                 | 89,4              | 89                 |
| Febbraio    | 128,2             | 212,2              | 78,8              | 123                | 85,8              | 118                | 78,8              | 168                |
| Marzo       | 79,2              | 291,4              | 40,6              | 163                | 204,6             | 322                | 11,6              | 180                |
| Aprile      | 84                | 375,4              | 47                | 210                | 75,8              | 398                | 97,2              | 277                |
| Maggio      | 115,5             | 490,9              | 56,4              | 267                | 161,4             | 560                | 226,6             | 504                |
| Giugno      | 135,6             | 626,5              | 5,2               | 272                | 91                | 651                | 2,4               | 506                |
| Luglio      | 35,6              | 662,1              | 26                | 298                | 41                | 692                | 131,8             | 638                |
| Agosto      | 57,2              | 719,3              | 7,6               | 305                | 58,4              | 750                | 42,2              | 680                |



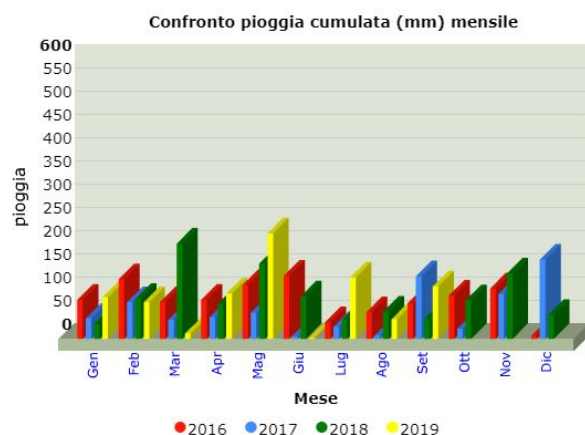
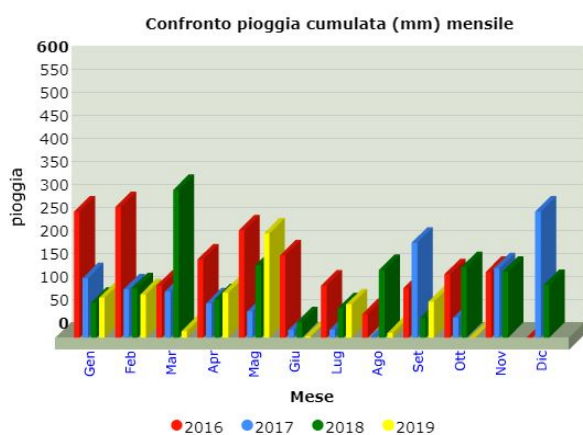
| Anno      | 2016       |             | 2017       |             | 2018       |             | 2019       |             |
|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
|           | Media mm/h | Cumulata mm | Media mm/h | Cumulata mm | Media mm/h | Cumulata mm | Media mm/h | Cumulata mm |
| Settembre | 76,6       | 795,9       | 134,4      | 440         | 43,4       | 793         | 112,6      | 793         |
| Ottobre   | 93,2       | 889,1       | 22         | 462         | 83         | 876         | 0          | 793         |
| Novembre  | 108,4      | 997,5       | 96,8       | 559         | 140,4      | 1017        | -          | -           |
| Dicembre  | 7,2        | 1004,7      | 170,2      | 729         | 51,4       | 1068        | -          | -           |

Precipitazioni rilevate dalla centralina Rieti

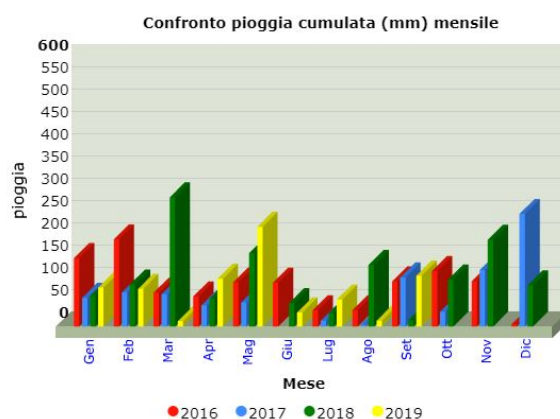
| Anno      | 2016       |             | 2017       |             | 2018       |             | 2019       |             |
|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
|           | Media mm/h | Cumulata mm | Media mm/h | Cumulata mm | Media mm/h | Cumulata mm | Media mm/h | Cumulata mm |
| Gennaio   | 153,5      | 154         | 64,2       | 64          | 68         | 68          | 87,5       | 88          |
| Febbraio  | 195,4      | 349         | 76,3       | 141         | 94,4       | 162         | 84,6       | 172         |
| Marzo     | 75,7       | 425         | 72,4       | 213         | 289,7      | 452         | 11,7       | 184         |
| Aprile    | 67,5       | 492         | 47,4       | 260         | 62,4       | 515         | 107,2      | 291         |
| Maggio    | 99         | 591         | 54,2       | 315         | 164,5      | 679         | 223,8      | 515         |
| Giugno    | 98,2       | 689         | 0          | 315         | 52,4       | 731         | 31,6       | 546         |
| Luglio    | 36,2       | 726         | 13,2       | 328         | 30,4       | 762         | 60,3       | 607         |
| Agosto    | 36,5       | 762         | 3,9        | 332         | 138,1      | 900         | 13,2       | 620         |
| Settembre | 101,1      | 863         | 110,2      | 442         | 14,2       | 914         | 114,2      | 734         |
| Ottobre   | 124,2      | 987         | 33,4       | 475         | 105,4      | 1020        | 0          | 734         |
| Novembre  | 101,6      | 1089        | 126,4      | 602         | 194,7      | 1214        | -          | -           |
| Dicembre  | 4,8        | 1094        | 252,5      | 854         | 92,1       | 1306        | -          | -           |

Borgovelino

Montopoli



Rieti



| Anno | <i>Borgovelino</i> | <i>Montopoli</i>   | <i>Rieti</i>       |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|
|      | <b>Cumulata mm</b> | <b>Cumulata mm</b> | <b>Cumulata mm</b> |
| 2016 | 1805               | 1005               | 1094               |
| 2017 | 1175               | 729                | 854                |
| 2018 | 258                | 1068               | 1306               |
| 2019 | 682                |                    | 734                |

Confrontando i valori della precipitazione cumulata nei vari anni si osserva che le precipitazioni risultano particolarmente variabili in funzione della localizzazione della centralina. Il 2016 si attesta su valori superiori a 1000 mm in tutte le centraline, il 2017 presenta valori superiori ai 700 mm mentre il 2018 è risultato particolarmente secco alla stazione di Borgovelino mentre si attesta su valori superiori a 1000 mm alle stazioni di Rieti e Montopoli. Il 2019, per i dati disponibili, risulta un anno altamente piovoso.

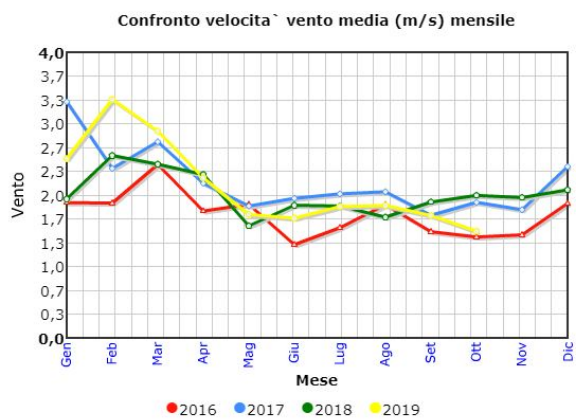
### **Regime anemologico**

Relativamente al regime anemometrico i grafici riportati evidenziano che le velocità del vento risultano simili nelle stazioni di Rieti e Borgovelino con velocità massime variabili tra 6,7 m/s e 24 m/s e velocità medie che non superano i 2 m/s. Nella stazione di Montopoli si registra una dominanza di venti con velocità media

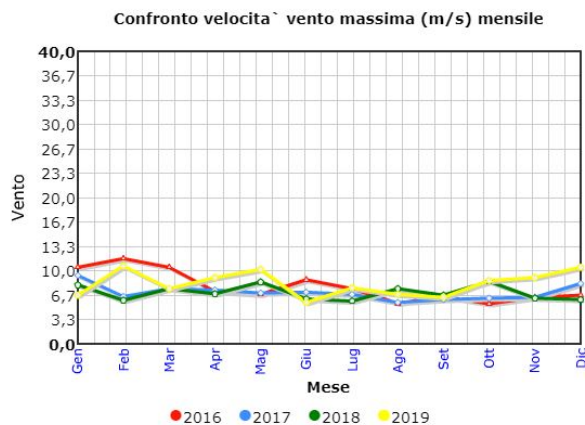
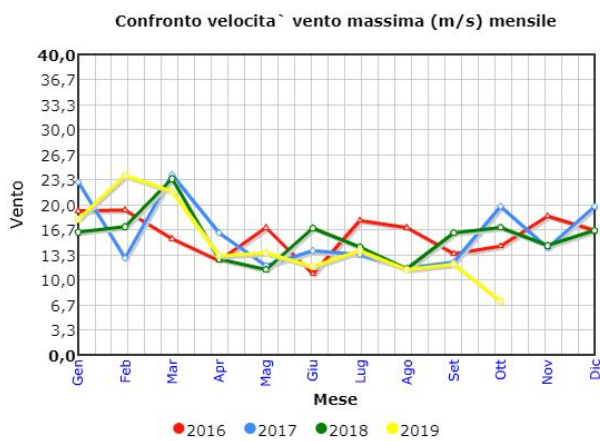
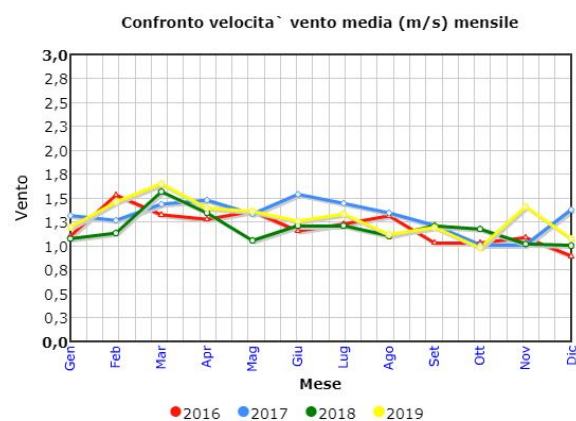
compresa tra 1,3 e 3,3 m/s, mentre le velocità massime risultano mediamente più basse non superando i 12 m/s.

Non si registrano particolari variabilità nel corso degli anni monitorati.

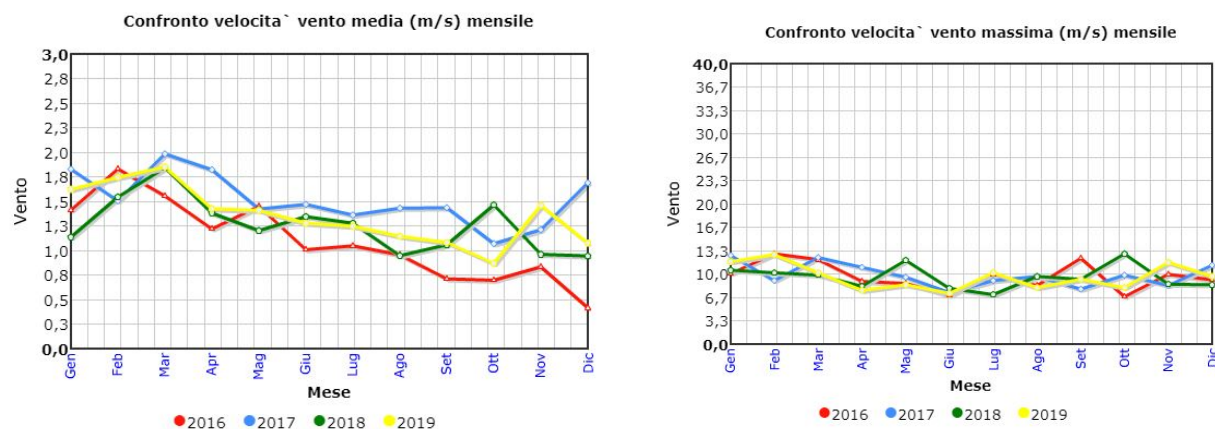
### Borgovelino



### Montopoli



## Rieti



Valori delle velocità del vento (in m/s) massimi e medi su base annuale dal 2016 al 2019

Analizzando i dati relativi alle rose dei venti, data la variabilità con cui si ripetono mensilmente le frequenze dei venti raggruppate per classe di velocità e di direzione di provenienza, non è possibile individuare una direzione predominante caratteristica.

Si ritiene comunque che l'anno 2018 sia il più significativo ai fini dell'individuazione dell'impatto generato dall'opera in progetto sulle aree circostanti.

### 3.3 INQUADRAMENTO CLIMATICO LOCALE

Le caratteristiche meteorologiche dell'area oggetto di studio (riferite all'anno 2018) sono state dedotte analizzando ed elaborando le rilevazioni orarie estratte dal file di input dei dati meteorologici (Calmet) fornito da Maind Model Suite, i cui dettagli sono di seguito esplicitati.

Nel caso specifico, data la vastità della superficie di intervento, i file dei dati meteo sono stati suddivisi in due zone distinte così da sovrapporsi per intero a tutte le aree di cantiere previste nel progetto:

- Area Salisano;
- Area Sorgenti.

Le informazioni riportate fanno riferimento all'analisi statistica dei dati di superficie per l'anno 2018 relativi alle celle di calcolo contenenti le aree oggetto di studio.

### 3.3.1.1 Area Salisano

Relativamente all'area di Salisano, le coordinate geografiche di riferimento relative al centro della cella del dominio meteo contenente il baricentro del cantiere denominato nodo S, sono 317085.00 m E, 4684093.00 m N (UTM 33N) con una quota di circa 420 m s.l.m..

#### Regime anemologico

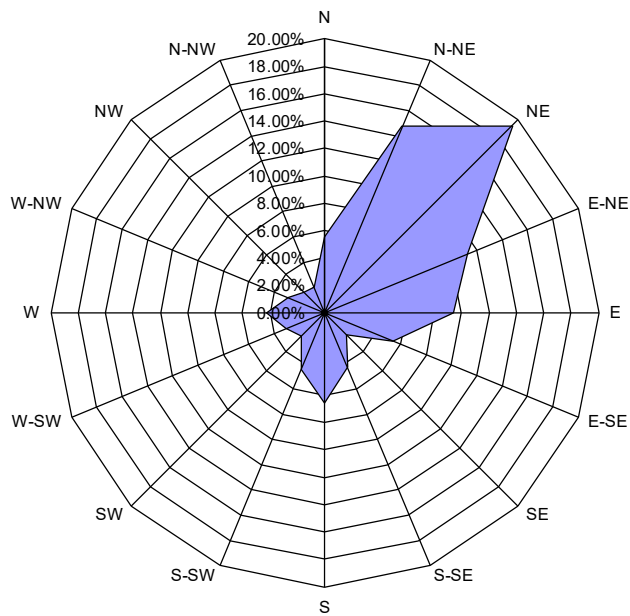
Nella tabella seguente vengono elencate le frequenze di accadimento dei venti raggruppate per classe di velocità e di direzione di provenienza.

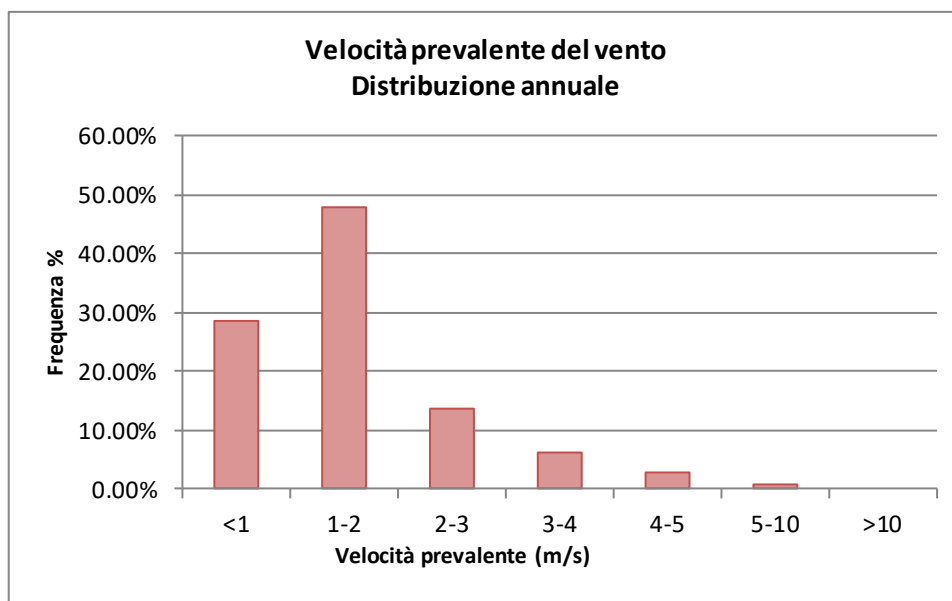
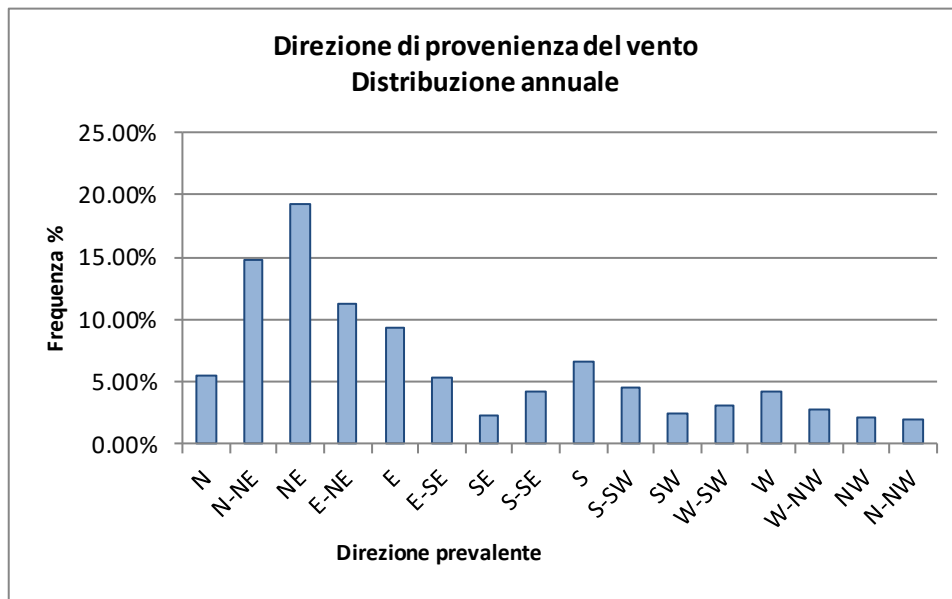
Il valore nullo indica l'esistenza di fenomeni meteorologici caratterizzati da quell'accoppiamento velocità - direzione del vento che si presentano estremamente di rado (ed è quindi frutto di un'approssimazione nel calcolo).

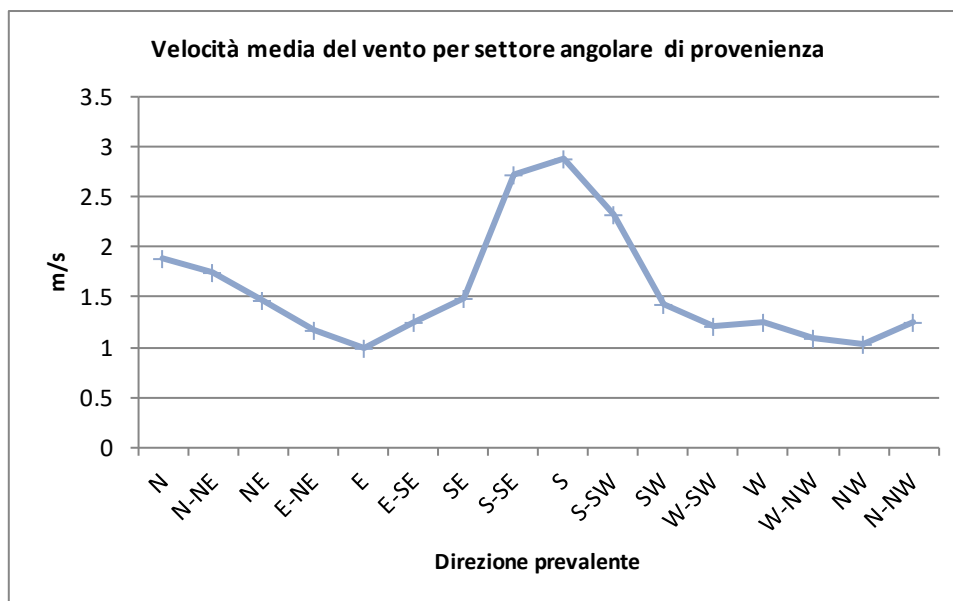
| Settore angolare | Classi di velocità (m/s) |        |       |       |      |      |     | Totale |
|------------------|--------------------------|--------|-------|-------|------|------|-----|--------|
|                  | <1                       | 1-2    | 2-3   | 3-4   | 4-5  | 5-10 | >10 |        |
| 0                | 11,64                    | 24,32  | 9,47  | 5,71  | 3,77 | 0,46 | 0   | 55,37  |
| 22,5             | 26,37                    | 78,77  | 25,57 | 10,96 | 5,25 | 0,46 | 0   | 147,37 |
| 45               | 45,89                    | 122,03 | 13,7  | 7,99  | 3,42 | 0,34 | 0   | 193,38 |
| 67,5             | 46,23                    | 58,11  | 7,76  | 0,57  | 0    | 0    | 0   | 112,67 |
| 90               | 49,32                    | 43,38  | 1,14  | 0,11  | 0    | 0    | 0   | 93,95  |
| 112,5            | 18,84                    | 29,22  | 5,94  | 0,11  | 0    | 0    | 0   | 54,11  |
| 135              | 7,88                     | 9,7    | 3,88  | 0,8   | 0,11 | 0,34 | 0   | 22,72  |
| 157,5            | 2,51                     | 10,39  | 15,07 | 7,53  | 4,34 | 2,85 | 0   | 42,69  |
| 180              | 4,22                     | 13,47  | 17,58 | 17,69 | 9,59 | 3,08 | 0   | 65,64  |
| 202,5            | 4,45                     | 11,64  | 18,38 | 8,56  | 1,6  | 0,34 | 0   | 44,98  |
| 225              | 6,62                     | 12,1   | 5,71  | 0,11  | 0    | 0    | 0   | 24,54  |

| Settore angolare | Classi di velocità (m/s) |               |               |              |              |             |          | Totale      |
|------------------|--------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|----------|-------------|
|                  | <1                       | 1-2           | 2-3           | 3-4          | 4-5          | 5-10        | >10      |             |
| 247,5            | 11,87                    | 15,98         | 2,4           | 0            | 0,11         | 0,11        | 0        | 30,48       |
| 270              | 16,1                     | 21,58         | 4             | 0,23         | 0,23         | 0,11        | 0        | 42,24       |
| 292,5            | 13,13                    | 12,21         | 2,97          | 0,11         | 0            | 0           | 0        | 28,42       |
| 315              | 11,53                    | 8,45          | 1,14          | 0,11         | 0            | 0           | 0        | 21,23       |
| 337,5            | 9,25                     | 7,42          | 3,08          | 0,46         | 0            | 0           | 0        | 20,21       |
| <b>Totale</b>    | <b>285,84</b>            | <b>478,77</b> | <b>137,79</b> | <b>61,07</b> | <b>28,42</b> | <b>8,11</b> | <b>0</b> | <b>1000</b> |

Rosa dei venti anno 2018







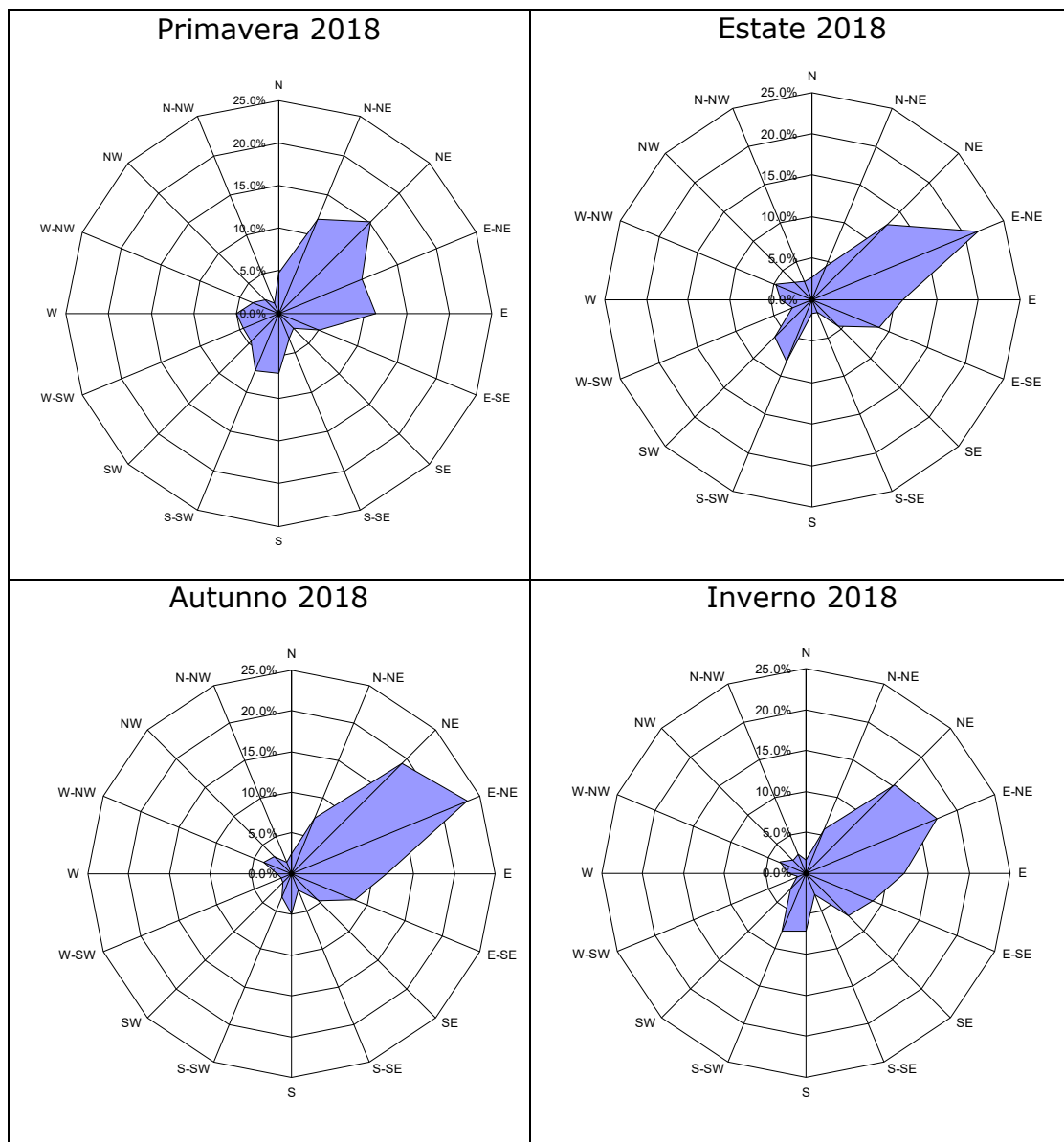
I grafici riportati evidenziano che si registra una forte dominanza di venti con velocità tra 1 e 2 m/s.

I dati indicano come, in media nell’anno 2018, le direzioni prevalenti di provenienza del vento risultino essere comprese tra 0°N e 45°N, provenienti quindi dal quadrante Nord-Est con una frequenza intorno al 6% di venti provenienti dal quadrante Sud.

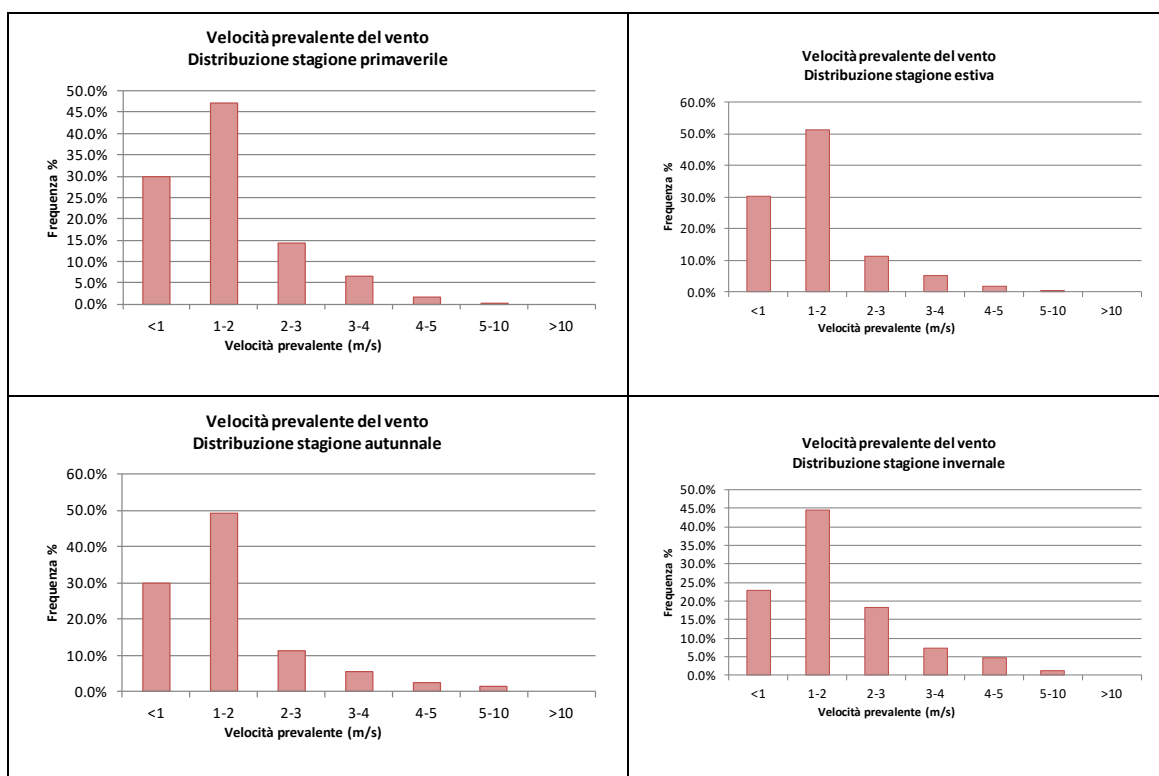
Andando a valutare i dati riferiti alle varie stagioni si può notare una forte prevalenza di venti provenienti dal quadrante nord-orientale. Si tratta di venti freddi provenienti da Nord-Est (Grecale) che spesso assumono le caratteristiche di vento freddo e secco associato alla discesa di aria artica continentale o dai Balcani, soffiando con intensità moderata o forte.

Nella stagione calda (grafici Primavera - Estate) con minore frequenza si osservano anche venti provenienti dal quadrante sud-occidentale (Libeccio).





Per quanto riguarda infine l'intensità dei venti, si può notare che in tutte le stagioni si registrano velocità comprese tra 1 e 2 m/s.

