

## **Appendix F: Modellazione Qualità dell'Aria**

## INDICE

	Pag.
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>2</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>2</b>
<b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>	<b>4</b>
<b>F.1 PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>F.2 DESCRIZIONE DEL SITO E DELLA FASE DI CANTIERE</b>	<b>8</b>
<b>F.3 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE</b>	<b>9</b>
F.3.1 ANALISI DELLE EMISSIONI DI POLVERI DA ATTIVITA' DI CANTIERE	9
F.3.1.1 Piazzole di nuova realizzazione	9
F.3.1.2 Piazzole esistenti da adeguare	13
F.3.1.3 Piazzole da ricoprire	13
F.3.1.4 Cavidotto	15
F.3.2 ANALISI DELLE EMISSIONI DI GAS DI SCARICO	16
<b>F.4 MODELLO DI CALCOLO</b>	<b>17</b>
F.4.1 CALPUFF	17
F.4.2 CALMET	18
F.4.2.1 Modello WRF (Weather Research and Forecasting)	19
F.4.3 CALPOST	19
<b>F.5 RICOSTRUZIONE DEL CAMPO DI VENTO 3D</b>	<b>20</b>
F.5.1 DOMINIO DI CALCOLO	20
F.5.2 OROGRAFIA E USO DEL SUOLO	20
F.5.3 DATI METEOROLOGICI	24
F.5.4 RISULTATI	24
<b>F.6 ANALISI MODELLISTICA DI DISPERSIONE</b>	<b>27</b>
F.6.1 ASSUNZIONI MODELLISTICHE	27
F.6.2 LIMITI DI RIFERIMENTO	30
F.6.3 RICETTORI DISCRETI	32
F.6.4 RISULTATI	34
F.6.4.1 PM <sub>10</sub>	35
F.6.4.2 PM <sub>2.5</sub>	36
F.6.4.3 NO <sub>x</sub>	36
F.6.4.4 CO	36
F.6.4.5 SO <sub>x</sub>	36
F.6.4.6 PTS	37
F.6.4.7 Mappe di dispersione degli inquinanti	38
F.6.4.8 Analisi dei risultati	51
<b>F.7 CONCLUSIONI</b>	<b>52</b>
<b>REFERENZE</b>	<b>53</b>

## LISTA DELLE TABELLE

Tabella 3.1:	Valori dei coefficienti $k_i$ , $a_i$ e $b_i$ al variare del tipo di particolato	11
Tabella 3.2:	Valori dei coefficienti $k_i$ al variare del tipo di particolato	12
Tabella 3.3:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole di nuova realizzazione	13
Tabella 3.4:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole esistenti da adeguare	13
Tabella 3.5:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole da ricoprire	15
Tabella 3.6:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative al nuovo cavidotto	15
Tabella 3.7:	Emissioni orarie stimate per i mezzi impiegati durante la fase di cantiere	16
Tabella 6.1:	Caratteristiche geometriche delle sorgenti emissive areali	29
Tabella 6.2:	Limiti normativi considerati per gli inquinanti emessi (Allegato XI e XII al D.Lgs. 155/2010)	30
Tabella 6.3:	Classi di polverosità individuate dall'Istituto Superiore di Sanità	31
Tabella 6.4:	Coordinate geografiche dei ricettori considerati nello studio	32
Tabella 6.5:	Concentrazioni massime rilevate dovute alle attività di cantiere	34
Tabella 6.6:	Concentrazioni di inquinanti sui ricettori sensibili	34
Tabella 6.7:	Deposizioni di PTS rilevate dovute alle attività di cantiere	35
Tabella 6.8:	Deposizioni di PTS sui ricettori sensibili	35

