

## STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"

### Adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza dal km 64+000 al km 70+800

**PROGETTO DEFINITIVO**

**COD. RM364**

**PROGETTAZIONE:** R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)  
 CREW Cremonesi Workshop S.r.l - TECNOSISTEM S.p.A  
 ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l - ECOPLAME S.r.l.

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**  
 Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)  
**PROGETTISTA FIRMATARIO:**  
 Dott. Ing. Lorenzo INFANTE (Progin S.p.A.)  
**RESPONSABILE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:**  
 Dott. Arch. Salvatore SCOPPETTA (Progin S.p.A.)

**CAPOGRUPPO MANDATARIA:**



**Direttore Tecnico:**  
 Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

**IL GEOLOGO:**  
 Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

**MANDANTI:**



**Direttore Tecnico:**  
 Dott. Arch. Claudio TURRINI



**Direttore Tecnico:**  
 Dott. Ing. Andrea AVETA

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**  
 Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**  
 Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI



**Direttore Tecnico:**  
 Dott. Ing. Ivo FRESIA



**Direttore Tecnico:**  
 Dott. Arch. Pasquale PISANO

**PROTOCOLLO**

**DATA**

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

### ATMOSFERA

### RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

**CODICE PROGETTO**

D P R M 3 6 4 D 2 0

**REVISIONE**

**SCALA:**

**CODICE ELAB.**

T 0 2 I A 0 3 A T M R E 0 1

B

-

B

Emissione a seguito istruttoria Anas

11/2021

MICROBEL

SCOPPETTA

INFANTE

A

Prima emissione

08/2021

MICROBEL

SCOPPETTA

INFANTE

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## Sommario

|           |                                                                                         |           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b><i>PREMESSA</i></b>                                                                  | <b>3</b>  |
| <b>2</b>  | <b><i>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</i></b>                                               | <b>3</b>  |
| <b>3</b>  | <b><i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i></b>                                                  | <b>7</b>  |
| 3.1       | Normativa nazionale                                                                     | 7         |
| 3.2       | Normativa regionale                                                                     | 12        |
| <b>4</b>  | <b><i>VALUTAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO ANTE OPERAM</i></b>                          | <b>14</b> |
| <b>5</b>  | <b><i>QUADRO METEO-CLIMATICO LOCALE</i></b>                                             | <b>19</b> |
| <b>6</b>  | <b><i>DETERMINAZIONE DELLE EMISSIONI PER LA PREVISIONE DELL'IMPATTO ATMOSFERICO</i></b> | <b>21</b> |
| 6.1       | Fase di esercizio                                                                       | 21        |
| 6.2       | Fase di cantiere                                                                        | 24        |
| 6.2.1     | Unpaved Roads – mezzi in transito su strade non pavimentate                             | 26        |
| 6.2.2     | Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico                | 27        |
| 6.2.3     | Azione colica sui cumuli in stoccaggio temporaneo                                       | 27        |
| 6.2.4     | Attività di escavazione                                                                 | 28        |
| 6.2.5     | Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera                                | 28        |
| <b>7</b>  | <b><i>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEGLI IMPATTI POST OPERAM</i></b>                        | <b>29</b> |
| 7.1       | Analisi dei risultati dell'impatto Ante Operam                                          | 30        |
| 7.2       | Analisi dei risultati dell'impatto Post Operam                                          | 31        |
| <b>8</b>  | <b><i>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEGLI IMPATTI IN CORSO D'OPERA</i></b>                   | <b>32</b> |
| <b>9</b>  | <b><i>MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI</i></b>                                       | <b>40</b> |
| 9.1       | Fase di esercizio                                                                       | 40        |
| 9.2       | Fase di cantiere                                                                        | 40        |
| <b>10</b> | <b><i>CONCLUSIONI</i></b>                                                               | <b>41</b> |
|           | <b><i>ALLEGATO I – CENTRALINA DATI INQUINANTI DI ARPA LAZIO</i></b>                     | <b>42</b> |
|           | <b><i>ALLEGATO II – METEOROLOGIA LOCALE</i></b>                                         | <b>43</b> |
|           | <b><i>ALLEGATO III – VOLUMI DI TRAFFICO</i></b>                                         | <b>49</b> |
|           | <b><i>ALLEGATO IV – DETERMINAZIONE DATI DI EMISSIONE FASE DI CANTIERE</i></b>           | <b>56</b> |
|           | <b><i>ALLEGATO V – UBICAZIONE POSTAZIONI RICETTORE</i></b>                              | <b>59</b> |

## 1 PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di valutare l’impatto sulla componente atmosfera per quanto riguarda i lavori di adeguamento e messa in sicurezza della SS4 Salaria lungo il tratto stradale compreso tra il km 64+000 e il km 70+800 in Provincia di Rieti. L’intervento consiste nell’adeguamento della piattaforma stradale alla categoria B – Extraurbana Principale, oltre alla messa in sicurezza del tratto compreso tra la frazione di Ornaro del Comune di Torricella in Sabina e il centro abitato di San Giovanni Reatino (Rieti).

Il presente documento è redatto dall’ing. Franco Bertellino, iscritto all’Ordine Ingegneri di Torino al n. 8006Y.

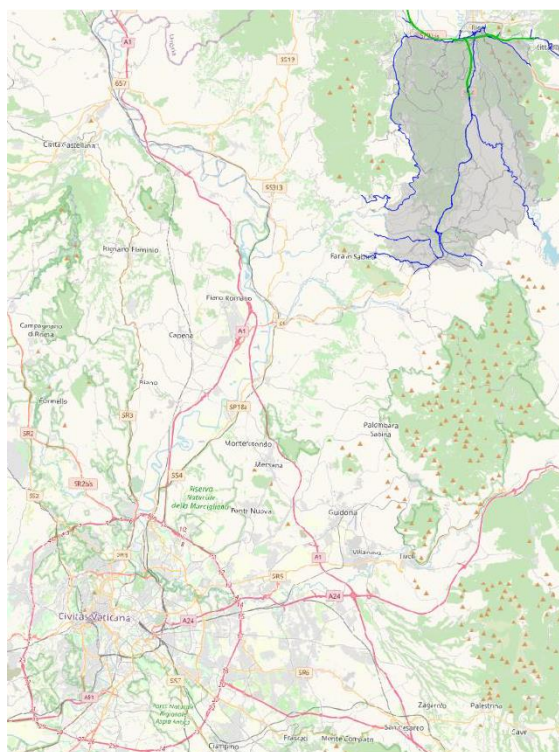
## 2 DESCRIZIONE DELL’INTERVENTO

La SS4 Salaria attualmente congiunge Roma con Rieti e, superato l’appennino, si incanala nella Valle del Tronto e termina sul Mare Adriatico e Porto d’Ascoli. Inizialmente il tracciato segue la Valle del Tevere immediatamente a monte di Roma, dove ha inizio la regione Sabina che presenta una morfologia prima ondulata (Bassa Sabina), poi aspra e accidentata (Alta Sabina) dovuta alla presenza dei Monti Sabini, e infine pianeggiante dopo aver percorso il tratto inferiore della Valle del fiume Turano e si entra nella vasta conca Reatina.

L’area di intervento è localizzata all’interno della Provincia di Rieti, Regione Lazio, e interessa il tratto di SS4 Salaria dal km 64+000 al km 70+800 che attraversa i Comuni di Torricella in Sabina, Belmonte in Sabina e Rieti.

La SS4 Salaria funge come asse di interconnessione principale tra le direttrici nord e sud tra i centri abitati all’interno dell’area di analisi della Provincia di Rieti.

L’aumento del numero di corsie per direzione e il passaggio ad una categoria funzionale superiore si riflette in una riduzione della congestione e un aumento della velocità di percorrenza della rete, nonostante l’ipotesi di aumento della domanda veicolare.



**Figura 1 - Inquadramento territoriale**

In particolare, l’intervento oggetto del presente documento si estende dalla frazione di Ornaro Basso all’abitato di San Giovanni Reatino. È previsto l’adeguamento a categoria B (strada extraurbana principale) della SS4 Salaria con l’adozione di corsie supplementari per veicoli lenti in entrambe le direzioni di percorrenza. La sezione stradale, di larghezza complessiva di 20,30 m, prevede due corsie per senso di marcia separate da barriera spartitraffico. L’intervento

prevede anche la messa in sicurezza delle intersezioni stradali e la loro razionalizzazione, oltre alla realizzazione di un sistema per il controllo della velocità di percorrenza del tratto.

Si tratta dell'adeguamento di circa 7 km dell'attuale tracciato composto da una strada con carreggiata unica a due corsie che si sviluppa in un'area basso montuosa. Dal punto di vista tecnico-funzionale la tratta in esame presenta caratteristiche di portata di servizio elevata, dell'ordine di 500 veicoli con presenza significativa di veicoli pesanti che, a causa della conformazione plano altimetrica dell'attuale tracciato, procedono a ridotta velocità rallentando notevolmente il traffico veicolare.

Il flusso veicolare risulta condizionato in maniera poco sensibile dal traffico dei centri urbani, dunque risente in modo ridotto delle oscillazioni giornaliere e stagionali.

La presenza di curve con raggio variabile, di traffico pesante, di attraversamenti a raso e di accessi su proprietà private comporta un'elevata riduzione della velocità di percorrenza ed un aumento delle situazioni di pericolo connesse alla difficoltà di sorpasso.

Le scelte progettuali sono dunque finalizzate al miglioramento tecnico, in termini di sicurezza, delle condizioni di circolazione all'interno del bacino di utenza servito e al potenziamento in previsione dei futuri sviluppi economico-industriali.

Il tracciato di progetto della tratta in esame, partendo dalla progressiva chilometrica 64+000 del tracciato esistente in prossimità della frazione Ornaro, si imposta mantenendo il tracciato dell'attuale Salaria, e si sviluppa per circa 7 km fino a congiungersi con la SS4 esistente a nord dell'abitato di San Giovanni Reatino.

Sono previste opere di sostegno quali paratie di pali e muri di contenimento in C.A. ordinario e/o terra rinforzata.

La connessione con il sistema viario secondario, sarà garantita per mezzo di svincoli da realizzarsi in corrispondenza degli svincoli a raso già esistenti:

- Intersezione SP34
- Svincolo loc. San Giovanni Reatino

L'accesso ai vari svincoli, è garantito da rampe di ingresso e uscita a una corsia disposte su entrambe le carreggiate.

A seguire si riportano estratti planimetrici di dettaglio dei principali interventi.



**Figura 2 – Tracciato di progetto dal km 64+000 al km 64+800**



**Figura 3 – Tracciato di progetto dal km 67+500 al km 68+050**



**Figura 4 – Tracciato di progetto dal km 68+350 al km 68+925**



**Figura 5 – Tracciato di progetto dal km 68+975 al km 69+457**



**Figura 6 – Tracciato di progetto dal km 70+250 al km 70+900**

Il territorio circostante è caratterizzato da zone boschive e da aree a destinazione d'uso agricola. Gli edifici, prevalentemente con destinazione d'uso residenziale/mista in contesto rurale, sono distribuiti lungo il tracciato con bassa densità; i nuclei urbani con maggior densità abitativa sono rappresentati dalle frazioni di Ornaro e San Giovanni Reatino.

Dal punto di vista geomorfologico, il tracciato stradale si snoda in un contesto montano che si allarga nel tratto finale in prossimità di San Giovanni Reatino; il tratto in esame parte da quota 582 m s.l.m. e raggiunge quota 406 m s.l.m. nel punto finale.

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Normativa nazionale

In ambito nazionale il documento normativo di riferimento in materia di qualità dell'aria è costituito dal **D.Lgs.155/2010** "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" (GU n.216 del 15-9-2010 - Suppl. Ordinario n. 217), poi seguito dal **D.Lgs. 250/2012** "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" (GU n.23 del 28-1-2013) che ha permesso di apportare alcune modifiche dovute alla necessità di superare alcune problematiche emerse nel corso della prima applicazione del D.lgs. 155. Tale decreto ha attuato una radicale revisione attraverso il recepimento della Direttiva 2008/50/CE, che ha sostanzialmente abrogato tutte le norme precedentemente vigenti. Fanno eccezione le disposizioni relative alle emissioni e alle loro autorizzazioni, che continuano ad essere normate dal D.Lgs. 152/06 e successive modifiche.

L'obiettivo del D.lgs. 155/10 (art. 1) è quello di istituire un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, al fine di:

- individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Con l'entrata in vigore del D.lgs. 155/2010 sono state abrogate le norme precedentemente in vigore, per regolamentare i livelli in aria ambiente di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>), piombo (Pb) benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), oltre alle concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>) e ai livelli nel particolato PM<sub>10</sub> di cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As) e benzo(a)pirene (BaP). Gli strumenti definiti dal decreto per la gestione della qualità dell'aria sono:

- zonizzazione e classificazione del territorio;
- sistemi di valutazione della qualità dell'aria;
- piani per la riduzione dei livelli di inquinamento, per il mantenimento e per la gestione degli eventi acuti.

La zonizzazione e la classificazione del territorio spetta alle Regioni e alle Province Autonome e ha l'obiettivo di individuare porzioni di territorio omogenee dal punto di vista della valutazione della qualità dell'aria ambiente per ciascuno degli inquinanti normati. La suddivisione del territorio viene effettuata prioritariamente attraverso l'individuazione dei agglomerati (area urbane caratterizzate da specifiche caratteristiche di unitarietà spaziale e di densità di popolazione) e in seconda battuta delle altre zone. I criteri per la zonizzazione sono definiti dettagliatamente nell'Appendice 1 del decreto.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente all'interno di ogni agglomerato/zona spetta alle Regione e alle Province Autonome ed è fondata su una rete di misura e su un programma di valutazione in cui vengono indicate le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate per le misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva. La possibilità di impiegare metodologie diversificate è stabilita per ogni inquinante in base alla definizione di soglie di valutazione superiore e inferiore. Al di sopra delle soglie di valutazioni superiore la valutazione della qualità dell'aria ambiente può essere effettuata esclusivamente mediante rilievi in postazioni fisse. Al di sotto di tale soglia le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione e, per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il benzo(a) pirene, le misurazioni in siti fissi o indicative possono essere combinate con tecniche di modellizzazione. Al di sotto della soglia di valutazione inferiore è previsto,

anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva. Il superamento delle soglie di valutazione superiore e delle soglie di valutazione inferiore deve essere determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria ambiente nei cinque anni civili precedenti. Il superamento si realizza se la soglia di valutazione è stata superata in almeno tre sui cinque anni civili precedenti.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente è il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti dal D.Lgs. 155/10. In presenza di un superamento dei limiti normativi spetta alle Regioni e alle Province Autonome predisporre i piani e le misure da adottare per assicurare il contenimento delle concentrazioni al di sotto delle prescrizioni normative. Gli interventi devono essere definiti secondo criteri di efficienza ed efficacia e devono agire sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano le aree in cui si è riscontrato il superamento, senza l'obbligo di estendersi all'intero territorio della zona o dell'agglomerato, né di limitarsi a tale territorio. Le modalità e i contenuti dei piani, differenziati per inquinante e per tipologia di limite di riferimento sono definiti negli allegati e nelle appendici del decreto.

Gli indicatori della qualità dell'aria correlabili alle attività per la futura configurazione dello svincolo sono:

- **il particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM10):** deriva dalle emissioni prodotte dal traffico veicolare su gomma, a seguito dell'usura di freni e pneumatici e al risollevarsi di polveri, depositate sulla carreggiata. Esso ha la caratteristica di penetrare nel tratto superiore delle vie aeree o tratto extra-toracico (cavità nasali, faringe e laringe) causando irritazioni, secchezza, infiammazioni del naso e della gola e fenomeni di sensibilizzazione sfocianti anche in manifestazioni allergiche;
- **il particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (PM2,5):** costituisce circa il 60% del PM10, di cui rappresenta la frazione più piccola, e dai prodotti derivanti dalle reazioni chimico - fisiche tra i gas di scarico degli autoveicoli ed alcuni elementi presenti nell'atmosfera. Il PM2,5 è anche definito come "frazione respirabile" poiché ha la caratteristica di penetrare fino alle parti più inferiori dell'apparato respiratorio o tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, alveoli polmonari) provocando gravi malattie respiratorie e inducendo formazioni neoplastiche.
- **metalli pesanti:** Pb, Ni, Cd, As, che sono veicolati dal particolato.
- **inquinanti gassosi da mezzi pesanti:** monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>) ed ozono (O<sub>3</sub>); benzo(a)pirene BaP come rappresentante della classe degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) e BTX.

Di seguito una descrizione degli inquinanti:

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

Il PM10 è definito come il materiale particolato che attraversa appositi ugelli di diametro aerodinamico di 10 µm con un'efficienza del 50%. Le particelle, solide o liquide (esclusa l'acqua), sospese in aria sono comunemente definite come materiale particolato (particulate matter o in acronimo PM). Queste particelle sospese hanno dimensioni che variano da pochi nanometri (nm = milionesimo di metro) a circa 100 micrometri (µm = milionesimo di metro). Le fonti del particolato atmosferico si dividono in fonti primarie e fonti secondarie. Le prime individuano emissioni dirette in atmosfera da sorgenti naturali (sale marino, azione del vento, pollini, incendi boschivi, eruzioni vulcaniche etc.) o antropiche (traffico veicolare, riscaldamento domestico, attività industriali, inceneritori etc.). Fonti secondarie possono essere fenomeni di condensazione di molecole in fase gassosa o reazioni chimiche. Nelle aree urbane il PM10 presente è prevalentemente di tipo secondario. Come già anticipato il PM10 è un inquinante tipicamente stagionale. In estate, con l'eliminazione del riscaldamento domestico, con la riduzione del contributo del traffico veicolare e soprattutto con la maggiore dispersione delle sostanze inquinanti favorita dalla differente turbolenza atmosferica, i valori di concentrazione sono decisamente inferiori.

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

Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio; è per questo motivo che viene attuata la misurazione ambientale di PM2,5 che rappresenta la frazione di particolato aerodisperso che attraversa appositi ugelli di diametro aerodinamico di 2,5 µm con un'efficienza del 50%.

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Benzene**

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

Di seguito si riportano i limiti indicati dal D.lgs. 155/2010 dapprima suddivisi per tipologia di inquinante e quindi per finalità solamente per quel che concerne i limiti riferiti alla salute umana.

**Tabella 1 – Limiti ex D.lgs. 155/2010 Inquinanti SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e O<sub>3</sub>**

| Biossido di Zolfo                                                                          | Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> ) | Periodo di mediazione                     | Legislazione                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|
| Valore limite protezione salute umana<br>(da non superare più di 24 volte per anno civile) | 350                                | 1 ora                                     | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |
| Valore limite protezione salute umana<br>(da non superare più di 3 volte per anno civile)  | 125                                | 24 ore                                    | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |
| Livello critico per la protezione della<br>vegetazione                                     | 20                                 | Anno civile e inverno<br>(1 ott – 31 mar) | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |
| Soglia di allarme                                                                          | 500                                | 1 ora (rilevati su 3 ore<br>consecutive)  | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |

| Biossido di Azoto                                                                          | Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> ) | Periodo di mediazione                    | Legislazione                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| Valore limite protezione salute umana<br>(da non superare più di 18 volte per anno civile) | 200                                | 1 ora                                    | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |
| Valore limite protezione salute umana                                                      | 40                                 | Anno civile                              | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |
| Soglia di allarme                                                                          | 400                                | 1 ora (rilevati su 3 ore<br>consecutive) | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |

| Ossidi di Azoto                                        | Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> ) | Periodo di mediazione | Legislazione                 |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Livello critico per la protezione della<br>vegetazione | 30                                 | Anno civile           | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |

| Monossido di Carbonio                 | Valore Limite (mg/m <sup>3</sup> ) | Periodo di mediazione | Legislazione                 |
|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Valore limite protezione salute umana | 10                                 | 8 ore                 | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |

| Ozono                                                                                                                                   | Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> ) | Periodo di mediazione                    | Legislazione                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| Valore obiettivo per la protezione della<br>salute umana (da non superare più di 25<br>volte per anno civile come media su tre<br>anni) | 120                                | 8 ore                                    | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |
| Valore obiettivo per la protezione della<br>vegetazione                                                                                 | 18000                              | AOT40 (mag-lug)<br>su 5 anni             | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |
| Soglia di informazione                                                                                                                  | 180                                | 1 ora                                    | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |
| Soglia di allarme                                                                                                                       | 240                                | 1 ora (rilevati su 3 ore<br>consecutive) | D. L.vo n. 155<br>13/08/2010 |

**Tabella 2 – Limiti ex D.lgs. 155/2010 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>**

| Particolato Fine PM10 | Valore Limite (µg/m³)                                                                     | Periodo di mediazione | Legislazione              |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
|                       | Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)50 | 24 ore                | D. L.vo n. 155 13/08/2010 |
|                       | Valore limite protezione salute umana40                                                   | Anno civile           | D. L.vo n. 155 13/08/2010 |

| Particolato Fine PM2.5 | Valore Limite (µg/m³)                   | Periodo di mediazione | Legislazione              |
|------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
|                        | Valore limite protezione salute umana25 | Anno civile           | D. L.vo n. 155 13/08/2010 |

**Tabella 3 – Valori obbiettivi e limiti di legge per la salute umana**

| Inquinante        | Tipo di Limite     | Limite                                                                                     |
|-------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| SO <sub>2</sub>   | Limite orario      | 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte all'anno                             |
|                   | Limite giornaliero | 125 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 3 giorni all'anno                         |
| NO <sub>2</sub>   | Limite orario      | 200 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 18 volte all'anno                         |
|                   | Limite annuale     | 40 µg/m <sup>3</sup>                                                                       |
| CO                | Limite giornaliero | 10 mg/m <sup>3</sup> (media mobile su 8 ore)                                               |
| O <sub>3</sub>    | Valore obiettivo   | 120 µg/m <sup>3</sup> (media mobile su 8 ore da non superare per più di 25 volte all'anno) |
| PM <sub>10</sub>  | Limite giornaliero | 50 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 35 giorni all'anno)                           |
|                   | Limite annuale     | 40 µg/m <sup>3</sup>                                                                       |
| PM <sub>2.5</sub> | Limite annuale     | 25 µg/m <sup>3</sup> (dal 2015)                                                            |
| Benzene           | Limite annuale     | 5 µg/m <sup>3</sup>                                                                        |
| B(a)P             | Valore obiettivo   | 1 ng/m <sup>3</sup> (media annua)                                                          |
| As                | Valore obiettivo   | 6 ng/m <sup>3</sup> (media annua)                                                          |
| Cd                | Valore obiettivo   | 5 ng/m <sup>3</sup> (media annua)                                                          |
| Ni                | Valore obiettivo   | 20 ng/m <sup>3</sup> (media annua)                                                         |
| Pb                | Limite annuale     | 0.5 µg/m <sup>3</sup>                                                                      |

**Tabella 4 – Soglia di allarme e informazione per la salute umana**

| Inquinante      | Tipo di soglia         | Valori soglia                                         |
|-----------------|------------------------|-------------------------------------------------------|
| SO <sub>2</sub> | Soglia di allarme      | 500 µg/m <sup>3</sup> misurata su tre ore consecutive |
| NO <sub>2</sub> | Soglia di allarme      | 400 µg/m <sup>3</sup> misurata su tre ore consecutive |
| O <sub>3</sub>  | Soglia di informazione | 180 µg/m <sup>3</sup> (media oraria)                  |
|                 | Soglia di allarme      | 240 µg/m <sup>3</sup> (media oraria)                  |

### 3.2 Normativa regionale

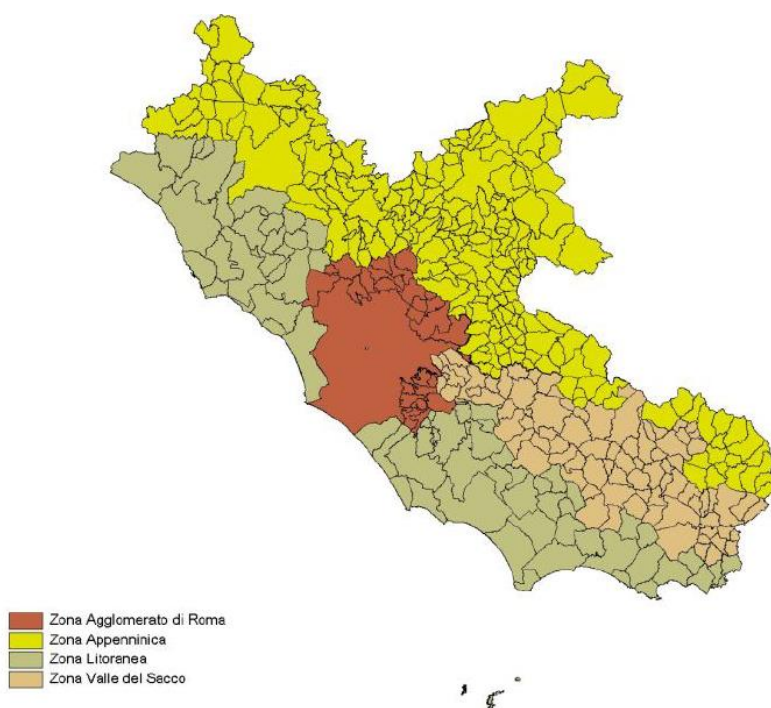
Il D.Lgs. 155/2010 s.m.i. assegna alla responsabilità ambientale delle Regioni le attività di monitoraggio sulla qualità dell'aria.