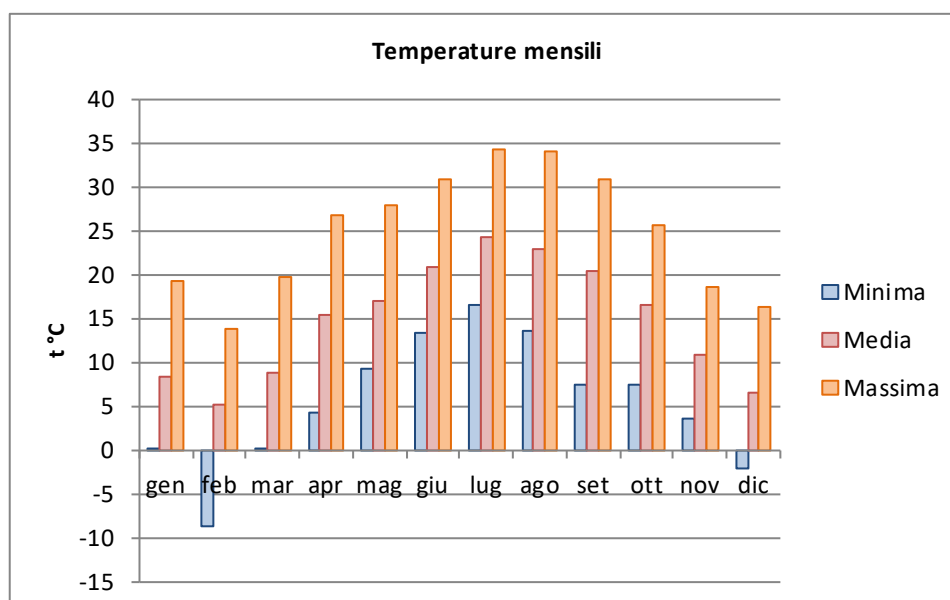


### Regime termico

Dallo studio del regime termico si evince che le temperature si tengono generalmente su valori positivi con punte massime nei mesi estivi superiori ai 30°C e valori invernali minimi che si attestano anche intorno ai -8°C.. La media annuale (2018) è di 14,8°C.

|                  | Temperatura (°C) |       |         |
|------------------|------------------|-------|---------|
|                  | Minima           | Media | Massima |
| <b>Anno</b>      | -8,64            | 14,8  | 34,15   |
| <b>Primavera</b> | 0,22             | 13,72 | 27,83   |
| <b>Estate</b>    | 13,36            | 22,67 | 34,15   |
| <b>Autunno</b>   | 3,49             | 15,91 | 30,93   |
| <b>Inverno</b>   | -8,64            | 6,73  | 19,18   |
| <b>gennaio</b>   | 0,06             | 8,25  | 19,18   |
| <b>febbraio</b>  | -8,64            | 5,19  | 13,74   |
| <b>marzo</b>     | 0,22             | 8,78  | 19,76   |
| <b>aprile</b>    | 4,19             | 15,41 | 26,81   |

|                  | Temperatura (°C) |       |         |
|------------------|------------------|-------|---------|
|                  | Minima           | Media | Massima |
| <b>maggio</b>    | 9,19             | 17,04 | 27,83   |
| <b>giugno</b>    | 13,36            | 20,82 | 30,86   |
| <b>luglio</b>    | 16,54            | 24,23 | 34,15   |
| <b>agosto</b>    | 13,45            | 22,9  | 34,1    |
| <b>settembre</b> | 7,51             | 20,32 | 30,93   |
| <b>ottobre</b>   | 7,47             | 16,57 | 25,67   |
| <b>novembre</b>  | 3,49             | 10,82 | 18,52   |
| <b>dicembre</b>  | -2,05            | 6,6   | 16,22   |



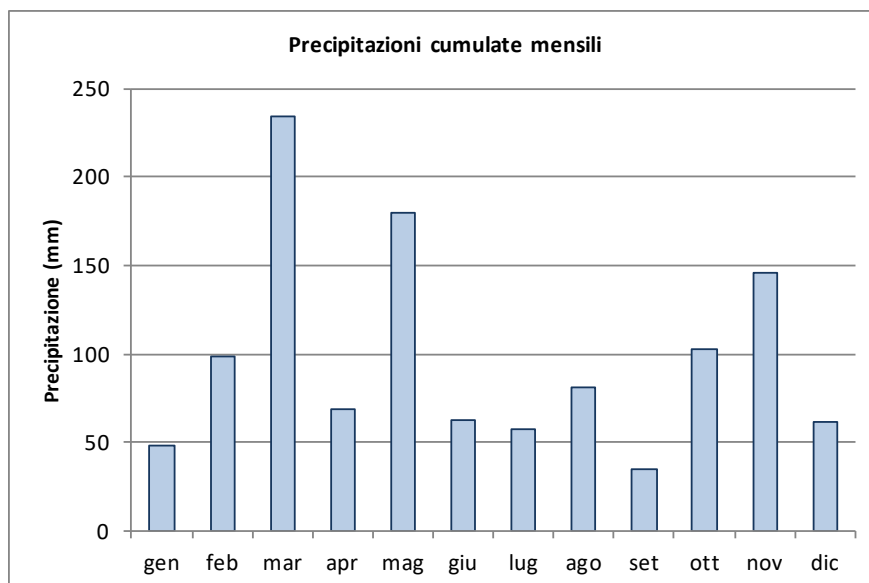
### **Regime pluviometrico**

Per ciò che riguarda il regime pluviometrico, dalla tabella e dal grafico seguente si deduce che la precipitazione cumulata media sul territorio oggetto di studio dell'anno 2018 è stata di circa 1176 mm prevalentemente distribuita nel primo semestre.

Il mese più piovoso risulta essere marzo con una precipitazione cumulata di circa 233 mm seguito da maggio con circa 180 mm. I mesi risultati particolarmente secchi sono settembre, gennaio e luglio con valori di pioggia cumulata rispettivamente di 34,7 mm, 48,3 mm e 57,7 mm.

|                  | <b>Precipitazioni</b> |                |                 |
|------------------|-----------------------|----------------|-----------------|
|                  | <b>Minima</b>         | <b>Massima</b> | <b>Cumulata</b> |
|                  | <b>mm/h</b>           | <b>mm/h</b>    | <b>mm</b>       |
| <b>Anno</b>      | 0,13                  | 15,81          | 1176,66         |
| <b>Primavera</b> | 0,22                  | 15,81          | 482,21          |
| <b>Estate</b>    | 0,09                  | 12,24          | 202,27          |
| <b>Autunno</b>   | 0,13                  | 11,77          | 282,82          |
| <b>Inverno</b>   | 0,1                   | 5,22           | 209,36          |

|                  |      |       |        |
|------------------|------|-------|--------|
| <b>gennaio</b>   | 0,06 | 3,95  | 48,32  |
| <b>febbraio</b>  | 0,15 | 5,22  | 99,09  |
| <b>marzo</b>     | 0,31 | 8,42  | 233,76 |
| <b>aprile</b>    | 0,1  | 5,7   | 68,43  |
| <b>maggio</b>    | 0,24 | 15,81 | 180,02 |
| <b>giugno</b>    | 0,09 | 8,32  | 62,82  |
| <b>luglio</b>    | 0,08 | 12,24 | 57,76  |
| <b>agosto</b>    | 0,11 | 10,2  | 81,69  |
| <b>settembre</b> | 0,05 | 11,77 | 34,73  |
| <b>ottobre</b>   | 0,14 | 6,3   | 102,53 |
| <b>novembre</b>  | 0,2  | 10,03 | 145,56 |
| <b>dicembre</b>  | 0,08 | 3,44  | 61,95  |



### 3.3.1.2 Area Sorgenti

Relativamente all'area delle Sorgenti, sono stati individuati due sottozone distanti in linea d'aria circa 12 km per ciascuna delle quali è stato identificato lo specifico regime meteoclimatico:

- Area San Giovanni Reatino;
- Area Sorgenti.

#### 3.3.1.2.1 Area San Giovanni Reatino

Le coordinate geografiche di riferimento relative al centro della cella del dominio meteo contenente il baricentro del cantiere, sono 323506.00 m E, 4690516.00 m N (UTM 33N) con una quota di circa 417 m s.l.m..

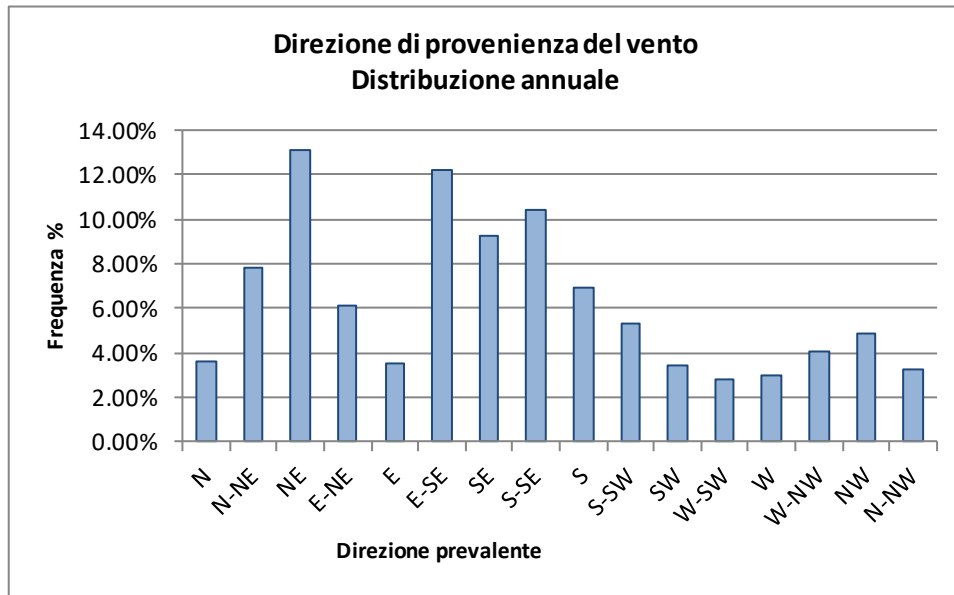
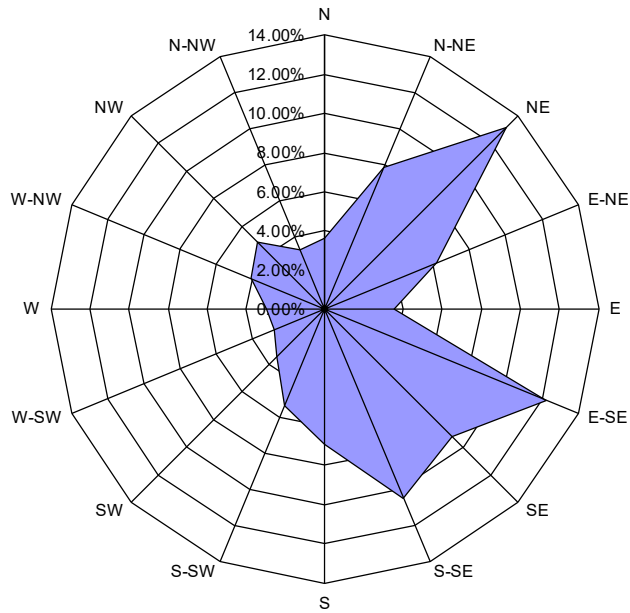
### **Regime anemologico**

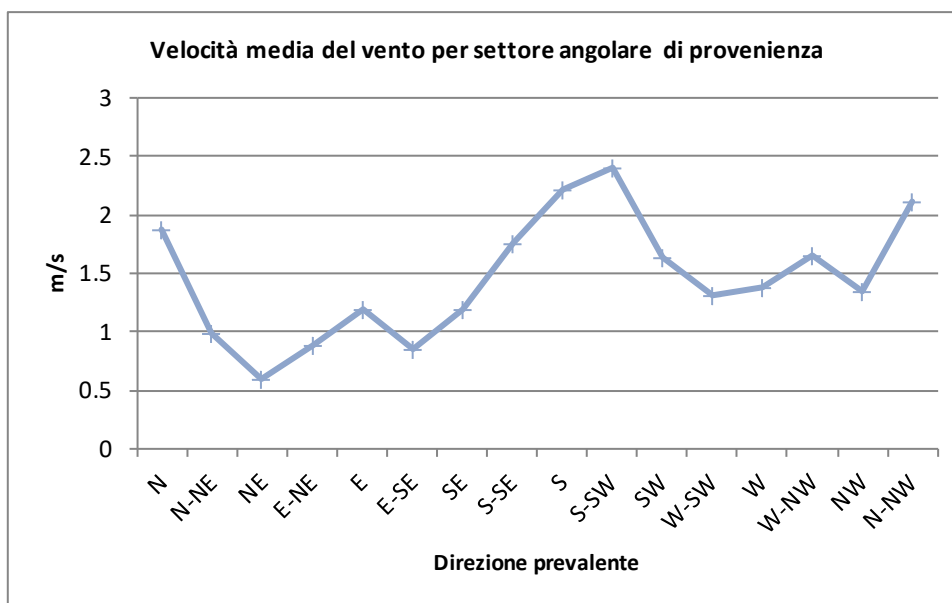
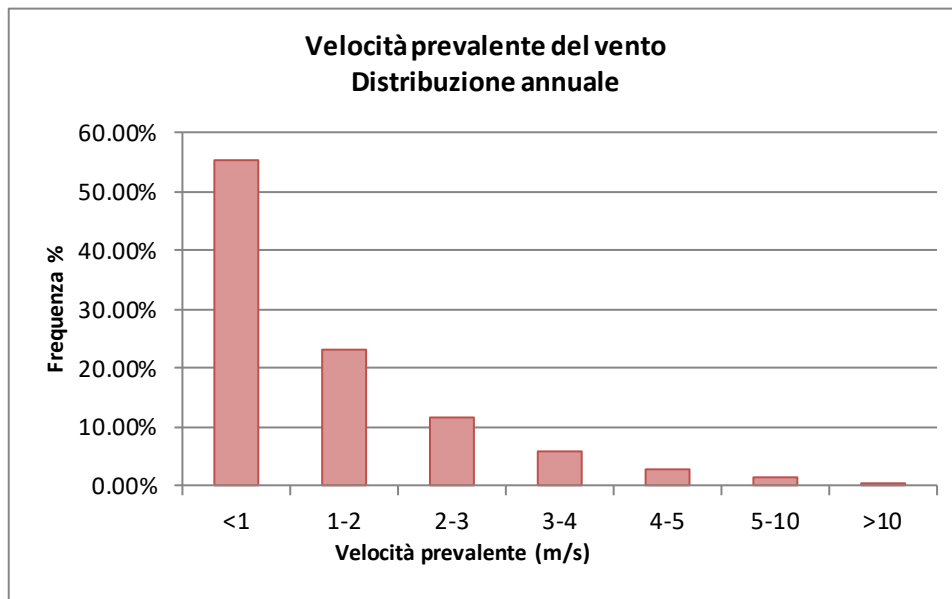
Nella tabella seguente vengono elencate le frequenze di accadimento dei venti raggruppate per classe di velocità e di direzione di provenienza.

Il valore nullo indica l'esistenza di fenomeni meteorologici caratterizzati da quell'accoppiamento velocità - direzione del vento che si presentano estremamente di rado (ed è quindi frutto di un'approssimazione nel calcolo).

| Settore angolare | Classi di velocità (m/s) |        |        |       |       |       |      | Totale |
|------------------|--------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|------|--------|
|                  | <1                       | 1-2    | 2-3    | 3-4   | 4-5   | 5-10  | >10  |        |
| 0                | 12,79                    | 11,53  | 5,82   | 2,28  | 2,63  | 1,26  | 0,11 | 36,42  |
| 22,5             | 54,11                    | 16,10  | 5,71   | 1,26  | 0,68  | 0,57  | 0,11 | 78,54  |
| 45               | 119,75                   | 5,94   | 2,51   | 2,51  | 0,57  | 0,23  | 0    | 131,51 |
| 67,5             | 48,40                    | 6,51   | 2,85   | 1,60  | 1,94  | 0,34  | 0    | 61,64  |
| 90               | 22,60                    | 6,16   | 3,08   | 1,71  | 1,03  | 0,80  | 0    | 35,39  |
| 112,5            | 96,69                    | 17,12  | 5,71   | 1,94  | 0,68  | 0     | 0    | 122,15 |
| 135              | 61,30                    | 17,35  | 7,19   | 3,54  | 1,37  | 1,48  | 0,23 | 92,47  |
| 157,5            | 32,65                    | 40,3   | 16,44  | 7,88  | 3,54  | 3,65  | 0    | 104,45 |
| 180              | 13,93                    | 20,66  | 17,58  | 9,13  | 5,48  | 2,63  | 0    | 69,41  |
| 202,5            | 10,62                    | 10,96  | 13,93  | 10,62 | 4,79  | 2,28  | 0    | 53,2   |
| 225              | 11,87                    | 11,53  | 7,65   | 3,08  | 0,34  | 0,34  | 0    | 34,82  |
| 247,5            | 11,64                    | 11,99  | 3,65   | 0,46  | 0     | 0,46  | 0    | 28,20  |
| 270              | 11,07                    | 12,44  | 4,57   | 1,14  | 0,11  | 0,34  | 0    | 29,68  |
| 292,5            | 13,70                    | 14,27  | 7,31   | 4,57  | 0,91  | 0,23  | 0    | 40,98  |
| 315              | 23,17                    | 16,44  | 4,79   | 2,74  | 0,80  | 0,46  | 0    | 48,40  |
| 337,5            | 7,31                     | 11,64  | 6,51   | 3,54  | 2,28  | 1,37  | 0,11 | 32,76  |
| <b>Totale</b>    | 551,60                   | 230,94 | 115,30 | 57,99 | 27,17 | 16,44 | 0,57 | 1000   |

Rosa dei venti anno 2018



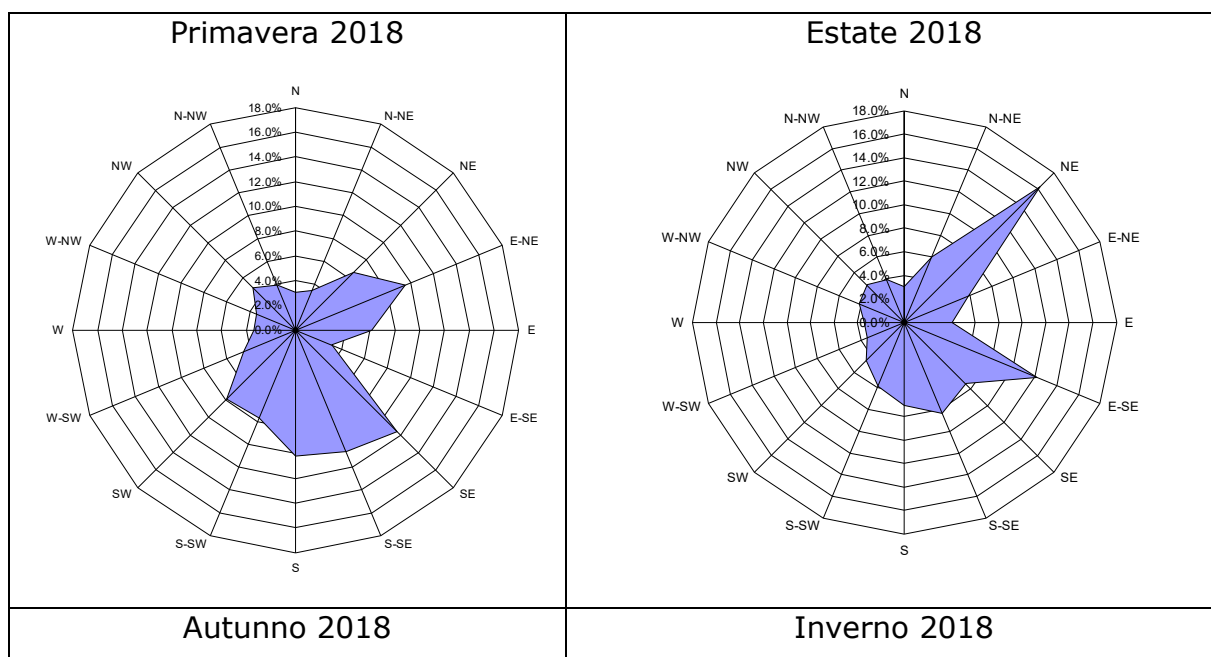


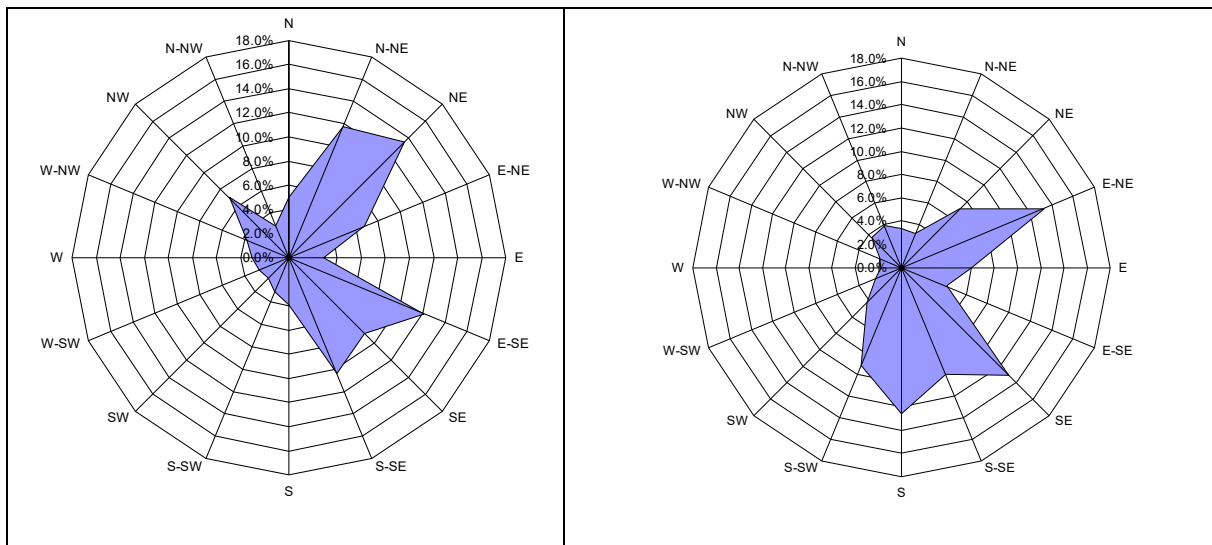
I grafici riportati evidenziano che si registra una forte dominanza di venti con velocità inferiore ad 1 m/s.



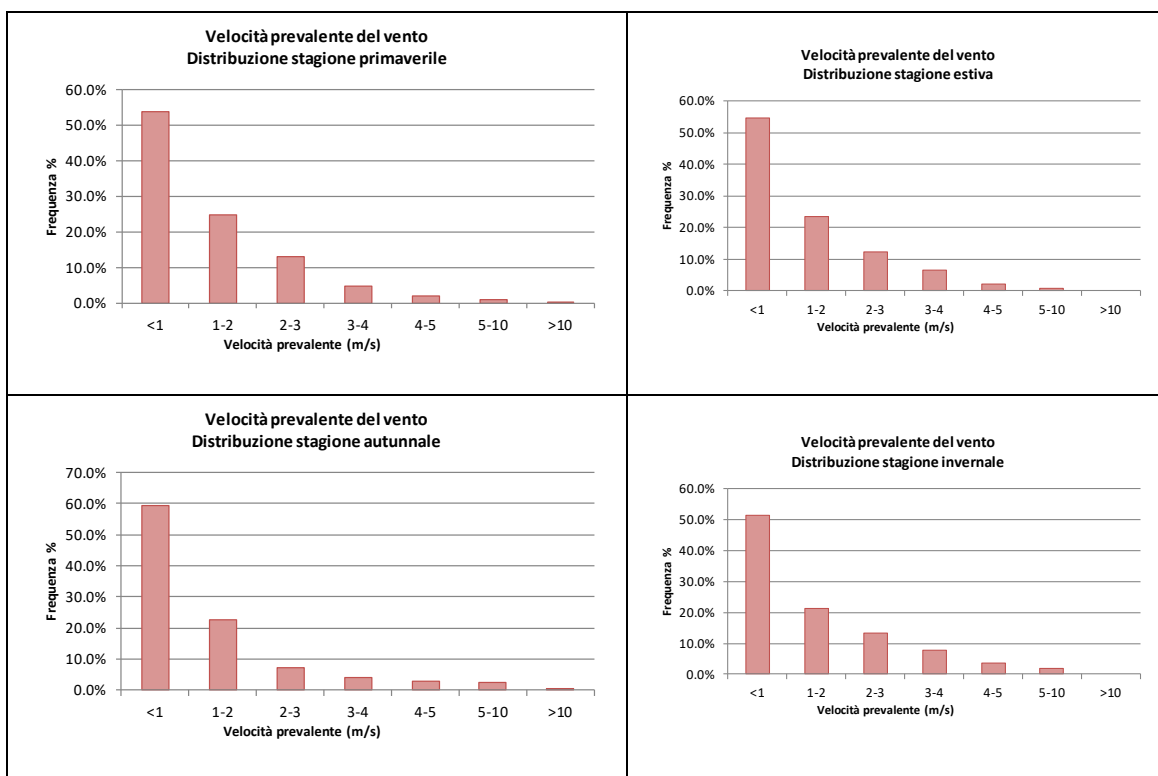
I dati indicano come, in media nell’anno 2018, le direzioni prevalenti di provenienza del vento risultino essere comprese tra 45°N e 157,5°N, provenienti quindi dal quadrante Est con una frequenza intorno al 13% di venti provenienti dalla direzione Nord-Est e 12% dalla direzione Est-Sud Est.

Andando a valutare i dati riferiti alle varie stagioni si può notare una prevalenza di venti provenienti dal quadrante orientale con percentuali di frequenza superiori al 13% per la provenienza da Est-Nord Est; intorno al 12 % per venti provenienti da Sud Est (Scirocco). Nella stagione invernale si osserva una percentuale pari a circa il 12% di venti provenienti da Sud (Mezzogiorno).





Per quanto riguarda infine l'intensità dei venti, si può notare che in tutte le stagioni si registra una prevalenza di venti con velocità inferiore ad 1 m/s.

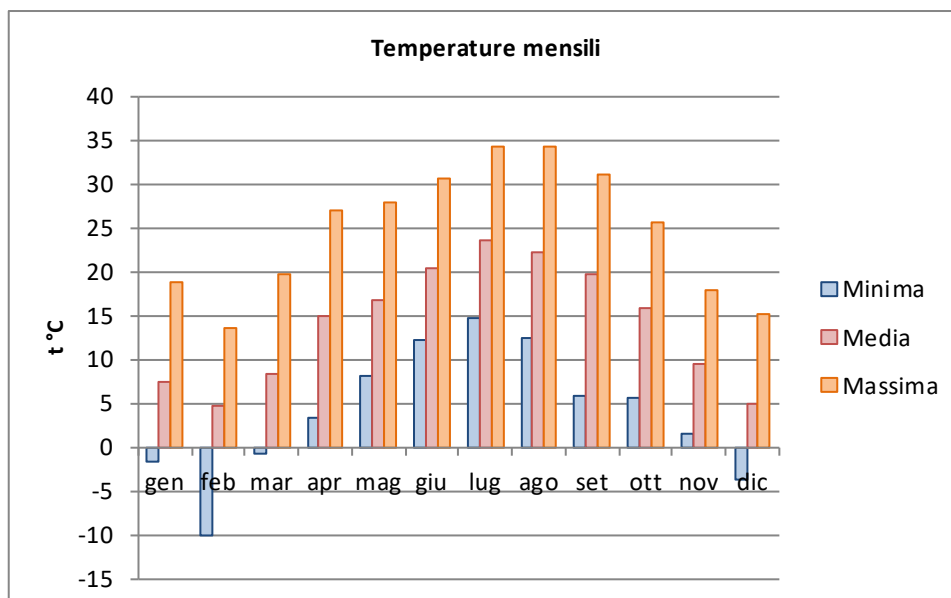


### **Regime termico**

Dallo studio del regime termico si evince che le temperature si tengono generalmente su valori positivi con punte massime nei mesi estivi superiori ai 30°C e valori invernali minimi che si attestano anche intorno ai -10°C. La media annuale (2018) è di 14,0°C.

|                  | <b>Temperatura (°C)</b> |              |                |
|------------------|-------------------------|--------------|----------------|
|                  | <b>Minima</b>           | <b>Media</b> | <b>Massima</b> |
| <b>Anno</b>      | -9,98                   | 14,06        | 34,28          |
| <b>Primavera</b> | -0,65                   | 13,32        | 27,76          |
| <b>Estate</b>    | 12,13                   | 22,09        | 34,28          |
| <b>Autunno</b>   | 1,61                    | 14,96        | 30,94          |
| <b>Inverno</b>   | -9,98                   | 5,71         | 18,72          |

|                  |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|
| <b>gennaio</b>   | -1,56 | 7,33  | 18,72 |
| <b>febbraio</b>  | -9,98 | 4,71  | 13,58 |
| <b>marzo</b>     | -0,65 | 8,35  | 19,58 |
| <b>aprile</b>    | 3,27  | 14,95 | 27,02 |
| <b>maggio</b>    | 8,08  | 16,71 | 27,76 |
| <b>giugno</b>    | 12,13 | 20,38 | 30,70 |
| <b>luglio</b>    | 14,77 | 23,66 | 34,27 |
| <b>agosto</b>    | 12,40 | 22,19 | 34,28 |
| <b>settembre</b> | 5,92  | 19,65 | 30,94 |
| <b>ottobre</b>   | 5,62  | 15,77 | 25,61 |
| <b>novembre</b>  | 1,61  | 9,42  | 17,81 |
| <b>dicembre</b>  | -3,70 | 5,00  | 15,24 |



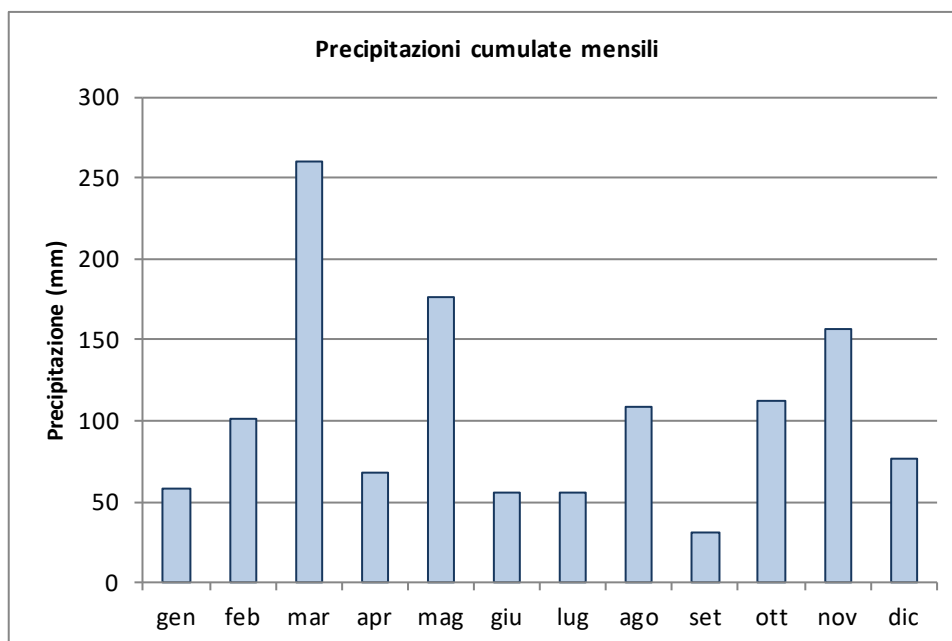
### **Regime pluviometrico**

Per ciò che riguarda il regime pluviometrico, dalla tabella e dal grafico seguente si deduce che la precipitazione cumulata media sul territorio oggetto di studio dell'anno 2018 è stata di circa 1258 mm prevalentemente distribuita nel primo semestre.

Il mese più piovoso risulta essere marzo con una precipitazione cumulata di circa 259 mm seguito da maggio con circa 176 mm. I mesi risultati particolarmente secchi sono settembre, giugno e luglio con valori di pioggia cumulata rispettivamente di 30,5 mm e 55,9 mm.

|                  | <b>Precipitazioni</b> |                |                 |
|------------------|-----------------------|----------------|-----------------|
|                  | <b>Minima</b>         | <b>Massima</b> | <b>Cumulata</b> |
|                  | <b>mm/h</b>           | <b>mm/h</b>    | <b>mm</b>       |
| <b>Anno</b>      | 0,14                  | 12,97          | 1257,89         |
| <b>Primavera</b> | 0,23                  | 12,97          | 503,45          |
| <b>Estate</b>    | 0,10                  | 10,72          | 220,39          |
| <b>Autunno</b>   | 0,14                  | 9,11           | 298,83          |
| <b>Inverno</b>   | 0,11                  | 5,42           | 235,22          |

|                  | Precipitazioni |         |          |
|------------------|----------------|---------|----------|
|                  | Minima         | Massima | Cumulata |
|                  | mm/h           | mm/h    | mm       |
| <b>gennaio</b>   | 0,08           | 3,72    | 58,15    |
| <b>febbraio</b>  | 0,15           | 5,42    | 100,91   |
| <b>marzo</b>     | 0,35           | 8,32    | 259,46   |
| <b>aprile</b>    | 0,09           | 5,85    | 68,15    |
| <b>maggio</b>    | 0,24           | 12,97   | 175,84   |
| <b>giugno</b>    | 0,08           | 6,75    | 55,90    |
| <b>luglio</b>    | 0,08           | 10,72   | 55,95    |
| <b>agosto</b>    | 0,15           | 10,37   | 108,54   |
| <b>settembre</b> | 0,04           | 7,05    | 30,54    |
| <b>ottobre</b>   | 0,15           | 6,60    | 112,30   |
| <b>novembre</b>  | 0,22           | 9,11    | 155,99   |
| <b>dicembre</b>  | 0,10           | 3,78    | 76,16    |



### 3.3.1.2.2 Area Sorgenti

Le coordinate geografiche di riferimento relative al centro della cella del dominio meteo contenente il baricentro del cantiere, sono 335802.00 m E, 4692367.00 m N (UTM 33N) con una quota di circa 437 m s.l.m..