## LISTA DELLE FIGURE

Figura 1.1:	Inquadramento territoriale del progetto	5
Figura 1.2:	Prospetto dell'aerogeneratore. 1: altezza della torre (82 m); 2: diametro del rotore (136 m).	6
Figura 5.1:	Domini di calcolo meteorologico, computazionale e ricampionato	20
Figura 5.2:	Visualizzazione dei dati GeoTIFF disponibili dal database SRTM3	21
Figura 5.3:	Visualizzazione dei dati di land cover disponibili dal database CLC	22
Figura 5.4:	Dominio CALMET: griglia di elevazione (orografia)	23
Figura 5.5:	Dominio CALMET: griglia di uso del suolo	24
Figura 5.6:	Risultati CALMET: rose dei venti superficiali (layer 1) mensili e annuale	25
Figura 5.7:	CALMET: campo di vento 2D per alcuni istanti temporali (layer superficiale)	26
Figura 6.1:	Localizzazione delle sorgenti emissive areali e lineari	30
Figura 6.2:	Ricettori discreti considerati per la dispersione degli inquinanti in CALPUFF	32
Figura 6.3:	PM10 – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	38
Figura 6.4:	PM10 – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)	38
Figura 6.5:	PM10 – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	39
Figura 6.6:	PM10 – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)	39
Figura 6.7:	PM2.5 – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	40
Figura 6.8:	PM2.5 – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)	40
Figura 6.9:	NOx – concentrazioni massime su base oraria in corrispondenza della piazzola MZ05N [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	41
Figura 6.10:	NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	42
Figura 6.11:	NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)	42
Figura 6.12:	NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	43
Figura 6.13:	NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)	43
Figura 6.14:	CO – concentrazioni massime su base 8 ore [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	44
Figura 6.15:	CO – concentrazioni massime su base 8 ore [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)	44
Figura 6.16:	SOx – concentrazioni massime su base oraria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	45

Figura 6.17:	SOx – concentrazioni massime su base oraria (zoom sull'area di cantiere)	45
Figura 6.18:	SOx – 99.7° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	46
Figura 6.19:	SOx – 99.7° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)	46
Figura 6.20:	SOx – 99.2° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	47
Figura 6.21:	SOx – 99.2° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)	47
Figura 6.22:	SOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	48
Figura 6.23:	SOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)	48
Figura 6.24:	PTS – deposizioni massime su base giornaliera [ $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$ ]	49
Figura 6.25:	PTS – deposizioni massime su base giornaliera [ $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$ ] (zoom sull'area di cantiere)	49
Figura 6.26:	PTS – deposizioni medie annue [ $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$ ]	50
Figura 6.27:	PTS – deposizioni medie annue [ $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$ ] (zoom sull'area di cantiere)	50

## ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

<b>CLC</b>	Corine Land Cover
<b>CO</b>	Monossido di carbonio
<b>CS</b>	Cabina Smistamento
<b>DEM</b>	Digital Elevation Model
<b>GSHHS</b>	Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Database
<b>IR</b>	Integrale Ricostruzione
<b>MZ</b>	Montazzoli
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>NO<sub>x</sub></b>	Ossidi di azoto
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	Particulate Matter - polveri sottili (< 2.5 µm)
<b>PM<sub>10</sub></b>	Particulate Matter - polveri sottili (< 10 µm)
<b>PTS</b>	Polveri Totale Sospese
<b>SO<sub>x</sub></b>	Ossidi di zolfo
<b>SRTM</b>	Shuttle Radar Topography Mission
<b>USGS</b>	United States Geological Survey
<b>WRF</b>	Weather Research and Forecasting

## F.1 PREMESSA

Il presente intervento è finalizzato all'Integrale Ricostruzione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica di proprietà della società Edison Rinnovabili S.p.A., localizzato nel territorio del comune di Montazzoli, provincia di Chieti, in Abruzzo. L'inquadramento è illustrato in Figura 1.1.