La Regione Lazio, con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 217 del 2012, ha approvato il progetto di “Zonizzazione e Classificazione del Territorio Regionale” (aggiornato con D.G.R. n. 536 del 2016) ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente in attuazione della citata normativa vigente sull'argomento. Il territorio regionale risulta così suddiviso in tre zone per l'ozono e 4 Zone per tutti gli altri inquinanti.

Le zone individuate sono:

- IT1215 – Agglomerato di Roma
- IT1212 – Zona Valle del Sacco
- IT1211 – Zona Appenninica
- IT1213 – Zona Litoranea

L'area in esame rientra nella Zona Appenninica (IT1211).



**Figura 7 – Zone del territorio regionale del Lazio**

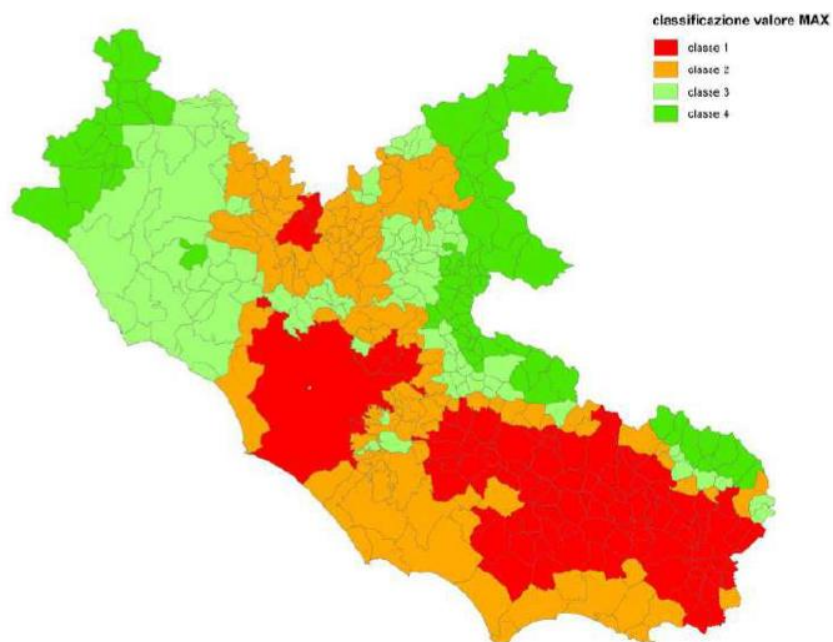
Ai fini dell'adozione dei provvedimenti tesi a contrastare l'inquinamento atmosferico ogni Comune del territorio regionale è stato classificato come stabilito dalla D.G.R. n. 536 del 15 settembre 2016.

La classificazione comunale si articola secondo le seguenti modalità:

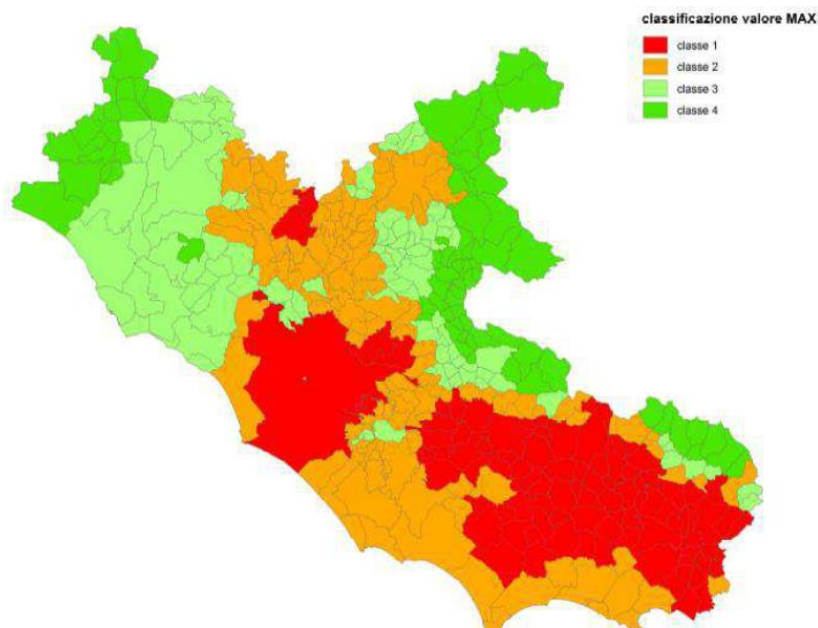
- Classe 1: comprende i Comuni per i quali si osserva il superamento dei valori limite, per almeno un inquinante, e per i quali è prevista l'adozione di provvedimenti specifici.
- Classe 2: comprende i Comuni per i quali si osserva un elevato rischio di superamento dei valori limite per almeno un inquinante e per i quali sono previsti i piani di azione per il risanamento della qualità dell'aria.
- Classe 3 e Classe 4: comprende i Comuni a basso rischio di superamento dei valori e per i quali sono previsti provvedimenti tesi al mantenimento della qualità dell'aria.

La nuova classificazione del territorio laziale è stata effettuata a livello comunale partendo dai valori dei campi degli standard di legge per gli anni 2011-2015 di SO<sub>2</sub>, CO, Benzene, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>. I campi sono il risultato delle valutazioni con modello tramite assimilazione delle concentrazioni registrate dalla rete fissa di misura.

La classificazione dei comuni è stata affrontata, secondo quanto riportato nel D. Lgs. n.155/2010, per ogni inquinante scegliendo come valore rappresentativo di ogni Comune il massimo valore sul suo territorio. L'inquinante più critico con il maggior numero di comuni in classe 1, soprattutto nella zona della Valle del Sacco e nell'agglomerato di Roma, è il particolato atmosferico (PM).



**Figura 8 – Zonizzazione regionale per il particolato (fonte: Rapporto Ambientale, Valutazione Ambientale Strategica, Piano di risanamento della qualità dell'aria – aggiornamento 2020)**

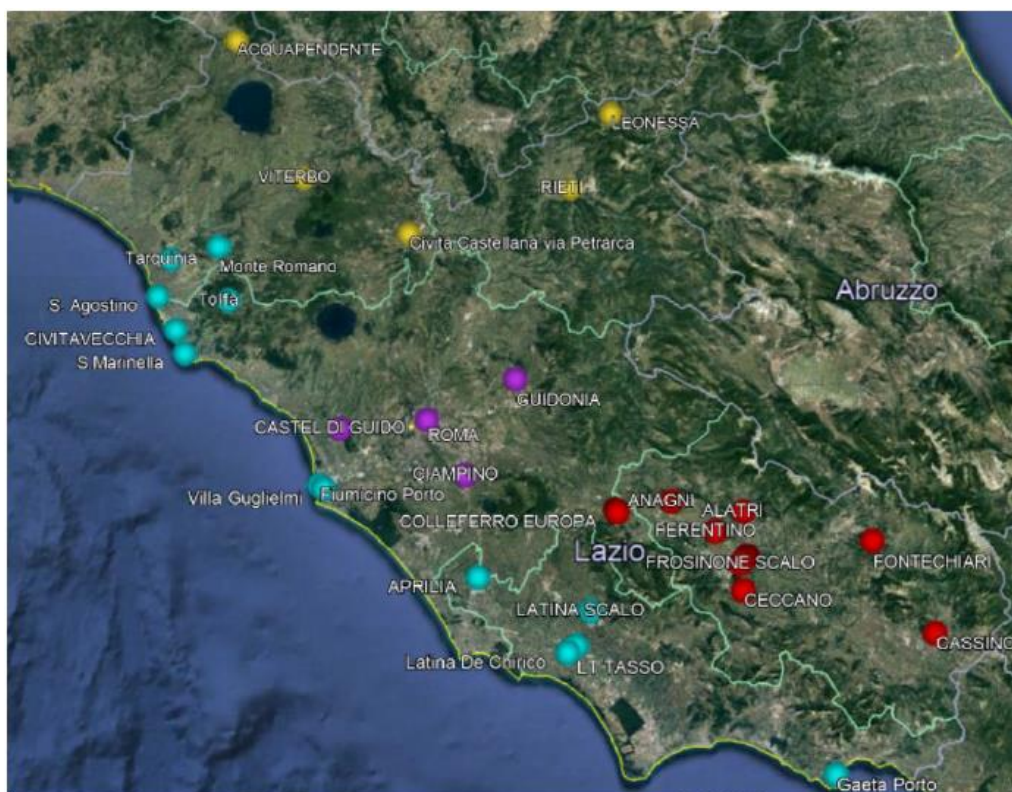


**Figura 9 – Zonizzazione regionale complessiva (fonte: Rapporto Ambientale, Valutazione Ambientale Strategica, Piano di risanamento della qualità dell'aria – aggiornamento 2020)**

## 4 VALUTAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO ANTE OPERAM

Non avendo a disposizione rilievi derivanti da indagini specifiche dedicate al presente lavoro, la situazione relativa alla fase AO (Ante Operam) è stata desunta dai dati disponibili da altre fonti.

ARPA Lazio dispone di una serie di centraline fisse di monitoraggio dislocate in tutta la regione. La centralina più significativa per per l'area in esame, posta a minor distanza dalla zona di intervento, è la centralina collocata a Rieti (scheda tecnica riportata in Allegato I).



**Figura 10 – Individuazione centraline di monitoraggio inquinamento atmosferico di ARPA Lazio**

*(fonte: Rapporto Ambientale, Valutazione Ambientale Strategica, Piano di risanamento della qualità dell'aria – aggiornamento 2020)*

I sensori presenti in tale centralina permettono di ottenere dati relativi ai seguenti inquinanti:

- Materiale particolato PM10 e PM2,5
- Ossidi di azoto NOx
- Ozono O3
- Monossido di carbonio CO
- Biossido di zolfo SO2
- Composti organici volatili BTEX

Tali inquinanti, in particolare PM e NOx, risultano sicuramente essere rappresentativi dell'inquinamento legato al traffico veicolare, e quindi sono un ottimo indicatore della qualità dell'aria, che deve essere intesa come l'insieme delle concentrazioni al suolo di una serie di sostanze inquinanti di nota tossicità (SO2, NO2, NOX, CO2, Benzene, PM10, PM 2,5, O3, Pb, Metalli, IPA).

Nella seguente tabella si riportano le concentrazioni medie annue e il numero di superamenti per i parametri disponibili per la centralina Rieti per gli anni dal 2015 al 2020, estratti dai documenti redatti annualmente da Arpa Lazio “Monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Lazio – Valutazioni preliminari”.

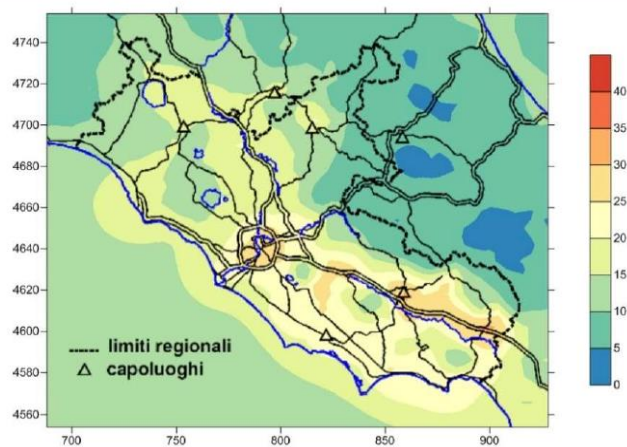
**Tabella 5 – Valori medi annui relativi alla centralina “Rieti 1”**

| Inquinante | Tipo aggregazione                                             | Unità di misura | Valore anno 2015 | Valore anno 2016 | Valore anno 2017 | Valore anno 2018 | Valore anno 2019 | Valore anno 2020 | Media 6 anni | Valore limite D.Lgs. 155/2010 |
|------------|---------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|-------------------------------|
| PM10       | Media annua                                                   | µg/m3           | 22               | 21               | 20               | 19               | 18               | 18               | 19,7         | 40                            |
| PM10       | Numero di superamenti di 50 µg/m3                             | -               | 11               | 17               | 9                | 5                | 2                | 3                | 8            | 35                            |
| PM2.5      | Media annua                                                   | µg/m3           | 17               | 15               | 13               | 13               | 11               | 12               | 13,5         | 25                            |
| NO2        | Media annua                                                   | µg/m3           | 24               | 21               | 23               | 21               | 15               | 12               | 19,3         | 40                            |
| NO2        | Numero di superamenti di 200 µg/m3                            | -               | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0            | 18                            |
| O3         | Numero di superamenti di 120 µg/m3 come media mobile su 8 ore | -               | 41               | 24               | 34               | 20*              | 16*              | 5*               | 23           |                               |
| O3         | Numero superamenti della soglia di informazione 180 µg/m3     | -               | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0            |                               |
| O3         | Numero superamenti della soglia di allarme 240 µg/m3          | -               | -                | -                | -                | 0                | 0                | 0                | 0            |                               |
| Benzene    | Media annua                                                   | µg/m3           | 1,3              | 1,1              | 1,0              | 1,0              | 0,9              | 1,1              | 1,1          | 5                             |
| SO2        | Numero superamenti del valore limite protezione salute umana  | -               | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0            |                               |
| CO         | Numero superamenti del valore limite protezione salute umana  | -               | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0            |                               |

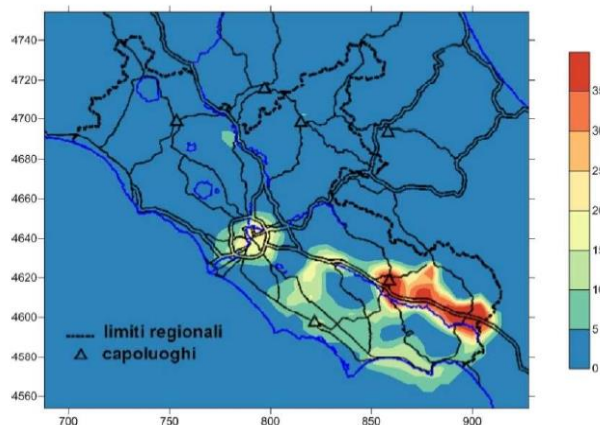
\*valore obiettivo

A seguire si riportano le mappe della distribuzione spaziale dei principali inquinanti relativamente al dominio spaziale del Lazio tratte dalla “Valutazione della Qualità dell’Aria della Regione Lazio 2019”.

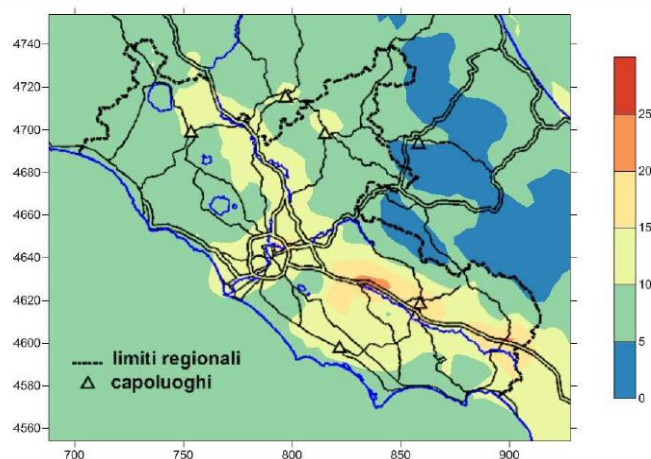
PM10 MEDIA ANNUA 2019  
Dominio del Lazio (4 km x 4 km)

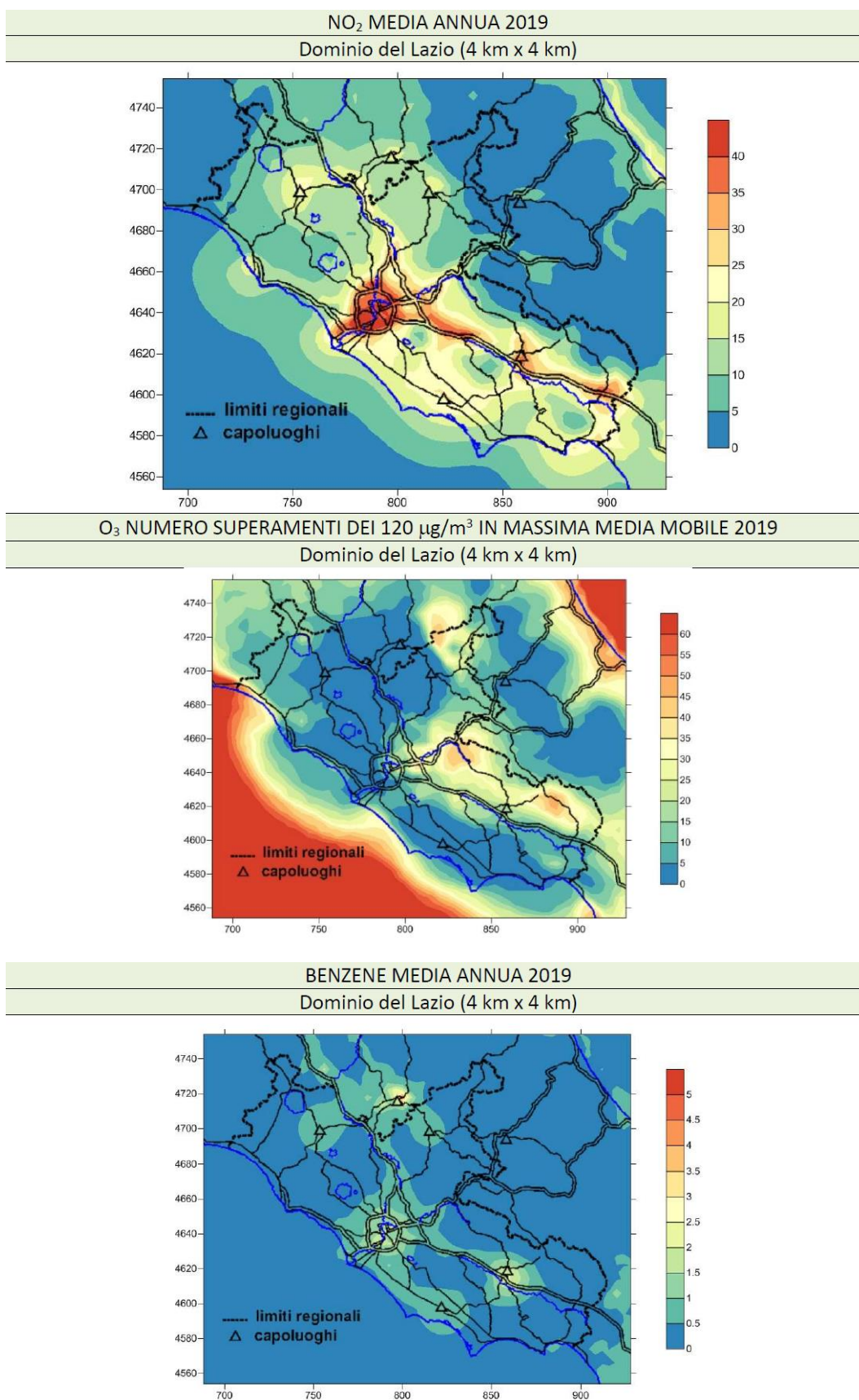


PM10 N° SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE GIORNALIERO 2019  
Dominio del Lazio (4 km x 4 km)



PM2.5 MEDIA ANNUA 2019  
Dominio del Lazio (4 km x 4 km)





**Figura 11 – Mappe della distribuzione spaziale dei principali inquinanti, dominio del Lazio**  
(fonte: *Valutazione della Qualità dell'Aria della Regione Lazio 2019*)

Per quanto riguarda metalli, la normativa vigente prevede un limite per arsenico, nichel, cadmio e piombo; per arsenico, nichel e cadmio i valori obiettivo sono rispettivamente pari a 6 ng/m<sup>3</sup>, 20 ng/m<sup>3</sup> e 5 ng/m<sup>3</sup> e per il piombo vale il valore limite di 0,5 µg/m<sup>3</sup> come media su un anno civile. Nella tabella seguente sono riportati i valori medi annuali per il 2019. Per l'area in esame si fa riferimento alla stazione di Rieti.

| Zona                 | Stazione           | As                         | Ni                         | Cd                         | Pb                         | Numero di campioni |
|----------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
|                      |                    | media (ng/m <sup>3</sup> ) | media (ng/m <sup>3</sup> ) | media (ng/m <sup>3</sup> ) | media (µg/m <sup>3</sup> ) |                    |
| Agglomerato di Roma  | Cinecittà          | 0.3                        | 1.9                        | 0.2                        | 0.003                      | 63                 |
|                      | Francia            | 0.3                        | 1.8                        | 0.2                        | 0.004                      | 62                 |
|                      | Villa Ada          | 0.4                        | 1.8                        | 0.3                        | 0.005                      | 61                 |
|                      | Ciampino           | 0.4                        | 1.7                        | 0.3                        | 0.005                      | 57                 |
| Zona Valle del Sacco | Colleferro Europa* | 0.5                        | 2.6                        | 0.2                        | 0.004                      | 39                 |
|                      | Frosinone scalo    | 0.4                        | 1.9                        | 0.2                        | 0.004                      | 78                 |
|                      | Fontechiari        | 0.3                        | 1.4                        | 0.2                        | 0.002                      | 71                 |
| Zona Appenninica     | Rieti              | 0.3                        | 1.2                        | 0.2                        | 0.002                      | 59                 |
| Zona Litoranea       | Civitavecchia      | 0.3                        | 1.7                        | 0.2                        | 0.002                      | 60                 |
|                      | Fiumaretta^        | 0.3                        | 3.0                        | 0.2                        | 0.002                      | 59                 |

\* concentrazione stimata per la media annua. Vedi Appendice.

^ non inserita nel progetto di rete

**Figura 12 –Media annua metalli 2019**  
(fonte: Valutazione della Qualità dell'Aria della Regione Lazio 2019)

Sulla base dei dati misurati nelle centraline della rete di monitoraggio regionale, le valutazioni annuali forniscono la caratterizzazione della qualità dell'aria per i singoli Comuni, ottenuta tramite sistema modellistico. Si riportano a seguire i dati relativi ai Comuni interessati dagli interventi in progetto, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2019.

| IT1211 ZONA APPENNINICA |           |                      |            |       |        |       |                 |        |                               |        |                 |                  |
|-------------------------|-----------|----------------------|------------|-------|--------|-------|-----------------|--------|-------------------------------|--------|-----------------|------------------|
| Provincia               | cod istat | nome                 | Area (km²) | PM10  |        | PM2.5 | NO <sub>2</sub> |        | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | CO     | SO <sub>2</sub> | **O <sub>3</sub> |
|                         |           |                      |            | media | superi | media | media           | superi | media                         | superi | superi          | superi           |
| RI                      | 12057069  | Torricella in Sabina | 25,8       | 15    | 0      | 9     | 12              | 0      | 0.6                           | 0      | 0               | 24               |
| RI                      | 12057005  | Belmonte in Sabina   | 23,6       | 16    | 1      | 10    | 14              | 0      | 0.8                           | 0      | 0               | 22               |
| RI                      | 12057059  | Rieti                | 206,5      | 21    | 6      | 14    | 20              | 0      | 1.2                           | 0      | 0               | 35               |

| Inquinante                    | Parametro | Descrizione                                                              |
|-------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| PM10                          | media     | media annua (µg/m³)                                                      |
|                               | superi    | numeri di superamenti giornalieri di 50 µg/m³                            |
| PM2.5                         | media     | media annua (µg/m³)                                                      |
|                               | superi    | numeri di superamenti orari di 200 µg/m³                                 |
| NO <sub>2</sub>               | media     | media annua (µg/m³)                                                      |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | media     | media annua (µg/m³)                                                      |
| CO                            | superi    | numero di superamenti di 10 mg/m³ della media mobile massima su 8 ore 50 |
| SO <sub>2</sub>               | superi    | numeri di superamenti giornalieri di 125 µg/m³                           |
| O <sub>3</sub>                | superi    | numeri di superamenti giornalieri di 120 µg/m³ (media su 3 anni)         |

**Figura 13 – Caratterizzazione qualità dell'aria per i comuni interessati dagli interventi in progetto**  
(fonte: Valutazione della Qualità dell'Aria della Regione Lazio 2019)

Dai dati riportati nel presente paragrafo si osserva un generale rispetto dei limiti normativi.

## 5 QUADRO METEO-CLIMATICO LOCALE

L'articolata struttura orografica del Lazio influisce notevolmente sulle caratteristiche meteorologiche e micrometeorologiche del territorio che sono alla base dei processi di dispersione delle sostanze inquinanti rilasciati in atmosfera. Un altro fattore importante nella dispersione degli inquinanti è il vento, che ha anche una componente stagionale. Infine, si ricordano gli effetti dell'intensità della radiazione globale, che evidentemente ha un picco nel periodo estivo.

Per la caratterizzazione del sito sono stati analizzati i dati resi disponibili da meteoblu ([www.meteoblu.com](http://www.meteoblu.com)). Si veda al proposito l'Allegato II.

La caratterizzazione è avvenuta allo scopo di determinare la **classe di stabilità atmosferica** secondo la teoria di Pasquill. La stabilità dell'aria è una caratteristica dell'atmosfera da cui dipende la maggior parte dei fenomeni legati a movimenti verticali dell'aria, quali la formazione di nubi a sviluppo verticale o nubi termoconvettive. La stabilità dell'aria dipende dal gradiente termico verticale (la variazione della temperatura dell'aria con la quota, rappresentata dalla curva di stato). La classe di stabilità atmosferica rappresenta un importante indicatore utilizzato per definire il potenziale di rigenerazione della qualità dell'aria, in quanto connesso alla turbolenza dei bassi strati dell'atmosfera, vale a dire alla capacità di disperdere gli inquinanti aeriformi.