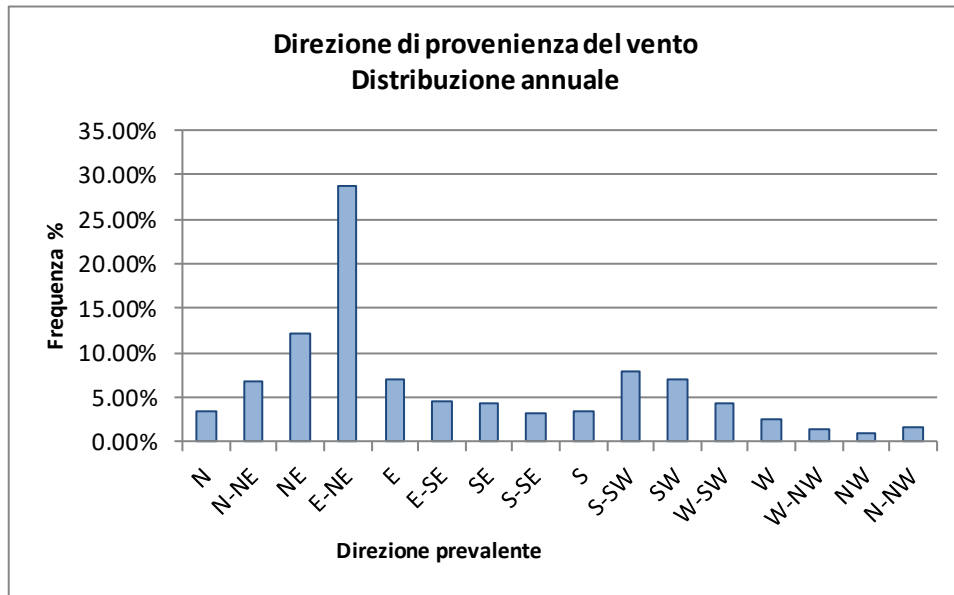
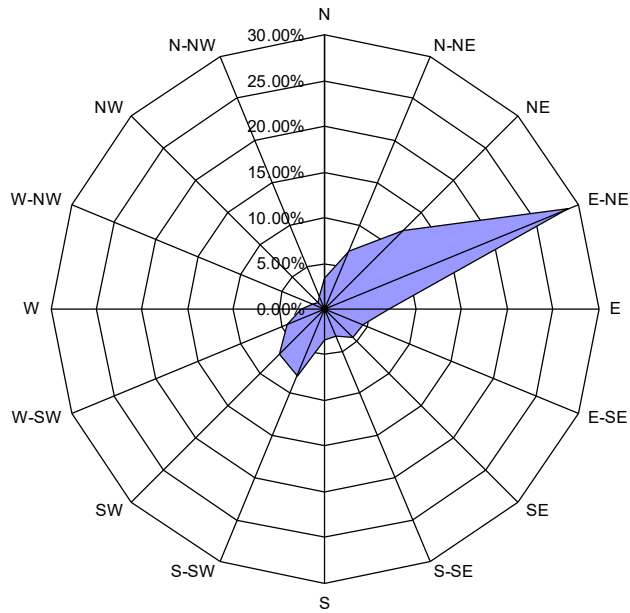
#### **Regime anemologico**

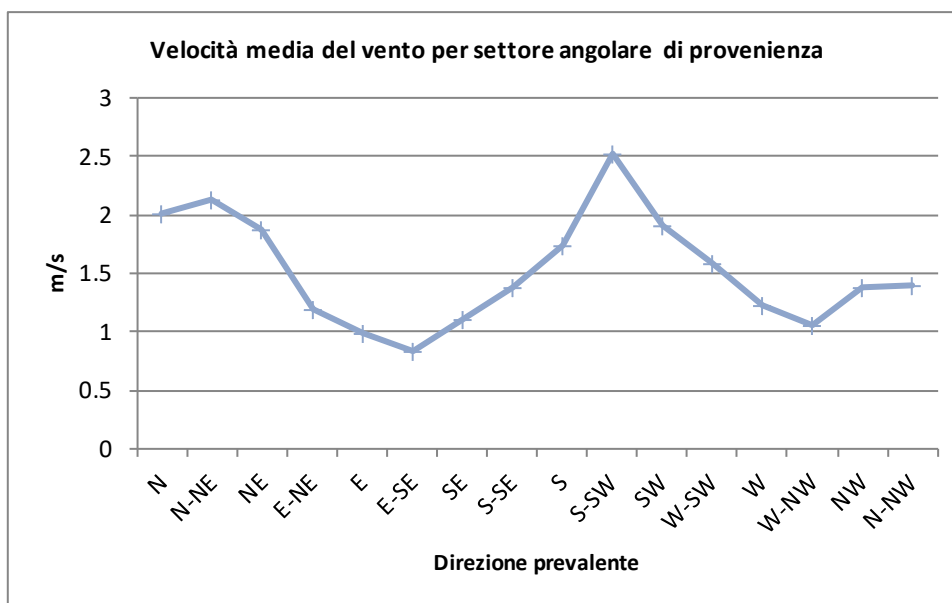
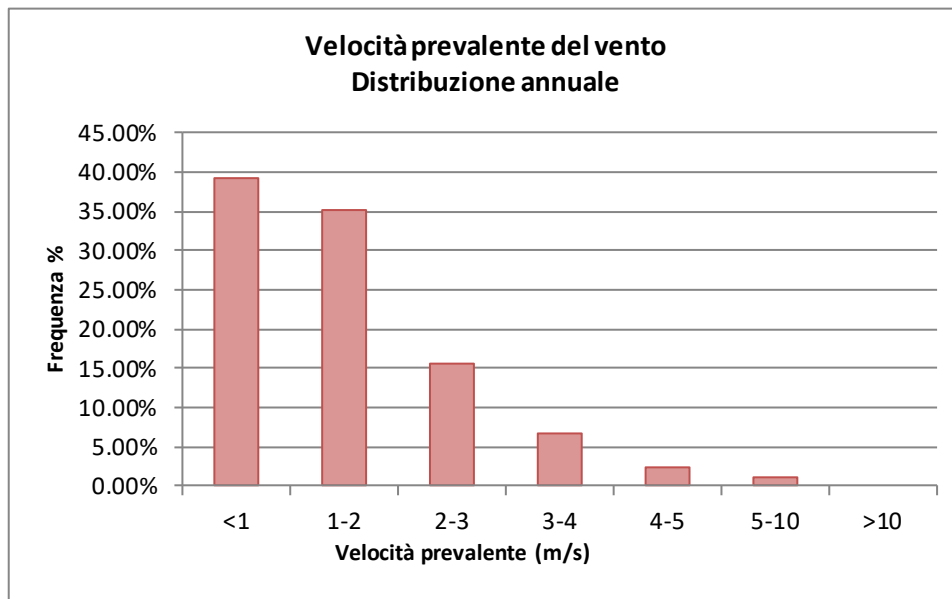
Nella tabella seguente vengono elencate le frequenze di accadimento dei venti raggruppate per classe di velocità e di direzione di provenienza.

Il valore nullo indica l'esistenza di fenomeni meteorologici caratterizzati da quell'accoppiamento velocità - direzione del vento che si presentano estremamente di rado (ed è quindi frutto di un'approssimazione nel calcolo).

| Settore angolare | Classi di velocità (m/s) |        |        |       |       |       |     | Totale |
|------------------|--------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-----|--------|
|                  | <1                       | 1-2    | 2-3    | 3-4   | 4-5   | 5-10  | >10 |        |
| 0                | 9,7                      | 11,64  | 4,45   | 3,54  | 2,74  | 1,71  | 0   | 33,79  |
| 22,5             | 13,36                    | 21,58  | 19,18  | 8,56  | 3,88  | 1,83  | 0   | 68,38  |
| 45               | 33,11                    | 47,37  | 21,92  | 9,7   | 6,16  | 4     | 0   | 122,26 |
| 67,5             | 135,84                   | 127,28 | 17,12  | 5,25  | 2,51  | 0,68  | 0   | 288,7  |
| 90               | 47,95                    | 15,75  | 4,11   | 2,28  | 0,34  | 0,11  | 0   | 70,55  |
| 112,5            | 33,9                     | 10,62  | 1,14   | 0,11  | 0,23  | 0     | 0   | 46     |
| 135              | 25,11                    | 15,07  | 2,51   | 0,68  | 0,23  | 0,57  | 0   | 44,18  |
| 157,5            | 15,87                    | 9,59   | 4,00   | 2,51  | 0,46  | 0,23  | 0   | 32,65  |
| 180              | 10,62                    | 9,93   | 8,79   | 3,2   | 1,03  | 0,11  | 0   | 33,68  |
| 202,5            | 9,47                     | 16,67  | 25,23  | 20,66 | 5,94  | 1,14  | 0   | 79,11  |
| 225              | 13,36                    | 23,06  | 26,14  | 7,31  | 0,46  | 0,34  | 0   | 70,66  |
| 247,5            | 11,87                    | 19,52  | 10,96  | 0,8   | 0,34  | 0,34  | 0   | 43,84  |
| 270              | 12,79                    | 8,11   | 3,54   | 0,91  | 0,11  | 0     | 0   | 25,46  |
| 292,5            | 7,88                     | 4,79   | 1,48   | 0,23  | 0     | 0     | 0   | 14,38  |
| 315              | 4,22                     | 3,77   | 2,51   | 0,23  | 0     | 0     | 0   | 10,73  |
| 337,5            | 6,51                     | 5,82   | 2,28   | 0,68  | 0,34  | 0     | 0   | 15,64  |
| <b>Totale</b>    | 391,55                   | 350,57 | 155,37 | 66,67 | 24,77 | 11,07 | 0   | 1000   |

Rosa dei venti anno 2018



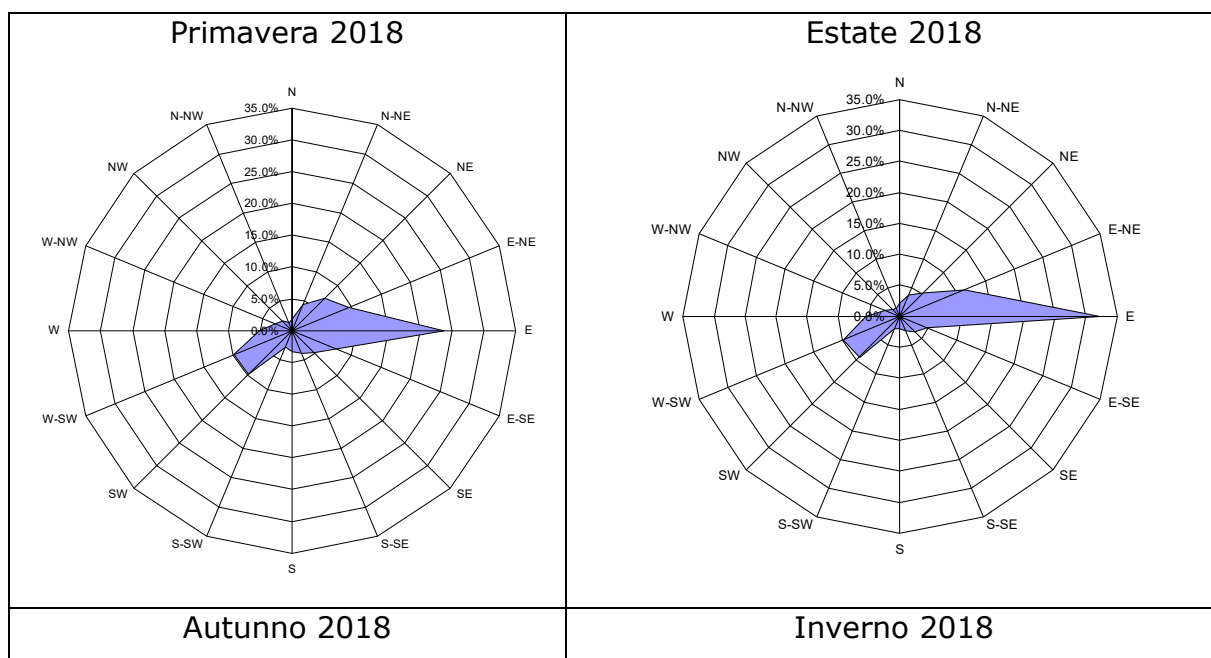


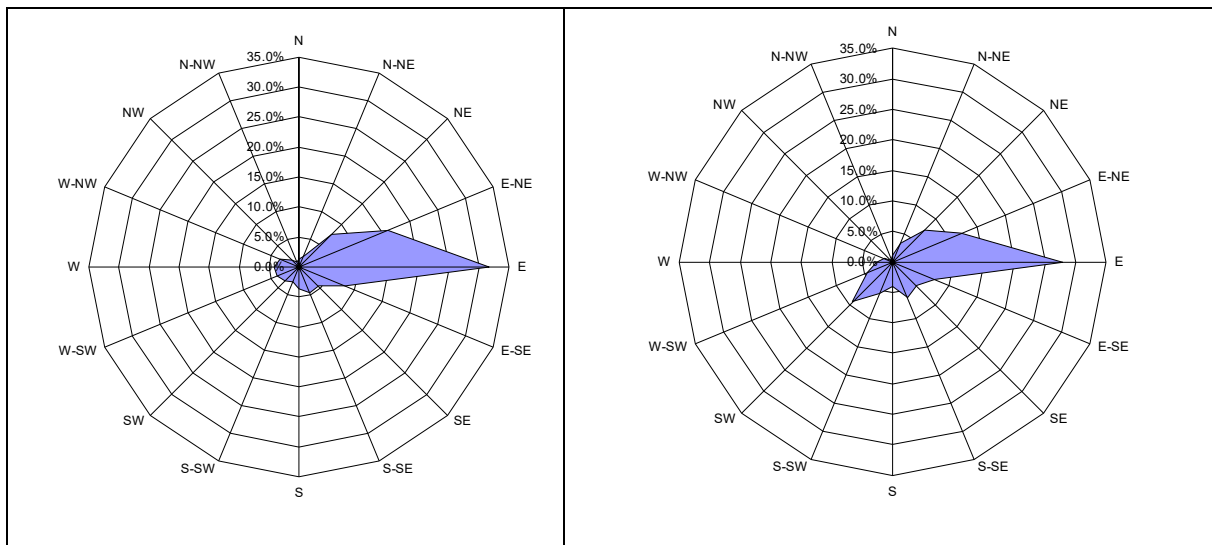
I grafici riportati evidenziano che si registra una forte dominanza di venti con velocità inferiore ad 1 m/s e compresa tra 1 e 2 m/s.



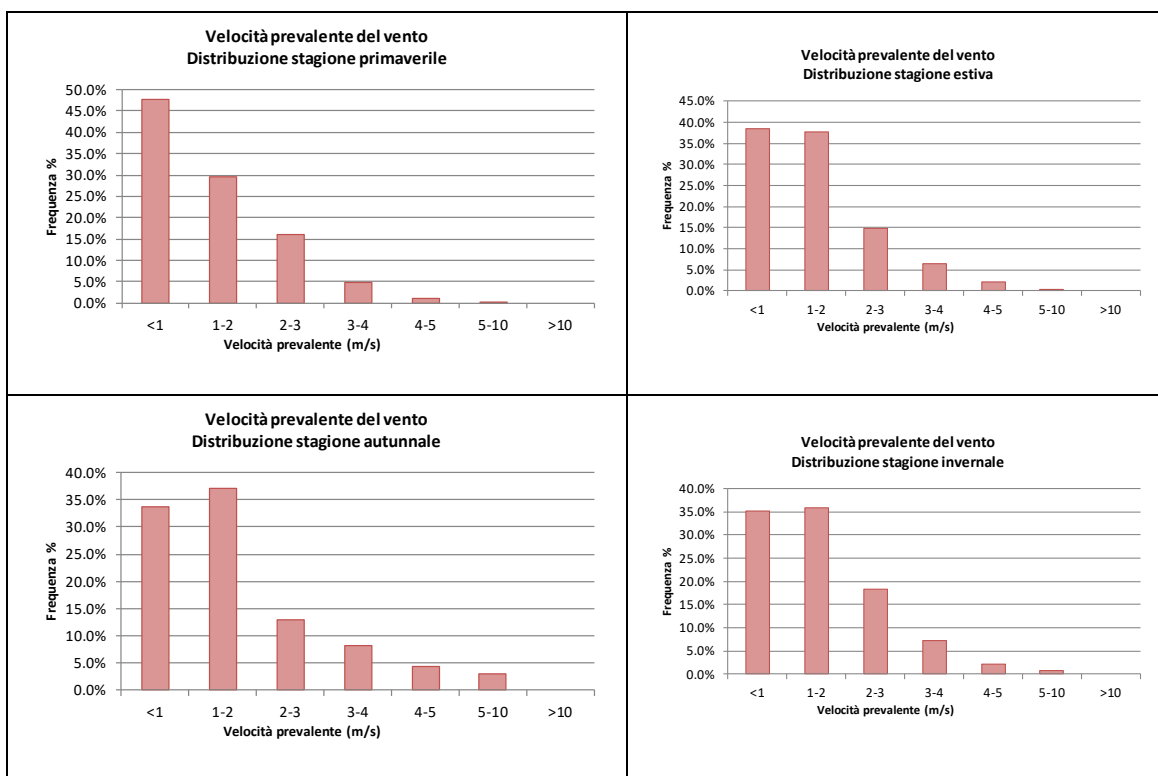
I dati indicano come, in media nell’anno 2018, la direzione prevalente di provenienza del vento risulta essere 67,5°N, proveniente quindi da Est-Nord Est con una frequenza superiore al 28%.

Andando a valutare i dati riferiti alle varie stagioni si evidenzia, in tutti i casi, la netta prevalenza di venti provenienti Est (Levante) con una frequenza massima del 32% nella stagione estiva. Nelle stagioni calde (grafici Primavera – Estate) si osserva una percentuale pari a circa il 10% di venti provenienti da Sud Ovest (Libeccio).





Per quanto riguarda infine l'intensità dei venti, si può notare che in tutte le stagioni si registra una prevalenza di venti con velocità comprese tra 1 e 2 m/s.

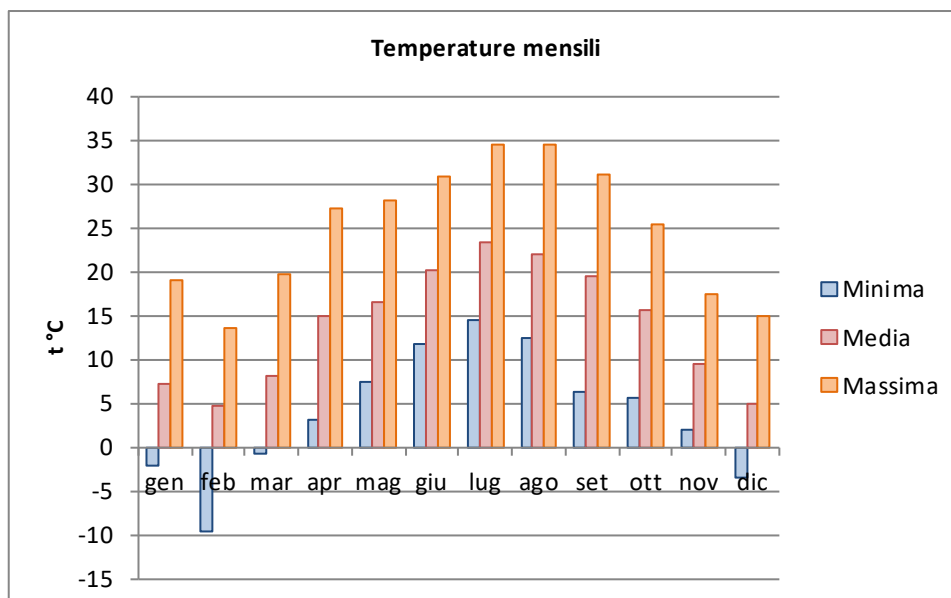


### **Regime termico**

Dallo studio del regime termico si evince che le temperature si tengono generalmente su valori positivi con punte massime nei mesi estivi superiori ai 30°C e valori invernali minimi che si attestano anche intorno ai -9°C. La media annuale (2018) è di 13,9°C.

|                  | <b>Temperatura (°C)</b> |              |                |
|------------------|-------------------------|--------------|----------------|
|                  | <b>Minima</b>           | <b>Media</b> | <b>Massima</b> |
| <b>Anno</b>      | -9,73                   | 13,93        | 34,41          |
| <b>Primavera</b> | -0,67                   | 13,19        | 28,15          |
| <b>Estate</b>    | 11,74                   | 21,91        | 34,41          |
| <b>Autunno</b>   | 2,07                    | 14,86        | 31,07          |
| <b>Inverno</b>   | -9,73                   | 5,58         | 18,98          |

|                  |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|
| <b>gennaio</b>   | -2,01 | 7,16  | 18,98 |
| <b>febbraio</b>  | -9,73 | 4,66  | 13,52 |
| <b>marzo</b>     | -0,67 | 8,20  | 19,73 |
| <b>aprile</b>    | 3,09  | 14,85 | 27,16 |
| <b>maggio</b>    | 7,48  | 16,58 | 28,15 |
| <b>giugno</b>    | 11,74 | 20,19 | 30,82 |
| <b>luglio</b>    | 14,56 | 23,43 | 34,36 |
| <b>agosto</b>    | 12,35 | 22,05 | 34,41 |
| <b>settembre</b> | 6,29  | 19,50 | 31,07 |
| <b>ottobre</b>   | 5,52  | 15,65 | 25,47 |
| <b>novembre</b>  | 2,07  | 9,40  | 17,49 |
| <b>dicembre</b>  | -3,39 | 4,83  | 14,89 |



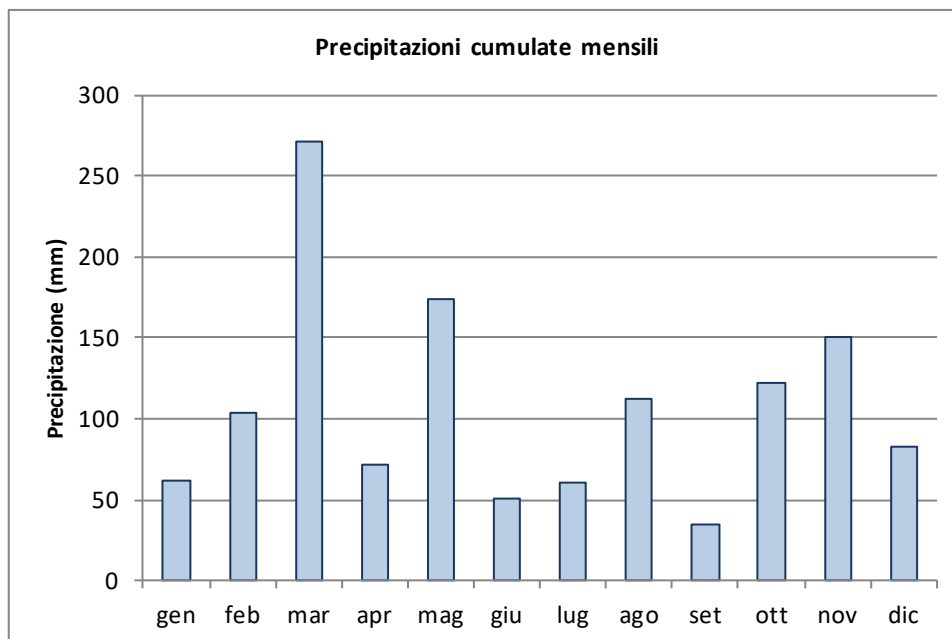
### **Regime pluviometrico**

Per ciò che riguarda il regime pluviometrico, dalla tabella e dal grafico seguente si deduce che la precipitazione cumulata media sul territorio oggetto di studio dell'anno 2018 è stata di circa 1294 mm prevalentemente distribuita nel primo semestre.

Il mese più piovoso risulta essere marzo con una precipitazione cumulata di circa 270 mm seguito da maggio con circa 173 mm. I mesi risultati particolarmente secchi sono settembre, giugno e gennaio con valori di pioggia cumulata rispettivamente di 34,1 mm, 51,23 e 61,4 mm.

|                  | Precipitazioni |         |          |
|------------------|----------------|---------|----------|
|                  | Minima         | Massima | Cumulata |
|                  | mm/h           | mm/h    | mm       |
| <b>Anno</b>      | 0,15           | 17,49   | 1294,06  |
| <b>Primavera</b> | 0,23           | 11,06   | 515,68   |
| <b>Estate</b>    | 0,10           | 17,49   | 223,95   |
| <b>Autunno</b>   | 0,14           | 8,84    | 306,60   |
| <b>Inverno</b>   | 0,11           | 5,58    | 247,83   |

|                  | Precipitazioni |         |          |
|------------------|----------------|---------|----------|
|                  | Minima         | Massima | Cumulata |
|                  | mm/h           | mm/h    | mm       |
| <b>gennaio</b>   | 0,08           | 3,88    | 61,44    |
| <b>febbraio</b>  | 0,15           | 5,58    | 103,17   |
| <b>marzo</b>     | 0,36           | 7,14    | 270,63   |
| <b>aprile</b>    | 0,10           | 5,95    | 71,62    |
| <b>maggio</b>    | 0,23           | 11,06   | 173,43   |
| <b>giugno</b>    | 0,07           | 6,26    | 51,23    |
| <b>luglio</b>    | 0,08           | 10,73   | 60,21    |
| <b>agosto</b>    | 0,15           | 17,49   | 112,51   |
| <b>settembre</b> | 0,05           | 8,84    | 34,14    |
| <b>ottobre</b>   | 0,16           | 7,99    | 122,08   |
| <b>novembre</b>  | 0,21           | 8,25    | 150,38   |
| <b>dicembre</b>  | 0,11           | 4,07    | 83,22    |



---

## 4 MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

Il modello utilizzato per lo svolgimento dei calcoli di diffusione del campo odorigeno nell'ambiente circostante l'impianto è il sistema diffusivo MMS CALPUFF della Maind Model Suite nato per gestire il noto modello gaussiano non stazionario multisorgente CALPUFF sviluppato da Earth Tech Inc. su richiesta del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA).

Il sistema Calpuff è costituito dai seguenti modelli:

- CALMET: Preprocessore meteorologico per la preparazione dei campi di vento dinamici, tridimensionale e a divergenza nulla per il modello CALPUFF. I campi meteorologici vengono ricostruiti a partire da dati di superficie e da dati profilometrici in presenza di orografia complessa;
- CALPUFF: Modello diffusivo a puff gaussiani. Il modello permette di studiare la diffusione tridimensionale dinamica di inquinanti emessi da diverse tipologie di sorgenti (puntuali, areali, volumetriche e lineari); può essere utilizzato anche in presenza di situazioni di calma di vento;
- RUNANALYZER: Programma di postprocessamento dei risultati di concentrazione e deposizione ottenuti da CALPUFF

Il sistema CALPUFF è complessivamente un modello diffusivo tridimensionale non stazionario multisorgente di tipo gaussiano a puff, in cui la concentrazione viene calcolata come sommatoria dei contributi di singole nuvole di inquinante.

---

CALMET è il processore meteorologico del sistema che permette la ricostruzione del campo meteo tridimensionale dinamico all'interno del dominio di studio partendo da dati misurati da più stazioni meteorologiche sia di superficie che profilometriche considerando le caratteristiche geomorfologiche dell'area (orografia complessa, caratteristiche di uso del suolo, presenza di calme di vento ed effetti termici particolari) consentendo la valutazione delle traiettorie fluidodinamiche lungo le quali verranno trasportati i "puff" di inquinante emessi dalle varie sorgenti emissive. CALMET inoltre fornisce la valutazione di tutte le variabili micrometeorologiche spaziali orarie dello stato di stabilità atmosferica permettendo la valutazione della diffusione degli inquinanti all'interno dei puff emessi considerando gli effetti della turbolenza atmosferica.

CALPUFF è un modello di dispersione atmosferica non stazionario a puff. E' adatto alla simulazione della dispersione di emissioni da sorgenti industriali, anche multiple. Permette di calcolare la deposizione secca e umida, gli effetti di scia dovuti agli edifici, la dispersione da sorgenti puntiformi, areali o volumetriche, l'innalzamento graduale del pennacchio in funzione della distanza dalla sorgente, l'influenza dell'orografia del suolo sulla dispersione, la dispersione in casi di venti deboli o assenti.

I modelli a puff rappresentano la naturale evoluzione dei modelli gaussiani in quanto introducono nella semplice formulazione di base la variabilità delle condizioni meteorologiche, delle emissioni e le disomogeneità del territorio.

Dal punto di vista matematico l'emissione di inquinante da parte di una sorgente viene schematizzato attraverso l'emissione di una successione di elementi, chiamati puff, che si spostano sul territorio seguendo un campo di vento tridimensionale variabile sia nello spazio che nel tempo.

L'equazione che rappresenta la concentrazione di inquinante  $C$  in un punto  $(x,y,z)$  dovuta ad un puff centrato nel punto  $(x',y',z')$  e di massa  $M$  è data da:

$$C(x, y, z) = \frac{M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{(x-x')^2}{2\sigma_x^2} - \frac{(y-y')^2}{2\sigma_y^2} - \frac{(z-z')^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

La concentrazione totale in un punto è ottenuta sommando il contributo di tutti i puff.

I puff emessi da ogni sorgente si muovono nel tempo sul territorio: il centro del puff viene trasportato dal campo di vento tridimensionale mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica provoca l'allargamento del puff ed è descritta da funzioni di dispersione analoghe a quelle usate nei modelli gaussiani (funzioni  $\sigma$ ).

Rispetto ai semplici modelli gaussiani i modelli a puff sono particolarmente indicati nelle situazioni di orografia complessa dove il campo meteorologico non può essere supposto costante: per questo motivo questi modelli sono spesso accoppiati con modelli diagnostici mass-consistent che permettono di ricostruire un campo di vento tridimensionale per ogni intervallo temporale simulato a partire da dati locali misurati. E' inoltre interessante osservare che tali modelli possono essere applicati anche in condizioni di calma di vento in quanto il termine di velocità del vento a denominatore presente nell'equazione gaussiana non è presente nell'equazione che descrive il moto dei puff.

In CALPUFF i coefficienti di dispersione sono calcolati utilizzando i parametri di turbolenza ( $u^*$ ,  $w^*$ , LMO) definiti da CALMET, anziché dalle classi di stabilità Pasquill-Gifford-Turner. La turbolenza è quindi descritta da funzioni continue anziché discrete ed in termini di convettività e/o stabilità del PBL (Planetary Boundary Layer). Durante i periodi in cui lo strato limite ha struttura convettiva, la distribuzione delle concentrazioni all'interno di ogni singolo puff è gaussiana sui piani orizzontali, ma asimmetrica sui piani verticali, cioè tiene conto della asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle velocità verticali. In altre parole, il modello simula gli effetti sulla dispersione



---

dovuti ai moti ascendenti e discendenti dell'aria tipici delle ore più calde della giornata e dovuti ai vortici di grande scala.

RUNANALYZER è il programma utilizzato dal sistema per il postprocessamento delle serie orarie di concentrazioni calcolata dal CALPUFF che, nel caso di simulazione del campo odorigeno, permette la valutazione del 98-esimo percentile delle concentrazioni di picco orarie come richiesto dalla normativa di riferimento adottata nello studio.