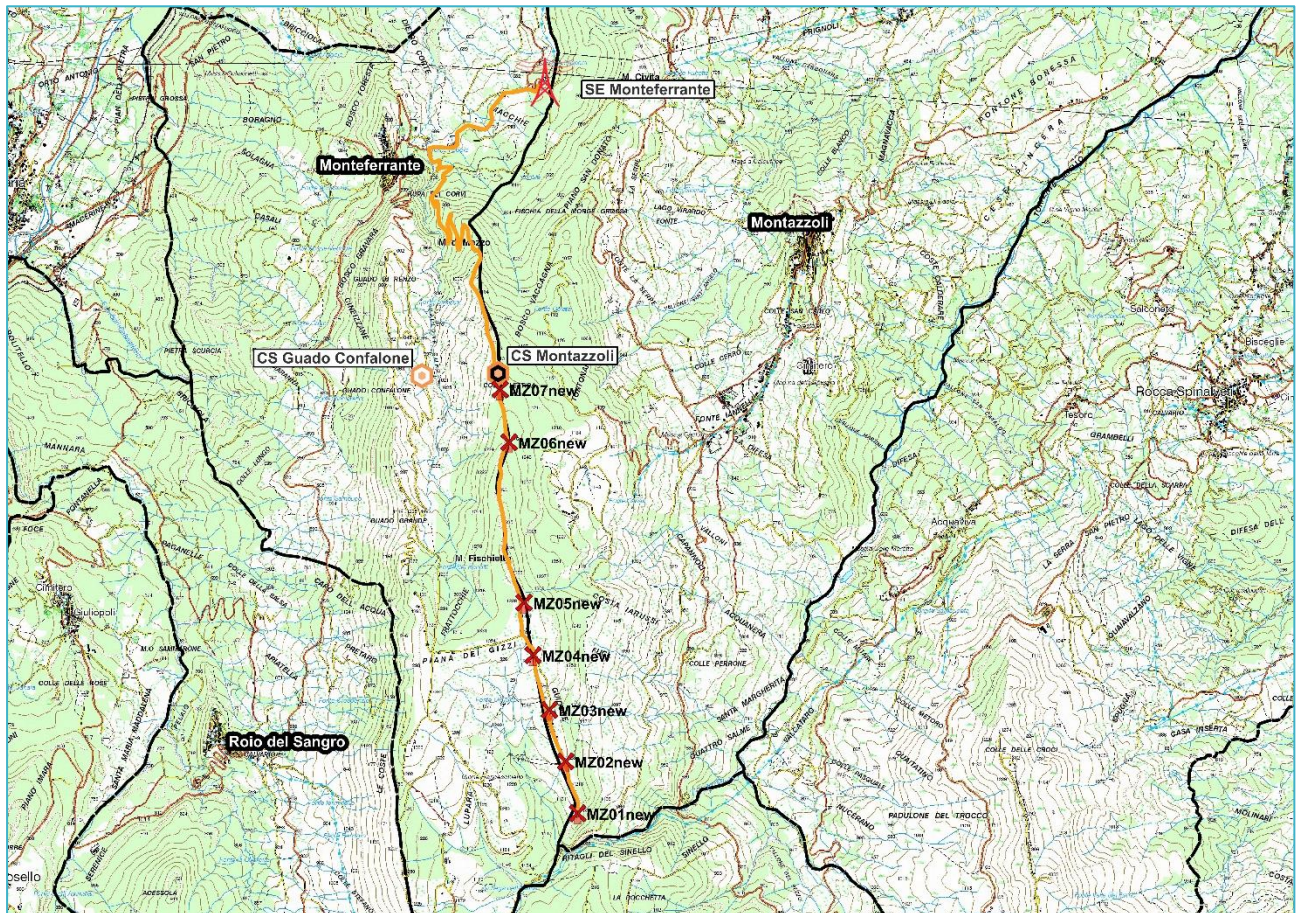


Figura 1.1: Inquadramento territoriale del progetto

L'impianto eolico sarà costituito da **7** aerogeneratori, per una potenza elettrica complessiva pari a **31.5 MW**.

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è il modello Vestas V136 **4.5 MW**. È costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, di altezza pari a 82 m, sulla cui sommità è installata la navicella. Il rotore presenta un diametro di 136 metri, per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 150 m. Il prospetto dell'aerogeneratore è illustrato in Figura 1.2.

Il Layout dell'impianto è schematicamente indicato nella precedente figura, ma meglio dettagliato nelle Tavole di Progetto.