Le classi di stabilità atmosferica sono un metodo di classificazione della stabilità atmosferica creato da Frank Pasquill nel 1961 secondo il quale le categorie di stabilità classificano la stabilità atmosferica in funzione della velocità del vento a 10 m dal suolo, della radiazione solare, della copertura del cielo e del momento della giornata in cui ci si trova (giorno o notte), secondo quanto riportato nello schema successivo. La turbolenza atmosferica viene suddivisa in sei categorie di stabilità chiamate A, B, C, D, E e F, dove la categoria A è la più instabile e la categoria F identifica la più stabile (o meno turbolenta).

| Velocità<br>del<br>vento al<br>suolo | Radiazione solare diurna |          |        | Copertura nuvolosa<br>notturna (nubi basse) |         |
|--------------------------------------|--------------------------|----------|--------|---------------------------------------------|---------|
|                                      | Forte                    | Moderata | Debole | Coperto o ><br>50%                          | < = 50% |
| < 2                                  | A                        | A - B    | B      | E                                           | F       |
| 2-3                                  | A - B                    | B        | C      | E                                           | F       |
| 3-5                                  | B                        | B - C    | C      | D                                           | E       |
| 5-6                                  | C                        | C - D    | D      | D                                           | D       |
| > 6                                  | C                        | D        | D      | D                                           | D       |

**Note:**  
 (1) La classe D (neutrale) si applica con cielo coperto da densa coltre nuvolosa, indipendentemente dalla velocità del vento sia di notte che di giorno e dalle condizioni del cielo durante l'ora precedente o seguente la notte come definita alla nota 3.  
 (2) L'insolazione forte è riferita a giornate assolate di mezza estate; l'insolazione debole a condizioni similari a metà inverno.  
 (3) Le ore notturne coprono l'arco di tempo che va da 1 ora prima del tramonto ad 1 ora dopo l'alba.

**Figura 14 – Corrispondenze tra categorie di Pasquill, intensità della velocità del vento a 10m, radiazione solare globale e radiazione solare netta**

In termini quantitativi, vale la seguente tabella:

**Tabella 6 - Corrispondenze tra categorie di Pasquill, intensità della velocità del vento a 10m e radiazione solare diurna**

| Velocità vento al suolo (m/s) | Radiazione solare diurna [W/m <sup>2</sup> ] |          |         |              |
|-------------------------------|----------------------------------------------|----------|---------|--------------|
|                               | > 582                                        | 582÷291  | 291÷145 | <145         |
|                               | Forte                                        | Moderata | Debole  | Molto debole |
| <2                            | A                                            | A/B      | B       | D            |
| 2-3                           | A/B                                          | B        | C       | D            |
| 3-4                           | B                                            | B/C      | C       | D            |
| 4-6                           | C                                            | C/D      | D       | D            |
| >6                            | C                                            | D        | D       | D            |

Le categorie di stabilità rappresentano condizioni di dispersione e di rimescolamento verticale dell'atmosfera, man mano decrescente a partire dalla classe A fino alla classe F+G. Da un punto di vista generale, tali classi possono essere così individuate:

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| A | Condizioni estremamente instabili  |
| B | Condizioni moderatamente instabili |
| C | Condizioni leggermente instabili   |
| D | Condizioni di neutralità           |
| E | Condizioni leggermente stabili     |
| F | Condizioni moderatamente stabili   |
| G | Estremamente stabile               |

**Figura 15 – Definizione classi di Pasquill**

In condizioni di stabilità (classi F e G) le sostanze inquinanti permangono più a lungo allo stesso livello, tali condizioni influenzano la dispersione verticale degli inquinanti nelle immediate vicinanze della fonte, in quanto ad una maggiore stabilità si associa un minore trasporto verticale. In condizioni di instabilità (classe A forte instabilità, B instabilità, C debole instabilità), i vortici di turbolenza raggiungono dimensioni notevoli e di conseguenza la dispersione degli inquinanti risulta velocissima. La classe D rappresenta la neutralità e in tale condizione la turbolenza atmosferica risulta bassa e la dispersione e la salita della nuvola dell'inquinante risultano inibite.

I dati meteorologici analizzati permettono pertanto di trarre le seguenti conclusioni relative alla determinazione della stabilità atmosferica secondo Pasquill:

- Periodo di analisi: dal 2010 al 2020;
- Radiazione solare media (periodo estivo): compresa fra 200 e 350 W/m<sup>2</sup>;
- Vento: valore medio 1,7 m/s con direzioni prevalenti E e SW e SE.

Pertanto la zona in esame si può classificare come classe A/B (estremamente/moderatamente instabile), che per la normativa TA Luft si traduce in classe V/IV. Cautelativamente si assume la **classe IV**.

## 6 DETERMINAZIONE DELLE EMISSIONI PER LA PREVISIONE DELL'IMPATTO ATMOSFERICO

I valori di emissione di inquinanti, calcolati come più diffusamente descritto di seguito, sono stati implementati nel codice di calcolo in modo differente in relazione alle due fasi di cantiere e di esercizio rispettivamente oggetto di analisi.

### 6.1 Fase di esercizio

Per la definizione delle emissioni inquinanti del parco circolante sono stati sviluppati a livello internazionale programmi di ricerca finalizzati a individuare metodologie di stima delle emissioni affidabili e semplici da applicare.

In particolare l'Unione Europea, tramite numerose misure di emissione eseguite nei vari paesi europei, per diverse tipologie e marche di veicoli, ha definito dei fattori di emissione ovvero dei coefficienti che consentono di ottenere le emissioni inquinanti a partire dai soli dati di traffico e composizione del parco circolante.

Un modello di calcolo frequentemente utilizzato in Europa, ma anche in altre parti del mondo, per la stima delle emissioni di inquinanti atmosferici dovuti ai trasporti stradali, è denominato COPERT (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic).

La metodologia COPERT è stata introdotta dall'EEA (European Environment Agency, Agenzia Europea per l'Ambiente) per la redazione dei rapporti sullo stato dell'ambiente e dai National Reference Center per la realizzazione degli inventari nazionali delle emissioni, nell'ambito del progetto CORINAIR (COordination INformation AIR).

La banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale qui presentata si basa sulle stime effettuate ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, realizzato annualmente da Ispra come strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico, quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), il Protocollo di Kyoto, la Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (UNECE-CLRTAP), le Direttive europee sulla limitazione delle emissioni.

La metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici è basata sull'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 ed è coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra.

È stato utilizzato COPERT version 5.2.2, software il cui sviluppo è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, nell'ambito delle attività dello European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM).

Le stime sono state elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali). Si veda <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>.

I fattori di emissione sono calcolati sia rispetto ai km percorsi che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l'ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

Le stime sono state aggiornate coerentemente con l'aggiornamento del modello di stima COPERT version 5.2.2 (aggiornamenti descritti al link <http://www.emisia.com/utilities/copert/versions/>).

La metodologia semplificata permette di calcolare le emissioni di monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NOX), composti organici volatili non metanici (COVNM), metano (CH<sub>4</sub>), particolato (PM<sub>10</sub>) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). Si osserva che nel caso delle emissioni veicolari, gran parte del PM<sub>10</sub> è costituito dalla frazione di dimensioni più fini.

**Tabella 7 – Limiti e fattori di emissione**

| Inquinante                   | Formula                       | Cat.    | Limite orario     | Limite giornaliero          | Limite medio annuo                          | Soglia allarme     | Fattore emissione 2017 | Fattore emissione 2017 |
|------------------------------|-------------------------------|---------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
|                              |                               |         |                   |                             |                                             |                    | <b>Mezzi leggeri</b>   | <b>Mezzi pesanti</b>   |
|                              |                               |         | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup>           | µg/m <sup>3</sup>                           | µg/m <sup>3</sup>  | g/km                   | g/km                   |
| <b>Biossido di azoto</b>     | NO <sub>2</sub>               | Gas     | 200               |                             | 40                                          | 400 (media oraria) | 0.1454                 | 0.5236                 |
| <b>Ossidi di azoto</b>       | NO <sub>x</sub>               | Gas     |                   |                             | 40 (30 per la protezione della vegetazione) |                    | 0.4047                 | 4.2974                 |
| <b>Monossido di carbonio</b> | CO                            | Gas     |                   | 10000 (media massima su 8h) |                                             |                    | 0.7092                 | 1.157                  |
| <b>Ozono</b>                 | O <sub>3</sub>                | Gas     | 180               | 120                         |                                             | 240 (media oraria) | n.a.                   | n.a.                   |
| <b>Biossido di zolfo</b>     | SO <sub>2</sub>               | Gas     | 350               | 125                         |                                             | 500 (media oraria) | 0.0007                 | 0.0033                 |
| <b>Benzene</b>               | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | Gas     | 5                 |                             |                                             |                    | 0.0025                 | 0.0001                 |
| <b>Particolato</b>           | PM <sub>2.5</sub>             | Polveri |                   |                             | 25                                          |                    | 0.0241                 | 0.1437                 |
| <b>Particolato</b>           | PM <sub>10</sub>              | Polveri |                   | 50                          | 40                                          |                    | 0.0338                 | 0.1861                 |

I fattori di emissione vengono combinati con i volumi di traffico relativi alle diverse sezioni al fine di ottenere le emissioni inquinanti.

I dati di traffico, forniti dalla committenza, vengono elaborati in modo da determinare i volumi di traffico espressi in veicoli/ora relativi a mezzi leggeri e mezzi pesanti. Alle due tipologie di mezzi si associa la velocità media di percorrenza in km/h.

Oggetto della valutazione è l'insieme di opere per l'adeguamento della piattaforma stradale alla categoria B – Extraurbana Principale e messa in sicurezza dal m 64+000 al km 70+800 della SS4 Via Salaria, con l'aggiunta di una corsia per senso di marcia e la realizzazione di svincoli in sostituzione delle attuali intersenzioni a raso già esistenti con la viabilità secondaria; conseguentemente, le sorgenti sonore sono rappresentate dai flussi veicolari transitanti sui vari tratti stradali.

Sono stati considerati come sorgenti sonore le seguenti infrastrutture stradali nei tratti interessati dagli interventi:

- SS4 Via Salaria;
- Via Salaria Vecchia;
- Viabilità locale svincolo San Giovanni Reatino.

Le sorgenti stradali sono implementate secondo lo standard COPERT, che rappresenta le sorgenti di emissione dei flussi veicolari come sorgenti lineari, definendo i volumi di traffico dei veicoli totali espressi in veicoli/ora, la percentuale di veicoli pesanti e le velocità di percorrenza.

Le infrastrutture prese in esame vengono suddivise in archi stradali con flussi omogenei.

I dati di traffico sono stati elaborati a partire dalle informazioni ricavate dall'indagine svolta nel 2020, *Analisi Trasportistica relativa all'adeguamento e messa in sicurezza della SS4 Salaria* elaborata da Systematica s.r.l. per conto di PROGIN S.p.A. (si veda l'All. IV al presente documento).

I dati riportati dallo studio del traffico sopra citato sono stati elaborati al fine di ricondurli al formato richiesto dal modello matematico utilizzato per l'analisi previsionale.

I dati di partenza sono espressi come flussi bidirezionali relativi all'ora di punta nei vari segmenti stradali della Salaria. Sono state effettuate le seguenti elaborazioni:

- Trasformazione da valore all'ora di punta a TGM tramite fattori correttivi definiti nel documento *Analisi Trasportistica relativa all'adeguamento e messa in sicurezza della SS4 Salaria* elaborata da Systematica s.r.l. e riportati di seguito;

**Tabella 8 – Fattori correttivi da ora di punta a TGM**

| Tipologia veicolo | Fattore correttivo |
|-------------------|--------------------|
| Veicoli leggeri   | 13,9               |
| Veicoli pesanti   | 12,99              |

Per effettuare questo passaggio il dato di partenza deve essere ripartito tra veicoli leggeri e veicoli pesanti; tale suddivisione varia in relazione al periodo di riferimento considerato, diurno o notturno. I coefficienti utilizzati per la ripartizione vengono desunti dai dati ANAS sezione 2350 e riportati di seguito.

**Tabella 9 – Suddivisione diurno-notturno globale**

| Periodo di riferimento | Fattore % |
|------------------------|-----------|
| Periodo diurno         | 87%       |
| Periodo notturno       | 13%       |

**Tabella 10 – Suddivisione nelle categorie veicoli leggeri e veicoli pesanti per ciascun periodo di riferimento**

| Tipologia di veicolo | Periodo diurno | Periodo notturno |
|----------------------|----------------|------------------|
| Veicoli leggeri      | 85%            | 75%              |
| Veicoli pesanti      | 15%            | 25%              |

Con queste trasformazioni, sommando i contributi relativi a periodo diurno e periodo notturno, è possibile esprimere il dato di traffico come TGM bidirezionale relativo a veicoli leggeri e a veicoli pesanti per le diverse sezioni dell'infrastruttura.

- calcolo del dato di traffico in veicoli/ora dividendo per il numero di ore del periodo di riferimento (24 ore).

Nel modello matematico sono state utilizzate le seguenti informazioni sulla base delle informazioni estratte dallo studio del traffico riguardanti le velocità dei veicoli:

**Tabella 11 – Definizione velocità in base alla tipologia di veicolo e al periodo di riferimento – scenario Ante Operam**

|                     | Velocità media (km/h) |                 |
|---------------------|-----------------------|-----------------|
|                     | Veicoli leggeri       | Veicoli pesanti |
| <b>SS4 Salaria</b>  | 66                    | 56              |
| <b>Intersezioni</b> | 40                    | 30              |

**Tabella 12 – Definizione velocità in base alla tipologia di veicolo e al periodo di riferimento – scenario Post Operam**

|                                         | Velocità media (km/h) |                 |
|-----------------------------------------|-----------------------|-----------------|
|                                         | Veicoli leggeri       | Veicoli pesanti |
| <b>SS4 Salaria</b>                      | 88,4                  | 78,4            |
| <b>Rampe e rotonde</b>                  | 40                    | 30              |
| <b>Intersezione SP34</b>                | 45                    | 35              |
| <b>Intersezione Via Salaria Vecchia</b> | 33                    | 33              |

E' stato pertanto possibile assegnare ad ogni arco stradale un volume di traffico in modo da ottenere i dati utilizzabili per le sorgenti COPERT nel modello previsionale, dal quale si ottengono le mappe di dispersione degli inquinanti nella situazione Ante Operam e Post Operam.

I volumi di traffico ottenuti come input del modello previsionale sono riportati in allegato III.

## 6.2 Fase di cantiere

La fase di cantiere è caratterizzata dalla presenza di macchine operatrici, impianti fissi e mobili di cantiere e lavorazioni in grado di originare, in maniera diretta, potenziali fattori di pressione antropica a carico della componente atmosfera. Viene, pertanto, innanzitutto a definirsi uno scenario di azioni progettuali caratterizzate da emissioni in atmosfera potenzialmente in grado di incidere in maniera diretta (in quanto direttamente prodotte dai macchinari o dalle loro azioni e lavorazioni) sullo stato qualitativo dell'aria.

Si tratta di azioni differenti e variabili in funzione del relativo ambito di progetto, seppur complessivamente riconducibili all'utilizzo, all'impiego, all'attività e, più in generale, alla presenza di sorgenti emissive di tipo:

- diffuso, sostanzialmente prodotte dalle azioni di movimentazione (scotico, scavo, carico e scarico dei camion, formazione di cumuli e rilevati, ecc.) di materiali terrigeni;
- canalizzate, sostanzialmente prodotte da impianti fissi e loro utilities.

Oltre a ciò, la fase di cantiere origina anche uno scenario di azioni potenzialmente in grado di incidere in maniera indiretta (in quanto non direttamente prodotte e originate dalle lavorazioni) sulla componente atmosfera.

Si tratta, in particolare, del cosiddetto traffico indotto dal cantiere, consistente nei mezzi (per lo più pesanti) adibiti alla movimentazione dei materiali di scavo, all'approvvigionamento dei materiali da costruzione e al conferimento dei materiali di risulta. Detto traffico indotto definisce emissioni di tipo lineare che interessano sia la viabilità di cantiere, esistente e nuova, sia la pubblica viabilità esterna al cantiere.

Ancora indirettamente, la presenza dei mezzi di cantiere può, almeno potenzialmente, originare ulteriori effetti sulla componente atmosfera, laddove risultino necessari interventi di adeguamento o modifica della viabilità locale urbana, con conseguente redistribuzione (e talvolta rallentamento) del traffico veicolare cittadino o sovra-locale correlata a restringimenti di carreggiata, deviazioni, introduzione di soste temporizzate, ecc. Si riporta di seguito la tabella di sintesi delle azioni di progetto relative alla fase di cantiere.

| Fase di cantiere      |                               |                                      |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Ambiti di progetto    |                               | Azioni di progetto                   |
| Corpo stradale        | Rilevati                      | Abbancamento materie                 |
|                       | Trincee                       | Scavo                                |
| Opere d'arte maggiori | Galleria naturale             | Scavo                                |
|                       | Viadotti                      | Realizzazione fondazione pile        |
|                       |                               | Realizzazione spalle                 |
| Opere d'arte minori   | Cavalcavia                    | Scavo                                |
|                       |                               | Abbancamento materie                 |
|                       |                               | Realizzazione spalle                 |
|                       | Tombini                       | Scavo                                |
|                       | Svincoli                      | Abbancamento materie                 |
|                       |                               | Scavo                                |
|                       | Opere di sostegno/drenaggio   | Scavo                                |
| Cantieri              | Operativi                     | Abbancamento materie                 |
|                       |                               | Funzionamento impianto di betonaggio |
|                       |                               | Stoccaggio materiale da costruzione  |
|                       |                               | Deposito carburante e liquidi        |
|                       |                               | Accumulo materiali di scarto         |
|                       | Base                          | Ingombro (allestimento cantiere)     |
|                       |                               | Ingombro (allestimento cantiere)     |
|                       | Aree di stoccaggio temporaneo | Movimentazione materie               |
|                       |                               | Ingombro (allestimento cantiere)     |
|                       | Viabilità esistente           | Movimentazione parco macchine        |
| Viabilità secondaria  | Viabilità nuova               | Movimentazione parco macchine        |
|                       |                               | Ingombro (allestimento cantiere)     |
|                       |                               | Spostamenti viabilità esistente      |
| Cave e discariche     |                               | Approvvigionamento e smaltimento     |
|                       |                               | Scavo                                |
|                       |                               | Abbancamento materiale               |

**Figura 16 – Sintesi delle azioni di progetto relative alla fase di cantiere**

In particolare, la fase di cantiere è caratterizzata da predominanti emissioni di materiale particellare, mentre la fase di esercizio da emissioni aeriformi e particellari.

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste in progetto. Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria.

Il controllo dell'effettivo impatto delle attività di cantiere verrà, invece, eseguito attraverso il monitoraggio ambientale della qualità dell'aria in corso d'opera in corrispondenza delle aree di lavorazione potenzialmente più critiche.

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- inquinanti gassosi generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere (in particolare NO<sub>x</sub>);
- polveri: PM<sub>10</sub> (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) e PTS (polveri totali sospese). Le polveri, in particolare, sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, sia da impurità dei combustibili, sia dal sollevamento di particolato da parte delle ruote degli automezzi sia dalle attività di movimentazione di inerti.

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite da:

- movimento terra (scavi e realizzazione rilevati);
- movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri;
- dal traffico indotto dal transito degli automezzi sulla viabilità esistente e sulle piste di cantiere.

In generale, la dimensione dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta direttamente correlato all'entità dei flussi orari degli autocarri e, pertanto, risulta stimabile in relazione sia ai fabbisogni dei cantieri stessi che al materiale trasportato.

Nell'ambito del presente studio si sono prese in specifica considerazione due principali tipologie di emissione: quelle particellari legate alle operazioni di movimentazione degli inerti e alle emissioni dei motori delle macchine operatrici e dei mezzi di trasporto dei materiali, e quelle gassose rappresentate in via prioritaria dagli ossidi di azoto rilasciati dai motori delle macchine operatrici e dai mezzi di trasporto dei materiali.

Di seguito si descrive la metodologia seguita per il calcolo delle emissioni; i dati ottenuti per ognuna delle attività più significative in termini di emissione, base per definire i di input da inserire nel modello di calcolo, sono riportati in allegato IV.

Per la valutazione degli impatti in fase di esercizio dei cantieri si è fatto riferimento al Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – "Miscellaneous Sources" Paragrafo 13.2 – "Introduction to Fugitive Dust Sources" presenta le seguenti potenziali fonti di emissione:

1. Unpaved Roads: transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
2. Heavy Construction Operations (EPA, AP-42 13.2.3);
3. Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4);
4. Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5);
5. Escavazione (EPA AP-11.9.2);

Al fine di valutare gli impatti di cantiere nel modello di calcolo sono state considerate tutte le sorgenti di polvere sopra esposte. Sono state inoltre considerate le attività di escavatori e pale gommate all'interno dell'area di cantiere, e le emissioni dei gas di scarico sia dei mezzi meccanici di cantiere (assimilabili a sorgenti di emissione puntuali) sia dei mezzi pesanti in transito sui tronchi di viabilità principale (intesi come sorgenti di emissione lineari).

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (Ei in eq.1). Il fattore di emissione Ei dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni.

La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i \quad (\text{eq.1})$$

dove:

$Q(E)_i$ : emissione dell'inquinante i (ton/anno);

A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo chilometri viaggiati);

Ei: fattore di emissione dell'inquinante i (ad esempio: g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

Come accennato, per la stima dei diversi fattori di emissione sono state utilizzate le relazioni in merito suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources) e dall'Inventario Nazionale degli Inquinanti australiano (National Pollutant Inventory, N.P.I., Emission Estimation Technique Manual).

Per ogni tipologia di sorgente considerata si illustrano di seguito le stime dei fattori di emissione.

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (tipologia e n. di mezzi in circolazione, chilometri percorsi, tempi di percorrenza, tempo di carico/scarico mezzi, ecc...).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibili alla realtà.

### 6.2.1 Unpaved Roads – mezzi in transito su strade non pavimentate

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi (escavatori, pale gommate, camion in carico e scarico dei materiali, etc.) in transito sulle piste interne al cantiere, si utilizzano le relazioni fornite dall'EPA. Il particolato è, in questo caso, originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono, quindi, sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito. Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$E = k \left( \frac{sL}{12} \right)^a \left( \frac{W}{3} \right)^b$$

(eq.4: EPA, AP-42 13.2.2)

dove:

E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali, per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT);

k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM10;

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 4%;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate;

Il fattore di emissione così calcolato (eq.4) viene convertito nell'unità di misura g/VKT (VKT, veicolo-chilometro viaggiato) mediante un fattore di conversione pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT).

## 6.2.2 Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico

La produzione totale di polvere legata all'attività di movimentazione e stoccaggio è legata alle seguenti singole attività:

- carico e scarico dei mezzi;
- traffico dei mezzi nelle aree di stoccaggio, carico e scarico;
- erosione del vento nella fase di carico e scarico.

La quantità di polveri generate da tali attività viene stimata utilizzando la seguente formula empirica:

$$E = k(0.0016) \left( \frac{U}{2.2} \right)^{1.3} \left( \frac{M}{2} \right)^{-1.4}$$

(eq.6: EPA, AP-42 13.2.4)

dove:

E = fattore di emissione di particolato (kg/Mg);

k = parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato);

U = velocità media del vento (m/s) assunta pari a 1,7 m/s sulla base dell'analisi dei dati meteorologici locali;

M = umidità del terreno (%) assunta pari al 2,5% sotto falda.

Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato in tabella:

| Aerodynamic Particle Size Multiplier (k) For Equation 1 |         |         |        |          |
|---------------------------------------------------------|---------|---------|--------|----------|
| < 30 µm                                                 | < 15 µm | < 10 µm | < 5 µm | < 2.5 µm |
| 0.74                                                    | 0.48    | 0.35    | 0.20   | 0.053*   |

**Figura 17 – Definizione parametro k in base alla dimensione del particolato**

Per il PM10 si assume quindi k pari a 0.35. La diffusione di particolato legata alle attività di movimentazione e stoccaggio di materiale è pari al prodotto del fattore di emissione E per le tonnellate di materiale movimentate giornalmente.

## 6.2.3 Azione eolica sui cumuli in stoccaggio temporaneo

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 “Industrial Wind Erosion”) queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. In questa sede si è scelto di seguire l'approccio delle “Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”. Tali linee guida considerano, per l'erosione del vento dai cumuli, l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. Il rateo emissivo orario è calcolato con l'espressione:

$$E_i = E_{Fi} * a * movh$$

(eq.7: Linee Guida ARPA Toscana)

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5), nel nostro caso PM10;

E<sub>Fi</sub> = fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato (kg/m<sup>2</sup>);

a = superficie dell'area movimentata in m<sup>2</sup>;

movh = numero di movimentazioni/ora, si assume che corrisponda al n. di mezzi/h, ossia che ciascun cumulo corrisponda ai volumi di capienza di ciascun camion che effettua il trasporto.