#### **4.1 DATI DI INPUT**

L'esecuzione del sistema CALPUFF richiede la predisposizione dei seguenti dati di input:

- dati geofisici: dati orografici e di uso del suolo del dominio di calcolo;
- dati meteorologici: serie orarie di dati di superficie e di profili verticali;
- dati emissivi: dati strutturali delle sorgenti e fattori di emissione.

#### **4.2 DATI GEOFISICI**

L'input geofisico è costituito dalla descrizione delle caratteristiche orografiche e di uso del suolo del dominio spaziale utilizzato per la ricostruzione del campo meteorologico orario tridimensionale da utilizzare per il calcolo diffusivo.

Tale campo meteorologico viene ricostruito dal processore meteorologico CALMET che congloba le caratteristiche geofisiche ai valori delle variabili meteorologiche disponibili nell'area attraverso opportune tecniche di interpolazione.

L'orografia del dominio di calcolo è estratta dal DTM NASA SRTM (dati orografici interpolati a 100 m del territorio italiano).

---

I parametri di uso del suolo utilizzati nella preparazione del file geofisico del sistema CALPUFF sono definiti attraverso l'abbinamento dei parametri di uso suolo USGS (U.S Geological Survey) con la classificazione europea di copertura e uso del suolo CORINE Land Cover.

Il Land Cover Institute del Servizio Geologico degli Stati Uniti (USGS), fin dagli anni settanta ha sviluppato un sistema di monitoraggio dell'evoluzione dell'uso delle terre realizzando un inventario di uso e copertura del suolo mediante interpretazione analogica ed assistita di immagini acquisite da satellite.

Il CORINE Land Cover (CLC) fornisce informazioni coerenti sulla copertura del suolo e sui cambiamenti nell'uso del suolo in tutta Europa. Questo inventario è stato avviato nel 1985 (anno di riferimento 1990) e ha creato una serie temporale della copertura del suolo con aggiornamenti nel 2000, nel 2006 e nel 2012. I prodotti CLC derivano da un lavoro di fotointerpretazione di immagini satellitari a cui partecipano i team di ogni Stato Membro dell'Agenzia Europea per l'Ambiente e i paesi cooperanti. Il processo produttivo ha seguito una metodologia e una nomenclatura standard con i seguenti parametri di base: nomenclatura Corine con tre livelli gerarchici e 44 classi; unità di mappatura minima di 25 ettari; la larghezza minima degli elementi lineari è 100 metri.

La classificazione dell'uso del suolo permette di distinguere le aree urbane, forestali, agricole ecc. che rappresentano un'informazione utilizzata dal modello di calcolo per caratterizzare la rugosità del terreno e simulare il trasporto turbolento e la deposizione secca delle specie chimiche.

### **4.3 DATI METEOROLOGICI**

Per la ricostruzione del campo meteorologico tridimensionale all'interno del dominio di calcolo, relativamente all'intervallo temporale dello studio, il modello CALMET richiede la presenza di almeno una serie oraria completa dei seguenti dati di superficie:

- 
- velocità del vento (m/s);
  - direzione di provenienza del vento (° da nord);
  - temperatura aria (°C);
  - pressione atmosferica (mbar);
  - copertura del cielo (decimi);
  - altezza della base delle nubi (centinaia di piedi);
  - precipitazione (mm/h) (opzionale – non necessaria nel caso degli odori).

Inoltre è richiesta almeno una serie completa con frequenza almeno di 12 ore di profili verticali di:

- velocità del vento (m/s);
- direzione di provenienza del vento (° da nord);
- temperatura aria (°C);
- pressione atmosferica (mbar).

In presenza di questi dati il modello CALMET è in grado di calcolare internamente tutti i parametri micrometeorologici quali horizontal friction velocity ( $u^*$ ), vertical friction velocity ( $w^*$ ), l'altezza di rimescolamento (mixing height), il grado di stabilità atmosferica e di valutare il trasporto dell'inquinante non solo sul piano orizzontale ma anche su quello verticale.

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent" un campo tridimensionale dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO di superficie e profilometriche presenti sul territorio nazionale.

Poiché il peso di ognuna delle stazioni meteo usate nella ricostruzione del campo meteo è inversamente proporzionale alla distanza quadratica delle

---

stazioni vengono prese in considerazione le stazioni SYNOP-ICAO di superficie e profilometriche più vicine/significativa al sito richiesto.

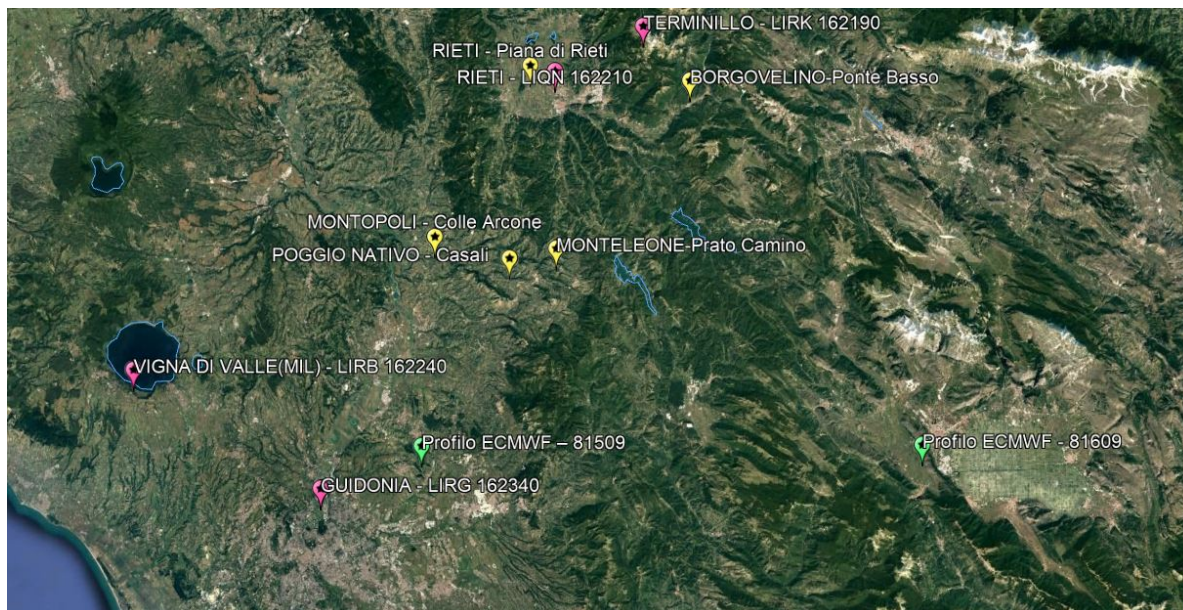
Nel caso in esame si è fatto riferimento alle seguenti stazioni meteorologiche:

*Stazioni sinottiche*

- Stazioni di superficie SYNOP ICAO
  - Rieti LIQN 162210
  - Terminillo LIRK 162190
  - Guidonia LIRG 162340
  - Urbe LIRU 162350
  - Vigna di Valle (MIL) LIRB 162240
  
- Stazioni radiosondaggi SYNOP ICAO / ECMWF
  - Profilo ECMWF – 81508
  - Profilo ECMWF – 81608
  - Profilo ECMWF – 81509
  - Profilo ECMWF – 81609

*Stazioni sito specifiche da reti regionali/provinciali (ARSIAL Lazio)*

- RIETI - Piana di Rieti
- BORGOVELINO – Ponte Basso
- MONTOPOLI – Colle Arcone
- POGGIO NATIVO – Casali
- MONTELEONE – Prato Camino



#### 4.4 DIGITALIZZAZIONE DELLE AREE DI INFLUENZA

Per la ricostruzione del campo meteorologico specifico delle aree oggetto di studio sono stati definiti due domini:

- Dominio Salisano
- Dominio Sorgenti del Peschiera.

Il Dominio Salisano è costituito da un'area di 7x7 km<sup>2</sup> avente le seguenti caratteristiche:

Coordinate origine del dominio (angolo Sud - Ovest)

XUTM [fuso 33N WGS84] = 310085.00 m E

YUTM [fuso 33N WGS84] = 4677093.00 m N

dx (distanza tra i recettori in direzione Ovest - Est) = 200 m

dy (distanza tra i recettori in direzione Sud - Nord) = 200 m



Il Dominio Sorgenti del Peschiera è costituito da un'area di 17,8x13 km<sup>2</sup> avente le seguenti caratteristiche:

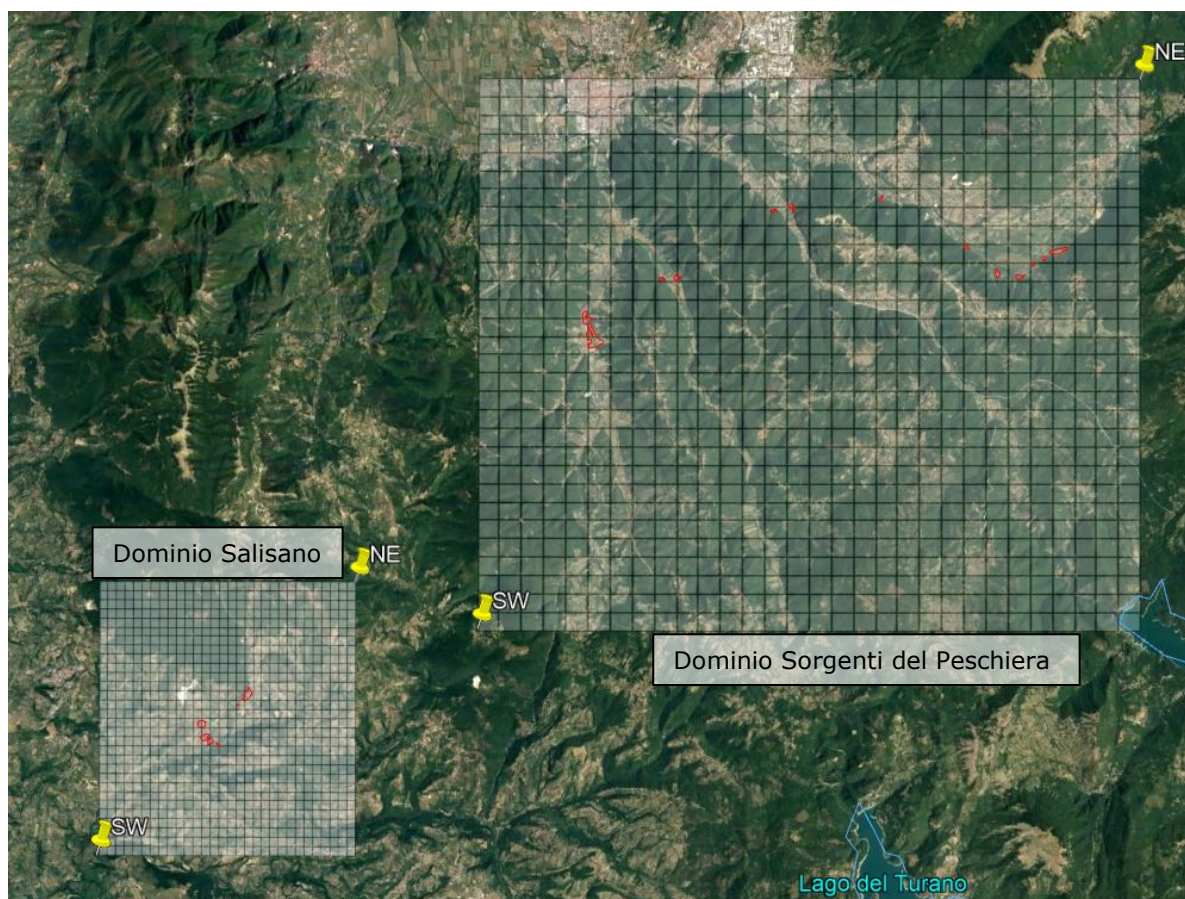
Coordinate origine del dominio (angolo Sud - Ovest)

XUTM [fuso 33N WGS84] = 320281.00 m E

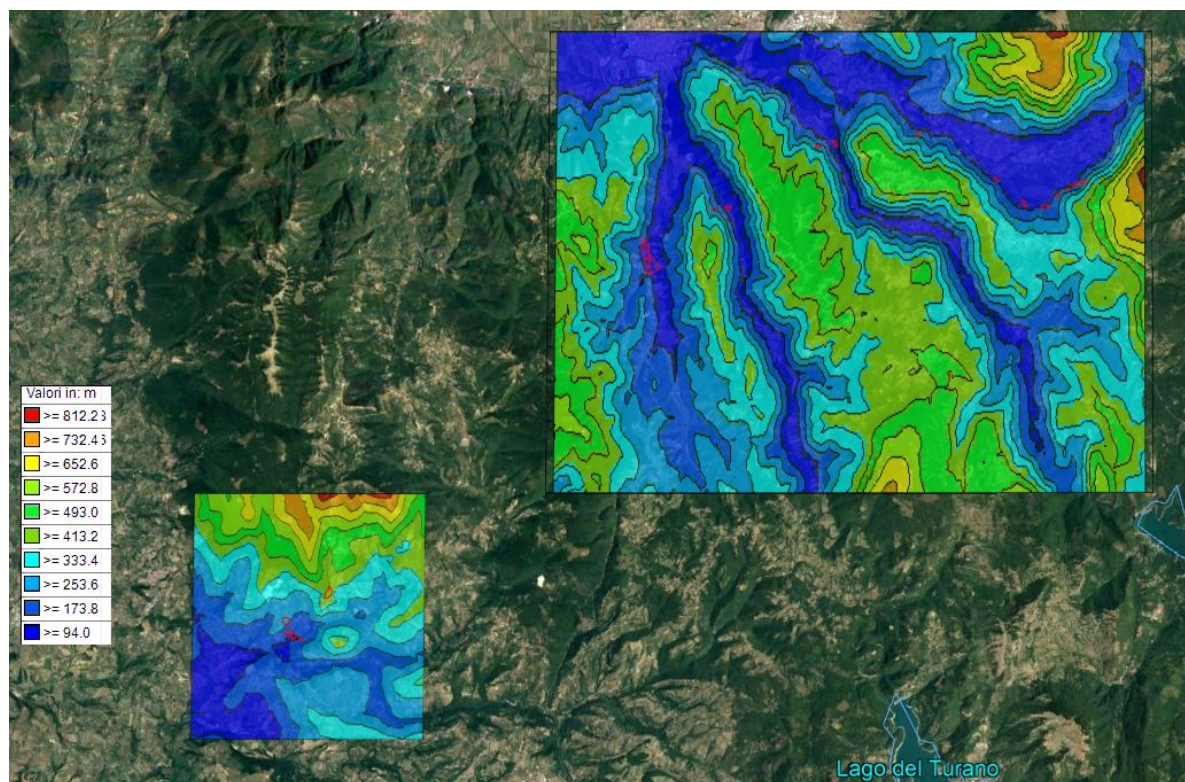
YUTM [fuso 33N WGS84] = 4683796.00 m N

dx (distanza tra i recettori in direzione Ovest - Est) = 200 m

dy (distanza tra i recettori in direzione Sud - Nord) = 200 m



*Dominio meteorologico generale dell'area*



*Orografia del dominio*

L'area geografica considerata nello studio diffusionale è caratterizzata da un'orografia piuttosto varia nella quale risultano ben evidenziate le valli del Salto e del Turano con quote che passano dai circa 90 m s.l.m in fino a circa 800 m s.l.m..

Il modello di calcolo tiene conto degli effetti dovuti all'orografia dell'area, considerando la quota di una singola cella del dominio meteorologico rappresentata dalla media delle quote sull'area della cella stessa.

La selezione del dominio di calcolo è molto importante in quanto un dominio troppo limitato rischia di nascondere effetti importanti, mentre un dominio troppo vasto può determinare tempi di calcolo e dimensione dei file di output elevati, che possono rendere difficoltosa la successiva analisi dei risultati.



Nel caso in esame, i domini di calcolo individuati per effettuare le simulazioni (riportata in figura e nell’Allegato 4.2 sez. A “Dominio di calcolo”) è stato considerato centrato con il baricentro dei cantieri principali applicando un fattore di annidamento (nesting factor) pari a 2.

Nella tabella si riportano i ricettori individuati ed inseriti nel modello Calpuff per il calcolo delle concentrazioni medie orarie degli inquinanti considerati (Polveri e NOx) all’altezza di 2 m dal suolo, riportando per ogni punto la rispettiva sigla identificativa utilizzata nelle successive rappresentazioni grafiche e le coordinate geografiche in UTM 33N.

La tabella mostra le caratteristiche geografiche dei recettori individuati.

| <b>Ricettori Nodo S</b> |                    |                    |           |                 |                           |
|-------------------------|--------------------|--------------------|-----------|-----------------|---------------------------|
| ID.                     | Destinazione d'uso | Coordinate UTM 33N |           | Quota (ms.l.m.) | Distanza dal cantiere (m) |
|                         |                    | Est [km]           | Nord [km] |                 |                           |
| NS_R1                   | Residenziale       | 314287             | 4681502   | 434             | 100                       |
| NS_R2                   | Residenziale       | 314312             | 4681469   | 431             | 85                        |
| NS_R3                   | Residenziale       | 314280             | 4681462   | 428             | 55                        |
| NS_R4                   | Residenziale       | 314296             | 4681335   | 418             | 10                        |
| NS_R5                   | Residenziale       | 314311             | 4681230   | 414             | 20                        |
| NS_R6                   | Residenziale       | 314294             | 4681204   | 415             | 21                        |
| NS_R7                   | Residenziale       | 314282             | 4681181   | 417             | 21                        |
| NS_R8                   | Residenziale       | 314268             | 4681163   | 419             | 30                        |
| NS_R9                   | Residenziale       | 314242             | 4681120   | 424             | 25                        |
| NS_R10                  | Residenziale       | 314219             | 4681099   | 428             | 35                        |
| NS_R11                  | Residenziale       | 314212             | 4681050   | 431             | 55                        |
| NS_R12                  | Residenziale       | 314172             | 4681042   | 434             | 53                        |
| NS_R13                  | Residenziale       | 314155             | 4681031   | 435             | 60                        |
| NS_R14                  | Residenziale       | 314106             | 4681044   | 436             | 52                        |
| NS_R15                  | Residenziale       | 314076             | 4681009   | 440             | 55                        |
| NS_R16                  | Residenziale       | 314045             | 4681030   | 439             | 55                        |
| NS_R17                  | Residenziale       | 314005             | 4681043   | 438             | 43                        |
| NS_R18                  | Residenziale       | 313967             | 4680818   | 427             | 155                       |
| NS_R19                  | Residenziale       | 314003             | 4680876   | 436             | 100                       |

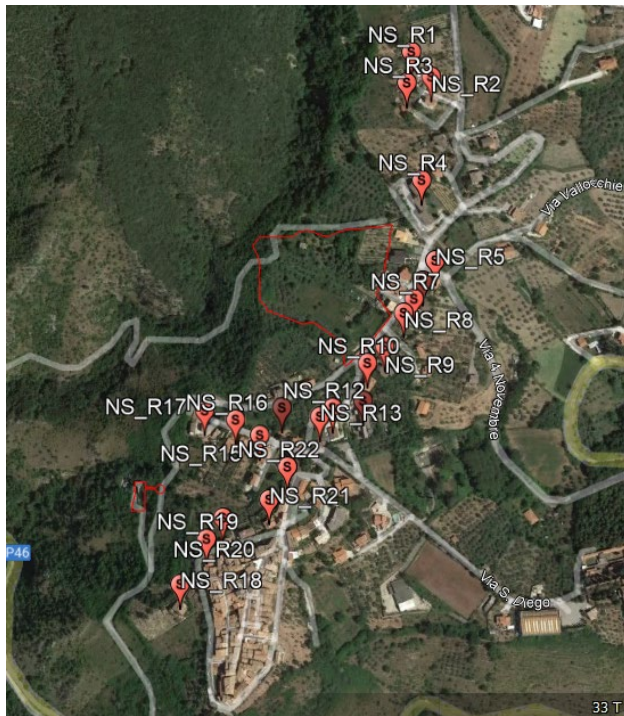


| NS_R20                                | Residenziale             | 314025                | 4680903      | 435                | 115                                |
|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|--------------------|------------------------------------|
| NS_R21                                | Residenziale             | 314086                | 4680925      | 431                | 160                                |
| NS_R22                                | Residenziale             | 314111                | 4680967      | 435                | 135                                |
| <b>Ricettori San Giovanni Reatino</b> |                          |                       |              |                    |                                    |
| ID.                                   | Destinazione d'uso       | Coordinate UTM<br>33N |              | Quota<br>(ms.l.m.) | Distanza<br>dal<br>cantiere<br>(m) |
|                                       |                          | Est<br>[km]           | Nord<br>[km] |                    |                                    |
| SGR_R1                                | Residenziale             | 323401                | 4690588      | 417                | 32                                 |
| SGR_R2                                | Residenziale             | 323441                | 4690564      | 422                | 20                                 |
| SGR_R3                                | Agricolo                 | 323525                | 4690580      | 434                | 5                                  |
| SGR_R4                                | Residenziale             | 323572                | 4690506      | 433                | 8                                  |
| SGR_R5                                | Agricolo                 | 323473                | 4690466      | 421                | 7                                  |
| SGR_R6                                | Commerciale              | 323432                | 4690058      | 421                | 36                                 |
| SGR_R7                                | Residenziale             | 323320                | 4690090      | 420                | 60                                 |
| SGR_R8                                | Residenziale             | 323311                | 4690141      | 419                | 61                                 |
| SGR_R9                                | Residenziale             | 323307                | 4690193      | 418                | 60                                 |
| SGR_R10                               | Residenziale             | 323297                | 4690254      | 417                | 76                                 |
| SGR_R11                               | Residenziale             | 323294                | 4690229      | 418                | 70                                 |
| SGR_R12                               | Commerciale              | 323442                | 4690278      | 416                | 5                                  |
| SGR_R13                               | Residenziale             | 323316                | 4690303      | 416                | 35                                 |
| SGR_R14                               | Residenziale             | 323319                | 4690339      | 416                | 30                                 |
| SGR_R15                               | Residenziale             | 323327                | 4690368      | 416                | 27                                 |
| SGR_R16                               | Residenziale             | 323269                | 4690494      | 422                | 42                                 |
| SGR_R17                               | Residenziale             | 323278                | 4690531      | 420                | 41                                 |
| SGR_R18                               | Servizi: Centro Sportivo | 323358                | 4690674      | 416                | 15                                 |
| <b>Ricettori Fiume Salto</b>          |                          |                       |              |                    |                                    |
| ID.                                   | Destinazione d'uso       | Coordinate UTM<br>33N |              | Quota<br>(ms.l.m.) | Distanza<br>dal<br>cantiere<br>(m) |
|                                       |                          | Est<br>[km]           | Nord<br>[km] |                    |                                    |
| FS_R1                                 | Residenziale             | 328943                | 4693186      | 454                | 350                                |
| FS_R2                                 | Agricolo                 | 328850                | 4693189      | 427                | 345                                |
| FS_R3                                 | Residenziale             | 328706                | 4693521      | 410                | 115                                |
| FS_R4                                 | Residenziale             | 328585                | 4693509      | 414                | 130                                |
| FS_R5                                 | Residenziale             | 328580                | 4693559      | 410                | 110                                |
| FS_R6                                 | Residenziale             | 328535                | 4693581      | 421                | 65                                 |
| FS_R7                                 | Agricolo                 | 328749                | 4693687      | 406                | 20                                 |
| FS_R8                                 | Agricolo                 | 328617                | 4693874      | 406                | 145                                |
| FS_R9                                 | Residenziale             | 328419                | 4693746      | 405                | 100                                |
| FS_R10                                | Agricolo                 | 328416                | 4693825      | 401                | 150                                |

| FS_R11                              | Agricolo           | 328294             | 4693756   | 413             | 100                       |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------|-----------------|---------------------------|
| FS_R12                              | Agricolo           | 328303             | 4693639   | 444             | 15                        |
| <b>Ricettori Fiume Turano</b>       |                    |                    |           |                 |                           |
| ID.                                 | Destinazione d'uso | Coordinate UTM 33N |           | Quota (ms.l.m.) | Distanza dal cantiere (m) |
|                                     |                    | Est [km]           | Nord [km] |                 |                           |
| FT_R1                               | Agricolo           | 325826             | 4691783   | 422             | 25                        |
| FT_R2                               | Residenziale       | 325669             | 4691546   | 414             | 260                       |
| FT_R3                               | Residenziale       | 325617             | 4691603   | 414             | 310                       |
| FT_R4                               | Residenziale       | 325320             | 4691954   | 422             | 27                        |
| <b>Ricettori Cotilia</b>            |                    |                    |           |                 |                           |
| ID.                                 | Destinazione d'uso | Coordinate UTM 33N |           | Quota (ms.l.m.) | Distanza dal cantiere (m) |
|                                     |                    | Est [km]           | Nord [km] |                 |                           |
| C_R1                                | Agricolo           | 333423             | 4692455   | 475             | 15                        |
| C_R2                                | Agricolo           | 333406             | 4692469   | 472             | 5                         |
| C_R3                                | Residenziale       | 333351             | 4692527   | 461             | 5                         |
| C_R4                                | Agricolo           | 333323             | 4692605   | 442             | 25                        |
| <b>Ricettori Sorgenti Peschiera</b> |                    |                    |           |                 |                           |
| ID.                                 | Destinazione d'uso | Coordinate UTM 33N |           | Quota (ms.l.m.) | Distanza dal cantiere (m) |
|                                     |                    | Est [km]           | Nord [km] |                 |                           |
| SP_R1                               | Residenziale       | 334981             | 4691715   | 459             | 58                        |
| SP_R2                               | Residenziale       | 334959             | 4691761   | 450             | 30                        |
| SP_R3                               | Agricolo           | 334922             | 4691877   | 425             | 98                        |
| SP_R4                               | Residenziale       | 334427             | 4691754   | 444             | 145                       |
| SP_R5                               | Residenziale       | 334128             | 4691533   | 515             | 55                        |
| SP_R6                               | Residenziale       | 334058             | 4691778   | 460             | 96                        |
| SP_R7                               | Residenziale       | 334062             | 4691823   | 451             | 80                        |
| SP_R8                               | Residenziale       | 334049             | 4691859   | 447             | 105                       |
| SP_R9                               | Residenziale       | 334098             | 4691931   | 427             | 30                        |
| SP_R10                              | Agricolo           | 333962             | 4691917   | 453             | 155                       |
| SP_R11                              | Agricolo           | 334012             | 4692008   | 429             | 96                        |
| SP_R12                              | Residenziale       | 335071             | 4692161   | 413             | 105                       |
| SP_R13                              | Residenziale       | 335142             | 4692075   | 421             | 8                         |
| SP_R14                              | Residenziale       | 335236             | 4691936   | 464             | 85                        |
| SP_R15                              | Residenziale       | 335258             | 4691962   | 466             | 87                        |
| SP_R16                              | Agricolo           | 335287             | 4692018   | 463             | 108                       |

| SP_R17                                 | Residenziale            | 335263             | 4692092   | 442             | 55                        |
|--|-------------------------|--------------------|-----------|-----------------|---------------------------|
| SP_R18                                 | Residenziale            | 335247             | 4692220   | 421             | 130                       |
| SP_R19                                 | Agricolo                | 335371             | 4692127   | 462             | 45                        |
| SP_R20                                 | Agricolo                | 335277             | 4692183   | 431             | 110                       |
| SP_R21                                 | Commerciale/Industriale | 335577             | 4692300   | 442             | 100                       |
| SP_R22                                 | Commerciale/Industriale | 335772             | 4692269   | 478             | 10                        |
| SP_R23                                 | Residenziale            | 335291             | 4691788   | 493             | 240                       |
| SP_R24                                 | Residenziale            | 335119             | 4691793   | 455             | 205                       |
| SP_R25                                 | Residenziale            | 335107             | 4691957   | 435             | 8                         |
| <b>Ricettori Nuovo Bipartitore</b>     |                         |                    |           |                 |                           |
| ID.                                    | Destinazione d'uso      | Coordinate UTM 33N |           | Quota (ms.l.m.) | Distanza dal cantiere (m) |
|  |                         | Est [km]           | Nord [km] |                 |                           |
| BIP_R01                                | Residenziale            | 313377             | 4680242   | 196             | 208                       |
| BIP_R02                                | Residenziale            | 313392             | 4680306   | 205             | 287                       |
| <b>Ricettori PZ2</b>                   |                         |                    |           |                 |                           |
| ID.                                    | Destinazione d'uso      | Coordinate UTM 33N |           | Quota (ms.l.m.) | Distanza dal cantiere (m) |
|  |                         | Est [km]           | Nord [km] |                 |                           |
| PZ2_R03                                | Residenziale            | 313076             | 4680407   | 237             | 44                        |
| PZ2_R04                                | Residenziale            | 313044             | 4680380   | 238             | 27                        |
| PZ2_R05                                | Residenziale            | 313077             | 4680588   | 260             | 15                        |
| PZ2_R06                                | Residenziale            | 313098             | 4680611   | 259             | 68                        |
| PZ2_R07                                | Residenziale            | 313083             | 4680726   | 272             | 180                       |
| PZ2_R08                                | Residenziale            | 313013             | 4680804   | 287             | 215                       |
| PZ2_R09                                | Agricolo                | 312886             | 4680695   | 283             | 125                       |
| PZ2_R10                                | Residenziale/agricolo   | 312817             | 4680450   | 278             | 20                        |
| PZ2_R11                                | Residenziale            | 312791             | 4680270   | 263             | 150                       |
| PZ2_R12                                | Residenziale            | 312858             | 4680292   | 251             | 108                       |
| <b>Ricettori Galleria Peschiera DX</b> |                         |                    |           |                 |                           |
| ID.                                    | Destinazione d'uso      | Coordinate UTM 33N |           | Quota (ms.l.m.) | Distanza dal cantiere (m) |
|  |                         | Est [km]           | Nord [km] |                 |                           |
| ALLDX_R13                              | Residenziale            | 312833             | 4680242   | 246             | 111                       |
| ALLDX_R14                              | Agricolo                | 312766             | 4680234   | 259             | 155                       |
| ALLDX_R15                              | Residenziale            | 312742             | 4680203   | 257             | 163                       |
| ALLDX_R16                              | Agricolo                | 312758             | 4680195   | 254             | 155                       |
| ALLDX_R17                              | Residenziale            | 312715             | 4680123   | 240             | 195                       |