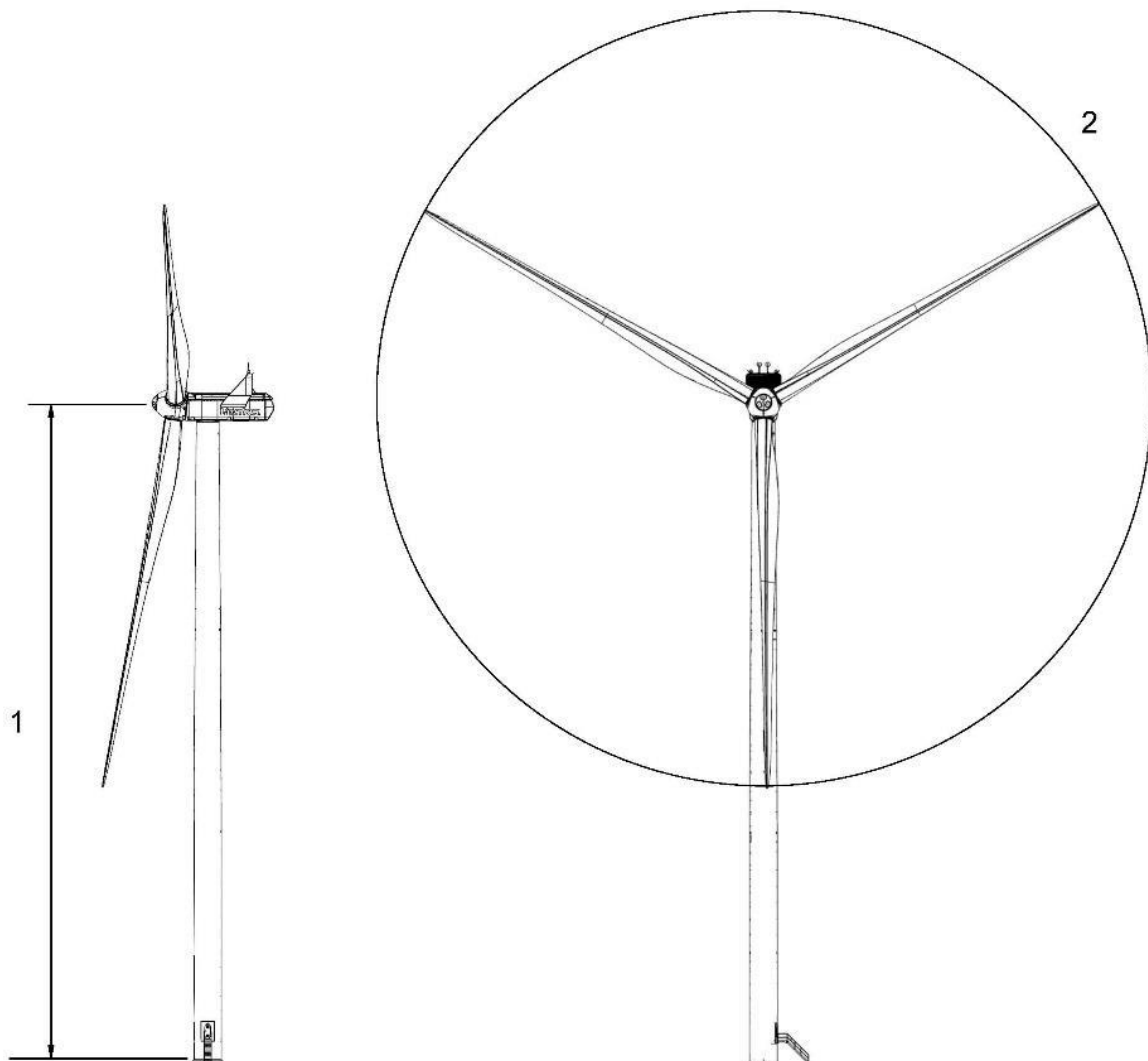


Figura 1.2: Prospetto dell'aerogeneratore. 1: altezza della torre (82 m); 2: diametro del rotore (136 m).

La presente relazione contiene l'analisi della dispersione di polveri in atmosfera causati dagli interventi correlati all'Integrale Ricostruzione dell'impianto eolico in questione.

Le modalità tecniche di simulazione sono espresse ed indicate nella "Nota esplicativa sulle simulazioni di modellistica della dispersione in atmosfera". In particolare, la nota suggerisce:

- ✓ di impiegare dati meteorologici (in particolare anemometrici) e micrometeorologici adeguati a descrivere i flussi dalla sorgente alle aree/posizioni dei ricettori. Essi dovrebbero tener conto dell'orografia e delle caratteristiche locali (si evidenzia anche la presenza della forzante data dall'interfaccia terra-mare a pochi chilometri dall'area di interesse);
- ✓ che si tenga opportunamente in conto delle caratteristiche orografiche dell'area e delle quote altimetriche delle sorgenti e dei ricettori, utilizzando la massima risoluzione spaziale possibile (compatibilmente con le potenzialità di calcolo e tempi di simulazione accettabili).