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Nel caso

di cumuli non a base circolare, si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale. Dai valori di:

- altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in m;
- diametro della base D in m

Si individua il fattore di emissione areale EF<sub>i</sub> dell’i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella:

| cumuli alti $H/D > 0.2$     |                 |
|-----------------------------|-----------------|
|                             | $EF_i (kg/m^2)$ |
| PTS                         | 1.6E-05         |
| PM <sub>10</sub>            | 7.9E-06         |
| PM <sub>2.5</sub>           | 1.26E-06        |
| cumuli bassi $H/D \leq 0.2$ |                 |
|                             | $EF_i (kg/m^2)$ |
| PTS                         | 5.1E-04         |
| PM <sub>10</sub>            | 2.5 E-04        |
| PM <sub>2.5</sub>           | 3.8 E-05        |

**Figura 18 – Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato**

Nel caso in oggetto si assume:

- H = 2 m;
- D = 5 m;
- H/D = 0.4 > 0.2, perciò si rientra nella sezione “cumuli alti”.

quindi si utilizza un EF per il PM<sub>10</sub> pari a 0.0000079 kg/mq.

#### 6.2.4 Attività di escavazione

Un'altra fonte di emissione di polveri che è stata considerata è l'attività dei mezzi di cantiere quali escavatori o pale gommate nelle aree di cantiere. Tale sorgente è stata assimilata alle emissioni riportate nel paragrafo 11.9.2 del documento EPA, AP-42, relativo all'estrazione del carbone.

Nella tabella 11.9.2 di tale documento sono riportate le equazioni per il calcolo dei fattori di emissione per sorgenti di polvere in condizioni aperte incontrollate.

Il particolato sollevato dai mezzi di cantiere quali bulldozer per attività quali “overburden” (terreno di copertura) è stimato dalla seguente equazione:

$$E = \frac{(sL)^{1.5}}{(M)^{1.4}} * 0.75 * 0.45 (kg/h)$$

(eq.8: EPA, AP-42 11.9.2 Bulldozing)

dove:

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 4%;

M: umidità del terreno (%) assunta pari al 10%.

Il sollevamento di particolato dalle attività dei mezzi di cantiere è pari al prodotto del fattore di emissione E così calcolato per il numero di ore lavorative giornaliere, assunto pari a 10 h/d.

#### 6.2.5 Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, oltre al parametro PM<sub>10</sub> si aggiungono anche gli NO<sub>x</sub>, tipici inquinanti da traffico veicolare.

#### **Sorgenti puntuali**

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento al database del programma di calcolo COPERT III ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA.

All'interno del documento è possibile individuare dati relativi ai seguenti macchinari principali (Other Mobile Sources and Machinery – SNAP 0808XX):

- Pale meccaniche (Tractors/Loaders/Backhoes): le pale impiegate per la movimentazione delle terre di scavo, su ruote o cingolate (Bulldozer), sono di vario tipo a seconda della loro dimensione. Una pala meccanica di medie dimensioni ha una potenza tra i 40 kW ed i 120 kW. I motori di media e grossa cilindrata sono tipicamente turbodiesel;
- Autocarri (Off-Highway Trucks): dumper e autocarri per il trasporto dei materiali di scavo e di costruzione. Le motorizzazioni prevedono generalmente motori diesel turbo con potenze variabili tra i 300 ed i 400 kW;
- Autobetoniere di grandi dimensioni: si considera un mezzo con capacità nominale elevata (14000) in grado di sviluppare una potenza massima di 95-130 kW;
- Escavatori (wheel/crawler type): utilizzati principalmente per movimenti di terra e lavori di carico/scarico. Possono essere distinti in tre classi: piccola taglia con potenza da 10 a 40kW, di media taglia da 50 a 500kW, e superiori ai 500kW utilizzati per lavori pesanti di estrazione e movimentazione del materiale.

Vengono valutati anche i contributi forniti da rullo compattatore, asfaltatrice e macchina palificatrice.

Il calcolo delle emissioni si basa sulla seguente formula:

$$E = HP * LF * EFi$$

E = massa di emissioni prodotta per unità di tempo [g/h];

HP = potenza massima del motore [kW];

LF = load factor;

EFi = fattore di emissione medio del parametro i – esimo [g/kWh].

Il load factor LF è determinato sulla base dei fattori indicati in corrispondenza dei cicli standard ISO DP 8178; nel caso specifico è stato adottato un valore pari a 0,15 che, per la categoria di riferimento (C1 - Diesel powered off road industrial equipment) è il più elevato riportato (cicli 1-3).

Il rapporto "EMEP-CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2007 – Group 8: Other mobile sources and machinery" individua i valori del fattore di emissione da utilizzare per i diversi inquinanti in base al range di potenza del macchinario. Tali fattori sono riportati nella tabella seguente.

| Inquinante<br>(g/kWh) | Intervallo di Potenza kW |       |       |        |         |         |         |      |
|-----------------------|--------------------------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|------|
|                       | 0-20                     | 20-37 | 37-75 | 75-130 | 130-300 | 300-560 | 560-1MW | >1MW |
| CO                    | 8,38                     | 5,50  | 5,00  | 5,00   | 3,50    | 3,50    | 3,00    | 3,00 |
| NOx                   | 14,4                     | 6,40  | 4,00  | 3,50   | 3,50    | 3,50    | 14,4    | 14,4 |
| PM2,5                 | 2,09                     | 0,56  | 0,38  | 0,28   | 0,18    | 0,19    | 1,03    | 1,03 |
| PM                    | 2,22                     | 0,60  | 0,40  | 0,30   | 0,20    | 0,20    | 1,10    | 1,10 |

**Figura 19 – Fattori di emissione EMEP-CORINAIR**

In riferimento alla dimensione delle polveri emesse dai motori diesel è possibile individuare in bibliografia i seguenti dati: il 100% del particolato rientra nel PM10, ma oltre il 90% è costituito dal PM2,5 e addirittura oltre l'85% presenta dimensioni inferiori al  $\mu\text{m}$ .

Un confronto quantitativo con le altre sorgenti è pertanto possibile esclusivamente sulla base dell'indicatore PM10, per quanto la natura e la composizione chimica delle polveri in oggetto sia completamente differente.

## 7 VALUTAZIONE PREVISIONALE DEGLI IMPATTI POST OPERAM

Le valutazioni modellistiche sono state sviluppate tramite codice numerico di dispersione degli inquinanti per la valutazione delle concentrazioni degli inquinanti emessi dalla variante stradale oggetto del presente studio per un anno solare rappresentativo delle condizioni meteorologiche dell'area; il dominio spaziale è rappresentato da una fascia di circa 500 m centrata sull'infrastruttura oggetto di intervento ed il calcolo è stato condotto con una maglia di punti equidistanziata di 10 m.

Il modello è realizzato inserendo l'altimetria del terreno e gli elementi cartografici principali come edifici e tracciati stradali al fine di simulare al meglio l'impatto sull'area in esame. La modellizzazione del terreno è realizzata utilizzando un file vettoriale contenente le indicazioni delle quote altimetriche assolute del terreno e degli edifici, importato direttamente nel modello matematico. Parimenti sono stati importati i file dei tracciati di progetto con relative quote altimetriche in maniera da simulare correttamente i vari tratti stradali.

Sulla base dell’osservazione diretta effettuata durante i sopralluoghi, si sono potuti verificare e adeguare i dati di input per renderli aderenti allo stato reale del sito.

La valutazione della concentrazione degli inquinanti prodotti dall’esercizio dell’infrastruttura stradale in esame è stata eseguita utilizzando le impostazioni emissive illustrate in precedenza per gli inquinanti di interesse con definizione conforme a COPERT mediante modello numerico di diffusione gaussiano. Per l’attività, oggetto del presente studio, sarà applicato il codice di dispersione implementato nel software commerciale IMMI 2020 prodotto dalla WMS – Germany.

I fattori di emissione utilizzati sono ottenuti dai dati riportati in precedenza combinando i dati derivati dalle banche dati INEMAR e ISPRA con i flussi veicolari stimati.

L’andamento dei parametri meteorologico necessari allo sviluppo modellistico è stato dedotto dai dati descritti in precedenza ed è stata impostata la classe di stabilità IV secondo TALuft, corrispondente alla classe B di Pasquill.

Le valutazioni hanno considerato sia lo scenario Ante Operam sia lo scenario Post Operam.

La modellizzazione riguarda esclusivamente le emissioni prodotte dall’infrastruttura in esame e quelle ad esse connessa, escludendo qualsiasi altra fonte emissiva.

Queste saranno valutate considerandole parte integrante del “fondo” i cui livelli sono desunti dai valori rilevati dalle centraline e riportati in precedenza.

La valutazione complessiva sarà quindi data dalla somma delle immissioni calcolate attraverso l’implementazione del modello, dovute al traffico autoveicolare in transito, ed il fondo.

Si dovrà inoltre tenere in considerazione che il “fondo” comprende anche le emissioni dell’attuale configurazione viaria e quindi l’emissione complessiva è data dal fondo sommato al contributo delle emissioni dello scenario progettuale ricavato quale incremento riferito allo scenario attuale.

Sono stati selezionati per il calcolo i seguenti inquinanti, identificati come i maggiormente rappresentativi dell’impatto atmosferico dovuto a traffico veicolare:

- Particolato (PM10)
- Ossidi di azoto (NOx)
- Monossido di carbonio (CO)
- Anidride carbonica (CO2)
- Biossido di zolfo (SO2)

I risultati della fase di modellizzazione sono espressi mediante mappe di concentrazione degli inquinanti selezionati (si vedano le apposite tavole) e mediante la determinazione delle concentrazioni in alcune postazioni ritenute significative lungo il tracciato dell’opera in progetto.

Le postazioni individuate per la valutazione della componente atmosfera sono state scelte in corrispondenza di edifici abitativi in prossimità degli interventi in progetto (si veda all. V). Si tratta di 4 postazioni rappresentative delle principali zone esposte alle pressioni delle opere in progetto:

- ATM 05: area sud, in corrispondenza della frazione di Ornaro Basso in prossimità dell’inizio dell’intervento;
- ATM 06: zona centro-sud, tra la frazione di Ornaro Basso e l’intersezione con la SP34;
- ATM 07: zona centro-nord, tra l’intersezione con la SP34 e l’abitato di San Giovanni Reatino;
- ATM 08: zona nord, in corrispondenza dell’abitato di San Giovanni Reatino.

## 7.1 Analisi dei risultati dell’impatto Ante Operam

Lo scenario Ante Operam rappresenta la situazione presente allo stato attuale e viene utilizzato come base di confronto per analizzare le modifiche e gli eventuali peggioramenti introdotti dagli interventi in progetto.

Come evidenziato dall’analisi dei dati riportati nel capitolo *Valutazione inquinamento atmosferico Ante Operam*, l’infrastruttura SS4 Salaria non rappresenta ad oggi una criticità rilevante per l’impatto atmosferico sul territorio circostante.

Si rimanda alle specifiche tavole per gli output grafici del calcolo della distribuzione delle concentrazioni per i diversi inquinanti considerati.

Di seguito sono riportati i valori previsionali per le postazioni puntuali individuate (Percentile98).

**Tabella 13 – Concentrazioni Ante Operam (Percentile 98°)**

|        | <b>SO<sub>2</sub></b> | <b>NO<sub>x</sub></b> | <b>CO</b>         | <b>CO<sub>2</sub></b> | <b>PM<sub>10</sub></b> |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
|        | µg/m <sup>3</sup>     | µg/m <sup>3</sup>     | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup>     | µg/m <sup>3</sup>      |
| ATM 05 | 8                     | 273                   | 692               | 32445                 | 17                     |
| ATM 06 | 10                    | 322                   | 815               | 38254                 | 19                     |
| ATM 07 | 6                     | 195                   | 494               | 23158                 | 12                     |
| ATM 08 | 9                     | 301                   | 765               | 35833                 | 18                     |
| Media  | 8                     | 273                   | 691               | 32422                 | 17                     |
| Limiti | 125                   | 40                    | 10000             |                       | 40                     |

Dal confronto dei valori di concentrazione calcolati puntualmente con i limiti normativi emergono criticità per quanto riguarda gli ossidi di azoto.

## 7.2 Analisi dei risultati dell'impatto Post Operam

Lo scenario post operam raffigura la situazione prevista in seguito alla realizzazione degli interventi in progetto; sono stati perciò implementati nel modello i nuovi tracciati stradali con i relativi flussi veicolari.

Nel corso della fase di esercizio le azioni di progetto potenzialmente interferenti in modo diretto con la componente atmosfera sono da ricercarsi quasi esclusivamente nel traffico veicolare circolante sulla nuova infrastruttura che, pertanto, interesserà tutti gli ambiti del tracciato, costituiti dal corpo stradale e dalle opere d'arte quali viadotti e svincoli. Interferenze di tipo indiretto sono, invece, di ricercarsi nelle possibili variazioni che la nuova infrastruttura genererà in termini di traffico indotto circolante sulle altre viabilità afferenti al medesimo sistema trasportistico col quale la strada di progetto può risultare funzionalmente interconnesso. In tal senso, gli ambiti di progetto sono rappresentati dalle altre viabilità presenti all'interno del sistema viabilistico col quale interagisce il tracciato di progetto.

L'analisi della situazione post operam è effettuata al fine di prevedere l'impatto atmosferico dello scenario di progetto, mettendo in risalto le variazioni rispetto alla situazione attuale e gli eventuali superamenti dei limiti, in modo da intervenire di conseguenza.

Si rimanda alle specifiche tavole per gli output grafici del calcolo della distribuzione delle concentrazioni per i diversi inquinanti considerati.

Di seguito sono riportati i valori previsionali per le postazioni individuate (Percentile98).

**Tabella 14 – Concentrazioni Post Operam (Percentile 98°)**

|        | <b>SO<sub>2</sub></b> | <b>NO<sub>x</sub></b> | <b>CO</b>         | <b>CO<sub>2</sub></b> | <b>PM<sub>10</sub></b> |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
|        | µg/m <sup>3</sup>     | µg/m <sup>3</sup>     | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup>     | µg/m <sup>3</sup>      |
| ATM 05 | 8                     | 239                   | 546               | 29879                 | 14                     |
| ATM 06 | 7                     | 206                   | 468               | 25722                 | 12                     |
| ATM 07 | 5                     | 166                   | 384               | 20730                 | 10                     |
| ATM 08 | 9                     | 270                   | 623               | 33832                 | 16                     |
| Media  | 7                     | 220                   | 505               | 27541                 | 13                     |
| Limiti | 125                   | 40                    | 10000             |                       | 40                     |

Anche in questo caso, dal confronto dei valori di concentrazione calcolati puntualmente con i limiti normativi emergono criticità per quanto riguarda gli ossidi di azoto.

Di seguito la tabella delle differenze fra la situazione Post Operam e Ante Operam.

**Tabella 15 – Differenza di concentrazione Post-Ante**

|        | SO <sub>2</sub>   | NO <sub>x</sub>   | CO                | CO <sub>2</sub>   | PM <sub>10</sub>  |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup> |
| ATM 05 | -1                | -34               | -145              | -2565             | -3                |
| ATM 06 | -3                | -116              | -347              | -12532            | -8                |
| ATM 07 | -1                | -29               | -110              | -2428             | -2                |
| ATM 08 | -1                | -31               | -143              | -2001             | -2                |
| Media  | -1                | -52               | -186              | -4881             | -4                |

Nella seguente tabella viene riportato il risultato del calcolo previsionale, espresso come incremento percentuale rispetto allo stato attuale (Ante Operam).

**Tabella 16 – Incremento percentuale di concentrazione rispetto alla situazione Ante Operam**

|        | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO  | CO <sub>2</sub> | PM <sub>10</sub> |
|--------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|------------------|
|        | %               | %               | %   | %               | %                |
| ATM 05 | -8              | -12             | -21 | -8              | -16              |
| ATM 06 | -33             | -36             | -43 | -33             | -38              |
| ATM 07 | -10             | -15             | -22 | -10             | -17              |
| ATM 08 | -6              | -10             | -19 | -6              | -13              |
| Media  | -14             | -18             | -26 | -14             | -21              |

Dall'analisi dei risultati previsionali sopra riportati si osservano lievi oscillazioni rispetto ai valori ante operam, che indicano una riduzione delle concentrazioni rispetto allo stato attuale. Tale riduzione è dovuta principalmente allo spostamento dell'asse stradale e all'introduzione di corsie di ingresso e uscita connesse agli svincoli.

Considerando l'incertezza legata al calcolo e ai dati di input del modello previsionale, lo scenario Post Operam alla scala dell'intero tratto in esame conferma quanto stimato per la situazione Ante Operam, con valori di concentrazione degli inquinanti che si mantengono ampiamente al di sotto dei limiti normativi; fanno eccezione gli ossidi di azoto NO<sub>x</sub> per i quali la concentrazione media annua risulta superiore al limite di 40 µg/m<sup>3</sup> sia nella situazione attuale sia nello scenario di progetto.

## 8 VALUTAZIONE PREVISIONALE DEGLI IMPATTI IN CORSO D'OPERA

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla fase di realizzazione dell'opera sono collegati in generale alle lavorazioni relative alle attività di scavo, alla movimentazione ed al transito dei mezzi pesanti e di servizio sulla rete viaria, che in determinate circostanze possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria. I principali indicatori dell'inquinamento atmosferico della fase in corso d'opera risultano perciò essere il valore di concentrazione del PM<sub>10</sub> e degli ossidi di azoto NO<sub>x</sub>.

L'impatto prodotto dalla fase di cantiere si basa sull'individuazione delle attività da cronoprogramma maggiormente legate all'emissione di polveri, sintetizzate nei seguenti ambiti di lavorazione che caratterizzano il tipo di attività necessarie per realizzare quello specifico intervento:

- Opere strutturali;
- Movimento terra;
- Opere di sostegno e messa in sicurezza;
- Finiture superficiali.

L'impostazione generale per l'attuazione delle fasi lavorative è stata studiata, trattandosi di un adeguamento di una strada esistente, con lo scopo di lasciare inizialmente inalterato il percorso della viabilità esistente, con riduzione di carreggiata, e successivamente garantendo l'esecuzione dei lavori senza interruzione della viabilità.

Pertanto, è stata prevista una modalità di realizzazione dell'opera che si esplica in 2 macro-fasi operative.

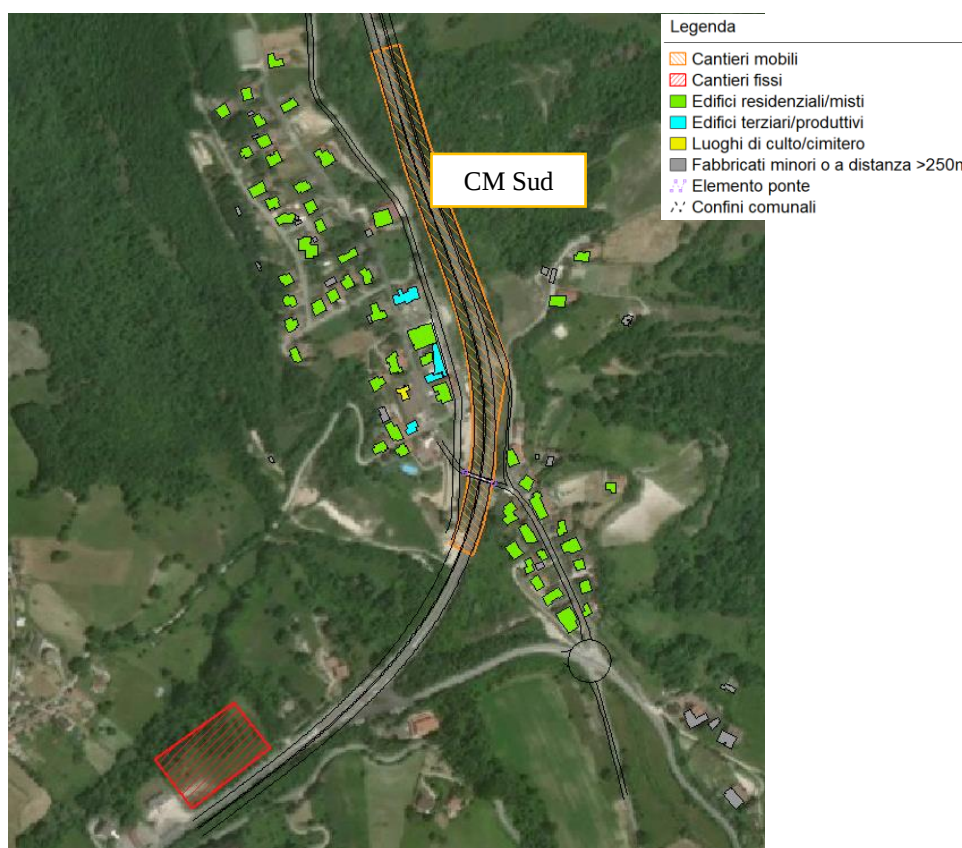
Oltre ai tempi di esecuzione delle diverse macro-fasi operative, il cronoprogramma prevede delle attività di completamento tra cui il riempimento e successiva sistemazione delle aree di deposito (ripartite pressoché sull'intero arco temporale dei lavori), l'esecuzione degli impianti (attivati nel periodo terminale), nonché i tempi di installazione e rimozione dei cantieri.

La sequenza temporale delle fasi di realizzazione dei vari tratti di corpo stradale, delle opere minori ad essi sottese e delle opere d'arte principali è riportata nell'elaborato Cronoprogramma Lavori e nella specifica relazione, oltre che tra quelli della cantierizzazione, ai quali pertanto integralmente si rimanda.

In base alle attività previste dal cronoprogramma per ciascuna fase, vengono individuate le aree di cantiere mobili.

In particolare, al fine di valutare l'impatto sulla componente atmosfera legato allo scenario di realizzazione degli interventi in progetto, sono stati individuati i tratti di intervento potenzialmente associati a maggiori criticità, individuati sulla base della tipologia di lavorazioni (ad esempio in corrispondenza delle opere d'arte maggiori) e della compresenza di cantieri mobili e cantieri fissi.

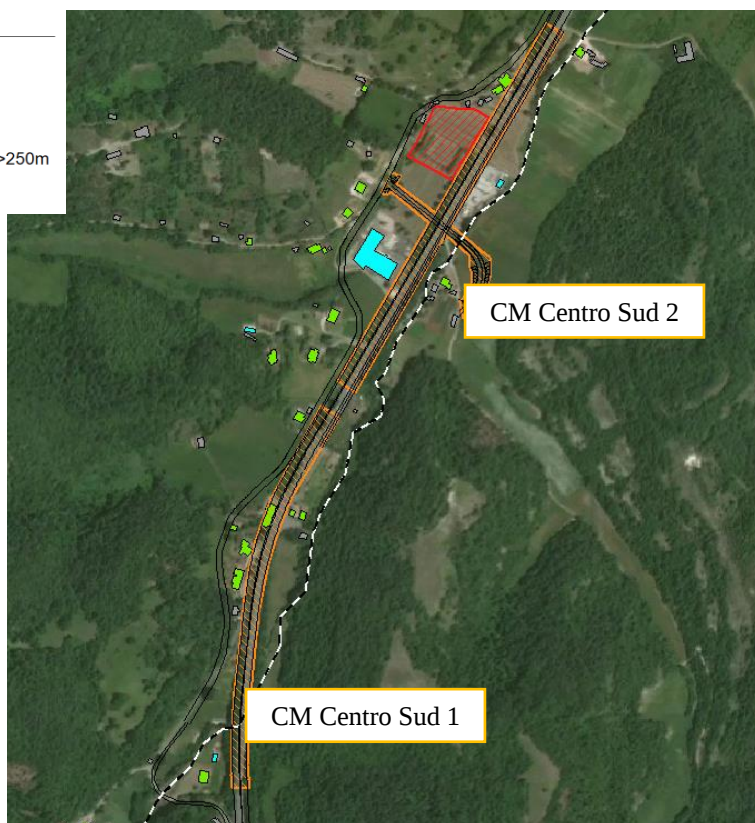
Le aree definite come cantieri mobili sono identificate nelle viste aeree a seguire.