RICETTORI NODO S

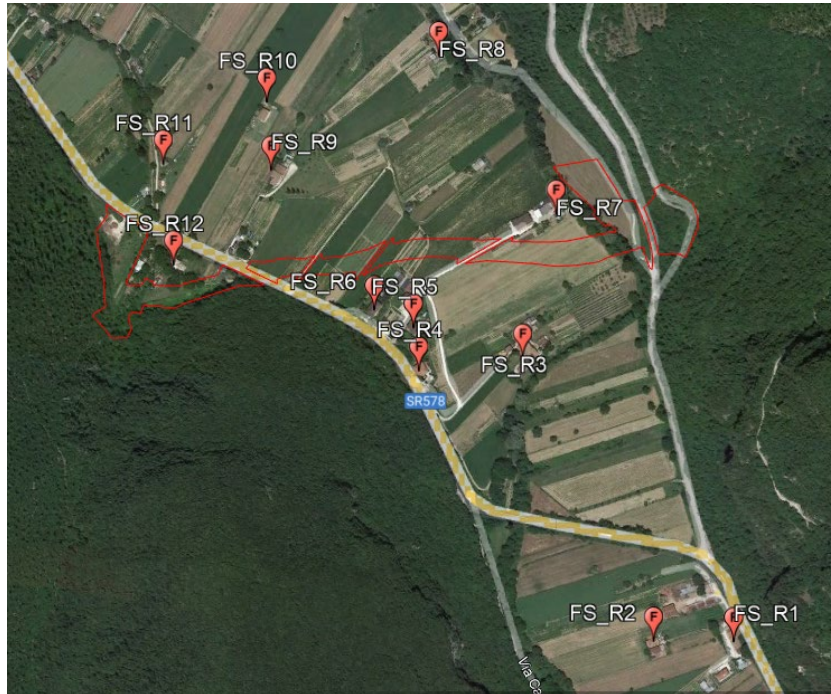


RICETTORI SAN G. REATINO





RICETTORI FIUME SALTO



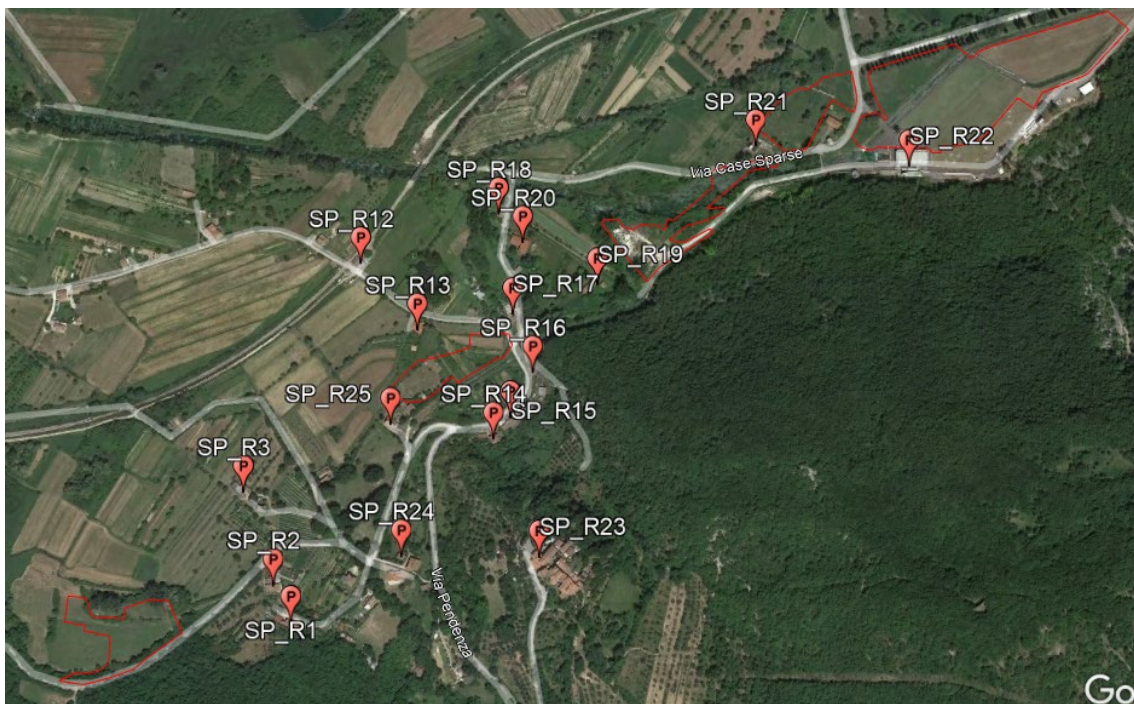
RICETTORI FIUME TURANO



### RICETTORI COTILIA

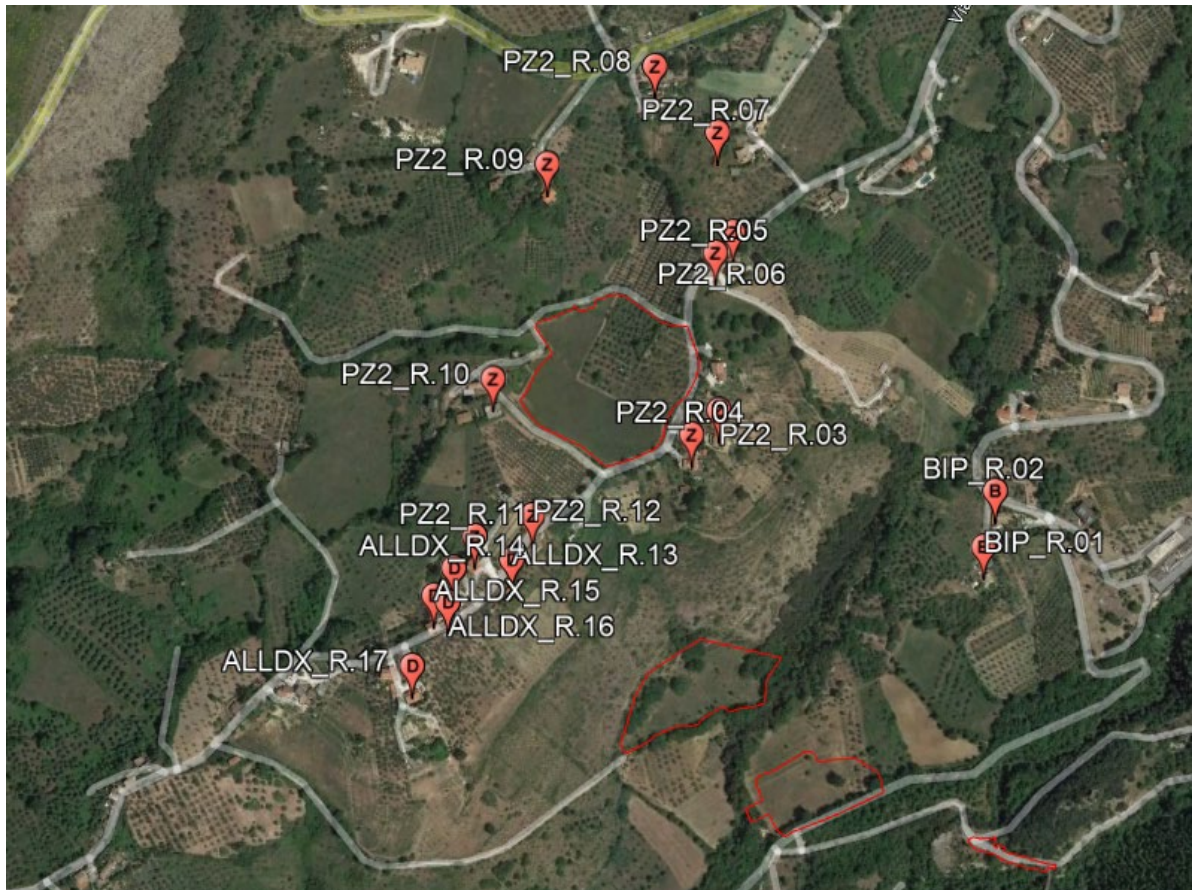


### RICETTORI SORGENTI DEL PESCHIERA





RICETTORI NUOVO BIPARTITORE – PZ2 – PESCHIERA DX



*Posizione dei ricettori identificati*

---

## **5 INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

### **5.1 ANALISI DELLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE**

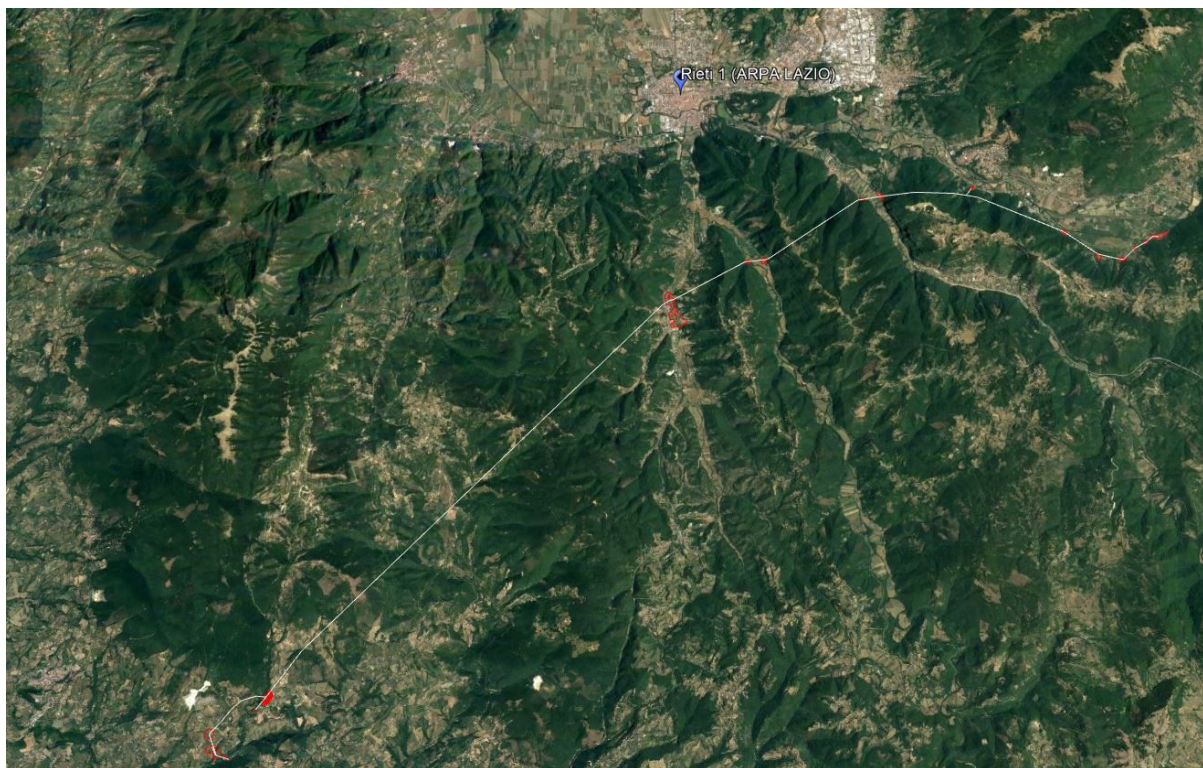
#### **5.1.1 Centraline di rilevamento della qualità dell'aria**

La caratterizzazione della qualità dell'aria è stata effettuata riportando, per il triennio 2016-2018, i risultati dei rapporti annuali della qualità dell'aria della Regione Lazio, pubblicati da ARPA Lazio, per la stazione fissa di monitoraggio denominata Rieti 1, ubicata nella città di Rieti. Tale stazione risulta caratteristica della parte settentrionale dell'Area di studio ma non è rappresentativa dell'intera area considerata. Essa infatti, come è possibile vedere nella successiva figura, è posizionata a Nord rispetto all'area di studio, all'interno della città di Rieti; non sono infatti presenti stazioni della qualità dell'aria posizionate all'interno dell'Area di Studio. Infine, è stata ricercata la presenza di monitoraggi mobili recenti nell'Area di studio, ma non è stato trovato alcun tipo di monitoraggio svolte all'interno dell'Area di studio, né nelle sue vicinanze.

La tabella seguente riporta i dati identificativi della centralina installata e gestita da ARPA Lazio facente parte della rete di monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Rieti (approvata dalla Regione Lazio con delibera n. 938 del 08/11/2005).



| COMUNE | STAZIONE | Coordinate UTM 33N |            | Tipologia | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> | NO <sub>x</sub> | CO | BTX | O <sub>3</sub> | SO <sub>2</sub> | METALLI | IPA |
|--------|----------|--------------------|------------|-----------|------------------|-------------------|-----------------|----|-----|----------------|-----------------|---------|-----|
|        |          | X (m)              | Y (m)      |           |                  |                   |                 |    |     |                |                 |         |     |
| Rieti  | Rieti 1  | 323746,07          | 4696865,85 | Traffico  | X                | X                 | X               | X  | -   | X              | X               | -       | X   |



---

### 5.1.1.1 Definizione dello stato di qualità dell'aria

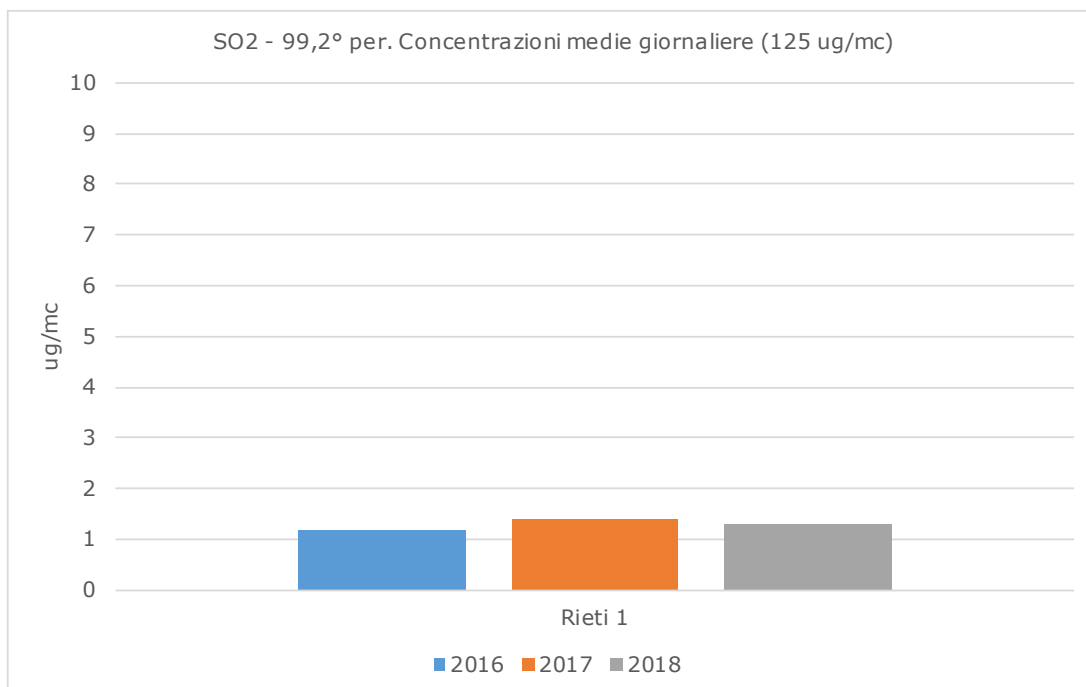
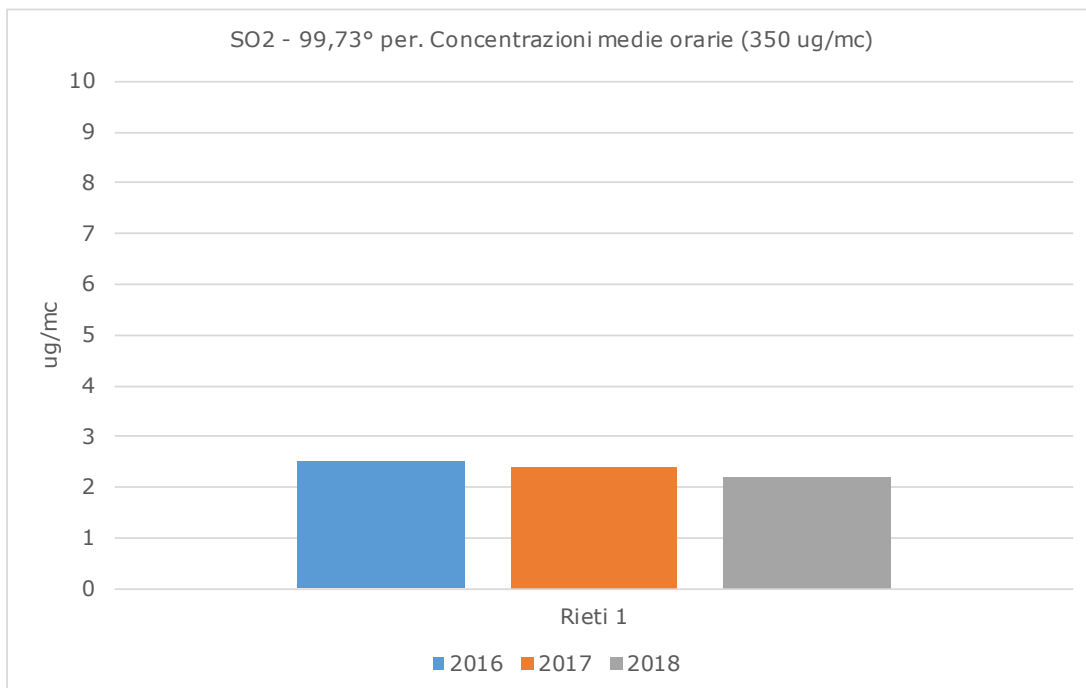
I dati di qualità dell'aria registrati dalla centralina gestita da Arpa Lazio sono scaricabili dalla sezione "Misure e Valutazioni della qualità dell'aria nel Lazio" del sito internet di ARPA Lazio.

Relativamente alla completezza dei dati, per le centraline Arpa, nella relazione sulla qualità dell'aria si sottolinea che sono escluse dallo studio le centraline per cui non sia garantita tale completezza.

#### *Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)*

Gli ossidi di zolfo, costituiti da biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e, in piccole quantità, da triossido di zolfo o anidride solforica (SO<sub>3</sub>) sono composti originati da processi di combustione di combustibili contenenti zolfo che si svolgono principalmente nell'ambito della produzione di elettricità e calore (centrali termoelettriche e produzione di calore a fini domestici). Attualmente, nella maggior parte dei centri urbani la presenza di questo inquinante in atmosfera è da attribuire essenzialmente alla combustione del gasolio negli impianti di riscaldamento e nei motori diesel. Negli anni passati, la concentrazione di questo inquinante è stata molto superiore ai livelli attuali per l'utilizzazione di combustibili liquidi e gassosi ad elevato tenore di zolfo. Il controllo dello zolfo alla sorgente, ossia nel combustibile, unitamente all'estensivo uso di gas naturale, pressoché privo di zolfo, hanno contribuito a ridurre notevolmente la concentrazione a terra di questo inquinante.

I grafici e la tabella di seguito riportano i parametri statistici di legge relativi alla stazione presa in esame che monitora l'SO<sub>2</sub>, per gli anni 2016-2018.



| Stazione       | Rendimento strumentale % |      |      | 99,73° per. Concentrazioni medie orarie |      |      | N° sup. lim. orario prot. salute umana <sup>(1)</sup> |      |      | 99,2° per. Concentrazioni medie giornaliere |      |      | N. sup. lim. Giorn. Prot. salute umana <sup>(2)</sup> |      |      |
|----------------|--------------------------|------|------|---|------|------|---|------|------|---|------|------|---|------|------|
|                | 2016                     | 2017 | 2018 | 2016                                    | 2017 | 2018 | 2016  | 2017 | 2018 | 2016  | 2017 | 2018 | 2016  | 2017 | 2018 |
| <b>Rieti 1</b> | 95,8                     | 95,6 | 95,7 | 2,5                                     | 2,4  | 2,2  | 0   | 0    | 0    | 1,2   | 1,4  | 1,3  | 0   | 0    | 0    |

Note: Rif. D.Lgs. 155/10

(1) Il limite di riferimento è 350 µg/mc, da non superare per più di 24 ore in un anno. Tale limite rappresenta il 99,73° percentile delle concentrazioni medie orarie.

(2) Il limite di riferimento è 125 µg/mc da non superare per più di 3 volte in un anno. Tale limite rappresenta il 99,2° percentile delle concentrazioni medie giornaliere.

(3) Il limite di riferimento è 500 µg/mc, definito per 3 ore consecutive per un'area uguale o superiore a 100 km<sup>2</sup> o l'intero agglomerato se inferiore a 100 km<sup>2</sup>.

---

Come emerge dalla tabella precedente, per l'SO<sub>2</sub>, la stazione di monitoraggio, nel triennio 2016-2018, ha presentato un livello di disponibilità dei dati superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Osservando i dati riportati in tabella, si nota che la soglia di allarme, il limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile ed il limite giornaliero da non superare più di 3 volte per anno civile sono sempre rispettati.

### *Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)*

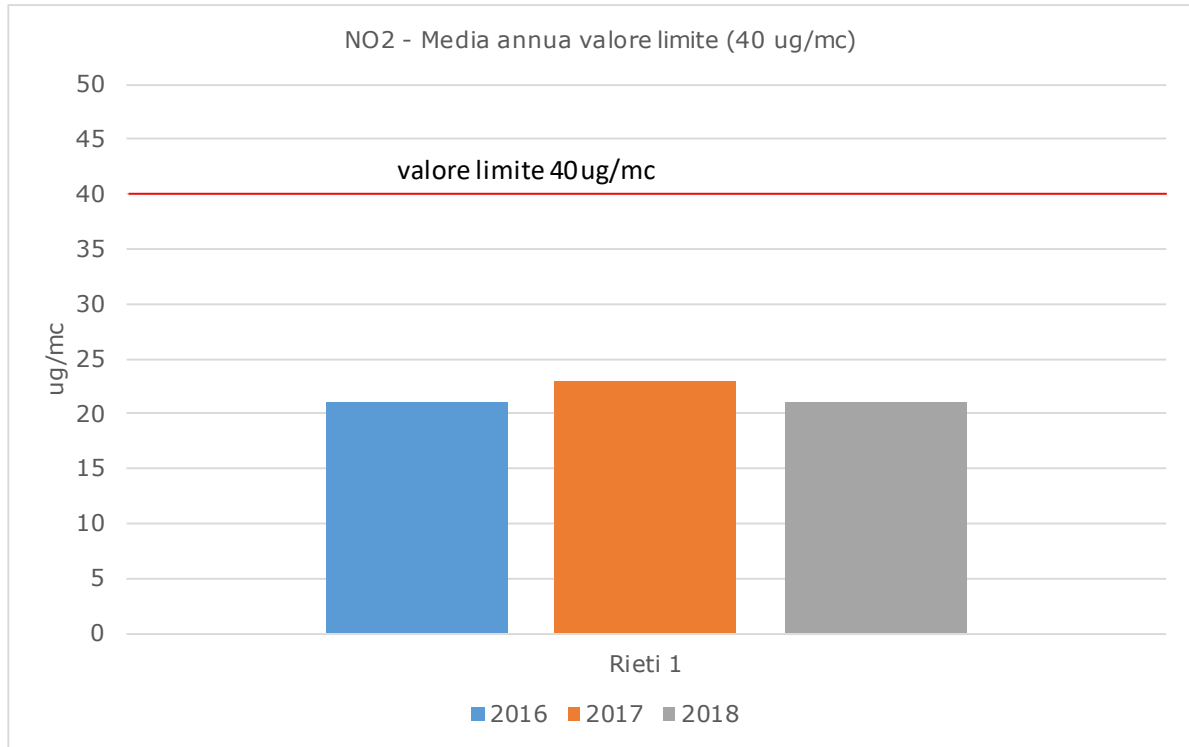
Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto:

- ossido di diazoto: N<sub>2</sub>O;
- ossido di azoto: NO;
- triossido di diazoto (anidride nitrosa): N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- biossido di azoto: NO<sub>2</sub>;
- tetrossido di diazoto: N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>;
- pentossido di diazoto (anidride nitrica): N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente causate dai trasporti, dall'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore e, in misura minore, dalle attività industriali.

Il monossido di azoto si forma per reazione dell'ossigeno con l'azoto nel corso di qualsiasi processo di combustione che avvenga in aria e ad elevata temperatura; l'ulteriore ossidazione dell'NO produce anche tracce di biossido di azoto, che in genere non supera il 5% degli NO<sub>x</sub> totali emessi.

Il grafico e la tabella di seguito riportano i parametri statistici di legge relativi alla stazione presa in esame che monitora l'NO<sub>2</sub>, per gli anni 2016-2018.



| Stazione       | Rendimento strumentale % |      |      | N° sup. lim. Orario prot. salute umana <sup>(1)</sup> |      |      | 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie <sup>(1)</sup> |       |      | N° sup. soglia di allarme <sup>(2)</sup> |      |      | Media annuale <sup>(3)</sup> |      |      |
|----------------|--------------------------|------|------|---|------|------|---|-------|------|--|------|------|------------------------------|------|------|
|                | 2016                     | 2017 | 2018 | 2016  | 2017 | 2018 | 2016  | 2017  | 2018 | 2016                                     | 2017 | 2018 | 2016                         | 2017 | 2018 |
| <b>Rieti 1</b> | 95,2                     | 95,4 | 95,4 | 0   | 0    | 0    | 94,3  | 108,3 | 95,6 | 0  | 0    | 0    | 21                           | 23   | 21   |

Note: Rif. D.Lgs. 155/10

- (1) N° superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 200 µg/mc, come NO<sub>2</sub> da non superare per più di 18 volte nell'anno civile – tempo di mediazione 1 ora. Rappresenta il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie.
- (2) N° di giorni di superamento della soglia di allarme: 400 µg/mc, misurati per tre ore consecutive.
- (3) Limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/mc – tempo di mediazione anno civile.

---

Come emerge dalla tabella precedente, per l'NO<sub>2</sub>, la stazione di monitoraggio, nel triennio 2016-2018, ha presentato un livello di disponibilità dei dati superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Inoltre, osservando i valori riportati nella stessa tabella, emerge che la soglia di allarme di 400 µg/mc non è mai stata raggiunta e che il limite orario di 200 µg/mc non superare per più di 18 volte nell'anno civile è stato ampiamente rispettato.

Infine, la tabella mostra il rispetto del limite della media annua di NO<sub>2</sub> presso tutte le stazioni di monitoraggio considerate.

#### *Polveri PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>*

Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (derivata da una serie di reazioni fisiche e chimiche). Una caratterizzazione esauriente del particolato sospeso si basa, oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte, anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. La dimensione media delle particelle determina il tempo medio di permanenza in aria, il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana.

Le polveri (inalabili e fini) si distinguono in primarie e secondarie sulla base della loro origine: emesse come tali dalla fonte o formate successivamente all'emissione di altri inquinanti atmosferici. Fanno parte del particolato primario le particelle carboniose derivate dai processi di combustione e dalle emissioni dei motori (prevalentemente diesel); fanno parte del particolato secondario le particelle originate durante i processi fotochimici che portano alla formazione di ozono e di particelle di solfati e nitrati (soprattutto di ammonio), derivanti dall'ossidazione di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> rilasciati in vari processi di combustione.



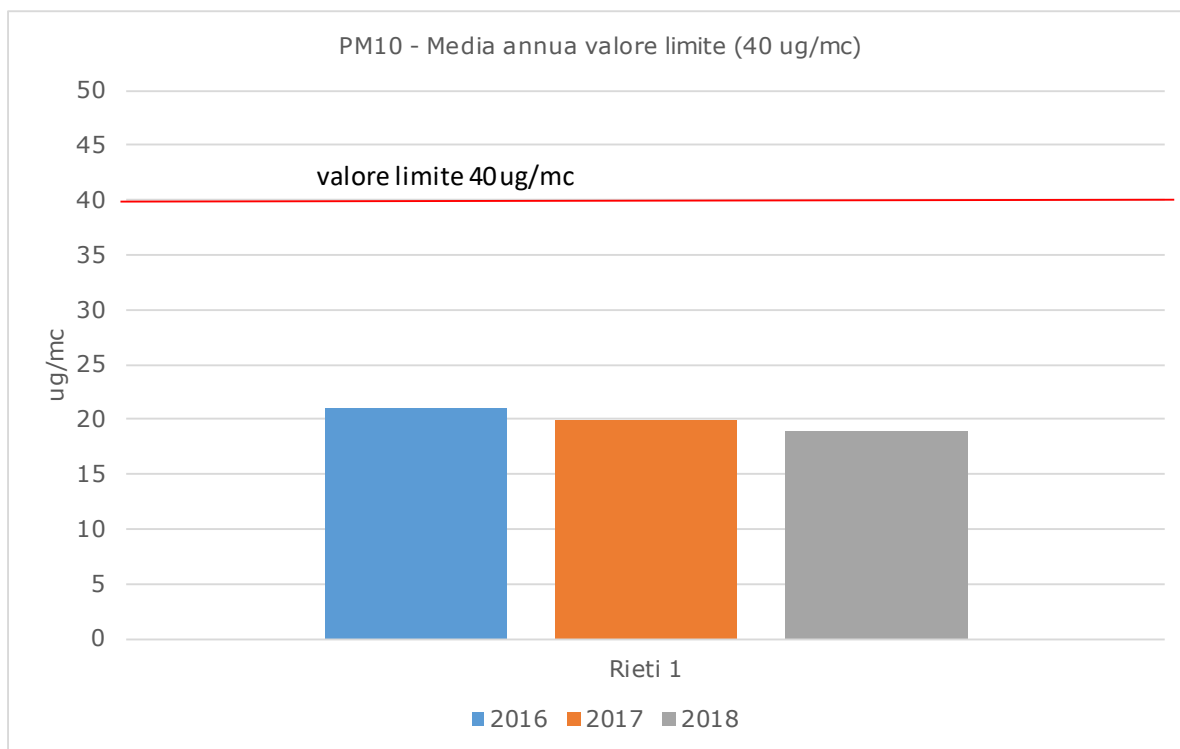
Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali, il traffico veicolare e gli impianti di riscaldamento.

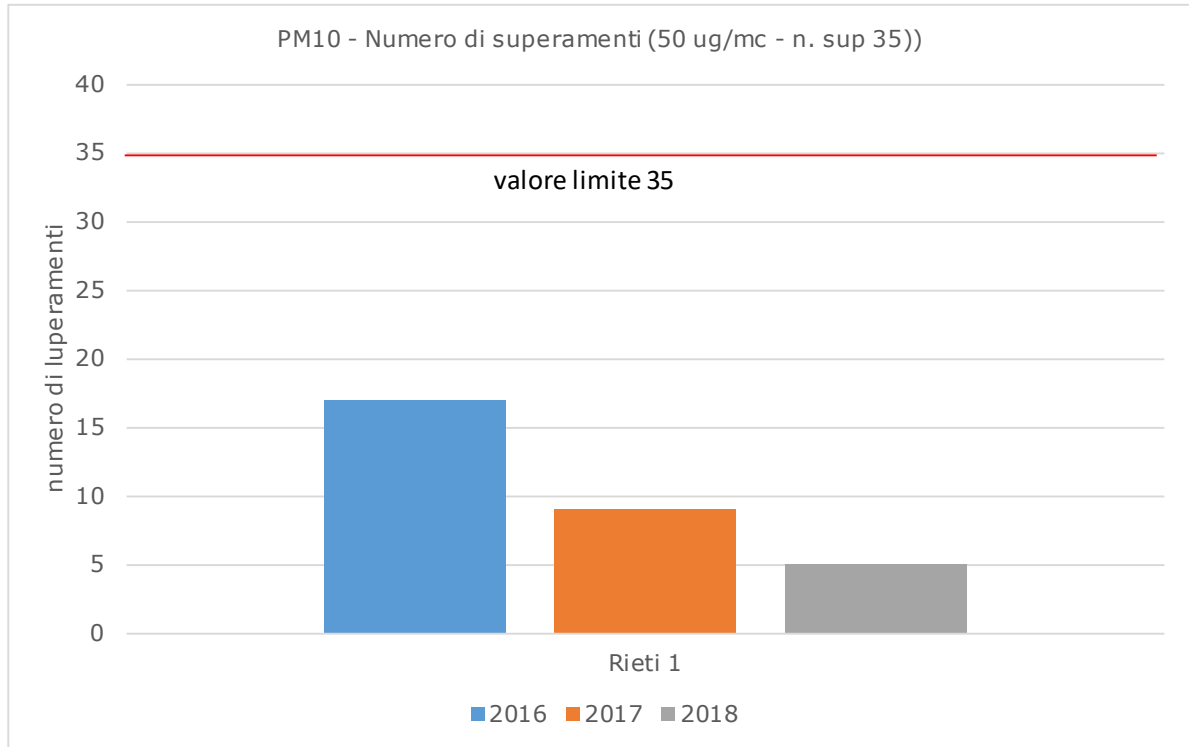
Il particolato viene emesso in atmosfera anche da una grande varietà di sorgenti naturali quali:

- polvere minerale trasportata dal vento;
- emissioni vulcaniche;
- materiali biologici;
- fumi da combustione di biomasse (ad es. in agricoltura).

Il particolato mostra una forte variabilità stagionale, si rilevano concentrazioni maggiori nei mesi invernali, caratterizzati da frequenti condizioni atmosferiche di scarsa dispersione degli inquinanti e, per alcune sorgenti, da maggiori emissioni.

I grafici e la Tabella riportano i parametri statistici di legge calcolati per le stazioni analizzate che misurano la concentrazione atmosferica di PM<sub>10</sub>.





| Stazione       | Rendimento strumentale % |      |      | N. superamenti media su 24 ore per la protezione della salute umana <sup>(1)</sup> |      |      | 90,4 percentile delle conc. medie giornaliere <sup>(1)</sup> |      |      | Media annuale <sup>(2)</sup> |      |      |
|----------------|--------------------------|------|------|--|------|------|--|------|------|------------------------------|------|------|
|                | 2016                     | 2017 | 2018 | 2016   | 2017 | 2018 | 2016   | 2017 | 2018 | 2016                         | 2017 | 2018 |
| <b>Rieti 1</b> | 99,2                     | 99,2 | 98,6 | 17   | 9    | 5    | 39,5   | 34,0 | 34,5 | 21                           | 20   | 19   |

Note: Rif. D. Lgs. 155/10

(1) Il limite è pari a 50 µg/mc da non superare per più di 35 volte in un anno. Rappresenta il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere.