Questo elaborato risponde alle seguenti richieste di integrazione del MASE, pervenute alla Proponente con la comunicazione n. 8735 del 27/07/2023:

*11. Clima, Qualità dell'Aria, Acque superficiali e sotterranee, e Monitoraggio dell'Aria delle Acque superficiali e sotterranee ante operam, in fase cantiere (dismissione vecchio impianto e realizzazione nuovo impianto) e dismissione nuovo impianto*

*11.1. Produrre una relazione sullo stato della qualità dell'aria anche con riferimento a dati rilevati da centraline di monitoraggio dell'Arpa e/o Regione;*

*11.2. Produrre una relazione di previsione delle emissioni polveri e PM10, PM2.5 NOx, SOx e PTS in fase cantiere*



## **F.2 DESCRIZIONE DEL SITO E DELLA FASE DI CANTIERE**

Il sito del parco eolico, oggetto di smantellamento di 16 aerogeneratori esistenti e Integrale Ricostruzione di 7 aerogeneratori di maggiore potenza, è situato nel comune di Montazzoli (CH), sul crinale del monte Fischietto, ad un'altezza di circa 1300 m.s.l.m. Il sito è dislocato in direzione Nord-Sud lungo il confine tra i comuni di Monteferrante e Montazzoli, in provincia di Chieti.

Allo stato attuale, gli aerogeneratori da smantellare sono collegati tra loro da una strada sterrata principale, da cui partono le strade di accesso alle piazzole ove gli aerogeneratori sono installati. Al di sotto della strada, è interrato il cavidotto in Media Tensione. Tale cavidotto connette gli aerogeneratori tra loro e con la Cabina di Smistamento denominata "CS Guado Confalone". Ciascuna piazzola esistente misura circa 30 x 50 m<sup>2</sup>, e le strade di accesso hanno larghezza 4.50 m.

Con l'intervento di Integrale Ricostruzione, i 16 aerogeneratori smantellati saranno sostituiti da 7 aerogeneratori, di taglia 4.5 MW. Di questi, 6 aerogeneratori sorgeranno su piazzole già esistenti, dunque si realizzerà 1 piazzola ex-novo con la relativa strada di accesso. Le restanti 10 piazzole attualmente esistenti e che non saranno utilizzate a valle dell'intervento saranno invece smantellate, così come le relative strade di accesso.

L'intervento prevede, inoltre, la costruzione di una nuova Cabina di Smistamento "Montazzoli", a cui i nuovi aerogeneratori saranno collegati tramite elettrodotto interrato. Tale Cabina sarà inoltre collegata alla Stazione Elettrica di Monteferrante. Si prevede, dunque, la rimozione dell'attuale cavidotto di collegamento tra gli aerogeneratori esistenti e la CS Guado Confalone, l'installazione di un cavidotto di collegamento tra i nuovi aerogeneratori e la nuova cabina CS Montazzoli, e un nuovo elettrodotto tra la CS Montazzoli e la Stazione Elettrica di Monteferrante. Tutti gli elettrodotti saranno di tipo interrato, e i rispettivi tracciati coincidono con percorsi di viabilità già esistenti.

Si riepilogano le attività previste nell'intervento di Integrale Ricostruzione:

- ✓ Scotico delle superfici destinate alle piazzole: 1 ex-novo, 6 attualmente esistenti;
- ✓ Scavo e rimozione delle fondazioni degli aerogeneratori situati nelle piazzole che saranno utilizzate a seguito dell'intervento, in numero di 6;
- ✓ Scavo per la posa delle nuove fondazioni, in numero di 7;
- ✓ Scotico delle strade di accesso alle nuove piazzole, in numero di 1;
- ✓ Scavo per sostituzione del cavidotto esistente e posa del nuovo cavidotto;
- ✓ Smantellamento delle piazzole e delle relative strade di accesso che non saranno utilizzate a seguito dell'intervento, in numero di 10.

## F.3 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE

Durante la fase di cantiere, i potenziali impatti sulla qualità dell'aria a livello locale sono legati alle seguenti attività:

Per la stima delle emissioni della fase di cantiere sono state prese in considerazione anche  $PM_{2.5}$ , PTS e  $SO_x$  come richiesto dal MASE con la comunicazione n. 8735 del 27/03/2023.