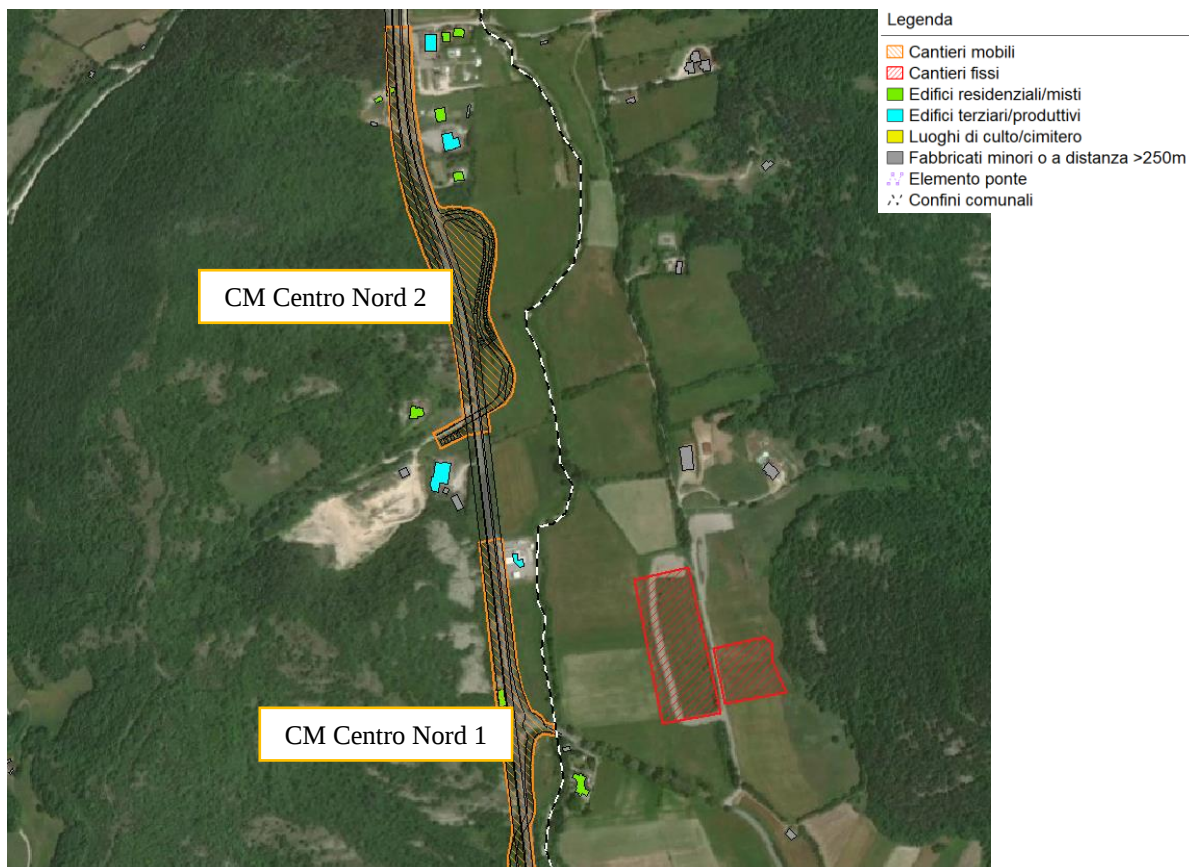
**Figura 20 – Ubicazione area di cantiere mobile Sud**

**Legenda**

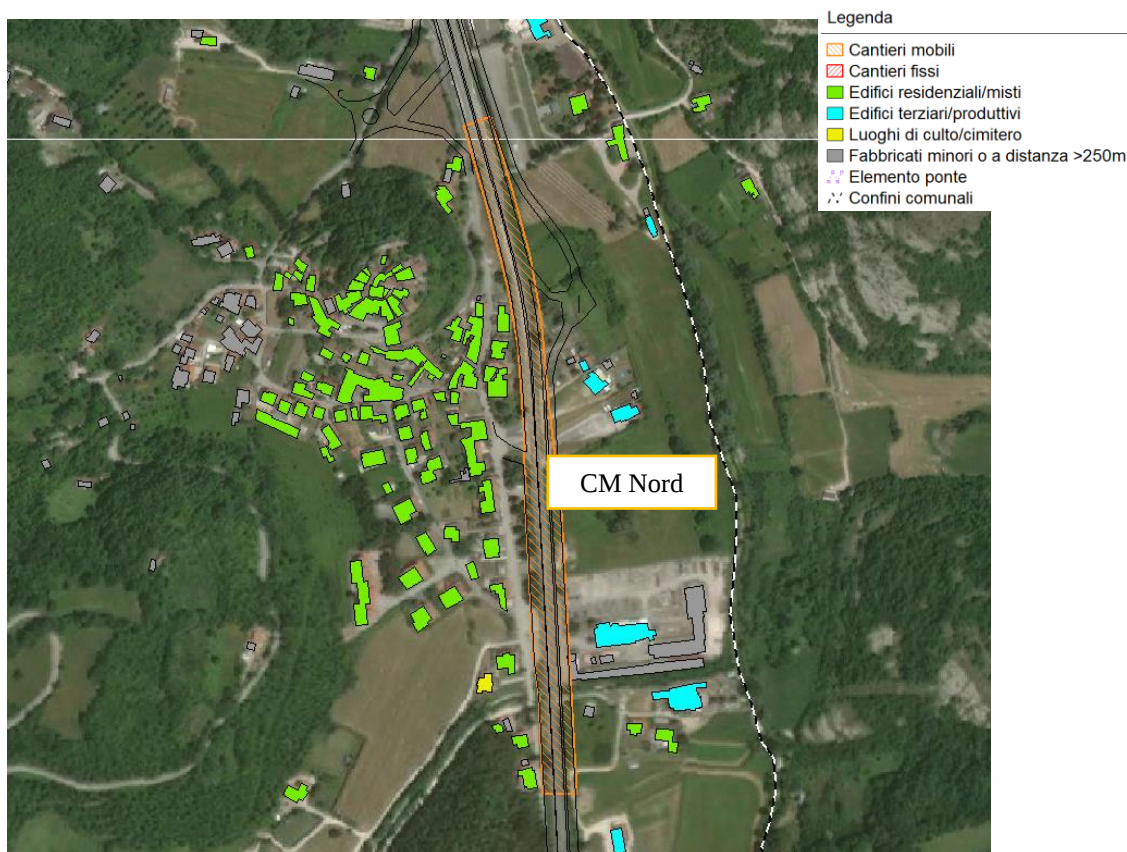
- ▨ Cantieri mobili
- ▨ Cantieri fissi
- Edifici residenziali/misti
- Edifici terziari/produttivi
- Luoghi di culto/cimitero
- Fabbricati minori o a distanza >250m
- ⋈ Elemento ponte
- Confini comunali



**Figura 21 – Ubicazione area di cantiere mobile Centro Sud**



**Figura 22 – Ubicazione area di cantiere mobile Centro Nord**



**Figura 23 – Ubicazione area di cantiere mobile Nord**

La tabella seguente riporta le aree individuate come cantieri mobili e le principali attività ad esse associate. Inoltre, le diverse attività vengono raccolte in ambiti di lavorazione comuni secondo un criterio propedeutico all'attribuzione del dato di emissione.

**Tabella 17– Attività aree di cantiere mobili**

| <b>AREE DI CANTIERE MOBILI</b> | <b>Ubicazione</b>                                      | <b>Attività</b>                                                                                                                            | <b>Ambiti di lavorazione</b>                                                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CM Sud                         | Tratto iniziale dell'intervento, frazione Ornaro Basso | Movimenti di materia per il corpo stradale principale; opere di sostegno; opere di messa in sicurezza;                                     | movimento terra, opere di sostegno e messa in sicurezza, finiture superficiali                    |
| CM Centro Sud_1                | In prossimità di Co01                                  | Movimenti di materia per il corpo stradale principale;                                                                                     | movimento terra, finiture superficiali                                                            |
| CM Centro Sud_2                | In corrispondenza di Co01                              | Movimenti di materia per il corpo stradale principale; opere d'arte maggiori (cavalcavia);                                                 | opere strutturali, movimento terra, finiture superficiali                                         |
| CM Centro Nord_1               | Intersezione SP34                                      | Movimenti di materia per il corpo stradale principale; opere d'arte maggiori (cavalcavia); opere di sostegno; opere di messa in sicurezza; | opere strutturali, movimento terra, opere di sostegno e messa in sicurezza, finiture superficiali |
| CM Centro Nord_2               | Tra intersezione SP34 e San Giovanni Reatino           | Movimenti di materia per il corpo stradale principale; opere d'arte maggiori (cavalcavia); opere di sostegno; opere di messa in sicurezza; | opere strutturali, movimento terra, opere di sostegno e messa in sicurezza, finiture superficiali |
| CM Nord                        | Tra intersezione SP34 e San Giovanni Reatino           | Movimenti di materia per il corpo stradale principale;                                                                                     | movimento terra, finiture superficiali                                                            |

Oltre alle attività programmate per le fasi sopra citate, inerenti ai cantieri mobili in corrispondenza dell'infrastruttura stessa, saranno presenti aree fisse limitrofe destinate a cantiere. Tali aree ospitano le attività legate alla logistica e ai servizi (cantiere base), allo stoccaggio di terre e di materiale (aree di stoccaggio) o impianti e servizi strettamente legati all'esecuzione di una specifica opera o lavorazione (cantieri d'opera).

Alle diverse tipologie di aree di cantiere sono associate specifiche attività come indicato nella tabella seguente.

**Tabella 18– Attività aree di cantiere fisse**

| <b>Tipologia area di cantiere</b> | <b>Attività</b>                                       |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Cantiere base/operativo (CB)      | Coordinamento, gestione, logistica                    |
| Area di stoccaggio (AS)           | Stoccaggio terre, materiali e deposito mezzi          |
| Cantiere d'opera (Co)             | Scavi, fondazioni, opere strutturali, movimento terra |

Per garantire l'accesso ai fronti di lavoro ed il collegamento fra le diverse aree sono state predisposte una serie di piste di cantiere continue lungo tutta la fascia destinata all'esecuzione dei lavori, ricadenti in aree opportunamente occupate che, nei casi in cui si dovessero intercettare fossi idraulici rilevanti, prevedono soluzioni puntuali di attraversamento.

Per quanto riguarda l'impatto dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria, la maggior parte della viabilità di cantiere per il trasporto dei materiali si svolgerà sulla SS4 Salaria stessa. Quantitativamente si stimano i seguenti flussi di mezzi pesanti connessi alle attività di cantiere:

- Valore medio traffico pesante sulla SS4 generato dai lavori = 50/60 veh/giorno; assumendo che il trasporto venga effettuato su 10 ore lavorative al giorno si ottiene un flusso orario di mezzi di 5/6 veh/ora;
- Valore di punta traffico pesante sulla SS4 generato dai lavori = 100/120 veh/giorno; assumendo anche in questo caso che il trasporto venga effettuato su 10 ore lavorative al giorno si ottiene un flusso orario di mezzi pari a 10/12 veh/ora;

Considerando gli attuali flussi veicolari, anche di mezzi pesanti, che caratterizzano la viabilità sulla SS4 Tiburtina (vedi Allegato III), i volumi di traffico introdotti dalle attività di cantiere non sono di entità tale da alterare la situazione preesistente; si reputa pertanto il contributo dei mezzi di cantiere trascurabile in confronto all'impatto veicolare esistente.

Le aree di cantiere sono ubicate come riportato nelle viste aeree a seguire, per le quali vale la seguente legenda:

**LEGENDA**

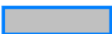
|                                                                                     |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | CANTIERE BASE/OPERATIVO |
|  | AREA DI STOCCAGGIO      |
|  | CANTIERE D'OPERA        |



Figura 24 – Ubicazione area stoccaggio AS03 in prossimità dell'inizio del tratto di intervento



Figura 25 – Ubicazione cantiere d'opera Co01 in corrispondenza della progressiva km 3+900



**Figura 26 – Ubicazione cantiere base CB01 e area stoccaggio AS04 in prossimità dell'intersezione con la SP34**

I fattori di emissione utilizzati sono ottenuti seguendo i procedimenti riportati in precedenza, combinando i dati delle diverse attività e dei diversi macchinari presenti nella medesima area di cantiere fissa o mobile legata all'avanzamento dell'opera (si veda l'Allegato IV per la determinazione dei dati di emissione).

Nelle tabelle a seguire si riportano i valori di emissione per unità di tempo, espressi in g/h, per ciascuna area e per i due principali inquinanti considerati (PM10 e NOx).

**Tabella 19 – Emissioni (g/h) relative al PM10 per le aree cantiere mobili**

| <b>Cantieri mobili (sede stradale)</b> | <b>Ambito di lavorazione</b>                                                                      | <b>Emissioni per unità di tempo totale (g/h)</b> |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| CM Sud                                 | movimento terra, opere di sostegno e messa in sicurezza, finiture superficiali                    | 157,6                                            |
| CM Centro Sud_1                        | movimento terra, finiture superficiali                                                            | 137,8                                            |
| CM Centro Sud_2                        | opere strutturali, movimento terra, finiture superficiali                                         | 167,6                                            |
| CM Centro Nord_1                       | opere strutturali, movimento terra, opere di sostegno e messa in sicurezza, finiture superficiali | 187,4                                            |
| CM Centro Nord_2                       | opere strutturali, movimento terra, opere di sostegno e messa in sicurezza, finiture superficiali | 187,4                                            |
| CM Nord                                | movimento terra, finiture superficiali                                                            | 137,8                                            |

**Tabella 20 – Emissioni (g/h) relative al PM10 per le aree cantiere fisse**

| Aree di cantiere fisse | Attività sorgenti di inquinamento                                                                                                           | Emissioni per unità di tempo totale (g/h) |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| CB01                   | mezzi di cantiere (parcheggio mezzi d'opera e rifornimento);                                                                                | 5,6                                       |
| AS03, 04               | mezzi di cantiere (pale, escavatori, autocarri); mezzi su piste di cantiere; carico e scarico terra; stoccaggio cumuli di terra;            | 186,1                                     |
| Co01                   | mezzi di cantiere (autocarro, pala, escavatore, macchina per pali, betoniera, autogru); mezzi su piste di cantiere; carico e scarico terra; | 203,6                                     |

**Tabella 21 – Emissioni (g/h) relative agli NOx per le fasi funzionali**

| Cantieri mobili (sede stradale) | Ambito di lavorazione                                                                             | Emissioni per unità di tempo totale (g/h) |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| CM Sud                          | movimento terra, opere di sostegno e messa in sicurezza, finiture superficiali                    | 728,0                                     |
| CM Centro Sud_1                 | movimento terra, finiture superficiali                                                            | 467,0                                     |
| CM Centro Sud_2                 | opere strutturali, movimento terra, finiture superficiali                                         | 857,7                                     |
| CM Centro Nord_1                | opere strutturali, movimento terra, opere di sostegno e messa in sicurezza, finiture superficiali | 1118,6                                    |
| CM Centro Nord_2                | opere strutturali, movimento terra, opere di sostegno e messa in sicurezza, finiture superficiali | 1118,6                                    |
| CM Nord                         | movimento terra, finiture superficiali                                                            | 467,0                                     |

**Tabella 22 – Emissioni (g/h) relative agli NOx per le aree cantiere fisse**

| Aree di cantiere fisse | Attività sorgenti di inquinamento | Macchine                                                           | Emissioni per unità di tempo totale (g/h) |
|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| CB01                   | mezzi di cantiere                 | Autocarri                                                          | 98,2                                      |
| AS03, 04               | mezzi di cantiere                 | Pale, escavatori, autocarri                                        | 226,8                                     |
| Co01                   | mezzi di cantiere                 | Autocarro, pala, escavatore, macchina per pali, betoniera, autogru | 479,3                                     |

Poiché le macchine si muovono all'interno dell'area in cui operano e le lavorazioni sono distribuite in modo diffuso sulla tratta, il valore di emissione per unità di tempo indicato nelle precedenti tabelle viene distribuito sull'area di lavoro corrispondente.

L'impatto sull'inquinamento atmosferico è stato valutato tramite modello previsionale utilizzando il software commerciale IMMI 2020 prodotto dalla WMS - Germany.

Viene simulato un unico scenario relativo alla configurazione peggiore, ossia di compresenza delle diverse lavorazioni sull'intero tratto di intervento. I livelli di concentrazione ottenuti si riferiscono al solo contributo dei cantieri, aggiuntivo ai livelli di fondo presenti nell'area.

Si rimanda all'apposito elaborato per le mappe dei valori di concentrazione di PM10 e NOx sull'area di studio.

Di seguito si riportano i valori di concentrazione puntuali per i due inquinanti in esame (PM10 e NOx) calcolati in corrispondenza delle postazioni ATM 05, ATM 06, ATM 07 e ATM 08 rappresentative delle principali zone esposte alle pressioni delle opere in progetto.

**Tabella 23 – Concentrazioni per PM10 e NOx per la configurazione in corso d'opera (Percentile 98°)  
e confronto rispetto all'Ante Operam**

|        | <b>NOx<br/>Corso d'Opera</b> | <b>NOx<br/>Ante Operam</b> | <b>PM10<br/>Corso d'Opera</b> | <b>PM10<br/>Ante Operam</b> |
|--------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|        | $\mu\text{g}/\text{m}^3$     | $\mu\text{g}/\text{m}^3$   | $\mu\text{g}/\text{m}^3$      | $\mu\text{g}/\text{m}^3$    |
| ATM 05 | 95                           | 273                        | 23                            | 17                          |
| ATM 06 | 241                          | 322                        | 50                            | 19                          |
| ATM 07 | 117                          | 195                        | 20                            | 12                          |
| ATM 08 | 118                          | 301                        | 35                            | 18                          |
| media  | 143                          | 273                        | 32                            | 17                          |

Come si può notare l'impatto della fase di realizzazione degli interventi incide maggiormente sul PM10, legato principalmente alla movimentazione del materiale terroso e alle polveri sollevate dai mezzi sulle piste di cantiere.

## 9 MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI

Si riporta di seguito la descrizione degli interventi e accorgimenti, per lo più di carattere gestionale, previsti per il contenimento e la corretta gestione dei fattori di pressione e dei livelli di impatto potenziale generati (e generabili) dal progetto sulla componente atmosfera.

### 9.1 Fase di esercizio

Gli impatti atmosferici correlati alla fase di esercizio sono risultati assolutamente non critici in quanto:

- conformi rispetto ai limiti che la vigente normativa in materia di qualità dell'aria stabilisce per gli indicatori considerati; il superamento del valore limite per gli NOx risulta presente già allo stato attuale e l'intervento in progetto non comporta un peggioramento della situazione preesistente.
- di entità tale da originare alterazioni non critiche rispetto all'attuale stato qualitativo dell'aria nelle aree più direttamente esposte ai futuri fattori di pressione generati dal progetto, interessate dalla sola presenza di insediamenti sparsi e scarsamente popolati.

Ciò premesso e considerata, al contempo, la pressoché impossibilità tecnica di prevedere interventi di mitigazione ambientale legati esclusivamente alla realizzazione del progetto e non inseriti in un più ampio e complesso piano di azione ambientale di area vasta, si ritiene che la significatività degli impatti potenziali quantificati sia tale da non richiedere opere e interventi di mitigazione specifici.

### 9.2 Fase di cantiere

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 principalmente nelle aree di cantiere e di lavorazione in linea.

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di cantiere e di lavorazione è basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento tramite impiego di processi di lavorazione ad umido e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

La produzione di polveri generata dai mezzi pesanti su gomma e dalle lavorazioni durante la fase di realizzazione dell'infrastruttura stradale è mitigata preventivamente attraverso i seguenti accorgimenti progettuali:

- Recinzione delle aree di cantiere con tipologici aventi funzione di abbattimento delle polveri e schermatura visiva, di opportuna altezza, definita in base ai ricettori presenti intorno all'area interessata, in grado di limitare all'interno del cantiere le aree di sedimentazione delle polveri e di trattenerne, almeno parzialmente, le polveri aerodisperse;

- Pulizia ad umido dei pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere, con l'utilizzo di vasche d'acqua, che potrà inoltre consentire di ridurre lo sporcamento della viabilità esterna utilizzata; in ogni accesso cantiere/area di deposito/area di lavorazione è prevista una zona apposita per la pulizia ad umido dei pneumatici;
- Irrigazioni periodiche di acqua finemente nebulizzata su tutta l'area interessata dalle lavorazioni, con cadenza e durata regolate in funzione della stagione e delle condizioni meteorologiche;
- Adozione e manutenzione in cantiere di protocolli operativo-gestionali di pulizia dei percorsi stradali utilizzati dai mezzi di lavorazione; inoltre periodiche bagnature delle aree di cantiere non pavimentate e degli eventuali stoccaggi di materiali inerti polverulenti per evitare il sollevamento di polveri;
- Predisposizione di impianti a pioggia per le aree destinate al deposito temporaneo di inerti;
- Asfaltatura della via di accesso al cantiere e riducendo comunque al minimo le superfici non asfaltate;
- Programmazione di sistematiche operazioni di innaffiamento delle viabilità percorse dai mezzi d'opera, mediante l'utilizzo di autobotti;
- Copertura dei carichi che possono essere dispersi nella fase di trasporto dei materiali; i veicoli utilizzati per la movimentazione degli inerti dovranno essere dotati di apposito sistema di copertura del carico durante la fase di trasporto, al fine di garantire l'assenza di fuoriuscite di materiale polveroso o particellare.

#### **Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi**

Si tratta di impianti costituiti da una griglia sormontata da ugelli disposti a diverse altezze che spruzzano acqua in pressione con la funzione di lavare le ruote degli automezzi in uscita dai cantieri e dalle aree di lavorazione, per prevenire la diffusione delle polveri, come pure l'imbrattamento della sede stradale all'esterno del cantiere.

#### **Bagnatura delle piste e delle aree di cantiere**

Analizzando le emissioni di polvere relative alla fase di cantiere si osserva che la percentuale più consistente proviene dalla stima associata al passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere. Su questo tipo di emissione è possibile intervenire effettuando una bagnatura periodica delle piste e delle aree di cantiere realizzare in materiale che viene facilmente sollevato al passaggio dei mezzi. Anche la bagnatura del materiale risultante dagli scavi contribuisce a ridurre l'emissione di polveri, sia durante le operazioni di movimentazione dei cumuli, sia per effetto dell'azione del vento.

## **10 CONCLUSIONI**

Il presente documento contiene la valutazione dell'impatto atmosferico dell'intervento relativo ai lavori di adeguamento della piattaforma stradale alla categoria B – Extraurbana Principale e alla messa in sicurezza della SS4 Salaria lungo il tratto stradale compreso tra il km 64+000 e il km 70+800 con le relative connessioni con la viabilità locale.

Il presente studio specialistico è stato finalizzato alla valutazione degli impatti atmosferici potenzialmente correlati alla realizzazione e all'esercizio dell'infrastruttura di progetto.

Il processo di valutazione degli impatti è stato supportato dall'analisi quantitativa dei fattori di pressione ambientale introdotti dal progetto e degli impatti potenziali e residui, sviluppata mediante l'implementazione di specifica modellistica numerica di tipo diffusionale.

La metodologia di lavoro ha previsto diverse fasi operative e applicative volte dapprima alla definizione dello stato qualitativo dell'aria e delle condizioni meteorologiche del sito e, successivamente, alla quantificazione delle emissioni previste in fase di cantiere e di esercizio e all'applicazione della conseguente modellistica diffusionale in grado di fornire stime previsionali relative agli indicatori di qualità dell'aria (concentrazioni di inquinanti).

Il tratto di intervento presenta criticità già allo stato attuale per quanto riguarda gli ossidi di azoto, e lo scenario di criticità è confermato per lo stato di progetto limitatamente a suddetti inquinanti. Gli interventi in progetto non rappresentano dunque significative variazioni rispetto allo stato attuale per quanto riguarda il rispetto dei limiti normativi.

Tale situazione va analizzata con misure rientranti all'interno di un piano di risanamento della qualità dell'aria più esteso rispetto al singolo tratto preso in esame e in maniera coordinata.

Relativamente alla fase di cantiere sono stati indicati accorgimenti per contenere il sollevamento di polveri.