(2) Il limite della media annuale per la protezione della salute umana è pari a 40 µg/mc.

Come emerge dalla tabella per il PM<sub>10</sub>, il livello di disponibilità dei dati è sempre superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Dall'analisi della tabella emerge che il limite dei 35 superamenti della media giornaliera di 50 µg/mc e la media annua sono sempre rispettati presso la stazione considerata nel triennio considerato.

La seguente tabella riporta i parametri statistici per il PM<sub>2,5</sub> relativi alle misure presso la stazione di monitoraggio.

| Stazioni       | Rendimento strumentale % |      |      | Media annuale <sup>(1)</sup> |      |      |
|----------------|--------------------------|------|------|------------------------------|------|------|
|                | 2016                     | 2017 | 2018 | 2016                         | 2017 | 2018 |
| <b>Rieti 1</b> | 99,7                     | 99,2 | 99,7 | 15                           | 13   | 13   |

Note: Rif. D. Lgs. 155/2010  
 (1) Il limite della media annuale per la protezione della salute umana è pari a 25 µg/mc

Il livello di disponibilità dei dati è superiore al 90% per gli anni considerati, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente per la stazione considerata.

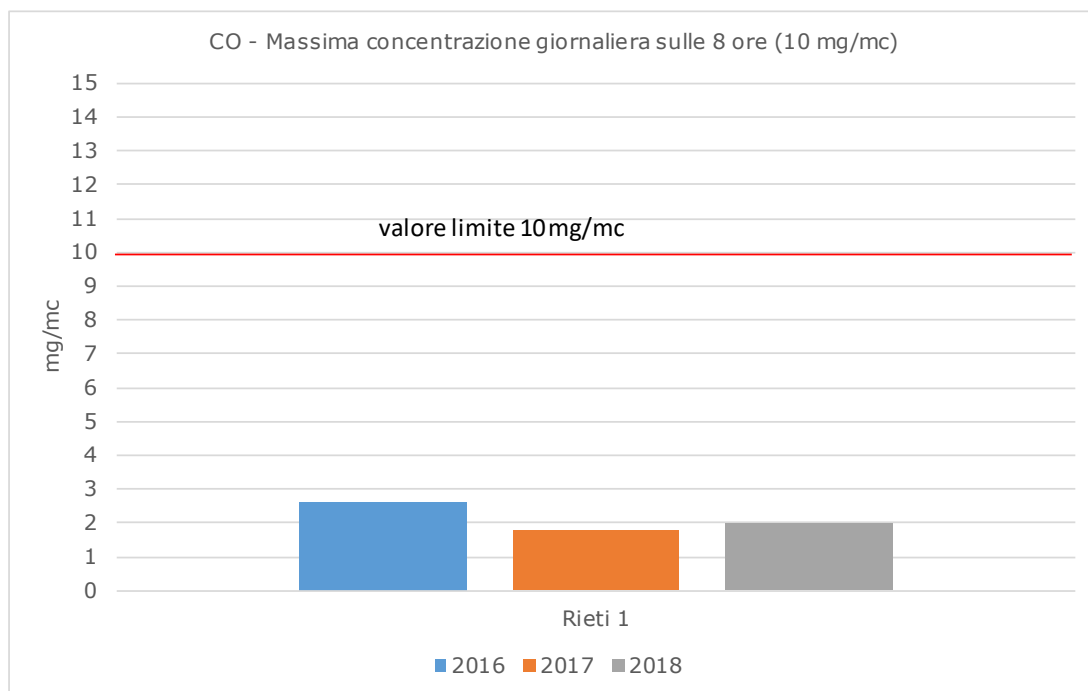
Dall'analisi dei dati riportati nella tabella soprastante si nota che il valore limite relativo alla media annua di PM<sub>2,5</sub> (pari a 25 µg/mc) risulta sempre ampiamente rispettato per il triennio 2016-2018.

#### *Monossido di Azoto (CO)*

L'ossido di carbonio (CO) o monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile e molto tossico che si forma durante le combustioni in difetto d'aria (cioè per mancanza di ossigeno). Il monossido di carbonio è estremamente diffuso soprattutto nelle aree urbane a causa dell'inquinamento prodotto dagli scarichi degli autoveicoli.

Il grafico e la tabella di seguito riportano i numeri di superamenti della massima

media mobile sulle 8 ore delle concentrazioni di CO e la massima concentrazione giornaliera sulle 8 ore nel periodo 2016-2018 per le stazioni di monitoraggio considerate.



| Stazione   | Rendimento strumentale % |      |      | Superamenti limite di concentrazione <sup>(1)</sup> |      |      | Massima concentrazione giornaliera sulle 8 ore nel periodo analizzato |      |      |
|--|--------------------------|------|------|---|------|------|---|------|------|
|  | 2016                     | 2017 | 2018 | 2016  | 2017 | 2018 | 2016  | 2017 | 2018 |
| <b>Rieti 1</b>   | 99,2                     | 99,2 | 98,9 | 0   | 0    | 0    | 2,6   | 1,8  | 2,0  |
| <p><i>Note: Rif. D. Lgs. 155/2010</i></p> <p><i>(1) Il limite della massima concentrazione giornaliera su otto ore è pari a 10 mg/mc</i></p> |                          |      |      |   |      |      |   |      |      |

---

La stazione considerata presenta, nel triennio 2016-2018 un livello di disponibilità dei dati superiore alla percentuale minima del 90% indicata dalla normativa vigente per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Dalla tabella sopra riportata si evince inoltre che il limite normativo per il CO è sempre abbondantemente rispettato durante il periodo 2016-2018.

### *Ozono*

L'ozono presente nella bassa atmosfera (troposfera) è sia di origine naturale che legato alle attività antropiche. Quando la concentrazione nell'aria che respiriamo aumenta, l'ozono diventa un inquinante pericoloso per la nostra salute.

L'ozono troposferico è un inquinante secondario, ossia non viene emesso direttamente da una sorgente, ma si produce per effetto della radiazione solare in presenza di inquinanti primari (prodotti dal traffico automobilistico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti, etc.).

Infatti, le più alte concentrazioni di ozono si rilevano nei mesi più caldi dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare (tra le 12.00 e le 17.00) mentre nelle ore serali l'ozono diminuisce. Negli ambienti interni la sua concentrazione è molto più bassa rispetto alla sua concentrazione all'aria aperta. Nei pressi delle aree urbane, dove è più forte l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e si trasforma con grande rapidità, con un comportamento molto diverso da quello osservato per gli altri inquinanti.

Gli inquinanti primari, che costituiscono la base di formazione dell'ozono, sono gli stessi che possono provocarne la rapida distruzione. Per questa ragione, quando si verifica un aumento dell'ozono nell'aria, il blocco della circolazione non risulta molto efficace. Il particolare comportamento dell'ozono determina anche il diverso modo di monitorarlo rispetto agli altri inquinanti.

Il vento trasporta l'ozono dalle aree urbane alle zone suburbane e rurali, dove il minore inquinamento rende la sostanza più stabile. Il monitoraggio corretto di questo inquinante va quindi realizzato nelle località più periferiche della città e nei parchi, dove l'ozono raggiunge i valori più alti.

---

In tabella sono riportati il numero di superamenti della soglia di informazione, il numero di superamenti della soglia di allarme ed il numero di superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana (massimo giornaliero della media mobile di 8 ore pari a 120 µg/mc) registrati presso la stazione considerata. Quest'ultimo valore non deve essere superato per più di 25 volte all'anno, come media su tre anni di rilevamento; in assenza di dati per tale periodo, secondo quanto riportato nel D. Lgs. 155/10 e s.m.i., è possibile fare riferimento ai dati relativi ad un anno.



| Stazione | Rendimento strumentale % |      |      | N. superamenti valore bersaglio <sup>(1)</sup> |      |      | N. superamenti della soglia di informazione <sup>(2)</sup> |      |      | N. superamenti della soglia di allarme <sup>(3)</sup> |      |      |
|----------|--------------------------|------|------|--|------|------|--|------|------|---|------|------|
|          | 2016                     | 2017 | 2018 | 2016   | 2017 | 2018 | 2016   | 2017 | 2018 | 2016  | 2017 | 2018 |
| Rieti 1  | 99,6                     | 98,0 | 99,7 | 24   | 29   | 20   | 0  | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    |

Note: Rif. D. Lgs. 155/10

(1) Valore bersaglio per la protezione della salute umana: 120 µg/mc da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni oppure in assenza di dati si può fare riferimento ai dati di un anno.

(2) 180 µg/mc.

(3) 240 µg/mc. Il superamento della soglia deve essere misurato per tre ore consecutive.

La stazione considerata presenta, nel triennio 2016-2018 un livello di disponibilità dei dati superiore alla percentuale minima del 90% indicata dalla normativa vigente per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Dall'analisi della tabella emerge che nel periodo analizzato, si registra un numero di superamenti del valore bersaglio superiore al limite di legge, pari a 25 giorni, nell'anno 2017. Inoltre, si può notare che non ci sono stati superamenti della soglia di allarme né della soglia di informazione nel periodo analizzato.

### *Benzene*

Il benzene è un liquido incolore, dall'odore caratteristico, poco solubile in acqua e completamente miscibile con i solventi organici. Prima di essere riconosciuto come cancerogeno trovava largo impiego come additivo antidetonante nella cosiddetta "benzina verde" in sostituzione del piombo tetraetile. Ora il suo impiego è fortemente ridotto per le stringenti normative sui carburanti.

Le principali sorgenti sono costituite dai motori a benzina, soprattutto se a due tempi o non catalizzati.

Nella tabella sono riportate la percentuale di rendimento strumentale e le medie annue di benzene rilevate dalla stazione Rieti 1 nel triennio 2016-2018.

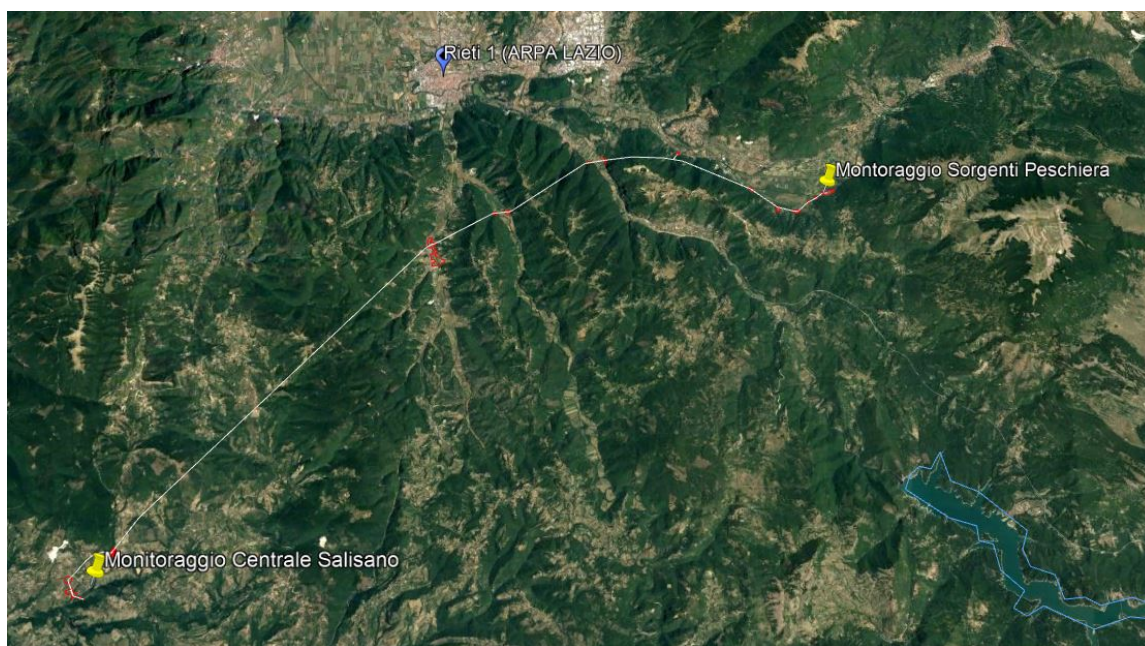
| Stazione  | Rendimento strumentale % |      |      | Media annuale <sup>(1)</sup> |      |      |
|---|--------------------------|------|------|------------------------------|------|------|
|   | 2016                     | 2017 | 2018 | 2016                         | 2017 | 2018 |
| Rieti 1   | 93,4                     | 95,0 | 95,5 | 1,1                          | 1    | 1    |
| Note: Rif: D. Lgs. 155/10<br>Il limite della media annuale per la protezione della salute umana è pari a 5 µg/mc. |                          |      |      |                              |      |      |

La stazione considerata presenta, nel triennio 2016-2018 un livello di disponibilità dei dati superiore alla percentuale minima del 90% indicata dalla normativa vigente per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Come si può notare dalla tabella soprariportata il limite normativo è sempre rispettato nel biennio 2015-2018.

### **5.1.2 Monitoraggio con Centralina Mobile Acea Elabori**

Al fine di caratterizzare nel dettaglio la qualità dell'aria nelle zone interessate dall'opera, l'Unità Centraline Mobili e Monitoraggi della Elabori Spa gruppo ACEA Spa ha effettuato n.2 campagne di monitoraggio settimanali mediante l'utilizzo del proprio laboratorio mobile in corrispondenza della Centrale Salisano (dal 29/11/19 al 05/12/2019) e delle Sorgenti Peschiera (dal 06/12/2019 al 12/12/2019).



### 5.1.2.1 Il laboratorio mobile

Il mezzo è un DUCATO MAXI allestito e omologato come laboratorio mobile attrezzato con apparecchiature tecnico scientifiche per il monitoraggio dell'aria ambiente.



Al suo interno è presente la seguente strumentazione:

- DUE CAMPIONATORI SEQUENZIALI SKYPOST: pompe di aspirazione con relative teste di prelievo (impattori), ciascuno utilizzato per il campionamento del PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>;
- UN CAMPIONATORE VOLUMETRICO "BRAVO-H PLUS": pompa di aspirazione con relativo sistema sequenziale per il campionamento delle Polveri Totali Sospese (P.T.S.);
- ANALIZZATORI DI GAS HORIBA che determinano, monitorando in

continuo, le concentrazioni di: NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>; SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S.

Il campionamento in continuo di Aria ambiente è assicurato da una linea di prelievo gas riscaldata tipo "MANIFOLD" conforme ai metodi di riferimento gas in aria ambiente.

### 5.1.2.2 Metodologia di monitoraggio, campionamento e analisi

Le campagne sono state eseguite posizionando settimanalmente il laboratorio mobile in punti diversi. Di seguito si riportano i punti di controllo, il periodo ed i parametri monitorati per ciascuna campagna di monitoraggio.

| Punto di campionamento | Periodo di campionamento    | Parametri campionati   |
|------------------------|-----------------------------|--|
| Centrale Salisano      | 29 novembre-5 dicembre 2019 | Condizioni meteo<br>PTS<br>PM <sub>2,5</sub><br>PM <sub>10</sub><br>Ossidi di azoto<br>Biossido di zolfo |
| Sorgenti Peschiera     | 6-12 dicembre 2019          | Condizioni meteo<br>PTS<br>PM <sub>2,5</sub><br>PM <sub>10</sub><br>Ossidi di azoto<br>Biossido di zolfo |

Per le Polveri Totali (PMT), PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> il campionamento e la determinazione è stata eseguita su base giornaliera. Di seguito si riportano le metodologie di campionamento e di analisi per i singoli parametri

determinati.

*Polveri Totali Sospese (PTS), Particolato fine (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>)*

Un volume di aria viene aspirato, a flusso costante, per un tempo di 24 ore mediante l'utilizzo di una pompa. Per il prelievo delle PTS il particolato viene raccolto direttamente su un filtro avente diametro da 47 mm in fibra di vetro o quarzo previamente condizionato e pesato. Per il campionamento del particolato fine nelle componenti 2,5 e 10 µm, vengono impiegate delle teste di prelievo (impattori inerziali) che hanno la funzione di effettuare una selezione meccanica delle particelle aspirate basata sul diametro aerodinamico equivalente (DAE). Successivamente il particolato, così selezionato, viene trattenuto tramite su un filtro avente diametro di 47 mm in fibra di vetro o quarzo previamente condizionato e pesato.

Ciascun filtro raccolto, sia per PTS che per PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub>, viene condizionato e pesato in laboratorio e la massa delle polveri raccolte determinata per via gravimetrica tramite l'utilizzo di una bilancia analitica a sei cifre decimali. Successivamente la concentrazione atmosferica del particolato aerodisperso viene determinata per calcolo, espressa in µg/mc come rapporto tra la massa di polvere raccolta sul filtro ed il volume campionato durante ciascuna sessione di campionamento.

*Campionatore per polveri totali sospese (PTS)*

Il campionamento del particolato aerodisperso PTS è realizzato tramite l'impiego di una pompa di prelievo conforme al DPCM n. 30 del 28/3/1983 e D.P.R. 203/1988, avente le seguenti caratteristiche:

- Portata operativa di campionamento 20 l/min;

- Due regolatori di flusso separati per alti e bassi flussi;
- Manometro per la verifica della caduta di pressione sull'elemento di raccolta con scala 0 a -1 bar;
- Sistema di compensazione del flusso;
- Contatore volumetrico a secco con totalizzatore numerico per la lettura del volume campionato, risoluzione della misura 0,2 lt/min;
- Portata operativa di aspirazione: 20 l/min.;
- Tempo operativo di aspirazione: 24 ore.

Sul tetto del mezzo mobile è allocato il sistema di campionamento sequenziale, costituito da due unità collegate in serie e per via elettronica al PLC della pompa (cassette portafiltro). Ciascuna cassetta portafiltro dispone di 8 innesti che ospitano le singole unità filtranti (unità portafiltro in acciaio con filtro allocato all'interno). La pompa di prelievo, tramite apposita programmazione, gestisce il sistema di campionamento in maniera automatica, facendo fluire l'aria aspirata sui diversi filtri in maniera sequenziale.

*Campionatore per polveri sottili: frazione  $PM_{2,5}$  –  $PM_{10}$*

Il campionamento del particolato, nelle frazioni 10 e 2,5  $\mu\text{m}$ , è realizzato tramite l'impiego di due campionatori automatici sequenziali "SKYPOST – TCR TECORA" conformi al metodo europeo di riferimento UNI EN12341. Tale campionatore è idoneo al monitoraggio continuo del particolato atmosferico mediante il metodo del campionamento sequenziale su membrane filtranti di diametro 47 mm e prevede l'impiego di teste di prelievo europee standard,



---

impattori inerziali, che hanno il compito di selezionare, a monte del filtro di raccolta, le dimensioni specifiche delle particelle. Per il campionamento del PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> si utilizzano due sistemi aspiranti identici che differiscono solo per la capacità di selezione della testa di campionamento (impattore inerziale) posta sul tetto del laboratorio.

Di seguito si riportano le specifiche tecniche del campionatore:

- Flusso costante regolato elettronicamente, precisione +/-2%;
- Misura volumetrica con contatore, precisione +/-2%;
- Portata operativa di aspirazione: da 38,33 l/min;
- Tempo operativo di aspirazione: 24 ore.

Ciascun campionatore ha la possibilità di essere caricato con un massimo di sedici filtri. Ciascun filtro viene posizionato all'interno di una singola unità portafiltro in teflon; i sedici filtri così assemblati vengono caricati all'interno del campionatore sequenziale che gestisce in automatico il campionamento su ciascun filtro secondo una programmazione dei tempi e dei flussi di aspirazione definiti.

Di seguito si riportano immagini di dettaglio dei campionatori sequenziali utilizzati per il prelievo del PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> e relative teste di prelievo.





Dettaglio campionatori sequenziali



Teste di prelievo PM10 e PM2.5

---

### *Metalli*

I filtri in quarzo provenienti dal campionamento della frazione PM10, successivamente alla prova gravimetrica, sono sottoposti ad un processo di digestione acida assistita da micro onde (mineralizzazione) ed analisi della soluzione ottenuta. L'apparecchio utilizzato per la digestione è il mineralizzatore a micro onde Milestone modello ETHOS ONE. Il processo di mineralizzazione dei campioni e la successiva analisi dei metalli portati in soluzione dal processo di digestione acida sono stati eseguiti secondo il metodo ufficiale UNI EN 14902. La soluzione acida ottenuta è stata analizzata mediante lo spettrometro di massa con sorgente al plasma accoppiato induttivamente ICP-MS Perkin Elmer NexIon 300x dotato di cella di collisione per la riduzione delle interferenze.

### *Ossidi di Azoto*

La determinazione degli ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) viene realizzata mediante l'impiego di un analizzatore APNA-370 HORIBA, installato nel mezzo mobile. Tale analizzatore risponde alle caratteristiche e prestazioni indicate dalla norma UNI EN 14211:2012. La tecnica di misura si fonda sul principio della chemiluminescenza per reazione del monossido di azoto con ozono. Il sistema di analisi è configurato con due camere di reazione (una per la determinazione monossido di azoto, l'altra per la deossidazione del biossido di azoto) ed un singolo rilevatore a fotodiode.

La misura del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) avviene per differenza tra il tenore di NO<sub>x</sub> misurato quando il gas attraversa la camera di reazione (convertitore) e la misura del tenore di NO quando il gas non attraversa il convertitore. L'analizzatore è stato installato su un rack da 19", che ne garantisce l'integrità e il collegamento alla rete dati centralizzata.

### *Biossido di Zolfo e Idrogeno Solforato*

La determinazione del Biossido di Zolfo e dell'Idrogeno Solforato (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) viene realizzata mediante l'impiego di un analizzatore APSA-370 HORIBA. Tale analizzatore risponde alle caratteristiche e prestazioni indicate dalla norma UNI EN 14212:2012 per il Biossido di Zolfo. La tecnica di misura si fonda sul principio della fluorescenza pulsata UV emessa alla lunghezza d'onda tra 240 e 420 nm, generata dall'eccitazione delle molecole di SO<sub>2</sub> irradiate alla lunghezza d'onda di 200-220 nm. L'analizzatore è installato su un rack da 19", che ne garantisce l'integrità e il collegamento alla rete dati centralizzata.

### *Verifica di taratura dei sistemi di aspirazione*

Al fine di verificare il buon funzionamento degli strumenti di aspirazione presenti nel laboratorio mobile viene utilizzato un flussimetro di riferimento con relative celle a portata variabile denominato Flow Cal Air – TCR Tecora. Tale strumento consente di verificare l'accuratezza degli strumenti impiegati tramite lettura dei seguenti parametri: flusso, pressione assoluta, pressione differenziale. Lo strumento possiede le seguenti caratteristiche:

- interfaccia tramite chiavetta USB, possibilità di esportare i dati direttamente su memorie USB senza l'utilizzo di software;
- generazione automatica di report di calibrazione;
- alimentazione 4 batterie alcaline tipo AA;
- possibilità di selezionare differenti range di utilizzo compresi fra 15 l/min e 500 l/min;

- 
- accuratezza misura di flusso 1% F.S;
  - accuratezza misura temperatura migliore dell'1% della misura  $\pm 0.2$  °C;
  - accuratezza misura pressione differenziale migliore dell' 1% della misura  $\pm 2$  Pa; con risoluzione 0.1 Pa nel campo 0-2500 Pa;
  - accuratezza misura pressione assoluta migliore dell 1% della misura  $\pm 0.1$  kPa, con risoluzione 0.01kPa nel campo 0-105 kPa.

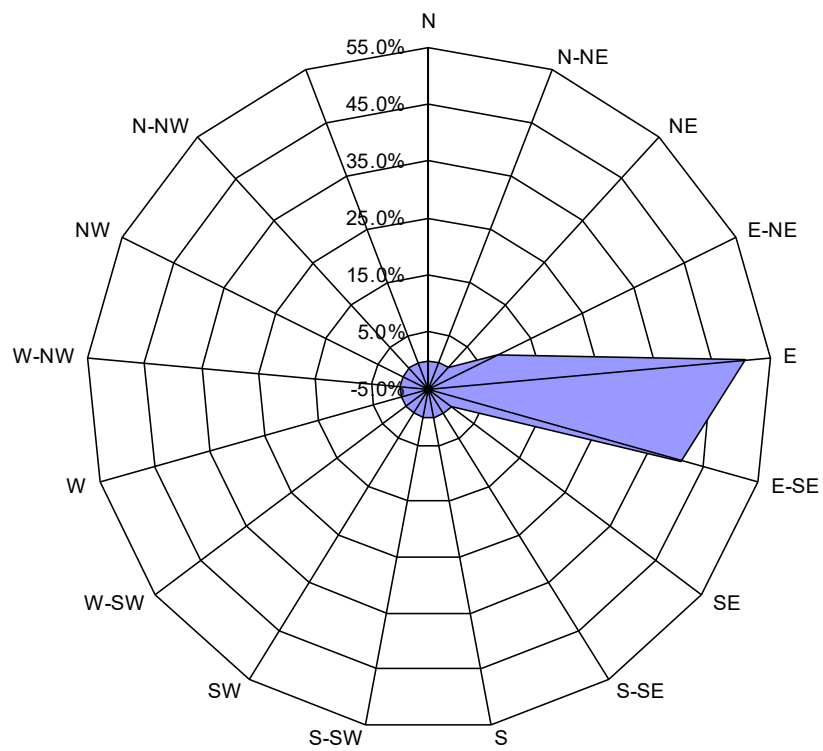
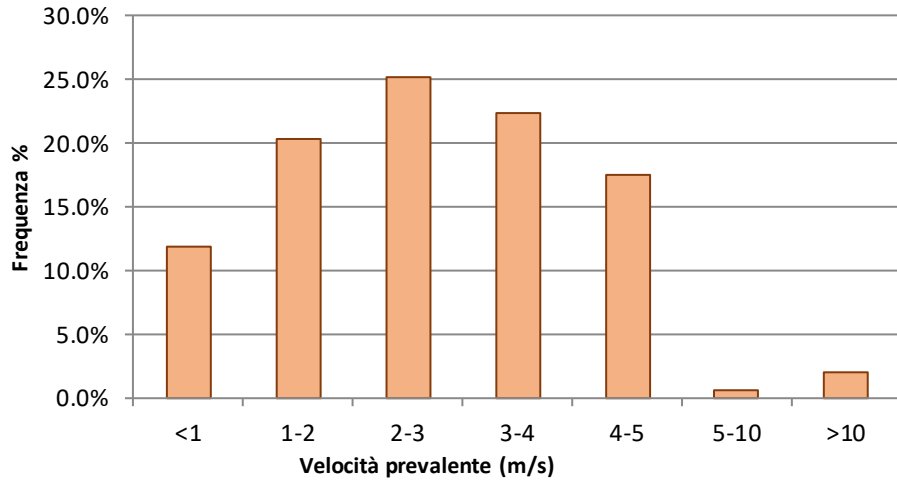
### **5.1.2.3 Misure presso la Centrale Salisano**

Il monitoraggio mediante l'utilizzo del laboratorio mobile presso la Centrale Salisano è stato effettuato nella settimana dal 29/11/19 al 05/12/2019.

#### *Analisi dei dati meteo*

I grafici riportati evidenziano che, nella settimana di monitoraggio, si è registrata una forte dominanza di venti con velocità compresa tra 2 m/s e 4 m/s, con direzione di provenienza predominante Est, Est-Sud Est.

**Velocità prevalente del vento**



---

La velocità media del vento nel periodo di misura è pari a 1,8 m/s mentre la massima velocità, misurata il 29/11/2019 alle ore 15, risulta pari a 5,8 m/s con direzione Est, Est-Sud Est (98,4°N).

Dallo studio del regime termico si evince che le temperature si tengono generalmente su valori positivi con un valore massimo di 17,2°C, valore minimo di 3,9°C e media nella settimana di 11,8°C.

Le precipitazioni risultano assenti e l'umidità media relativa è misurata in 78,5%.

#### *Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)*

Per il biossido di zolfo, i valori medi orari registrati risultano inferiori ai valori limite fissati dal D.Lgs. 155/10.

Nello specifico si registrano valori sempre inferiori a 1,3 ug/mC (<0,0005 ppm).

#### *Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)*

Dai valori delle concentrazioni monitorate dalla stazione mobile non emergono particolari criticità. Le concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> si mantengono intorno a 2,7 ug/mc mentre il valore massimo registro risulta pari a 16,7 ug/mc comunque inferiore al limite annuale di 40 ug/mc.

I valori medi orari registrati per il monossido di azoto (NO) si mantengono al di sotto di 37 ug/mc, con un valore medio di circa 1,1 ug/mc.

Relativamente al valore degli NO<sub>x</sub> non si supera la concentrazione di 38,5 ppb con un valore medio nel periodo di 1,82 ppb.

#### *Polveri*

Relativamente alle polveri PM<sub>10</sub>, il DLgs 155/10 fissa come soglia limite giornaliera il valore di 50 ug/mc da non superare per un numero di volte superiore a 35 nell'anno civile.

La concentrazione media di PM<sub>10</sub>, calcolata come media giornaliera, risulta ampiamente inferiore al valore limite pari a 40 µg/mc.

Non si registra alcun superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/mc.

I valori di PM<sub>2,5</sub> risultano inferiori ai rispettivi valori limite fissati per la tutela della salute umana. I dati registrati dalla centralina mobile mostrano dei valori medi giornalieri che non superano tale soglia.

| DATA       | PTS               | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> |
|------------|-------------------|------------------|-------------------|
|            | µg/m <sup>3</sup> | µg/mc            | µg/mc             |
| 29/11/2019 | 22,96             | 18,76            | 6,38              |
| 30/11/2019 | 17,97             | 12,58            | 5,49              |
| 01/12/2019 | 14,82             | 11,82            | 6,98              |
| 02/12/2019 | 15,55             | 11,24            | 5,64              |
| 03/12/2019 | 8,79              | 6,09             | 3,55              |
| 04/12/2019 | 14,58             | 7,47             | 6,23              |

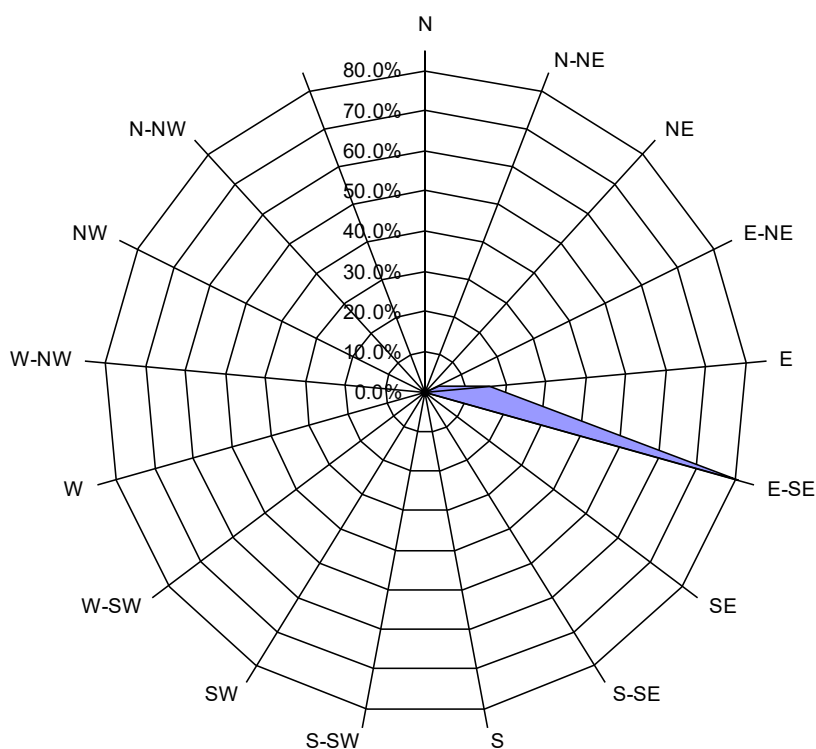
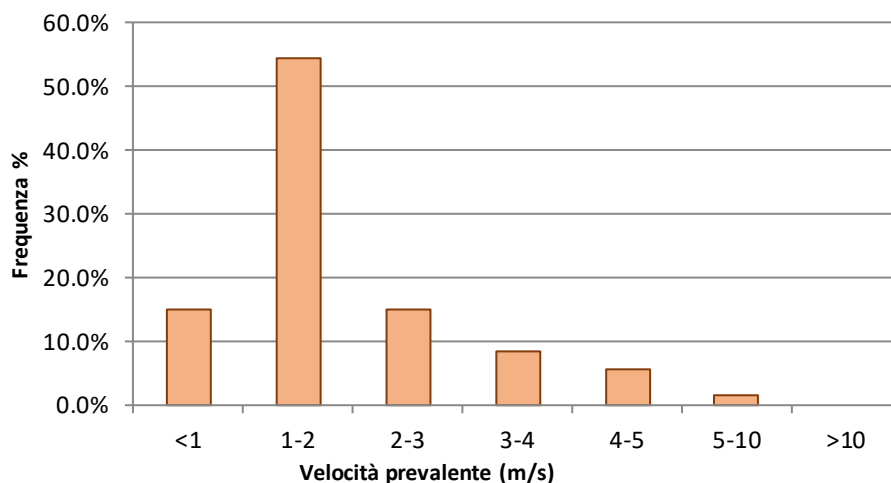
#### 5.1.2.4 Misure presso le Sorgenti del Peschiera

Il monitoraggio mediante l'utilizzo del laboratorio mobile presso le Sorgenti del Peschiera è stato effettuato nella settimana dal 06/12/19 al 12/12/2019.