Ing. Franco Bertellino



## ALLEGATO I – CENTRALINA DATI INQUINANTI DI ARPA LAZIO

|                                                                                   |                                                                 |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>SCHEDA TECNICA – STAZIONE DI<br/>RILEVAMENTO<br/>RIETI 1</b> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

| LOCALIZZAZIONE                                |                                                |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| NOME STAZIONE / CODICE                        | RIETI 1 (RI) - 17                              |
| ZONA DI APPARTENENZA                          | APPENNINICA - IT1211                           |
| COMUNE                                        | RIETI                                          |
| COORDINATE GEOGRAFICHE                        | LATITUDINE : 42,404687 LONGITUDINE : 12,857794 |
| ALTITUDINE (mslm)                             | 392                                            |
| CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE DI RILEVAMENTO |                                                |
| TIPOLOGIA DI STAZIONE                         | URBANA DA TRAFFICO                             |

| STRUMENTAZIONE                                               |               |
|--------------------------------------------------------------|---------------|
| INQUINANTE                                                   | STRUMENTO     |
| PM <sub>10</sub> – PM <sub>2,5</sub> - MATERIALE PARTICOLATO | SWAM5a FAI DC |
| NO <sub>x</sub> – OSSIDI DI AZOTO                            | 200A API      |
| O <sub>3</sub> - OZONO                                       | 400A API      |
| CO – MONOSSIDO DI CARBONIO                                   | 300A API      |
| SO <sub>2</sub> – BISSIDO DI ZOLFO                           | 43I Thermo    |
| BTEX – COMPOSTI ORGANICI VOLATILI                            | AIR Toxic     |

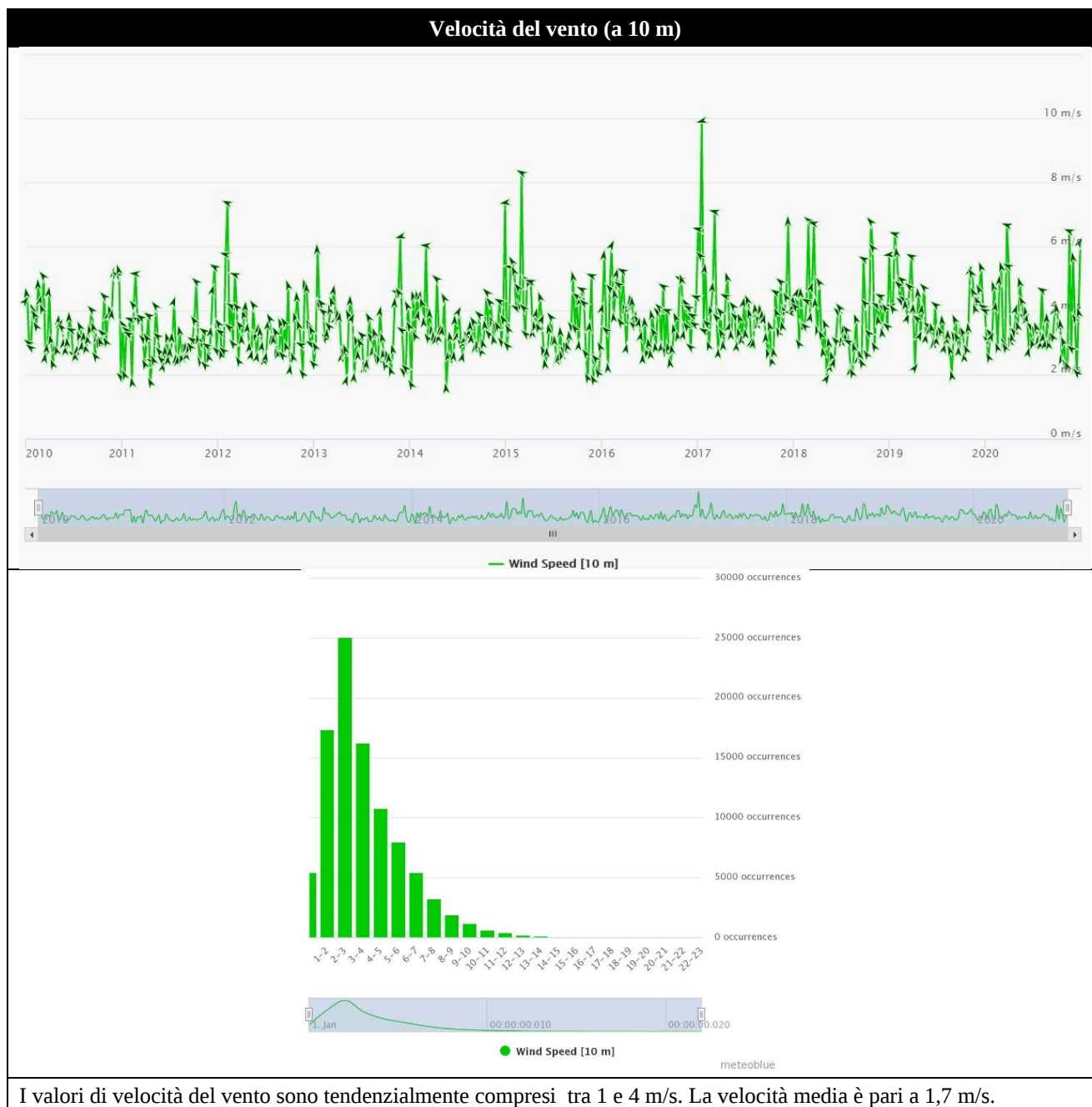
| MAPPA                                                                               | FOTO                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio degli agenti fisici

Data di aggiornamento: Maggio 2020

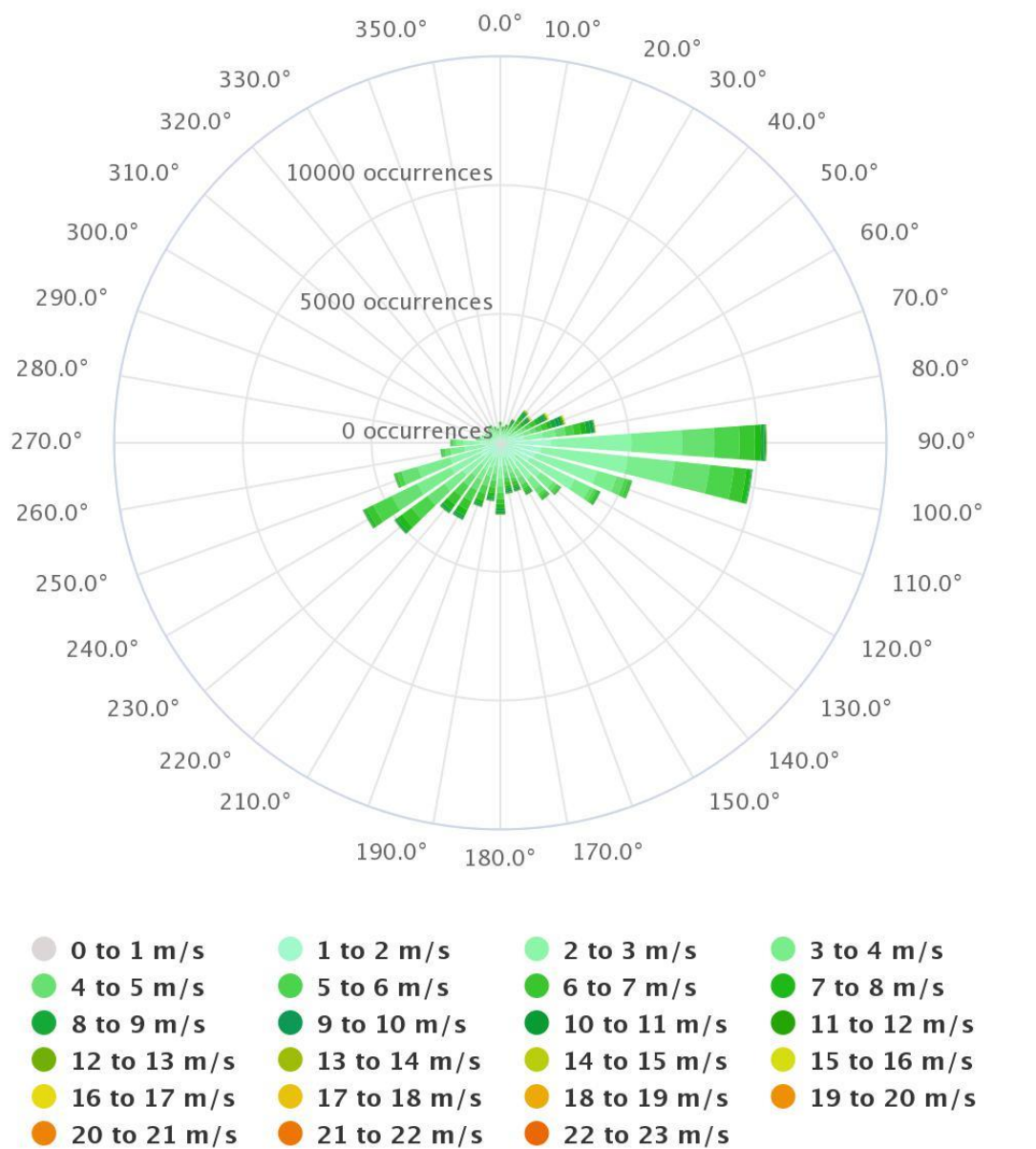
## ALLEGATO II – METEOROLOGIA LOCALE

| Località             | Latitudine                   | Longitudine |
|----------------------|------------------------------|-------------|
| Torricella in Sabina | 42,25274                     | 12,883302   |
| Periodo di analisi   | Dal 01-01-2010 al 31-12-2020 |             |



|            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0 to 1 m/s | 1 to 2 m/s | 2 to 3 m/s | 3 to 4 m/s | 4 to 5 m/s | 5 to 6 m/s | 6 to 7 m/s | 7 to 8 m/s | 8 to 9 m/s | 9 to 10 m/s | 10 to 11 m/s | 11 to 12 m/s | 12 to 13 m/s | 13 to 14 m/s | 14 to 15 m/s | 15 to 16 m/s | 16 to 17 m/s | 17 to 18 m/s | 18 to 19 m/s | 19 to 20 m/s | 20 to 21 m/s | 21 to 22 m/s | 22 to 23 m/s |
| 5.7        | 18.0       | 26.0       | 16.8       | 11.2       | 8.3        | 5.7        | 3.4        | 2.0        | 1.2         | 0.7          | 0.4          | 0.2          | 0.1          | 0.1          | 0.1          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          |

**Rosa dei venti (a 10 m)**

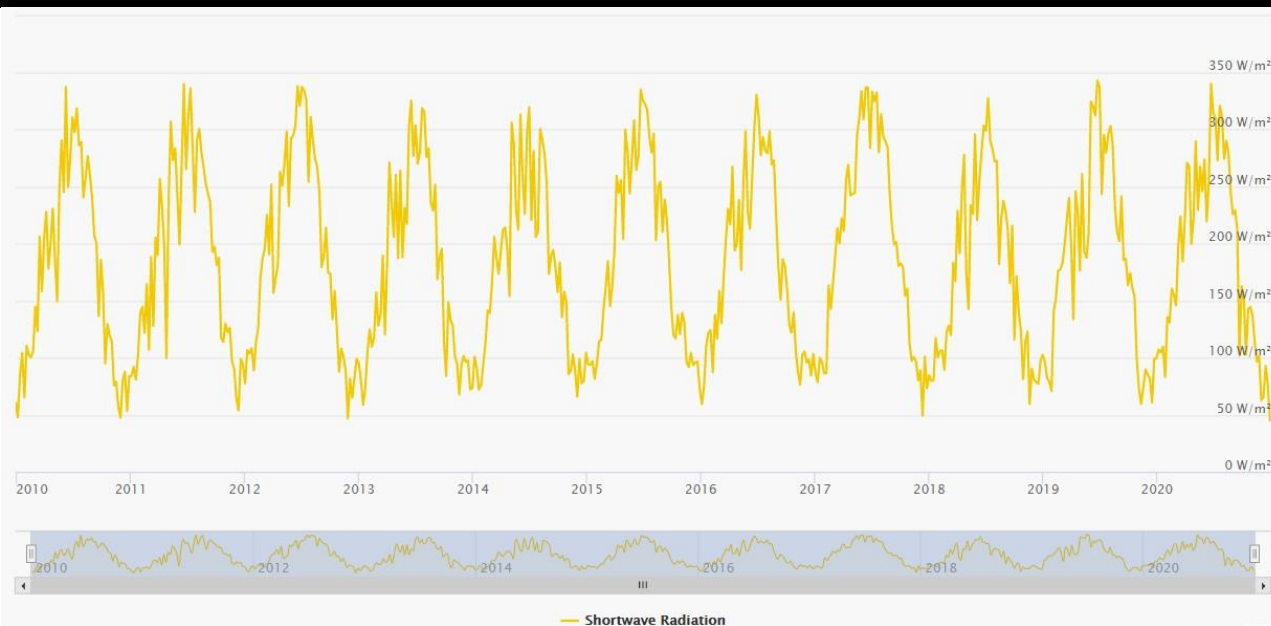


meteoblue

I valori di velocità del vento sono tendenzialmente compresi tra 1 e 4 m/s. La velocità media è pari a 1,7 m/s.  
I venti rivelano direzioni prevalenti E, SW e SE.

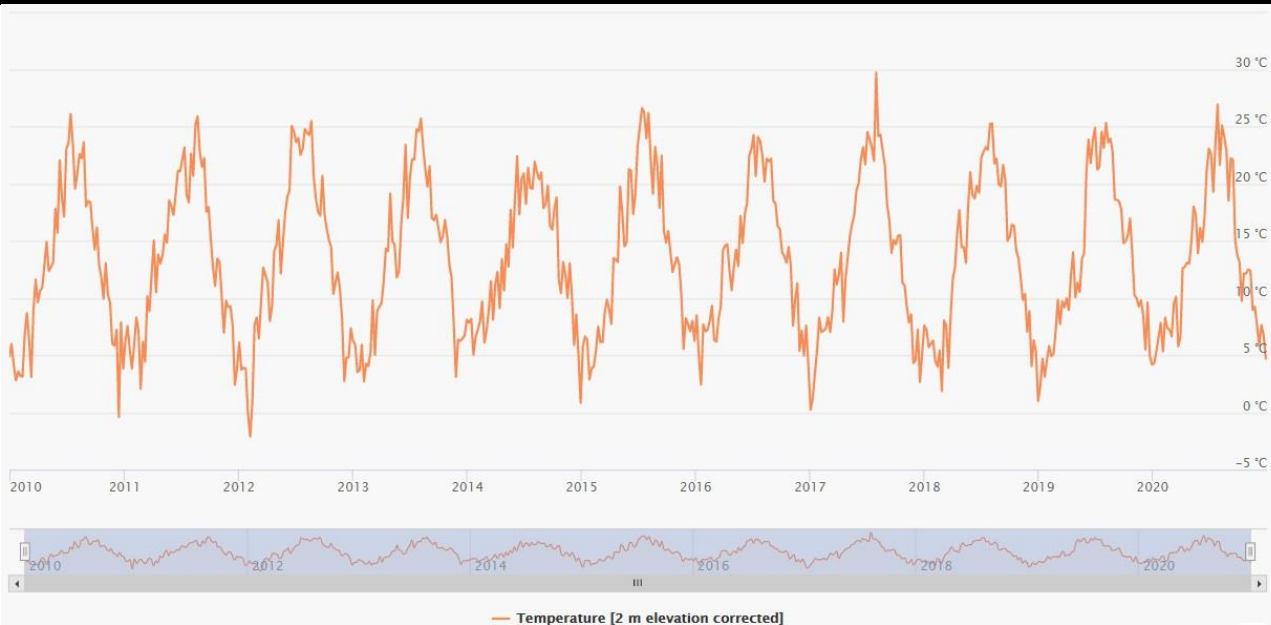
|            | 0 to<br>1 m/s | 1 to 2<br>m/s | 2 to 3<br>m/s | 3 to 4<br>m/s | 4 to 5<br>m/s | 5 to 6<br>m/s | 6 to 7<br>m/s | 7 to 8<br>m/s | 8 to 9<br>m/s | 9 to 10<br>m/s | 10 to 11<br>m/s | 11 to 12<br>m/s | 12 to 13<br>m/s | 13 to 14<br>m/s | 14 to 15<br>m/s | 15 to 16<br>m/s | 16 to 17<br>m/s | 17 to 18<br>m/s | 18 to 19<br>m/s | 19 to 20<br>m/s | 20 to 21<br>m/s | 21 to 22<br>m/s | 22 to 23<br>m/s | direzione | occorrenze<br>totali | occorrenze<br>% |      |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|----------------------|-----------------|------|
| 0.0°       | 178           | 220           | 149           | 72            | 41            | 35            | 34            | 31            | 18            | 12             | 11              | 6               | 2               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 0.0°                 | 810             | 0.8  |
| 10.0°      | 81            | 127           | 124           | 94            | 47            | 30            | 35            | 26            | 28            | 19             | 8               | 8               | 4               | 1               | 1               | 3               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 10.0°                | 636             | 0.7  |
| 20.0°      | 75            | 153           | 130           | 115           | 78            | 41            | 34            | 30            | 22            | 26             | 24              | 8               | 5               | 5               | 2               | 7               | 2               | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0         | 20.0°                | 760             | 0.8  |
| 30.0°      | 93            | 164           | 136           | 108           | 106           | 82            | 65            | 65            | 60            | 60             | 45              | 23              | 13              | 10              | 6               | 2               | 2               | 3               | 0               | 2               | 0               | 0               | 0               | 0         | 30.0°                | 1045            | 1.1  |
| 40.0°      | 153           | 189           | 176           | 134           | 164           | 140           | 163           | 150           | 95            | 77             | 47              | 31              | 30              | 22              | 13              | 7               | 3               | 2               | 0               | 0               | 0               | 3               | 0               | 0         | 40.0°                | 1599            | 1.7  |
| 50.0°      | 66            | 189           | 173           | 141           | 153           | 168           | 146           | 143           | 90            | 76             | 46              | 39              | 19              | 12              | 16              | 15              | 5               | 4               | 4               | 2               | 4               | 0               | 0               | 0         | 50.0°                | 1511            | 1.6  |
| 60.0°      | 130           | 349           | 278           | 205           | 154           | 205           | 227           | 156           | 131           | 82             | 58              | 52              | 27              | 14              | 20              | 13              | 10              | 5               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 60.0°                | 2116            | 2.2  |
| 70.0°      | 130           | 468           | 350           | 285           | 209           | 250           | 218           | 177           | 188           | 136            | 108             | 53              | 27              | 13              | 11              | 12              | 13              | 2               | 2               | 2               | 0               | 0               | 0               | 0         | 70.0°                | 2654            | 2.8  |
| 80.0°      | 138           | 771           | 757           | 486           | 402           | 329           | 268           | 217           | 178           | 111            | 34              | 18              | 9               | 8               | 6               | 6               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0         | 80.0°                | 3740            | 3.9  |
| 90.0°      | 359           | 1607          | 3131          | 1954          | 1262          | 971           | 605           | 252           | 102           | 56             | 26              | 9               | 10              | 2               | 3               | 2               | 0               | 1               | 1               | 1               | 2               | 2               | 1               | 1         | 90.0°                | 10359           | 10.7 |
| 100.0°     | 203           | 1380          | 3391          | 1840          | 1366          | 942           | 489           | 177           | 42            | 12             | 10              | 3               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 100.0°               | 9855            | 10.2 |
| 110.0°     | 200           | 1224          | 2479          | 793           | 320           | 151           | 92            | 34            | 19            | 8              | 7               | 5               | 2               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 110.0°               | 5335            | 5.5  |
| 120.0°     | 212           | 1064          | 1933          | 669           | 172           | 105           | 65            | 51            | 39            | 15             | 9               | 2               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 120.0°               | 4337            | 4.5  |
| 130.0°     | 119           | 631           | 1187          | 592           | 175           | 108           | 50            | 27            | 20            | 9              | 9               | 4               | 2               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 130.0°               | 2933            | 3.0  |
| 140.0°     | 273           | 669           | 808           | 485           | 236           | 112           | 83            | 44            | 31            | 11             | 5               | 1               | 3               | 1               | 3               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 140.0°               | 2765            | 2.9  |
| 150.0°     | 186           | 487           | 488           | 362           | 284           | 172           | 123           | 66            | 40            | 37             | 7               | 9               | 2               | 2               | 0               | 2               | 3               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 150.0°               | 2270            | 2.4  |
| 160.0°     | 192           | 381           | 356           | 298           | 222           | 126           | 146           | 84            | 55            | 61             | 29              | 23              | 9               | 6               | 2               | 0               | 3               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 160.0°               | 1995            | 2.1  |
| 170.0°     | 174           | 372           | 321           | 280           | 209           | 162           | 152           | 112           | 84            | 63             | 28              | 31              | 8               | 2               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 170.0°               | 2000            | 2.1  |
| 180.0°     | 398           | 534           | 441           | 308           | 263           | 232           | 196           | 170           | 109           | 63             | 34              | 29              | 14              | 0               | 2               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 180.0°               | 2794            | 2.9  |
| 190.0°     | 153           | 384           | 373           | 301           | 276           | 262           | 217           | 146           | 85            | 39             | 19              | 22              | 5               | 0               | 4               | 0               | 1               | 2               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 190.0°               | 2289            | 2.4  |
| 200.0°     | 175           | 411           | 421           | 349           | 388           | 317           | 265           | 142           | 74            | 34             | 12              | 10              | 1               | 2               | 1               | 0               | 0               | 2               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 200.0°               | 2604            | 2.7  |
| 210.0°     | 166           | 470           | 541           | 428           | 443           | 468           | 381           | 244           | 103           | 56             | 23              | 10              | 2               | 2               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 210.0°               | 3338            | 3.5  |
| 220.0°     | 98            | 430           | 552           | 527           | 467           | 492           | 401           | 250           | 110           | 38             | 16              | 8               | 5               | 3               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 220.0°               | 3398            | 3.5  |
| 230.0°     | 202           | 630           | 982           | 864           | 812           | 776           | 456           | 243           | 90            | 26             | 13              | 4               | 6               | 2               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 230.0°               | 5106            | 5.3  |
| 240.0°     | 155           | 703           | 1271          | 1455          | 1101          | 807           | 298           | 87            | 41            | 14             | 10              | 7               | 4               | 3               | 0               | 0               | 1               | 2               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 240.0°               | 5959            | 6.2  |
| 250.0°     | 132           | 641           | 1241          | 1325          | 656           | 187           | 69            | 32            | 14            | 9              | 5               | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 250.0°               | 4314            | 4.5  |
| 260.0°     | 121           | 482           | 797           | 543           | 225           | 86            | 30            | 20            | 19            | 12             | 6               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 260.0°               | 2341            | 2.4  |
| 270.0°     | 251           | 600           | 578           | 286           | 119           | 39            | 30            | 19            | 6             | 9              | 2               | 2               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 270.0°               | 1941            | 2.0  |
| 280.0°     | 99            | 296           | 311           | 146           | 57            | 18            | 9             | 8             | 3             | 0              | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 280.0°               | 948             | 1.0  |
| 290.0°     | 93            | 246           | 238           | 112           | 33            | 17            | 8             | 2             | 0             | 1              | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 290.0°               | 751             | 0.8  |
| 300.0°     | 90            | 236           | 173           | 112           | 35            | 8             | 0             | 1             | 1             | 1              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 300.0°               | 657             | 0.7  |
| 310.0°     | 44            | 169           | 164           | 103           | 43            | 10            | 5             | 3             | 0             | 3              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 310.0°               | 544             | 0.6  |
| 320.0°     | 109           | 197           | 187           | 116           | 85            | 18            | 4             | 4             | 1             | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 320.0°               | 721             | 0.7  |
| 330.0°     | 89            | 178           | 164           | 155           | 103           | 58            | 15            | 6             | 7             | 4              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 330.0°               | 779             | 0.8  |
| 340.0°     | 67            | 162           | 111           | 108           | 75            | 57            | 39            | 23            | 5             | 6              | 2               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 340.0°               | 656             | 0.7  |
| 350.0°     | 60            | 154           | 123           | 82            | 45            | 26            | 38            | 24            | 9             | 7              | 1               | 2               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0         | 350.0°               | 572             | 0.6  |
| velocità   | 0 to<br>1 m/s | 1 to 2<br>m/s | 2 to 3<br>m/s | 3 to 4<br>m/s | 4 to 5<br>m/s | 5 to 6<br>m/s | 6 to 7<br>m/s | 7 to 8<br>m/s | 8 to 9<br>m/s | 9 to 10<br>m/s | 10 to 11<br>m/s | 11 to 12<br>m/s | 12 to 13<br>m/s | 13 to 14<br>m/s | 14 to 15<br>m/s | 15 to 16<br>m/s | 16 to 17<br>m/s | 17 to 18<br>m/s | 18 to 19<br>m/s | 19 to 20<br>m/s | 20 to 21<br>m/s | 21 to 22<br>m/s | 22 to 23<br>m/s | TOT       | 96432                | 100             |      |
| occorrenze | 5464          | 17368         | 25035         | 16233         | 10826         | 8007          | 5456          | 3266          | 1919          | 1193           | 655             | 422             | 212             | 113             | 91              | 70              | 44              | 27              | 10              | 9               | 6               | 5               | 1               | 96432     |                      |                 |      |
| %          | 5.7           | 18.0          | 26.0          | 16.8          | 11.2          | 8.3           | 5.7           | 3.4           | 2.0           | 1.2            | 0.7             | 0.4             | 0.2             | 0.1             | 0.1             | 0.1             | 0.0             | 0.0             | 0.0             | 0.0             | 0.0             | 0.0             | 0.0             | 100       |                      |                 |      |

### Radiazione solare oraria

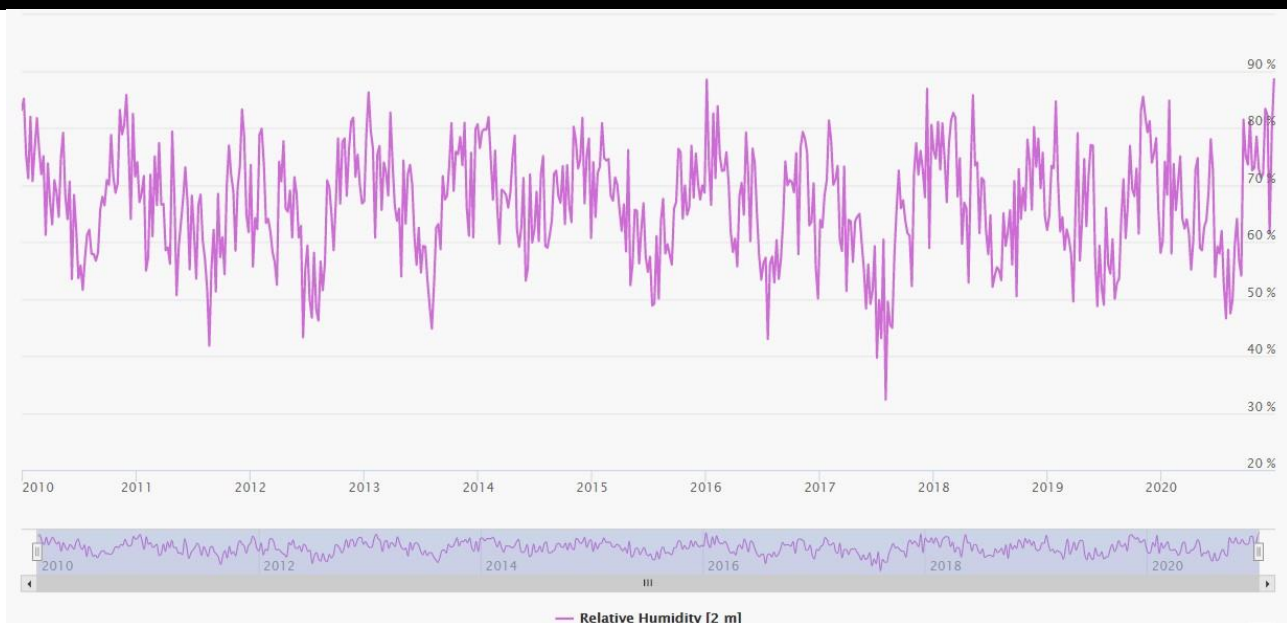


La radiazione solare oraria risulta mediamente compresa tra 200 e 350 W/m<sup>2</sup> in periodo estivo.

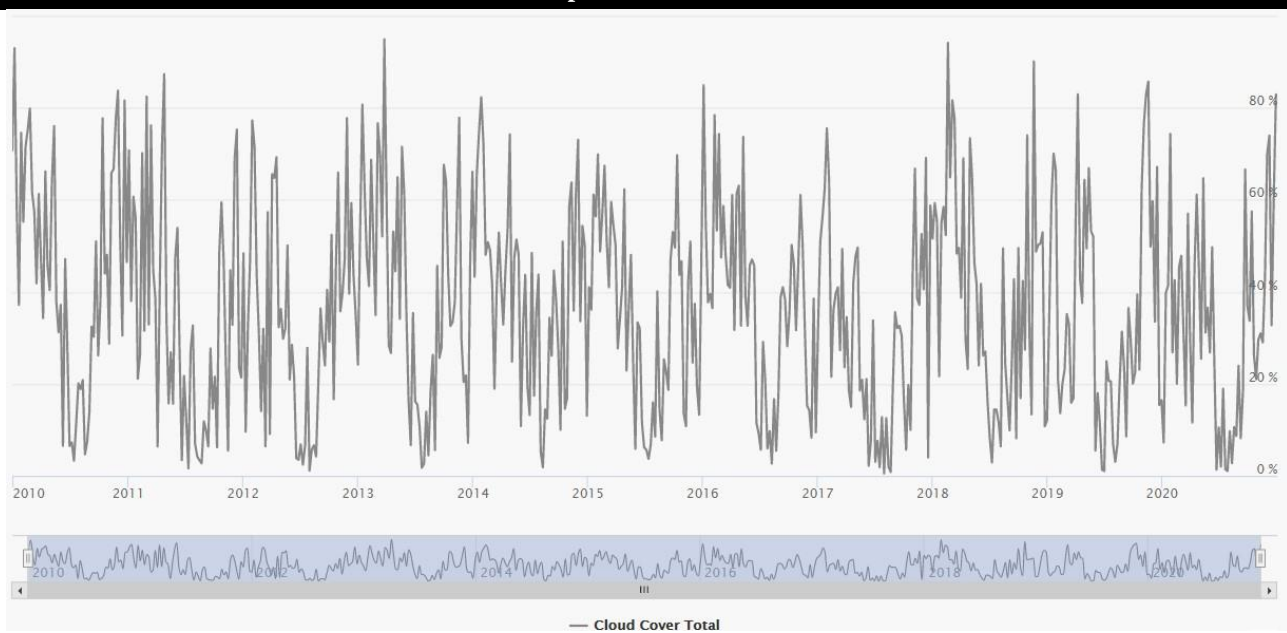
### Temperatura

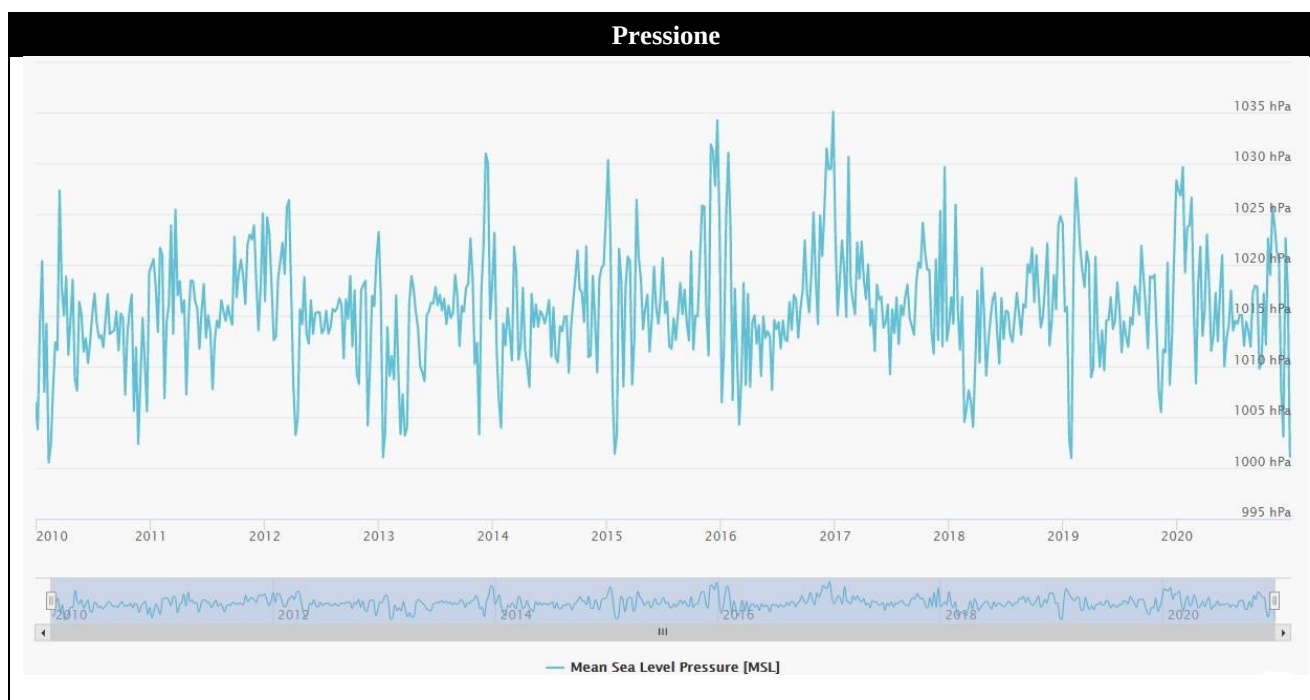


### Umidità relativa



### Copertura nuvolosa





#### **Determinazione della classe di stabilità di Pasquill**

Periodo di analisi: dal 2010 al 2020;

Radiazione solare media (periodo estivo): compresa fra 200 e 350 W/m<sup>2</sup>

Vento: valore medio 1,7 m/s con direzioni prevalenti E, SW e SE.

Pertanto la zona in esame si può classificare come classe A/B (estremamente/moderatamente instabile), che per la normativa TA Luft si traduce in classe V o IV. Cautelativamente si assume la classe IV.

## ALLEGATO III – VOLUMI DI TRAFFICO

L'elaborazione dei flussi di traffico si basa sui dati delle stazioni automatiche di monitoraggio del traffico presenti sulla rete ANAS, ed in particolare le stazioni presenti nel tratto di interesse per il presente studio:

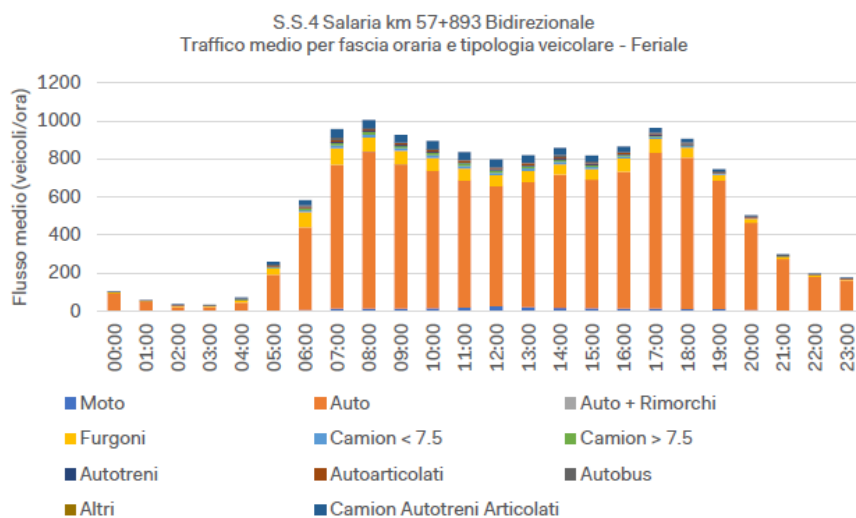
- Sezione 2350 posizionata sulla SS4 Salaria km 57+893;
- Sezione 66 posizionata sulla SS4 Salaria km 86+027;
- Sezione 10014 posizionata sulla SS79 Ternana km 07+232.



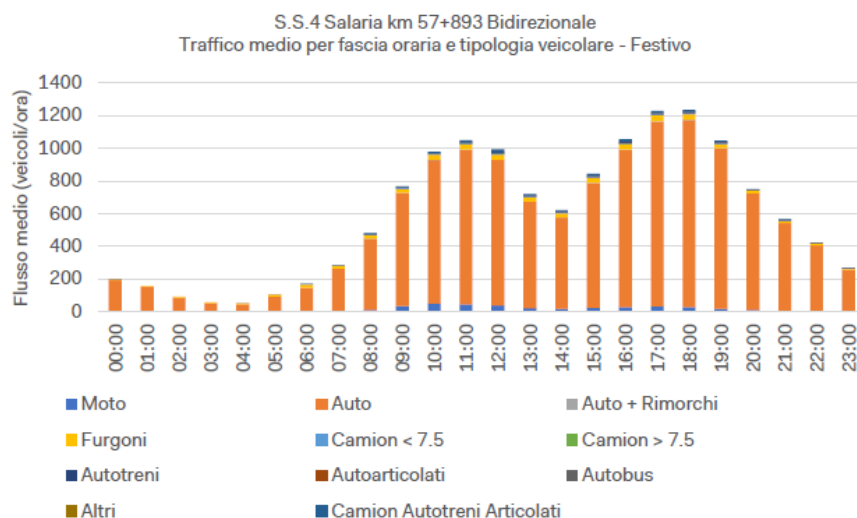
**Figura 27 – Postazioni stazioni di rilievo ANAS**

In particolare, sono stati presi come riferimento ed elaborati i dati relativi alla sezione 2350, ubicata lungo la tratta in esame.

Si riportano a seguire i dati di traffico di tale sezione, suddivisi per fasce orarie e tipologia veicolare, espressi come flusso medio in veicoli/ora nelle due configurazioni Feriale e Festivo.



**Figura 28 – Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare – Feriale**



**Figura 29 – Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare – Festivo**

**Tabella 24 – Dati traffico sezione ANAS 2350 – veicoli/h**

|                       | Leggeri<br>(veh/h) | Medio Pesanti<br>(veh/h) | Pesanti<br>(veh/h) | Moto<br>(veh/h) | Totale<br>(veh/h) | Complessivo<br>(veh/h) |
|-----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|------------------------|
| <b>Media Diurno</b>   | 666                | 65                       | 55                 | 6               | 792               | 915                    |
| <b>Media Notturmo</b> | 93                 | 16                       | 14                 | 0               | 123               |                        |

Dai dati provenienti dalla sezione 2350 della rete ANAS di monitoraggio si ricava un dato di TGM bidirezionale nella tratta di interesse di circa 13.710 veicoli, ripartiti nelle diverse tipologie di veicolo secondo le percentuali riportate nella tabella a seguire.

**Tabella 25 – Suddivisione percentuale in classi per ciascun periodo di riferimento in base ai dati della sezione ANAS 2350**

|                         | Leggeri | Medio Pesanti | Pesanti | Moto |
|-------------------------|---------|---------------|---------|------|
| <b>Periodo diurno</b>   | 84%     | 8%            | 7%      | 1%   |
| <b>Periodo notturno</b> | 75%     | 13%           | 12%     | 0%   |

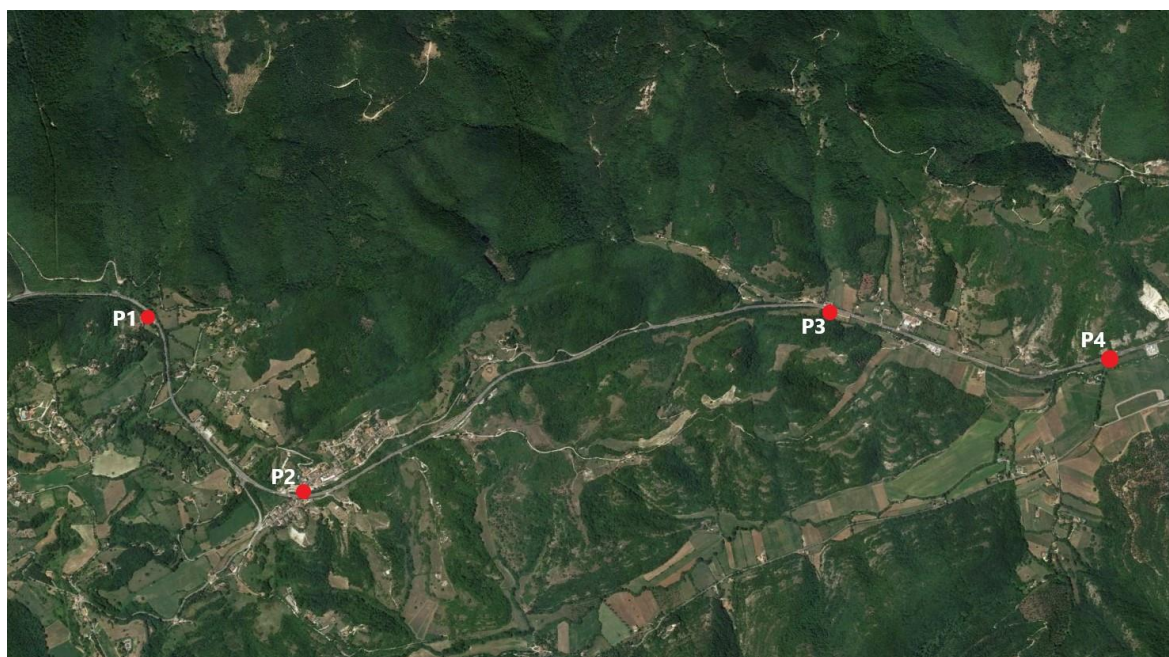
Inoltre, dai dati di monitoraggio ANAS si ricavano le percentuali di ripartizione dei flussi di traffico nei due periodi di riferimento per ciascuna tipologia veicolare.

**Tabella 26 – Suddivisione percentuale in ciascun periodo di riferimento per tipologia veicolare in base ai dati della sezione ANAS 2350**

|                      | Periodo diurno | Periodo notturno |
|----------------------|----------------|------------------|
| <b>Leggeri</b>       | 88%            | 12%              |
| <b>Medio Pesanti</b> | 80%            | 20%              |
| <b>Pesanti</b>       | 79%            | 21%              |
| <b>Moto</b>          | 100%           | 0%               |

Le percentuali ricavate dai dati di monitoraggio ANAS della sezione 2350 vengono utilizzate nell'elaborazione dei dati di input del modello previsionale.

In aggiunta, sono stati eseguiti campionamenti del traffico durante i giorni 27 e 28 ottobre 2020. In tale occasione è stato monitorato il traffico nelle postazioni P1, P2, P3 e P4 indicate nella figura a seguire.



**Figura 30 – Postazioni di monitoraggio del traffico**

Il metodo utilizzato è stato quello del campionamento su un arco di tempo di 15 minuti per ogni postazione, durante il quale vengono conteggiati i mezzi distinguendo tra le varie categorie (motociclette, leggeri, medio pesanti e pesanti). I conteggi sono stati effettuati in diverse fasce orarie in modo da poter ricostruire il traffico giornaliero medio.

La media delle 4 postazioni di misura fornisce i dati riportati nelle tabelle a seguire, espressi come veicoli/h o come TGM.

**Tabella 27 – Dati monitoraggio traffico – veicoli/h**

|                       | <b>Leggeri<br/>(veh/h)</b> | <b>Medio Pesanti<br/>(veh/h)</b> | <b>Pesanti<br/>(veh/h)</b> | <b>Moto<br/>(veh/h)</b> | <b>Totale<br/>(veh/h)</b> | <b>Complessivo<br/>(veh/h)</b> |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| <b>Media Diurno</b>   | 692                        | 57                               | 56                         | 3                       | 808                       | 1086                           |
| <b>Media Notturmo</b> | 214                        | 44                               | 20                         | 0                       | 278                       |                                |

**Tabella 28 – Dati monitoraggio traffico – TGM**

|                       | <b>Leggeri<br/>TGM</b> | <b>Medio Pesanti<br/>TGM</b> | <b>Pesanti<br/>TGM</b> | <b>Moto<br/>TGM</b> | <b>Totale<br/>TGM</b> | <b>Complessivo<br/>TGM</b> |
|-----------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|
| <b>Media Diurno</b>   | 11078                  | 919                          | 890                    | 47                  | 12934                 | 15158                      |
| <b>Media Notturmo</b> | 1712                   | 352                          | 160                    | 0                   | 2224                  |                            |

**Tabella 29 – Dati monitoraggio traffico – percentuali suddivisione in classi per ciascun periodo di riferimento**

|                       | <b>Leggeri</b> | <b>Medio Pesanti</b> | <b>Pesanti</b> | <b>Moto</b> |
|-----------------------|----------------|----------------------|----------------|-------------|
| <b>Media Diurno</b>   | 85,7%          | 7,1%                 | 6,9%           | 0,4%        |
| <b>Media Notturmo</b> | 77,0%          | 15,8%                | 7,2%           | 0%          |

I campionamenti effettuati in sito confermano globalmente le stime ottenute dall'analisi dei dati della sezione ANAS 2350.

Allo scopo di modellizzare il traffico su tutti i tratti stradali di interesse negli scenari Ante Operam (stato di fatto) e Post Operam (stato di progetto) sono stati utilizzati i dati dello studio trasportistico eseguito da SYSTEMATICA s.r.l. nel 2020 per il presente progetto, a cui si rimanda.

Lo studio trasportistico ricostruisce l'attuale domanda di mobilità veicolare sulla base dei conteggi automatici messi a disposizione da ANAS (sezioni 2350, 66 e 10014 menzionate a inizio paragrafo) e del database informativo che utilizza Big Data basati sui rilievi Floating Cars Data (FCD) relativi alle origini/destinazioni definite dalla zonizzazione dell'area di studio.

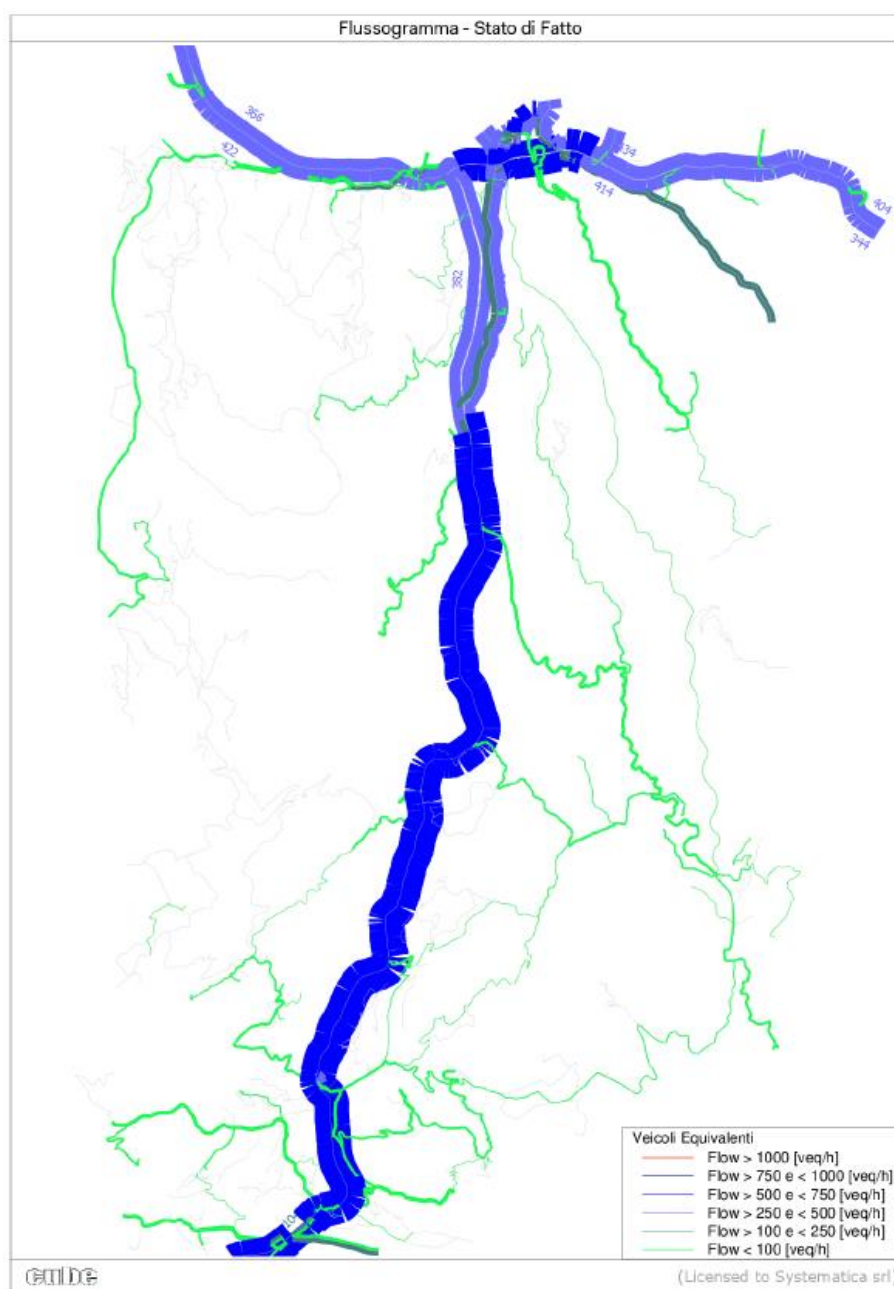
Definito lo scenario attuale, tramite il software Cube (Citilabs) viene implementato e calibrato un modello macroscopico di simulazione del traffico che consente di determinare le caratteristiche della circolazione per lo scenario di progetto.

La tabella sottostante, estratta dallo studio trasportistico, riporta i flussi bidirezionali simulati nei vari segmenti stradali della Salaria.

| Flussi Simulati- Segmenti Stradali |                                 |      |      |                                   |      |
|------------------------------------|---------------------------------|------|------|-----------------------------------|------|
|                                    | Tratta                          | SDF  | RIF  | Tratta                            | PRJ  |
| (1)                                | Licinese - Poggio San Lorenzo   | 1050 | 1219 | Licinese - Rampa Inv.             | 1240 |
| (2)                                | Licinese - Poggio San Lorenzo   | 1050 | 1219 | Rampa Inv. -Poggio San Lorenzo    | 1264 |
| (3)                                | Poggio San Lorenzo - Ornaro     | 1053 | 1227 | Poggio San Lorenzo - Rampa Inv.   | 1270 |
| (4)                                | Poggio San Lorenzo - Ornaro     | 1053 | 1227 | Rampa Inv. - Rampa Inv.           | 1244 |
| (5)                                | Poggio San Lorenzo - Ornaro     | 1053 | 1227 | Rampa Inv. - Ornaro               | 1262 |
| (6)                                | Ornaro - Montenero              | 1053 | 1227 | Ornaro - Montenero                | 1262 |
| (7)                                | Montenero - Via Salaria Vecchia | 1017 | 1190 | Montenero - Rampa Inv.            | 1245 |
| (8)                                | Montenero - Via Salaria Vecchia | 1017 | 1190 | Rampa Inv. - Rotatoria Salaria V. | 1201 |
| (9)                                | Via Salaria Vecchia - SP34      | 1019 | 1186 | Rotatoria Salaria Vecchia - SP34  | 1286 |
| (10)                               | SP34 - San Giovanni R.          | 1081 | 1270 | SP34 - San Giovanni R.            | 1270 |

**Figura 31 – Flussi bidirezionali simulati**

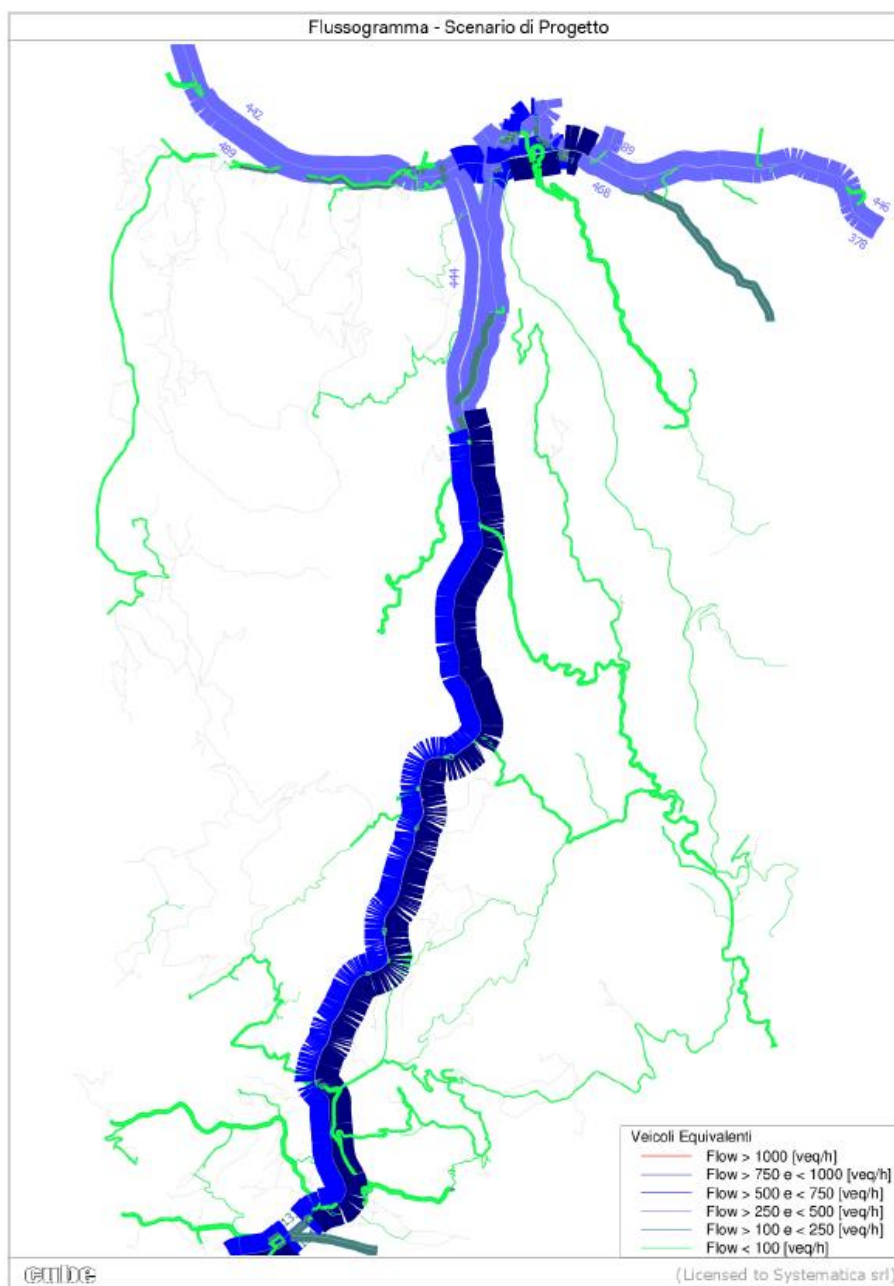
Dai risultati dello studio trasportistico si osserva che i flussi veicolari che provengono dai centri abitati adiacenti all'asse principale sono di bassa entità e significativamente inferiori rispetto al flusso che si presenta nelle direzioni principali.