##### *Analisi dei dati meteo*

I grafici riportati evidenziano che, nella settimana di monitoraggio, si è registrata una forte dominanza di venti con velocità compresa tra 1 m/s e 2 m/s, con direzione di provenienza predominante Est-Sud Est.

**Velocità prevalente del vento**



La velocità media del vento nel periodo di misura è pari a 0,9 m/s mentre la massima velocità, misurata il 10/12/2019 alle ore 19 e alle ore 20, risulta pari a 4,2 m/s con direzione Est-Nord Est (63,9°N).



---

Dallo studio del regime termico si evince che le temperature si tengono generalmente su valori positivi con un valore massimo di 15,5°C, valore minimo di 1,4°C e media nella settimana di 8,9°C.

Le precipitazioni risultano assenti e l'umidità media relativa è misurata in 81,1%.

#### *Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)*

Per il biossido di zolfo, i valori medi orari registrati risultano inferiori ai valori limite fissati dal D.Lgs. 155/10.

Nello specifico si registrano valori sempre inferiori a 1,3 ug/mC (<0,0005 ppm).

#### *Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)*

Dai valori delle concentrazioni monitorate dalla stazione mobile non emergono particolari criticità. Le concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> si mantengono intorno a 2,5 mg/mc mentre il valore massimo registrato risulta pari a 25 ug/mc comunque inferiore al limite annuale di 40 ug/mc.

I valori medi orari registrati per il monossido di azoto (NO) si mantengono al di sotto di 6.6 ug/mc, con un valore medio di circa 0,6 ug/mc.

Relativamente al valore degli NO<sub>x</sub> non si supera la concentrazione di 18,5 ppb con un valore medio nel periodo di 1.32 ppb.

#### *Polveri*

Relativamente alle polveri PM<sub>10</sub>, il DLgs 155/10 fissa come soglia limite giornaliera il valore di 50 ug/mc da non superare per un numero di volte superiore a 35 nell'anno civile.

La concentrazione media di PM<sub>10</sub>, calcolata come media giornaliera, risulta ampiamente inferiore al valore limite pari a 40 µg/mc.

Non si registra alcun superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/mc.

---

I valori di PM<sub>2,5</sub> risultano inferiori ai rispettivi valori limite fissati per la tutela della salute umana. I dati registrati dalla centralina mobile mostrano dei valori medi giornalieri che non superano tale soglia.

| DATA       | PTS               | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> |
|------------|-------------------|------------------|-------------------|
|            | µg/m <sup>3</sup> | µg/mc            | µg/mc             |
| 06/12/2019 | 22,79             | 15,04            | 11,68             |
| 07/12/2019 | 14,27             | 8,82             | 6,25              |
| 08/12/2019 | 13,35             | 9,71             | 5,60              |
| 09/12/2019 | 10,07             | 6,78             | 3,89              |
| 10/12/2019 | 10,44             | 3,27             | 2,57              |
| 11/12/2019 | -                 | 6,87             | 3,69              |

### 5.1.3 Conclusioni

In conclusione, per ogni parametro monitorato, si osserva il pieno rispetto dei limiti normativi. In particolare, osservando i risultati ottenuti per le polveri, emerge che nel triennio 2016-2018 analizzato:

- il massimo valore della media annua di PM<sub>10</sub> risulta essere 21 µg/mc (anno 2016), ben al di sotto del limite di 40 µg/mc dettato dal D. Lgs. 155/2010;
- il massimo valore della media annua giornaliera del PM<sub>2,5</sub> risulta essere 15 µg/mc (anno 2016), al di sotto del limite di 25 µg/m<sup>3</sup> dettato dal D. Lgs.155/2010.

Osservando i risultati ottenuti per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), emerge che nel triennio 2016-2018 analizzato:

- il massimo valore della media annua di NO<sub>2</sub> risulta essere 23 µg/mc (anno 2017), ben al di sotto del limite di 40 µg/mc dettato dal D. Lgs. 155/2010;

- non si sono registrati superamenti della soglia limite di 50 ug/mc per il valore medio giornaliero.

Di conseguenza si può affermare che l'area di studio, caratterizzata da intensità di attività umane inferiori di quelle relative al capoluogo, a meno di particolari situazioni locali legate a specifici eventi, presenta uno stato di qualità dell'aria quanto meno buono.

## **5.2 FASE DI CANTIERE: CARATTERIZZAZIONE DELLE EMISSIONI E INDIVIDUAZIONE DEGLI SCENARI EMISSIVI**

Di seguito vengono descritte le principali operazioni che contribuiscono all'emissione di inquinanti in atmosfera nella fase di cantiere. In particolare, l'analisi è stata condotta valutando le emissioni di particolato emesso in quanto, per questa fase, costituisce il principale fattore di impatto, nonché si è fatto riferimento alla produzione di ossidi di azoto (NOx) dovuti al traffico veicolare indotto dalle lavorazioni.

Le attività di cantiere che maggiormente contribuiscono alle emissioni di particolato in atmosfera sono:

- movimentazione di terra: scotico, sbancamento, scavi, demolizioni ecc.;
- movimentazione di materiali: formazione e stoccaggio di cumuli, erosione del vento, presenza di nastri trasportatori ecc.;
- perforazione, scavo, sbancamento e movimentazione delle terre;
- transito dei mezzi di cantiere su strade non asfaltate;
- eventuali impianti di frantumazione;
- scarichi dei motori dei mezzi d'opera.

### **5.2.1.1 Inquinanti considerati nell'analisi modellistica**

Le operazioni di lavorazione, scavo e movimentazione dei materiali, ed il transito di mezzi meccanici ed automezzi utilizzati per tali attività, possono comportare potenziali impatti sulla componente in esame in termini di emissione e dispersione di inquinanti.

In particolare nel presente studio, in riferimento alla loro potenziale significatività, sono stati analizzati:

- polveri (il parametro assunto come rappresentativo delle polveri è il PM10, ossia la frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm, il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso);
- ossidi di azoto (NOx).

Nell'analisi modellistica è stata analizzata la dispersione e la diffusione in atmosfera dei parametri sopra elencati, con riferimento alle attività di cantiere previste dal progetto, al fine di verificarne i potenziali effetti ed il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente. Come precedentemente indicato, l'impatto potenzialmente più rilevante esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è legato alla possibile produzione di polveri, provenienti direttamente dalle lavorazioni e, in maniera meno rilevante, quelle indotte indirettamente dal transito di mezzi meccanici ed automezzi sulla viabilità interna.

Escluso dall'analisi modellistica l'apporto di particolato legato alle polveri della combustione dei motori delle macchine operatrici e dei mezzi pesanti in transito sulla viabilità interna alle aree di cantiere, in quanto tale contributo in termini di polveri risulta quantitativamente limitato rispetto alla generazione ed il risollevarimento di polveri indotte dalle operazioni di scavo,

che restano la fonte principale di emissione di particolato.

### 5.2.1.2 Emissioni gassose veicolari

Per le operazioni di cantiere, i fattori di emissione indotte dal traffico veicolare sono stati desunti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per traffico autoveicolare (mezzi pesanti) anno 2017.

| Inquinante | Fattore di emissione medio (g/km*veic) |
|------------|--|
| NOx        | 4,2974                                 |
| PM10       | 0,1861                                 |

Per quanto riguarda i veicoli pesanti le emissioni vengono valutate tramite i fattori di emissione medi espressi in g/veic \* km. Nota, quindi, la tipologia dei veicoli e il tipo di percorso, tramite i coefficienti è possibile calcolare le emissioni gassose prodotte.

### 5.2.1.3 Emissioni di polveri

Per la stima delle emissioni di particolato sono state utilizzare le metodologie proposte dall'Environment Protection Agency (EPA) che ha pubblicato nel 1987 e successivamente aggiornato, una serie di documenti sotto la sigla AP-42 in cui sono dettagliatamente descritte le procedure per il calcolo dei fattori di emissione delle polveri dovute alla movimentazione e lavorazione di materiale fine. Gli stessi metodi di stima sono ripresi anche nel documento "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da

attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti” rilasciate dalla Provincia di Firenze in collaborazione con ARPA Toscana che fornisce anche alcune indicazioni aggiuntive e spunti applicativi.

La stima delle emissioni si basa sull’equazione:

$$E = A \times F$$

dove:

$E$  = emissione

$A$  = tasso di attività

$F$  = fattore di emissione

In relazione all’attività indagata sono stati calcolati sperimentalmente i diversi fattori di emissione  $e$ , attraverso il tasso di attività (es. i volumi di materiale movimentato), il valore dell’emissione totale.

#### **5.2.1.3.1 Scotico del terreno superficiale**

Tale attività consiste nella rimozione dello strato superficiale del terreno attraverso l’utilizzo di ruspe o escavatori.

Il coefficiente di emissione di  $PM_{10}$  suggerito dal modello EPA per queste operazioni assume il valore di  $1,7 \times 10^{-2}$  kg per tonnellata di materiale movimentato (Tabella 11.9-4 delle linee guida EPA AP42 – *Topsoil removal by scraper*).

#### **5.2.1.3.2 Perforazioni per pali di fondazione**

Il palo di fondazione è un tipo di fondazione profonda (o indiretta) che presenta la peculiarità, rispetto alla fondazione diretta, di trasmettere una parte non trascurabile del carico verticale per attrito lungo la superficie laterale della fondazione. Per tali operazioni è stato considerato un fattore di emissione di PM<sub>10</sub> pari a  $3,54 \times 10^{-1}$  kg per ogni perforazione effettuata (Tabella 11.9-4 delle linee guida EPA AP42 – *Drilling overburden*).

#### **5.2.1.3.3 Scavi e sbancamenti**

Per le operazioni di scavo le linee guida EPA prevedono un fattore emissivo pari a  $3,87 \times 10^{-4}$  kg di PM<sub>10</sub> per tonnellata di materiale movimentato (*Sand handling, transfer and storage*).

In funzione dei volumi di scavo per ogni fase e alla densità del materiale estrattosi calcolano le emissioni totali di PM<sub>10</sub>.

#### **5.2.1.3.4 Movimentazione delle terre e dei detriti**

I principali parametri che influenzano i fenomeni di generazione delle polveri nelle operazioni di movimentazione del terreno sono:

- dimensione del materiale;
- umidità del materiale;
- velocità del vento.

La formulazione proposta dall'EPA (AP-42 paragrafo 13.2.4) è la seguente:

$$F = k \cdot 1,6 \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

dove:

$F$  = fattore di emissione del particolato in grammi per tonnellata di materiale movimentato [g/t]

$U$  = velocità media del vento [m/s]

$M$  = umidità del materiale [%]

$k$  = fattore che tiene conto delle caratteristiche dimensionali delle particelle [adim.]

*Costante  $k$  in funzione delle dimensioni del particolato*

| <b>≤ 30 um</b> | <b>≤ 15 um</b> | <b>≤ 10 um</b> | <b>≤ 5 um</b> | <b>≤ 2,5 um</b> |
|----------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| 0,74           | 0,48           | 0,35           | 0,20          | 0,11            |

L'equazione permette di considerare le emissioni di particolato provenienti da tutte le operazioni di movimentazione del materiale in seno alle aree di stoccaggio, siano esse di tipo continuo (ad esempio nastri trasportatori) che puntuali (prelievo e aggiunta di materiale mediante carri, ruspe, ecc.). Per ogni singola sorgente deve essere valutato il numero di operazioni che interessano lo stoccaggio, in quanto è possibile esistano operazioni intermedie di ripresa materiale per deposito in altra area.

La stima delle emissioni si ottiene dunque dalla formula:



$$E = N \cdot F \cdot B$$

dove:

$N$  = numero di operazioni di carico e scarico [adim.]

$F$  = fattore di emissione [g/t]

$B$  = volumi movimentati [t]

Nel caso in esame sono state fatte differenti considerazioni in base al tipo di materiale movimentato. Per quanto riguarda il materiale destinato allo smaltimento in discarica, l'operazione considerata è solo quella di carico del materiale sui camion ( $N=1$ ). Infatti si considera che lo scarico del materiale avverrà fuori dall'area di cantiere.

#### **5.2.1.3.5 Risollevarimento delle polveri da parte del vento**

Le linee guida EPA (AP42 Capitolo 13.2.5) forniscono le relazioni per la stima del fattore di emissione associato all'erosione dei cumuli da parte del vento. Tale fattore (denominato  $P$  ed espresso in  $g/m^2$ ) è correlato ai seguenti parametri:

- $u^*$  (velocità di attrito), funzione dell'azione tangenziale del vento sulle superfici esposte;
- $u^*_c$  (velocità di soglia) corrispondente alla minima velocità di attrito per l'innesto dei fenomeni erosivi.
- $k$  indicatore rappresentativo della classe granulometrica del materiale eroso (i valori di  $k$  forniti dall'EPA sono riportati nella seguente tabella).

Costante  $k$  in funzione delle dimensioni del particolato

| $\leq 30 \text{ um}$ | $\leq 15 \text{ um}$ | $\leq 10 \text{ um}$ | $\leq 2,5 \text{ um}$ |
|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 0,74                 | 0,48                 | 0,35                 | 0,11                  |

Le seguenti espressioni forniscono la stima del fattore di emissione  $P$  ( $\text{g/m}^2$ ) in funzione dei parametri indicati in precedenza.

$$P = k (58 (u^* - u^*_c)^2 + 25 (u^* - u^*_c)) \quad \text{se } u^* > u^*_c$$

$$P = 0 \quad \text{se } u^* \leq u^*_c$$

Le linee guida EPA forniscono inoltre la relazione tra la velocità del vento misurata a 10 m e la velocità di attrito  $u^*$  pari a:

$$u^* = 0,053 u^{10m}$$

Infine per il calcolo della velocità di soglia  $u^*_c$  l'EPA suggerisce di effettuare delle prove granulometriche in campo utilizzando setacci di diverse dimensioni in modo da individuare il valore limite di risollevarimento delle particelle in base alla loro dimensione. Per alcuni tipi di materiali l'EPA fornisce un valore medio di velocità di soglia  $u^*_c$  (figura seguente). Considerando il valore di soglia relativo alle terre da scavo (*Overburden*) pari a 1,02 m/s, si verificheranno emissioni di particolato da risollevarimento per velocità del vento a 10 m dal suolo superiori a 19,2 m/s.

| Material   | Threshold Friction Velocity (m/s) | Roughness Height (cm) | Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s) |                        |
|--|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------|
|  |                                   |                       | $z_0 = \text{Act}$                    | $z_0 = 0.5 \text{ cm}$ |
| Overburden <sup>a</sup>                          | 1.02                              | 0.3                   | 21                                    | 19                     |
| Scoria (roadbed material) <sup>a</sup>           | 1.33                              | 0.3                   | 27                                    | 25                     |
| Ground coal (surrounding coal pile) <sup>a</sup> | 0.55                              | 0.01                  | 16                                    | 10                     |
| Uncrusted coal pile <sup>a</sup>                 | 1.12                              | 0.3                   | 23                                    | 21                     |
| Scraper tracks on coal pile <sup>a,b</sup>       | 0.62                              | 0.06                  | 15                                    | 12                     |
| Fine coal dust on concrete pad <sup>c</sup>      | 0.54                              | 0.2                   | 11                                    | 10                     |

<sup>a</sup> Western surface coal mine. Reference 2.

<sup>b</sup> Lightly crusted.

<sup>c</sup> Eastern power plant. Reference 3.

Valori soglia di riferimento per alcuni tipi di materiali (Fonte: EPA AP42 13.2.5)

### 5.2.1.3.6 *Transito dei mezzi su strade non asfaltate*

Per il calcolo delle emissioni di particolato dovuto al transito dei mezzi su strade non asfaltate sono state considerate le linee guida EPA nel documento AP-42 paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads". Secondo tale metodologia il rateo emissivo risulta proporzionale al volume di traffico e al contenuto di limo del suolo (inteso come particolato di diametro inferiore a 75  $\mu\text{m}$ ). Il fattore di emissione lineare, in funzione del tipo di particolato, si calcola secondo la seguente formula:

$$EF = k \cdot (s/12)^{\alpha} \cdot (W/3)^{\beta}$$

dove:

$EF$  = fattore di emissione del particolato in kg per km percorso

[kg/km]

$s$  = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa [%];

$W$  = peso medio del veicolo [t];

$K, a$  e  $b$  = coefficienti che tengono conto delle caratteristiche dimensionali delle particelle [adim.].

*Costante  $k$  in funzione delle dimensioni del particolato*

| Parametro | $\leq 30 \text{ um}$ | $\leq 10 \text{ um}$ | $\leq 2,5 \text{ um}$ |
|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| k         | 1,38                 | 0,423                | 0,0423                |
| a         | 0,7                  | 0,9                  | 0,9                   |
| b         | 0,45                 | 0,45                 | 0,45                  |

I tratti di strada che risultano non asfaltati sono quelli utilizzati all'interno dell'intervento A per la movimentazione delle terre dalle aree di scavo all'area di abbancamento. Invece per il trasporto in discarica i camion utilizzeranno piste asfaltate.

Nelle tabelle seguenti sono indicati il fattore emissivo utilizzato e la stima delle emissioni. Per i calcoli sono stati utilizzati i seguenti dati:

- $W = 28 \text{ t}$  peso medio dei camion;
- $s = 7,5\%$  contenuto di limo del suolo (valore estrapolato dalla Tabella 13.2.4-1 delle linee guida EPA AP42 - *Exposed overburden*);
- $20 \text{ m}^3$  = volume movimentato per ogni camion;
- $350 \text{ m}$  = distanza media percorsa dai camion dal modulo 6 all'area di abbancamento (Fasi 2 e 3);
- $400 \text{ m}$  = distanza media percorsa dai camion dal modulo 5 all'area di abbancamento (Fasi 5 e 6).

*Fattori emissivi di PM<sub>10</sub> per il transito dei mezzi su strade non asfaltate*

| Operazione                                 | Fattore emissivo PM <sub>10</sub><br>[kg/veicolo*km] |
|--|--|
| Transito dei mezzi su strade non asfaltate | 0,76   |

### **5.2.1.3.7 Impianti di frantumazione**

Per il calcolo delle emissioni prodotte da attività di frantumazione delle rocce vengono forniti i relativi fattori per processi senza abbattimento e con abbattimento in base alla dimensione del particolato. Il calcolo del rateo emissivo totale si esegue secondo la formula:

$$E_i(t) = \sum_l AD_l(t) * EF_{i,l,m}(t)$$

i particolato (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>)

l processo

m controllo

t periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.)

E<sub>i</sub> rateo emissivo (kg/h) dell'i-esimo tipo di particolato

AD<sub>l</sub> attività relativa all'l-esimo processo (ad es. materiale lavorato/h)

EF<sub>i,l,m</sub> fattore di emissione.

---

I fattori di emissione sono presentati nel paragrafo 11.19.2 “Crushed stone processing and 4 pulverized mineral processing” dell’AP-42 (US-EPA). Le emissioni da processi di frantumazione sono caratterizzate in base alla pezzatura del materiale prodotto:

1. frantumazione primaria: 75 – 300mm;
2. frantumazione secondaria: 25 – 100mm;
3. frantumazione terziaria: 5 – 25mm.

#### **5.2.1.4 Approccio allo studio dell’impatto delle fasi di cantiere**

Al fine di caratterizzare correttamente il dominio spaziale e temporale per configurare le simulazioni per la stima dell’impatto sulla qualità dell’aria durante le lavorazioni si è proceduto allo studio delle seguenti variabili e parametri:

- Caratteristiche tecniche dei singoli cantieri in programma;
- Cronoprogramma delle fasi e lavorazioni
- Elaborati tecnici di progetto.

Le valutazioni effettuate, che si approcciano a favore di sicurezza, hanno permesso di individuare sull’intero arco temporale del programma dell’opera quello che è da considerarsi l’anno tipo che identifica il periodo di potenziale massimo impatto sulle matrici ambientali ed in particolare sulla qualità dell’aria per le emissioni di polveri e gas. Nei seguenti paragrafi ed in allegato si dettagliano le caratteristiche dei cantieri e la stima delle emissioni

---

di polveri e gas necessarie alle simulazioni per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria.

#### **5.2.1.5 Identificazione delle aree di cantiere e degli scenari di simulazione**

Le aree tecniche-operative potenzialmente più impattanti sono quelle in corrispondenza delle quali avvengono le principali operazioni di scavo, movimentazione dei materiali terrigeni e le aree di stoccaggio che saranno impiegate per il deposito in cumuli dei materiali di risulta dalle lavorazioni.

Una volta individuate per ciascun cantiere tutte le fasi di lavorazione previste, si è provveduto all'analisi di dettaglio dei due fattori sinergici che contribuiscono alla definizione del cosiddetto scenario di massimo impatto: il cronoprogramma dei lavori e il bilancio dei materiali. Il cronoprogramma dei lavori consente, infatti, di verificare la durata della singola lavorazione e di valutarne le eventuali sovrapposizioni temporali (e, conseguentemente, le possibili sovrapposizioni degli effetti laddove le aree di lavorazione siano fra loro relativamente vicine e poste all'interno della cosiddetta area di potenziale influenza, soggetta agli impatti cumulativi).

Il bilancio dei materiali consente di verificare le quantità di materiale movimentato, opportunamente suddivise in materiali di scavo, di demolizione e materiali movimentati. In tal modo si è dapprima associato il relativo quantitativo di materiale movimentato e successivamente si è provveduto, sulla base del cronoprogramma, a verificare il periodo di durata annuale corrispondente alla sequenza di mesi consecutivi caratterizzati dal maggior quantitativo di materiale movimentato al giorno.

Analizzando in dettaglio il processo valutativo volto alla definizione degli scenari di impatto da verificare mediante l'applicazione modellistica, il primo

passo è stato quello di definire, per ciascuna area di cantiere, le volumetrie di materiale movimentato, scavato o approvvigionato nonché la durata delle attività, così da poter definire, su base mensile (e conseguentemente su base annuale), il volume giornaliero movimentato (indicatore idoneo a rendere fra loro confrontabili le varie aree di cantiere). Per ciascuna fase si è considerato, inoltre, il relativo periodo di lavoro come desunto dal programma lavori di progetto e ciò ha consentito di stimare, per ciascuna opera/lavorazione e per ciascuna area di cantiere, la volumetria media giornaliera dei materiali di risulta.

### 5.2.1.6 Emissioni Totali

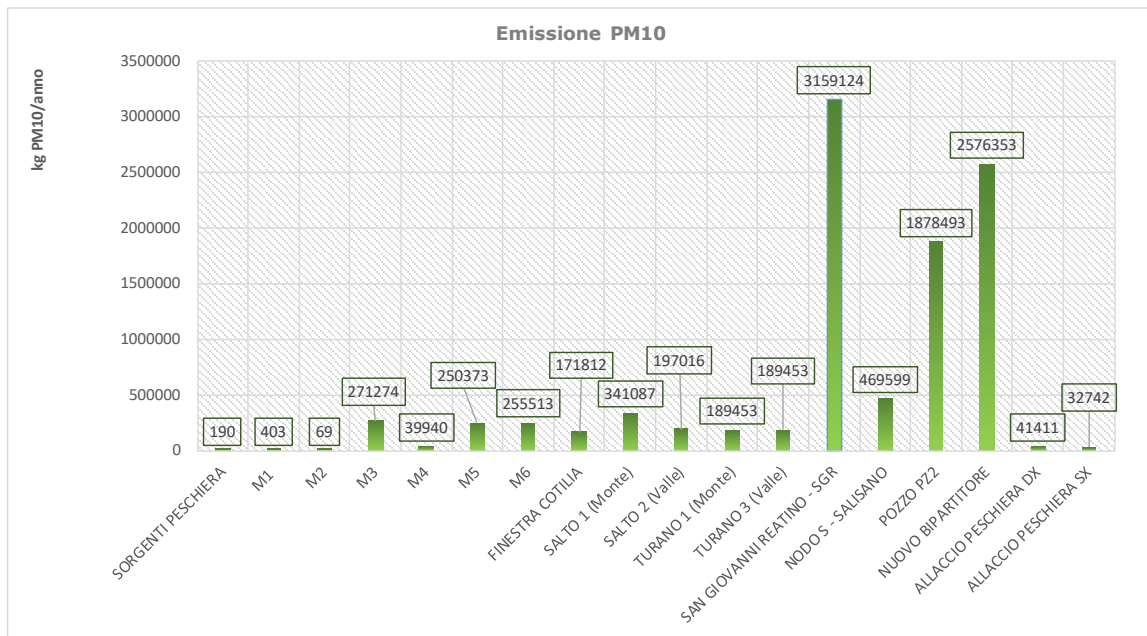
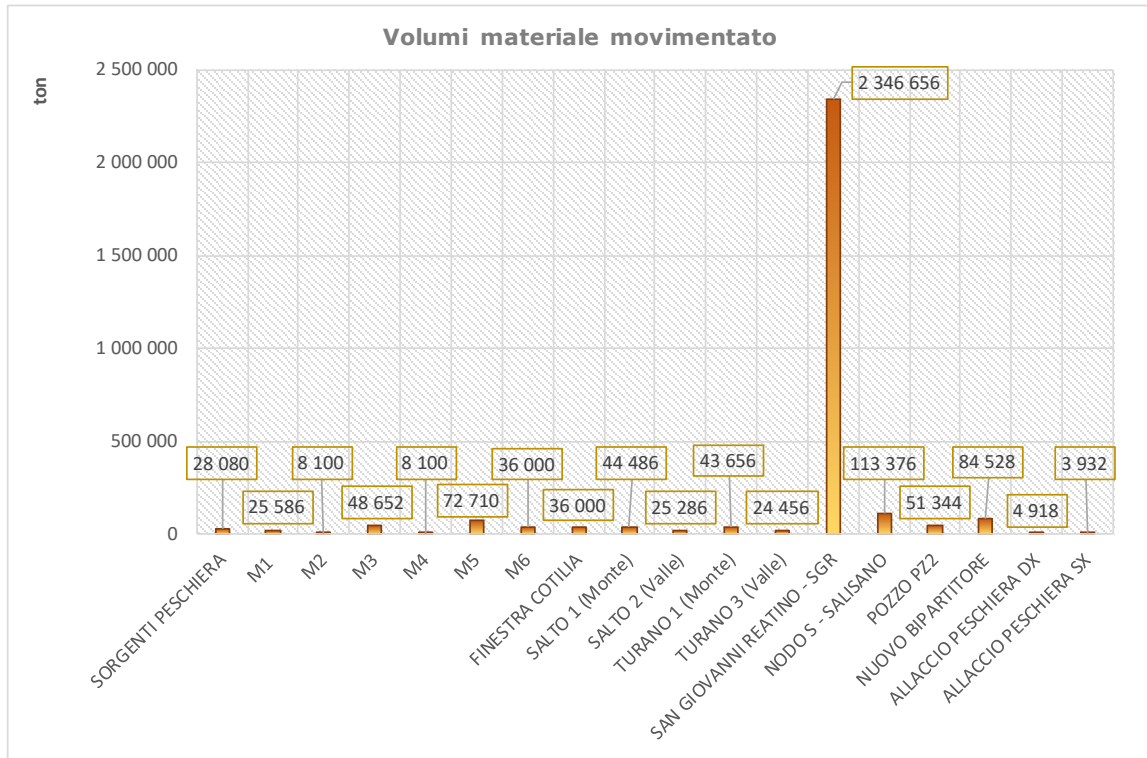
Nel presente paragrafo, per ciascun cantiere, vengono riportate le emissioni totali di particolato (PM<sub>10</sub>) ed ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) stimate secondo le metodologie descritte nei paragrafi precedenti. Nei cantieri dove previsto, inoltre, si è tenuto conto delle emissioni generate dal funzionamento in continuo di un generatore elettrico le cui caratteristiche sono di seguito riportate:

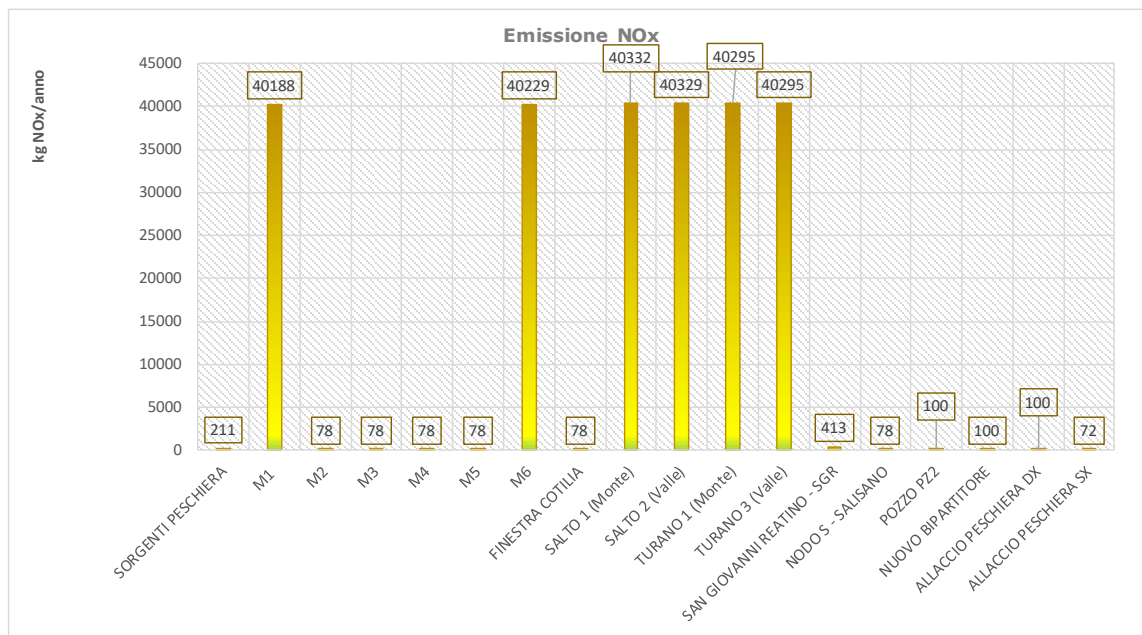
| Flusso di massa di fumi esausti kg/h | O <sub>2</sub> % | Temperatura dei fumi °C | Composti        | Concentrazioni mg/Nmc |
|--------------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| 3865                                 | 8,3              | 513                     | NO <sub>x</sub> | 1679                  |
|                                      |                  |                         | PTS             | 6                     |
|                                      |                  |                         | CO              | 85                    |
|                                      |                  |                         | SO <sub>2</sub> | 0,6                   |



Nella tabella riepilogativa, è infine indicato il rateo emissivo (in g/h) valutato sulla base della durata prevista dal cronoprogramma per ogni fase di lavorazione e considerando una media di 8 ore lavorative al giorno.

| Cantiere                   | Volumi materiale movimentato |           | Coeff. emissione PM10 | Emissione PM10 | Emissione NOx |
|----------------------------|------------------------------|-----------|-----------------------|----------------|---------------|
|                            | mc                           | tonn      | kg/tonn               | kg/anno        | kg/anno       |
| SORGENTI PESCHIERA         | 14.040                       | 28.080    | 75,11                 | 190            | 211           |
| M1                         | 12.793                       | 25.586    | 101,69                | 403            | 40188         |
| M2                         | 4.050                        | 8.100     | 39,68                 | 69             | 78            |
| M3                         | 24.326                       | 48.652    | 116,89                | 271274         | 78            |
| M4                         | 4.050                        | 8.100     | 37,67                 | 39940          | 78            |
| M5                         | 36.355                       | 72.710    | 109,31                | 250373         | 78            |
| M6                         | 18.000                       | 36.000    | 140,83                | 255513         | 40229         |
| FINESTRA COTILIA           | 18.000                       | 36.000    | 82,28                 | 171812         | 78            |
| SALTO 1 (Monte)            | 22.243                       | 44.486    | 286,05                | 341087         | 40332         |
| SALTO 2 (Valle)            | 12.643                       | 25.286    | 186,00                | 197016         | 40329         |
| TURANO 1 (Monte)           | 21.828                       | 43.656    | 281,72                | 189453         | 40295         |
| TURANO 3 (Valle)           | 12.228                       | 24.456    | 181,67                | 189453         | 40295         |
| SAN GIOVANNI REATINO - SGR | 1.173.328                    | 2.346.656 | 1105,17               | 3159124        | 413           |
| NODO S - SALISANO          | 56.688                       | 113.376   | 184,32                | 469599         | 78            |
| POZZO PZ2                  | 25.672                       | 51.344    | 666,63                | 1878493        | 100           |
| NUOVO BIPARTITORE          | 42.264                       | 84.528    | 905,59                | 2576353        | 100           |
| ALLACCIO PESCHIERA DX      | 2.459                        | 4.918     | 85,58                 | 41411          | 100           |
| ALLACCIO PESCHIERA SX      | 1.966                        | 3.932     | 51,41                 | 32742          | 72            |





Per valutare se l'emissione stimata sia compatibile con i limiti della qualità dell'aria si fa riferimento a quanto riportato nei paragrafi "Valori di soglia di emissione per il PM10" delle Linee Guida ARPAT".