**Figura 32 – Flussogramma stato di fatto (Ante Operam)**

Lo scenario di progetto è riferito all'anno 2030 e considera sia la domanda veicolare riferita all'orizzonte temporale futuro sia la rete infrastrutturale nella configurazione di progetto, ossia l'adeguamento della piattaforma stradale alla Categoria B e l'inserimento di svincoli e intersezioni e rotatoria.

Il tasso di crescita considerato per l'anno 2030 è stato determinato attraverso l'utilizzo di un fattore di variazione calcolato in base ai dati di popolazione residente nelle province di Rieti e Città Metropolitana di Roma Capitale dal 2002 al 2019.



**Figura 33 – Flussogramma scenario di progetto (Post Operam)**

Seguendo il procedimento di elaborazione riportato nel paragrafo *Determinazione delle emissioni degli autoveicoli* si ottengono per ciascun arco stradale del tratto analizzato i dati di traffico espressi in veicoli/ora su base settimanale. A seguire si riportano i risultati ottenuti per le diverse sezioni di calcolo in riferimento allo scenario dello stato di fatto (ante operam) e allo scenario di progetto (post operam).

**Tabella 30 – Dati di traffico scenario stato di fatto**

|           |                             | <b>veicoli/h BIDIREZIONALE</b> |                                    |
|-----------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <b>ID</b> | <b>TRATTA</b>               | Mezzi totali (M)<br>veicoli/h  | Percentuale mezzi<br>pesanti (p) % |
| 9         | Via Salaria Vecchia - SP34  | 989                            | 17                                 |
| 10        | SP34 - San Giovanni Reatino | 1049                           | 17                                 |

|           |                      | <b>veicoli/h BIDIREZIONALE</b> |                                    |
|-----------|----------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <b>ID</b> | <b>INTERSEZIONI</b>  | Mezzi totali (M)<br>veicoli/h  | Percentuale mezzi<br>pesanti (p) % |
| 18        | SP34                 | 66                             | 17                                 |
| 19        | San Giovanni Reatino | 55                             | 17                                 |

**Tabella 31 – Dati di traffico scenario di progetto**

|           |                                                 | <b>veicoli/h BIDIREZIONALE</b> |                                    |
|-----------|-------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <b>ID</b> | <b>TRATTA</b>                                   | Mezzi totali (M)<br>veicoli/h  | Percentuale mezzi<br>pesanti (p) % |
| G         | Svincolo di Ornaro Basso - San Giovanni Reatino | 1143                           | 17                                 |
| H         | San Giovanni Reatino - fine lotto 2             | 1057                           | 17                                 |

|           |                                                  | <b>veicoli/h BIDIREZIONALE</b> |                                    |
|-----------|--------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <b>ID</b> | <b>INTERSEZIONI</b>                              | Mezzi totali (M)<br>veicoli/h  | Percentuale mezzi<br>pesanti (p) % |
| t         | Viabilità secondaria Via Salaria Vecchia         | 49                             | 17                                 |
| u         | Viabilità secondaria ramo sud intersezione SP34  | 47                             | 17                                 |
| v         | SP34                                             | 93                             | 17                                 |
| z         | Viabilità secondaria ramo nord intersezione SP34 | 47                             | 17                                 |
| j         | Ingresso dir sud San Giovanni Reatino            | 86                             | 17                                 |

## ALLEGATO IV – DETERMINAZIONE DATI DI EMISSIONE

### FASE DI CANTIERE

#### EMISSIONI GAS DI SCARICO

#### MEZZI MECCANICI DI CANTIERE - SORGENTI PUNTUALI

Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA

EMEP-CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2007 – Group 8: Other mobile sources and machinery

| Macchina                                                                                                     | Tipologia di inquinante | Potenza massima del motore HP (kW) | Load Factor LF* | Fattore di emissione medio EFi (g/kWh) | Emissioni per unità di tempo (g/h) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| Pala meccanica                                                                                               | PM10                    | 170                                | 0,15            | 0,2                                    | 5,1                                |
| Escavatore                                                                                                   | PM10                    | 75                                 | 0,15            | 0,3                                    | 3,4                                |
| Autocarro                                                                                                    | PM10                    | 187                                | 0,15            | 0,2                                    | 5,6                                |
| Motolivellatrice                                                                                             | PM11                    | 134                                | 0,15            | 0,2                                    | 4,0                                |
| Rullo compattatore                                                                                           | PM10                    | 53                                 | 0,15            | 0,4                                    | 3,2                                |
| Asfaltatrice                                                                                                 | PM10                    | 78                                 | 0,15            | 0,3                                    | 3,5                                |
| Scarificatrice                                                                                               | PM11                    | 185                                | 0,15            | 0,2                                    | 5,6                                |
| Macchina per pali                                                                                            | PM10                    | 126                                | 0,15            | 0,3                                    | 5,7                                |
| Autobetoniera                                                                                                | PM10                    | 80                                 | 0,15            | 0,3                                    | 3,6                                |
| Autopompa per calcestruzzo                                                                                   | PM10                    | 80                                 | 0,15            | 0,3                                    | 3,6                                |
| Autogrù                                                                                                      | PM10                    | 275                                | 0,15            | 0,2                                    | 8,3                                |
| Perforatrice                                                                                                 | PM10                    | 126                                | 0,15            | 0,3                                    | 5,7                                |
| Cestelli mobili                                                                                              | PM10                    | 50                                 | 0,15            | 0,4                                    | 3,0                                |
| <i>*cicli standard ISO DP 8178, categoria di riferimento C1-Diesel Powered off road industrial equipment</i> |                         |                                    |                 |                                        |                                    |

| Macchina                                                                                                     | Tipologia di inquinante | Potenza massima del motore HP (kW) | Load Factor LF* | Fattore di emissione medio EFi (g/kWh) | Emissioni per unità di tempo (g/h) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| Pala meccanica                                                                                               | NOx                     | 170                                | 0,15            | 3,5                                    | 89,3                               |
| Escavatore                                                                                                   | NOx                     | 75                                 | 0,15            | 3,5                                    | 39,4                               |
| Autocarro                                                                                                    | NOx                     | 187                                | 0,15            | 3,5                                    | 98,2                               |
| Motolivellatrice                                                                                             | NOx                     | 134                                | 0,15            | 3,5                                    | 70,4                               |
| Rullo compattatore                                                                                           | NOx                     | 53                                 | 0,15            | 4,0                                    | 31,8                               |
| Asfaltatrice                                                                                                 | NOx                     | 78                                 | 0,15            | 3,5                                    | 41,0                               |
| Scarificatrice                                                                                               | NOx                     | 185                                | 0,15            | 3,5                                    | 97,1                               |
| Macchina per pali                                                                                            | NOx                     | 126                                | 0,15            | 3,5                                    | 66,2                               |
| Autobetoniera                                                                                                | NOx                     | 80                                 | 0,15            | 3,5                                    | 42,0                               |
| Autopompa per calcestruzzo                                                                                   | NOx                     | 80                                 | 0,15            | 3,5                                    | 42,0                               |
| Autogrù                                                                                                      | NOx                     | 275                                | 0,15            | 3,5                                    | 144,4                              |
| Perforatrice                                                                                                 | NOx                     | 126                                | 0,15            | 3,5                                    | 66,2                               |
| Cestelli mobili                                                                                              | NOx                     | 50                                 | 0,15            | 4,0                                    | 30,0                               |
| <i>*cicli standard ISO DP 8178, categoria di riferimento C1-Diesel Powered off road industrial equipment</i> |                         |                                    |                 |                                        |                                    |

## EMISSIONI DI POLVERE

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources

### Unpaved Roads

Mezzi su piste di cantiere (escavatori, pale gommate, dumper)

| k (PM10) | a (PM10) | b (PM10) | s (%) | Tara peso veicoli (ton) | Fattore di conversione |
|----------|----------|----------|-------|-------------------------|------------------------|
| 1,5      | 0,9      | 0,45     | 4     | 12                      | 281,9                  |

|                                               | W* (ton) | E (lb/VMT) | E (g/VKT**) | veicoli/h | km percorsi | E (g/h) | Note                                                                                            |
|-----------------------------------------------|----------|------------|-------------|-----------|-------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autocarro                                     | 23       | 1,40       | 393,4       | 2         | 0,2         | 157,4   | ipotesi di 2 viaggi/ora per il trasporto di materiale, tratto all'interno del cantiere di 200 m |
| *riferimento al peso operativo della macchina |          |            |             |           |             |         |                                                                                                 |
| **VKT veicolo chilometro viaggiato            |          |            |             |           |             |         |                                                                                                 |

## Aggregate Handling and Storage Piles

### Cumuli di terra, carico e scarico

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources

| k (PM10) | U (m/s) | M (%) | E (kg/ton) | ton materiale movimentate all'ora | E (kg/h) | E (g/h) |
|----------|---------|-------|------------|-----------------------------------|----------|---------|
| 0,35     | 1,7     | 2,5   | 0,0006     | 50                                | 0,0147   | 14,7    |

## Wind erosion

### Azione eolica sui cumuli in stoccaggio temporaneo

Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti

| Fattore di emissione areale EFi (kg/m2)                                | Superficie dell'area movimentata* (m2) | movimentazioni/h | rateo emissivo orario PM10 Ei (kg/h) | rateo emissivo orario PM10 Ei (g/h) |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 0,0000079                                                              | 0,014                                  | 2                | 2,212E-07                            | 0,00022                             |
| *superficie ricavata dalle tonnellate di materiale movimentate all'ora |                                        |                  |                                      |                                     |

## Attività di escavazione

### Rimozione terreno di copertura (Bulldozing)

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources

| sL (%) | M (%) | Fattore di emissione E (kg/ora) | numero di ore lavorative giornaliere (h/giorno) | Emissione PM10 giornaliero (kg/giorno) | Emissione PM10 orario (g/h) |
|--------|-------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| 4      | 10    | 0,11                            | 10                                              | 1,07                                   | 107,5                       |

### **Determinazione emissioni per ambiti di lavorazione**

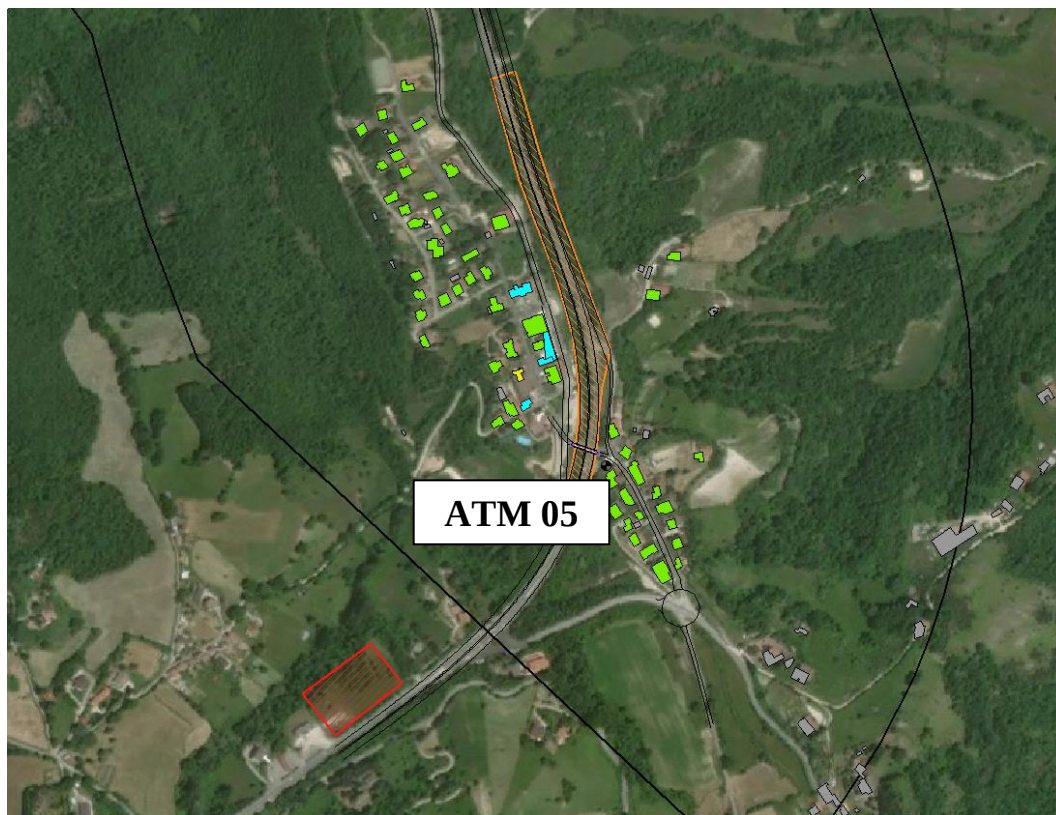
L'emissione per ciascun ambito di lavorazione è ottenuta sommando i valori relativi alle singole sorgenti di inquinamento presenti per effettuare quell'attività, calcolati come dettagliato nelle tabelle precedenti.

La suddivisione in ambiti di lavorazione è finalizzata a semplificare l'attribuzione di un valore di emissione alle fasi funzionali (cantieri mobili) degli interventi in progetto.

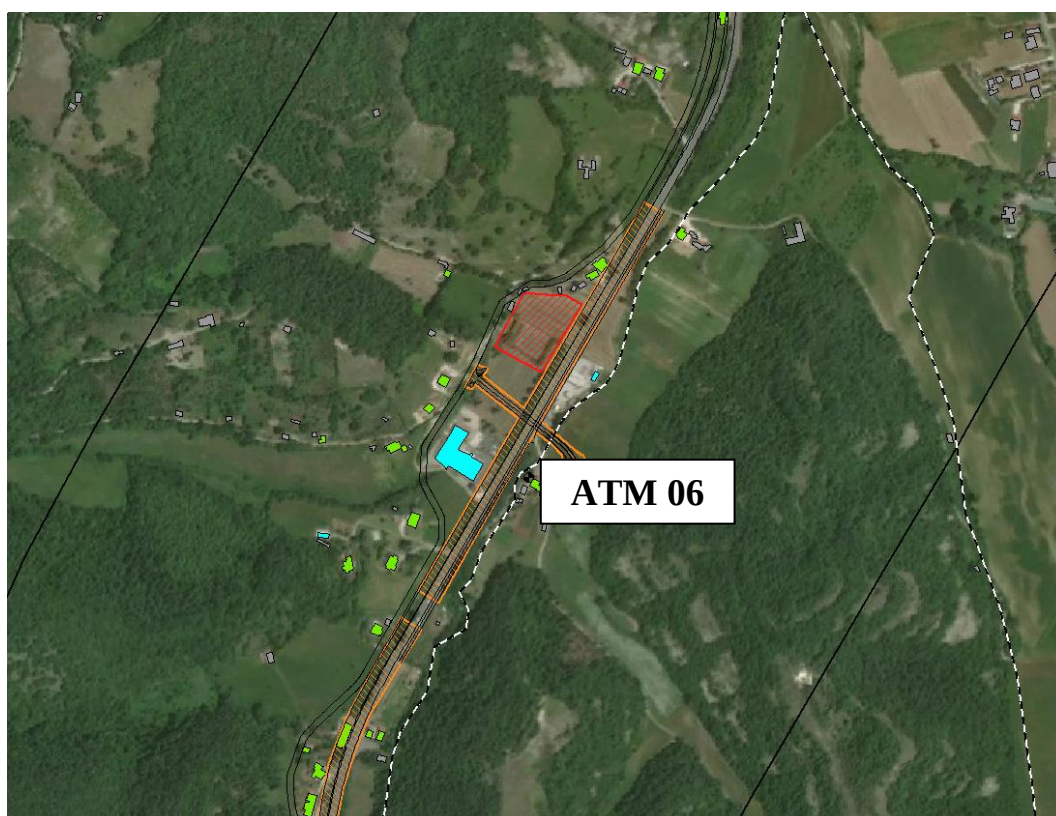
| <b>Ambito di lavorazione</b>           | <b>Tipologia di inquinante</b> | <b>Sorgenti di inquinamento</b>        | <b>Macchinari</b>                                                                                    | <b>Emissioni per unità di tempo totale (g/h)</b> |
|----------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| OPERE STRUTTURALI                      | PM10                           | mezzi pesanti                          | Macchina per pali, autopompa per calcestruzzo, autobetoniera, autogrù, perforatrice, cestelli mobili | <b>29,8</b>                                      |
| MOVIMENTO TERRA                        | PM10                           | mezzi pesanti, attività di escavazione | Escavatori, pale, autocarri, motolivellatrice                                                        | <b>125,6</b>                                     |
| OPERE DI SOSTEGNO E MESSA IN SICUREZZA | PM10                           | mezzi pesanti                          | Macchina per pali, perforatrice, escavatore, pala                                                    | <b>19,8</b>                                      |
| FINITURE SUPERICIALI                   | PM10                           | mezzi pesanti                          | Asfaltatrice, rullo compressore, scarificatrice                                                      | <b>12,2</b>                                      |

| <b>Ambito di lavorazione</b>           | <b>Tipologia di inquinante</b> | <b>Sorgenti di inquinamento</b> | <b>Macchinari</b>                                                                                    | <b>Emissioni per unità di tempo totale (g/h)</b> |
|----------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| OPERE STRUTTURALI                      | NOx                            | mezzi pesanti                   | Macchina per pali, autopompa per calcestruzzo, autobetoniera, autogrù, perforatrice, cestelli mobili | <b>390,7</b>                                     |
| MOVIMENTO TERRA                        | NOx                            | mezzi pesanti                   | Escavatori, pale, autocarri, motolivellatrice                                                        | <b>297,2</b>                                     |
| OPERE DI SOSTEGNO E MESSA IN SICUREZZA | NOx                            | mezzi pesanti                   | Macchina per pali, perforatrice, escavatore, pala                                                    | <b>260,9</b>                                     |
| FINITURE SUPERICIALI                   | NOx                            | mezzi pesanti                   | Asfaltatrice, rullo compressore, scarificatrice                                                      | <b>169,9</b>                                     |

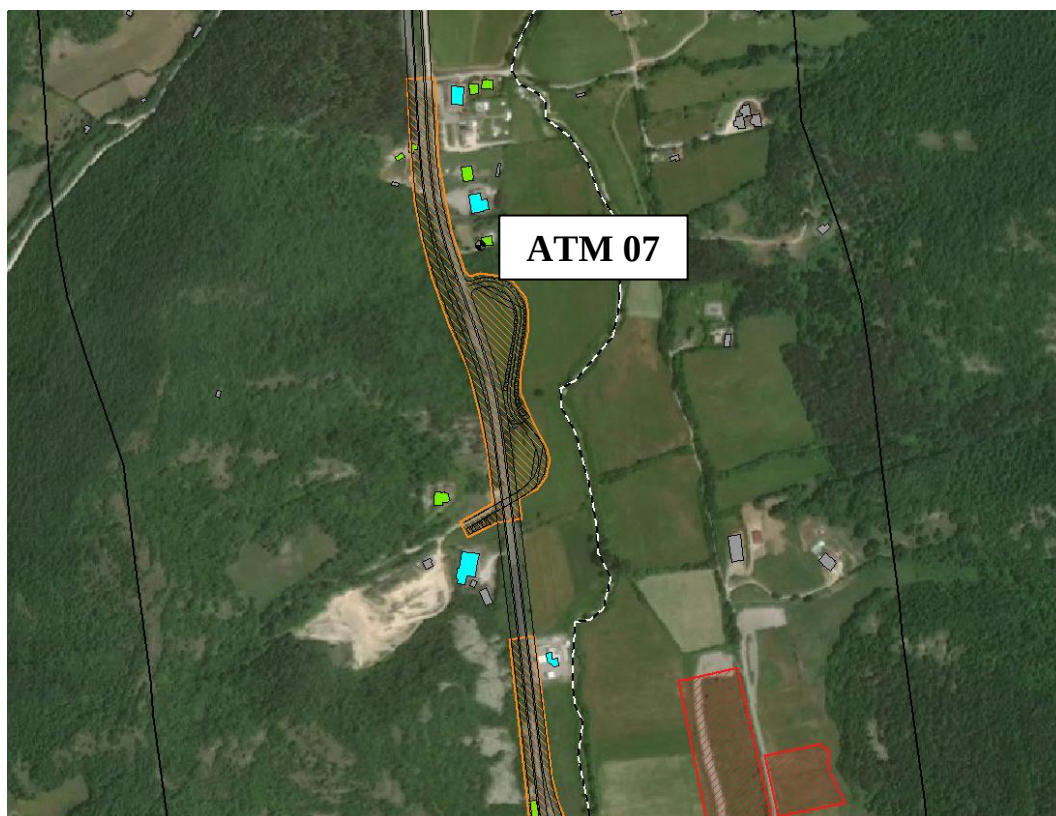
## ALLEGATO V – UBICAZIONE POSTAZIONI RICETTORE



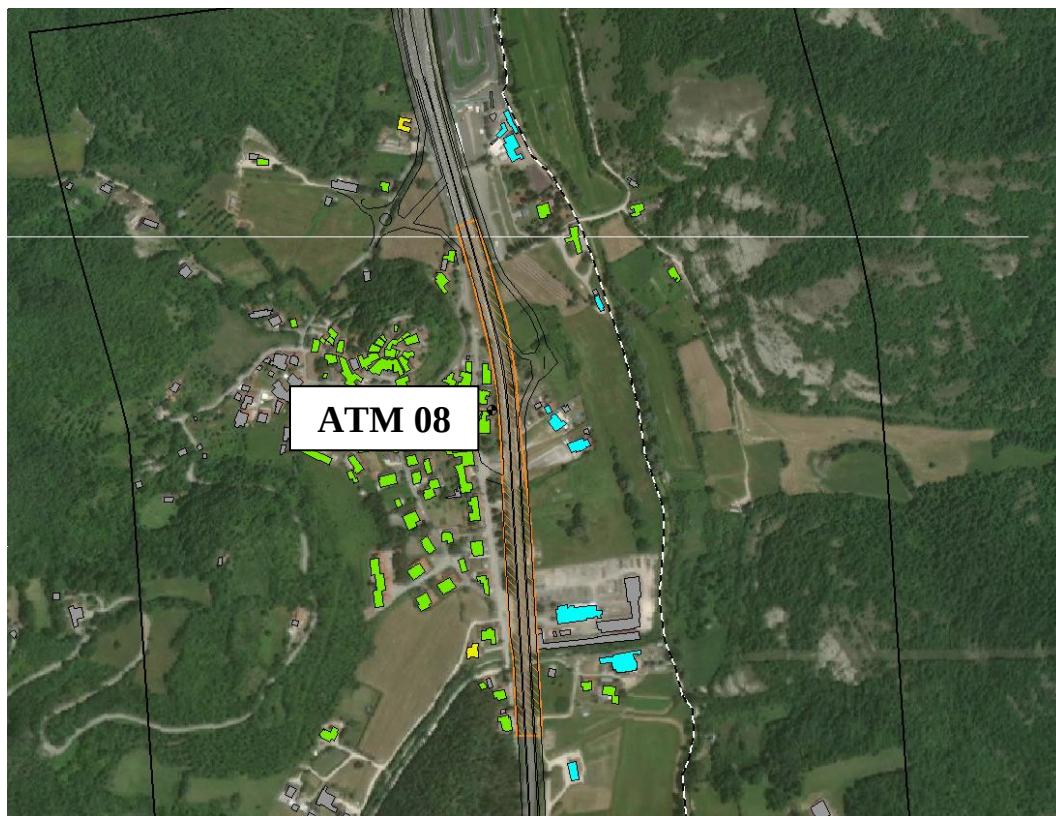
*Figura 34 – Ubicazione postazioni ricettore per il calcolo puntuale (altezza relativa pari a 4 m) – area sud*



*Figura 35 – Ubicazione postazioni ricettore per il calcolo puntuale (altezza relativa pari a 4 m) – area centro sud*



*Figura 36 – Ubicazione postazioni ricettore per il calcolo puntuale (altezza relativa pari a 4 m) – area centro nord*



*Figura 37 – Ubicazione postazioni ricettore per il calcolo puntuale (altezza relativa pari a 4 m) – area nord*