Come spiegato nelle citate linee guida, la proporzionalità tra concentrazioni ed emissioni, che si verifica in un certo intervallo di condizioni meteorologiche ed emissive molto ampio, permette di valutare quali emissioni corrispondono a concentrazioni paragonabili ai valori limite per la qualità dell'aria. Attraverso queste si possono quindi determinare delle emissioni di riferimento al di sotto delle quali non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria.

Per il PM<sub>10</sub>, quindi, sono stati individuati alcuni valori di soglia delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente ed al variare della durata annua delle attività che producono tale emissione. Queste soglie, funzione della durata delle lavorazioni e della distanza dal cantiere, sono riportate

nella successiva tabella.

| Intervallo di distanza (m) | Giorni di emissione all'anno |           |           |           |           |       |
|----------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
|                            | > 300                        | 300 ÷ 250 | 250 ÷ 200 | 200 ÷ 150 | 150 ÷ 100 | < 100 |
| 0 ÷ 50                     | 145                          | 152       | 158       | 167       | 180       | 208   |
| 50 ÷ 100                   | 312                          | 321       | 347       | 378       | 449       | 628   |
| 100 ÷ 150                  | 608                          | 663       | 720       | 836       | 1038      | 1492  |
| > 150                      | 830                          | 908       | 986       | 1145      | 1422      | 2044  |

Soglie assolute di emissione del PM10 (valori espressi in g/h)

Dalle tabelle e dai grafici sopra riportati si osserva che i cantieri in cui si individua la maggiore quantità annua di emissioni di particolato (PM<sub>10</sub>) risultano essere nell'ordine San Giovanni Reatino – SGR, Nuovo Bipartitore, Pozzo - PZ2 e Nodo S – Salisano.

Relativamente alla quantità di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) emessi, oltre ai suddetti cantieri, risulta particolarmente impattato anche il cantiere Sorgenti Peschiera con un valore annuo di circa 210 kg NO<sub>x</sub> emessi. Tale cantiere è comunque stato escluso dalla modellazione numerica in quanto gli unici ricettori in corrispondenza dei quali si corre il rischio di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria, quelli cioè molto vicini alle aree di lavorazione, presentano una destinazione d'uso industriale.

Infine, per i cantieri in corrispondenza delle valli dei fiumi Salto e Turano, si osserva che sebbene le emissioni complessive non risultino particolarmente elevate, il rateo emissivo individuato ricade nell'intervallo secondo il quale i ricettori ad una distanza inferiore a 50 metri potrebbero potenzialmente non essere in linea con le indicazioni normative vigenti.

Sulla base delle suddette considerazioni, le aree di lavoro oggetto di specifica

---

valutazione modellistica sono risultate le seguenti:

- San Giovanni reatino – SGR;
- Nuovo Bipartitore;
- Pozzo PZ2;
- Nodo S – Salisano;
- Salto 1 (Monte);
- Salto 2 (Valle);
- Turano 1 (Monte);
- Turano 3 (Valle).

### **5.3 FASE DI CANTIERE: ANALISI DEI RISULTATI**

Data la natura dinamica di un cantiere nell'arco della sua esistenza non è possibile ottenere una stima puntuale e precisa delle emissioni se non in termini di un modello semplificato. Tale schema deve identificare, quantificare e fissare, partendo dai dettagli di progetto, le attività impattanti. Dagli schemi di progetto vengono, quindi, identificate all'interno di ciascuna area di cantiere una o più attività fra quelle indicate come impattanti.

Nell'ambito della simulazione numerica, tali attività non sono localizzate in maniera puntuale ma si assume che emettano in maniera uniforme all'interno di tutta l'area di cantiere in modo da simulare un comportamento medio durante la giornata. Questo tipo di schematizzazione prevede quindi la modellizzazione del cantiere come una sorgente di tipo bidimensionale la cui emissione media (in unità grammi al secondo per metro quadrato) è pari alla

---

somma dei contributi delle attività previste.

Nel codice di calcolo del modello sono impostate le seguenti opzioni:

- trasformazioni chimiche non considerate (condizione cautelativa);
- deposizione umida ed umida non simulate (condizione cautelativa);
- per tutte le altre impostazioni sono stati utilizzati i valori di default consigliati nel modello di calcolo.

Per meglio valutare il reale impatto delle emissioni inquinanti considerate si sono inseriti nel codice di calcolo, file di controllo di CALPUFF, i coefficienti di ripartizione giornaliera delle emissioni da ogni area di cantiere, per la viabilità indotta e le macchine operatrici. In questo modo si è potuto valutare in modo coerente le emissioni da ogni tipologia di sorgente tenendo conto delle contemporaneità delle lavorazioni ed attività che si svolgono nelle singole aree di cantiere e del traffico ad esse associate.

### **5.3.1.1 Valori massimi di ricaduta**

Per un confronto con i limiti normativi di qualità dell'aria, le concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> sono state stimate a partire dalle concentrazioni di NO<sub>x</sub> ottenute dal modello. La capacità dell'atmosfera di trasformare gli NO<sub>x</sub> in NO<sub>2</sub> è limitata dalla disponibilità di ossidanti in atmosfera ed è soggetta ad un effetto di saturazione al crescere delle concentrazioni di ossidi di azoto, pertanto il rapporto tra NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> decresce all'aumentare delle concentrazioni di NO<sub>x</sub>.

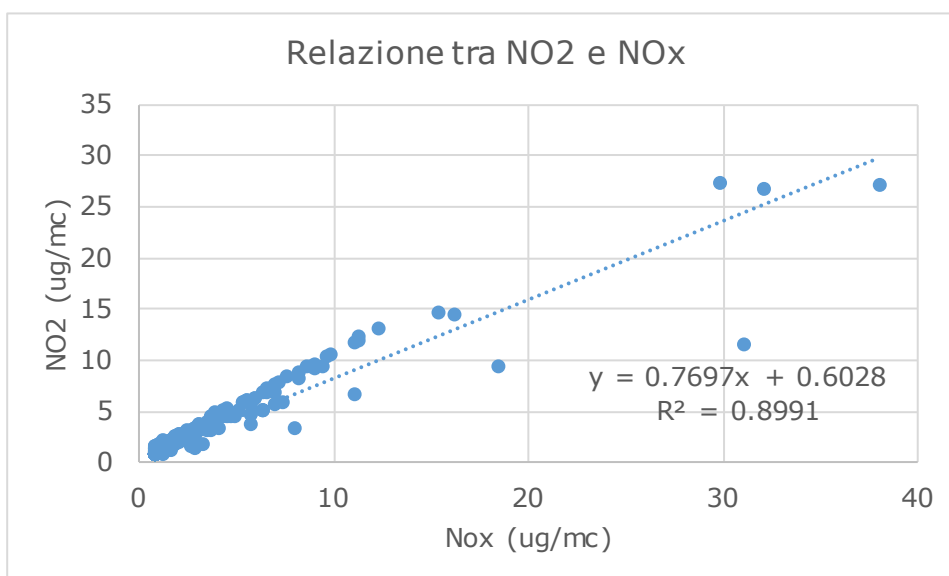
Le concentrazioni di NO<sub>x</sub> stimate dal modello CALPUFF sono state

trasformate in concentrazioni di NO<sub>2</sub>, secondo la funzione:

$$\text{NO}_2 = a * (\text{NO}_x) + b$$

dove a e b sono coefficienti determinati empiricamente.

Nella figura seguente è riportata la relazione esistente tra NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub> stimata sulla base dei rilevamenti orari effettuati durante le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria effettuate mediante la centralina mobile nei mesi di novembre e dicembre 2019.



Relazione tra NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub> determinata sulla base delle misure orarie della centralina mobile (anno 2019)

Nella tabella seguente sono riportate le massime concentrazioni ottenute dalle simulazioni modellistiche sull'intero dominio di calcolo in corrispondenza di ciascun cantiere considerato; per gli inquinanti NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> il D.Lgs 155/2010 fissa il numero di volte che la concentrazione limite può essere superata in un anno; i risultati indicati in tabella riportano pertanto il

corrispondente percentile della concentrazione massima nell'intervallo temporale previsto dalla norma.

| Cantiere               | PM10        |                   | NOx (NO <sub>2</sub> ) |                        |
|------------------------|-------------|-------------------|------------------------|------------------------|
|                        | media annua | Percentile orario | media annua            | Percentile giornaliero |
|                        | 40 ug/mc    | 50 ug/mc          | 40 ug/mc               | 200 ug/mc              |
| SGR                    | 16,30       | 49,40             | 2,29                   | 22,7                   |
| NODO S                 | 9,52        | 32,70             | 0,13                   | 1,07                   |
| NUOVO BIPARTITORE +PZ2 | 47,00       | 183,0             | 0,47                   | 3,92                   |
| SALTO (monte e valle)  | 18,70       | 64,4              | 6,92                   | 80,70                  |
| TURANO (monte e valle) | 22,80       | 83,8              | 4,52                   | 49,00                  |

Dalla tabella si evince che nei cantieri di Salto, Turano e Nuovo Bipartitore il valore massimo stimato dal modello di simulazione nell'intero dominio di calcolo per la concentrazione di PM10 risulta essere superiore al limite di 50 ug/mc previsto dalla normativa. Tali valori, come mostrano le mappe di concentrazione al suolo riportate in allegato, risultano comunque localizzati all'interno delle aree di cantiere.

Si sottolinea inoltre che le simulazioni modellistiche svolte non tengono conto di eventuali azioni di mitigazione delle emissioni che verranno messe in atto durante la fase realizzativa.

### 5.3.1.2 Polveri (PM10)

Relativamente alle polveri (PM10) si osserva che i valori calcolati dal modello di calcolo in corrispondenza dei ricettori sensibili risultano ampiamente al di sotto dei limiti imposti dalla vigente normativa nazionale.



| ID.     | PM10                 |                       |
|---------|----------------------|-----------------------|
|         | media annua<br>ug/mc | media giorno<br>ug/mc |
| SGR_R1  | 5,11                 | 13,40                 |
| SGR_R2  | 5,58                 | 14,70                 |
| SGR_R3  | 4,52                 | 12,10                 |
| SGR_R4  | 3,54                 | 10,10                 |
| SGR_R5  | 7,81                 | 20,80                 |
| SGR_R6  | 1,99                 | 6,80                  |
| SGR_R7  | 1,50                 | 4,57                  |
| SGR_R8  | 1,91                 | 6,02                  |
| SGR_R9  | 2,27                 | 7,28                  |
| SGR_R10 | 2,61                 | 8,39                  |
| SGR_R11 | 2,38                 | 7,56                  |
| SGR_R12 | 6,00                 | 18,10                 |
| SGR_R13 | 3,26                 | 10,80                 |
| SGR_R14 | 3,75                 | 12,20                 |
| SGR_R15 | 4,69                 | 14,80                 |
| SGR_R16 | 2,91                 | 8,93                  |
| SGR_R17 | 3,01                 | 8,86                  |
| SGR_R18 | 4,83                 | 13,90                 |
| NS_R1   | 0,485                | 1,660                 |
| NS_R2   | 0,550                | 1,970                 |
| NS_R3   | 0,659                | 2,500                 |
| NS_R4   | 2,180                | 7,840                 |
| NS_R5   | 1,310                | 5,800                 |
| NS_R6   | 1,390                | 6,130                 |
| NS_R7   | 1,370                | 5,980                 |
| NS_R8   | 1,400                | 6,200                 |
| NS_R9   | 1,240                | 5,340                 |
| NS_R10  | 1,270                | 5,310                 |
| NS_R11  | 0,781                | 2,800                 |
| NS_R12  | 0,875                | 3,360                 |
| NS_R13  | 0,821                | 3,080                 |
| NS_R14  | 1,070                | 4,340                 |
| NS_R15  | 0,695                | 2,410                 |
| NS_R16  | 0,826                | 2,850                 |
| NS_R17  | 0,791                | 1,820                 |
| NS_R18  | 0,167                | 0,330                 |

| ID.     | PM10                 |                       |
|---------|----------------------|-----------------------|
|         | media annua<br>ug/mc | media giorno<br>ug/mc |
| NS_R19  | 0,234                | 0,479                 |
| NS_R20  | 0,283                | 0,599                 |
| NS_R21  | 0,365                | 0,753                 |
| NS_R22  | 0,497                | 1,240                 |
|         |                      |                       |
| NB_R01  | 1,63                 | 3,70                  |
| NB_R02  | 1,33                 | 3,63                  |
|         |                      |                       |
| PZ2_R04 | 3,11                 | 13,10                 |
| PZ2_R05 | 3,28                 | 12,10                 |
| PZ2_R06 | 4,39                 | 17,40                 |
| PZ2_R07 | 3,12                 | 11,30                 |
| PZ2_R08 | 1,98                 | 7,29                  |
| PZ2_R09 | 1,48                 | 3,75                  |
| PZ2_R10 | 1,63                 | 2,07                  |
| PZ2_R11 | 6,89                 | 25,20                 |
| PZ2_R12 | 3,25                 | 13,30                 |
|         |                      |                       |
| PDX_R13 | 2,47                 | 10,30                 |
| PDX_R14 | 2,44                 | 9,03                  |
| PDX_R15 | 1,97                 | 6,79                  |
| PDX_R16 | 1,96                 | 6,98                  |
| PDX_R17 | 1,29                 | 4,26                  |
|         |                      |                       |
| FS_R1   | 0,174                | 0,36                  |
| FS_R2   | 0,192                | 0,46                  |
| FS_R3   | 1,110                | 4,17                  |
| FS_R4   | 0,970                | 3,94                  |
| FS_R5   | 1,080                | 4,31                  |
| FS_R6   | 1,450                | 5,58                  |
| FS_R7   | 3,390                | 13,50                 |
| FS_R8   | 0,798                | 2,52                  |
| FS_R9   | 0,761                | 2,16                  |
| FS_R10  | 0,489                | 1,49                  |
| FS_R11  | 0,585                | 1,81                  |
| FS_R12  | 2,070                | 6,16                  |

| ID.   | PM10                 |                       |
|-------|----------------------|-----------------------|
|       | media annua<br>ug/mc | media giorno<br>ug/mc |
| FT_R1 | 2,180                | 7,82                  |
| FT_R2 | 0,650                | 1,87                  |
| FT_R3 | 0,897                | 2,75                  |
| FT_R4 | 1,560                | 5,71                  |

Valori di ricaduta di PM10 stimati dal modello presso i ricettori

In riferimento all'analisi dello stato attuale della qualità dell'aria effettuato precedentemente, l'impatto legato all'incremento di produzione di polveri (PM10) è stato analizzato facendo riferimento al fondo ambientale valutato cautelativamente pari a 21 µg/mc, sommando al valore medio, il valore stimato dal modello numerico in corrispondenza dei ricettori sensibili individuati per ciascun cantiere.

Di fatto, il contributo all'emissione di polveri determina un valore massimo annuo pari a circa 28 ug/mc (ricettore SGR\_R5), in ogni caso inferiore al limite di 40 ug/mc previsto dalla vigente normativa.

| ID.     | PM10   |
|---------|--|
|         | Valore calcolato + Fondo centralina<br>ug/mc |
| SGR_R1  | 26,110                                       |
| SGR_R2  | 26,580                                       |
| SGR_R3  | 25,520                                       |
| SGR_R4  | 24,540                                       |
| SGR_R5  | 28,810                                       |
| SGR_R6  | 22,990                                       |
| SGR_R7  | 22,500                                       |
| SGR_R8  | 22,910                                       |
| SGR_R9  | 23,270                                       |
| SGR_R10 | 23,610                                       |

| <b>PM10</b> |  |
|-------------|--|
| <b>ID.</b>  | <b>Valore calcolato + Fondo centralina<br/>ug/mc</b> |
| SGR_R11     | 23,380   |
| SGR_R12     | 27,000   |
| SGR_R13     | 24,260   |
| SGR_R14     | 24,750   |
| SGR_R15     | 25,690   |
| SGR_R16     | 23,910   |
| SGR_R17     | 24,010   |
| SGR_R18     | 25,830   |
|             |  |
| NS_R1       | 21,485   |
| NS_R2       | 21,550   |
| NS_R3       | 21,659   |
| NS_R4       | 23,180   |
| NS_R5       | 22,310   |
| NS_R6       | 22,390   |
| NS_R7       | 22,370   |
| NS_R8       | 22,400   |
| NS_R9       | 22,240   |
| NS_R10      | 22,270   |
| NS_R11      | 21,781   |
| NS_R12      | 21,875   |
| NS_R13      | 21,821   |
| NS_R14      | 22,070   |
| NS_R15      | 21,695   |
| NS_R16      | 21,826   |
| NS_R17      | 21,791   |
| NS_R18      | 21,167   |
| NS_R19      | 21,234   |
| NS_R20      | 21,283   |
| NS_R21      | 21,365   |
| NS_R22      | 21,497   |
|             |  |
| NB_R01      | 22,630   |
| NB_R02      | 22,330   |
|             |  |
| PZ2_R04     | 24,110   |
| PZ2_R05     | 24,280   |

| <b>PM10</b> |  |
|-------------|--|
| <b>ID.</b>  | <b>Valore calcolato + Fondo centralina<br/>ug/mc</b> |
| PZ2_R06     | 25,390   |
| PZ2_R07     | 24,120   |
| PZ2_R08     | 22,980   |
| PZ2_R09     | 22,480   |
| PZ2_R10     | 22,630   |
| PZ2_R11     | 27,890   |
| PZ2_R12     | 24,250   |
|             |  |
| PDX_R13     | 23,470   |
| PDX_R14     | 23,440   |
| PDX_R15     | 22,970   |
| PDX_R16     | 22,960   |
| PDX_R17     | 22,290   |
|             |  |
| FS_R1       | 21,174   |
| FS_R2       | 21,192   |
| FS_R3       | 22,110   |
| FS_R4       | 21,970   |
| FS_R5       | 22,080   |
| FS_R6       | 22,450   |
| FS_R7       | 24,390   |
| FS_R8       | 21,798   |
| FS_R9       | 21,761   |
| FS_R10      | 21,489   |
| FS_R11      | 21,585   |
| FS_R12      | 23,070   |
|             |  |
| FT_R1       | 23,180   |
| FT_R2       | 21,650   |
| FT_R3       | 21,897   |
| FT_R4       | 22,560   |

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

Relativamente agli Ossidi di Azoto si osserva che i valori calcolati dal modello

di calcolo in corrispondenza dei ricettori sensibili risultano ampiamente al di sotto dei limiti imposti dalla vigente normativa nazionale.

| ID.     | NOx (NO <sub>2</sub> ) |                    |
|---------|------------------------|--------------------|
|         | media annua<br>ug/mc   | media ora<br>ug/mc |
| SGR_R1  | 0,72                   | 13,00              |
| SGR_R2  | 0,78                   | 14,20              |
| SGR_R3  | 0,63                   | 10,80              |
| SGR_R4  | 0,50                   | 10,70              |
| SGR_R5  | 1,09                   | 14,90              |
| SGR_R6  | 0,28                   | 9,85               |
| SGR_R7  | 0,78                   | 14,20              |
| SGR_R8  | 0,63                   | 10,80              |
| SGR_R9  | 0,50                   | 10,70              |
| SGR_R10 | 1,09                   | 14,90              |
| SGR_R11 | 0,28                   | 9,85               |
| SGR_R12 | 0,21                   | 8,27               |
| SGR_R13 | 0,27                   | 8,82               |
| SGR_R14 | 0,32                   | 9,53               |
| SGR_R15 | 0,37                   | 9,48               |
| SGR_R16 | 0,33                   | 9,26               |
| SGR_R17 | 0,84                   | 14,50              |
| SGR_R18 | 0,46                   | 10,70              |
| NS_R1   | 0,007                  | 0,162              |
| NS_R2   | 0,007                  | 0,188              |
| NS_R3   | 0,009                  | 0,203              |
| NS_R4   | 0,029                  | 0,367              |
| NS_R5   | 0,018                  | 0,337              |
| NS_R6   | 0,019                  | 0,335              |
| NS_R7   | 0,018                  | 0,328              |
| NS_R8   | 0,019                  | 0,354              |
| NS_R9   | 0,017                  | 0,332              |
| NS_R10  | 0,017                  | 0,365              |
| NS_R11  | 0,011                  | 0,299              |
| NS_R12  | 0,012                  | 0,313              |

| ID.     | NOx (NO <sub>2</sub> ) |                    |
|---------|------------------------|--------------------|
|         | media annua<br>ug/mc   | media ora<br>ug/mc |
| NS_R13  | 0,011                  | 0,300              |
| NS_R14  | 0,014                  | 0,331              |
| NS_R15  | 0,009                  | 0,249              |
| NS_R16  | 0,011                  | 0,305              |
| NS_R17  | 0,011                  | 0,376              |
| NS_R18  | 0,002                  | 0,074              |
| NS_R19  | 0,003                  | 0,103              |
| NS_R20  | 0,004                  | 0,124              |
| NS_R21  | 0,005                  | 0,167              |
| NS_R22  | 0,007                  | 0,210              |
|         |                        |                    |
| NB_R01  | 0,010                  | 0,300              |
| NB_R02  | 0,009                  | 0,228              |
|         |                        |                    |
| PZ2_R04 | 0,033                  | 0,525              |
| PZ2_R05 | 0,036                  | 0,557              |
| PZ2_R06 | 0,050                  | 1,080              |
| PZ2_R07 | 0,035                  | 0,896              |
| PZ2_R08 | 0,022                  | 0,563              |
| PZ2_R09 | 0,017                  | 0,484              |
| PZ2_R10 | 0,019                  | 0,670              |
| PZ2_R11 | 0,081                  | 1,940              |
| PZ2_R12 | 0,037                  | 0,849              |
|         |                        |                    |
| PDX_R13 | 0,027                  | 0,594              |
| PDX_R14 | 0,027                  | 0,686              |
| PDX_R15 | 0,022                  | 0,607              |
| PDX_R16 | 0,021                  | 0,541              |
| PDX_R17 | 0,013                  | 0,334              |
|         |                        |                    |
| FS_R1   | 0,050                  | 1,92               |
| FS_R2   | 0,057                  | 1,91               |
| FS_R3   | 0,313                  | 5,74               |
| FS_R4   | 0,307                  | 5,07               |
| FS_R5   | 0,343                  | 5,70               |
| FS_R6   | 0,490                  | 9,59               |
| FS_R7   | 0,900                  | 11,20              |

| ID.    | NOx (NO <sub>2</sub> ) |                    |
|--------|------------------------|--------------------|
|        | media annua<br>ug/mc   | media ora<br>ug/mc |
| FS_R8  | 0,251                  | 5,54               |
| FS_R9  | 0,263                  | 7,38               |
| FS_R10 | 0,166                  | 4,00               |
| FS_R11 | 0,206                  | 5,46               |
| FS_R12 | 0,776                  | 24,40              |
| FT_R1  | 0,447                  | 11,10              |
| FT_R2  | 0,152                  | 4,77               |
| FT_R3  | 0,215                  | 6,49               |
| FT_R4  | 0,479                  | 11,70              |

Valori di ricaduta di NOx stimati dal modello presso i ricettori

L’impatto legato all’NO<sub>2</sub> prodotto è stato analizzato facendo riferimento al fondo ambientale valutato cautelativamente pari a 23 µg/mc, sommando al valore medio, il valore stimato dal modello numerico in corrispondenza di ciascun ricettore.

Il contributo all’emissione di polveri determina un valore massimo annuo pari a circa 24 ug/mc (ricettore SGR\_R5), in ogni caso inferiore al limite di 40 ug/mc previsto dalla vigente normativa.

| ID.    | NOx (NO <sub>2</sub> )                       |
|--------|--|
|        | Valore calcolato + Fondo centralina<br>ug/mc |
| SGR_R1 | 23,717                                       |
| SGR_R2 | 23,782                                       |
| SGR_R3 | 23,634                                       |
| SGR_R4 | 23,496                                       |
| SGR_R5 | 24,090                                       |
| SGR_R6 | 23,279                                       |
| SGR_R7 | 23,210                                       |



| <b>NOx (NO<sub>2</sub>)</b> |  |
|-----------------------------|--|
| <b>ID.</b>                  | <b>Valore calcolato + Fondo centralina<br/>ug/mc</b> |
| SGR_R8                      | 23,268   |
| SGR_R9                      | 23,319   |
| SGR_R10                     | 23,365   |
| SGR_R11                     | 23,333   |
| SGR_R12                     | 23,841   |
| SGR_R13                     | 23,456   |
| SGR_R14                     | 23,526   |
| SGR_R15                     | 23,658   |
| SGR_R16                     | 23,408   |
| SGR_R17                     | 23,423   |
| SGR_R18                     | 23,677   |
|                             |  |
| NS_R1                       | 23,007   |
| NS_R2                       | 23,007   |
| NS_R3                       | 23,009   |
| NS_R4                       | 23,029   |
| NS_R5                       | 23,018   |
| NS_R6                       | 23,019   |
| NS_R7                       | 23,018   |
| NS_R8                       | 23,019   |
| NS_R9                       | 23,017   |
| NS_R10                      | 23,017   |
| NS_R11                      | 23,011   |
| NS_R12                      | 23,012   |
| NS_R13                      | 23,011   |
| NS_R14                      | 23,014   |
| NS_R15                      | 23,009   |
| NS_R16                      | 23,011   |
| NS_R17                      | 23,011   |
| NS_R18                      | 23,002   |
| NS_R19                      | 23,003   |
| NS_R20                      | 23,004   |
| NS_R21                      | 23,005   |
| NS_R22                      | 23,007   |
|                             |  |
| NB_R01                      | 23,010   |
| NB_R02                      | 23,009   |

| <b>NOx (NO<sub>2</sub>)</b> |  |
|-----------------------------|--|
| <b>ID.</b>                  | <b>Valore calcolato + Fondo centralina<br/>ug/mc</b> |
| PZ2_R04                     | 23,033   |
| PZ2_R05                     | 23,036   |
| PZ2_R06                     | 23,050   |
| PZ2_R07                     | 23,035   |
| PZ2_R08                     | 23,022   |
| PZ2_R09                     | 23,017   |
| PZ2_R10                     | 23,019   |
| PZ2_R11                     | 23,081   |
| PZ2_R12                     | 23,037   |
|                             |  |
| PDX_R13                     | 23,027   |
| PDX_R14                     | 23,027   |
| PDX_R15                     | 23,022   |
| PDX_R16                     | 23,021   |
| PDX_R17                     | 23,013   |
|                             |  |
| FS_R1                       | 23,050   |
| FS_R2                       | 23,057   |
| FS_R3                       | 23,313   |
| FS_R4                       | 23,307   |
| FS_R5                       | 23,343   |
| FS_R6                       | 23,490   |
| FS_R7                       | 23,900   |
| FS_R8                       | 23,251   |
| FS_R9                       | 23,263   |
| FS_R10                      | 23,166   |
| FS_R11                      | 23,206   |
| FS_R12                      | 23,776   |
|                             |  |
| FT_R1                       | 23,447   |
| FT_R2                       | 23,152   |
| FT_R3                       | 23,215   |
| FT_R4                       | 23,479   |

---

#### **5.3.1.4 Conclusioni**

Da quanto stimato, concludendo l'analisi svolta, si può affermare come gli impatti correlati alla componente atmosfera non risultino tali da produrre scenari preoccupanti dal punto di vista delle indicazioni normative vigenti in materia di inquinamento atmosferico.

### **5.4 PREVENZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE**

Nonostante le analisi effettuate per la componente atmosfera in fase di cantiere non abbiano evidenziato scenari di particolare criticità ambientale, vengono comunque riportate alcune indicazioni per una corretta gestione delle aree di lavorazione.

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulla componente ambientale in questione riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta durante le operazioni di cantierizzazione.

Per il contenimento delle emissioni delle polveri nelle aree di cantiere e nelle aree di viabilità dei mezzi utilizzati nelle lavorazioni, gli interventi volti a limitare le emissioni di polveri possono essere distinti nelle seguenti due tipologie:

- Interventi per la riduzione delle emissioni di polveri durante le attività costruttive e dai motori dei mezzi di cantiere;
- Interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti e per limitare il risollevarimento delle polveri.

---

Con riferimento al primo punto, gli autocarri e i macchinari impiegati nel cantiere dovranno avere caratteristiche rispondenti ai limiti di emissione previsti dalla normativa vigente. A tal fine, allo scopo di ridurre il valore delle emissioni inquinanti, potrà ipotizzarsi l'uso dei motori a ridotto volume di emissioni inquinanti e una puntuale ed accorta manutenzione.

Per quanto riguarda la produzione di polveri indotta dalle lavorazioni e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere dovranno essere adottate alcune cautele atte a contenere tale fenomeno.

In particolare, al fine di contenere la produzione di polveri occorrerà mettere in atto i seguenti accorgimenti:

- l'esecuzione di una bagnatura periodica della superficie di cantiere. Questo intervento dovrà essere effettuato tenendo conto del periodo stagionale con un aumento di frequenza durante la stagione estiva e in base al numero di mezzi circolanti nell'ora sulle piste. L'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato; nel caso in esame si consiglia di effettuare la bagnatura dell'intera area di cantiere (100% della superficie) con una frequenza giornaliera pari ad 1 nei mesi compresi tra ottobre e maggio, e pari a 2 nei mesi tra giugno e settembre. Si consiglia ovviamente di adattare tali indicazioni in base alla variabilità delle precipitazioni che si andranno a verificare durante i periodi di lavorazione;
- per il contenimento delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti si deve prevedere l'adozione di opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto;
- al fine di evitare il sollevamento delle polveri, i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta e dovranno essere lavati giornalmente nell'apposita platea di lavaggio e dovrà prevedersi la

---

pulizia ad umido degli pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere.

Si dovrà inoltre prevedere una idonea attività di formazione ed informazione del personale addetto alle attività di costruzione e di movimentazione e trasporto dei materiali polverulenti.

Infine, si prevede di installare su buona parte del perimetro dei principali cantieri, nella direzione dei ricettori maggiormente impattati, delle barriere fonoassorbenti per la mitigazione dell'impatto acustico. Tali barriere costituiscono oggettivamente un ostacolo per la diffusione delle polveri limitandone in tal senso l'emissione in atmosfera.

## **5.5 FASE DI ESERCIZIO**

In relazione alla dimensione operativa, non sono previsti impatti correlati con la componente aria in quanto di per sé l'opera non produce alcun impatto in atmosfera.