- ✓ emissione temporanea di polveri sospese (principalmente PTS,  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ ) da movimentazione terra, scavi, carico e scarico di materiale polverulento su camion;
- ✓ emissione temporanea di gas di scarico in atmosfera ( $NO_x$ ,  $SO_x$ , CO, PTS,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ) da parte dei mezzi a motore coinvolti nella realizzazione e adeguamento delle piazzole dove saranno installati i nuovi aerogeneratori e nello scavo della trincea dove sarà posato il nuovo cavidotto;

Nei successivi paragrafi vengono dettagliati i calcoli per la quantificazione delle emissioni polverulente diffuse e delle emissioni dei gas di scarico dai mezzi di cantiere, suddivisi per ciascuna area e per tipologia di attività eseguita.

### F.3.1 ANALISI DELLE EMISSIONI DI POLVERI DA ATTIVITA' DI CANTIERE

L'articolazione funzionale "modellistica previsionale" di ARPAT ha redatto, in collaborazione con la Regione Toscana, le "Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti". Tali linee guida introducono i metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali polverulenti in genere, nonché le azioni le opere di mitigazione attuabili anche ai fini dell'applicazione dell'Allegato V alla Parte Quinta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.. I metodi di valutazione proposti provengono principalmente da modelli US-EPA, in particolare vengono utilizzati i fattori di emissione proposti nell'AP-42. Nella trattazione, qualora applicati, vengono riportati i codici identificativi SCC (Source Classification Codes), in modo da facilitarne la ricerca nella fonte bibliografica, in particolare in WebFIRE.

Le operazioni esplicitamente considerate per il presente studio sono le seguenti:

- ✓ Scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3);
- ✓ Scavo di materiale (AP-42 11.19.1);
- ✓ Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4);
- ✓ Erosione dei cumuli ad opera del vento (AP-42 13.2.5);
- ✓ Transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2);

Queste operazioni sono state valutate e caratterizzate secondo i corrispondenti modelli US-EPA o gli eventuali fattori di emissione proposti nell'AP-42, con opportune modifiche, specificazioni e/o semplificazioni in modo da poter essere applicati ai casi di interesse.

#### F.3.1.1 Piazzole di nuova realizzazione

Nelle piazzole di nuova realizzazione viene svolta attività di scotico e sbancamento del materiale superficiale, realizzazione delle strade di collegamento con la viabilità esistente e scavi per le fondazioni dei nuovi aerogeneratori.

Per quanto riguarda scotico e rimozione del materiale superficiale, l'escavatore rimuove mediamente  $450 m^3$  (30 m di larghezza piazzola  $\times$  50 m di lunghezza piazzola  $\times$  0.3 m di profondità di scavo) in circa 4 ore, ossia  $112.5 m^3/h$ . Considerando una densità media del materiale pari a  $1.5 Mg/m^3$ , si ha una produzione pari a  $168.75 Mg/h$ . Ipotizzando una dimensione della benna pari a 2 m, l'area sarà totalmente lavorata ad una velocità media pari a  $0.1875 km/h$ .

Considerando il fattore di emissione "13.2.3 Heavy construction operation" dell'AP-42, pari a  $5.7 kg/km$  di PTS ed ipotizzando una quota di  $PM_{10}$  pari al 60% del PTS, si ottiene un fattore di emissione per il  $PM_{10}$  pari a  $EF_{PM_{10}\text{-scotico}} = 3.42 kg/km$ .

In merito ai  $PM_{2.5}$ , il documento dell'EMEP/EEA "Air pollutant emission inventory guidebook 2019" al capitolo 2.A.5.b "Construction and demolition" indica un fattore emissivo per le generiche attività coinvolte pari al 10% del fattore emissivo del  $PM_{10}$ . In ragione di tale assunzione, il fattore emissivo del  $PM_{2.5}$  è pari a  $EF_{PM_{2.5}\text{-scotico}} = 0.342 kg/km$ .

Visto l'avanzamento medio stimato, per questa fase si prevede la seguente emissione oraria:

$$\text{(scotico - PTS)} \ 5.7 \text{ kg/km} \times 0.1875 \text{ km/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 1068.8 \text{ g/h}$$

$$\text{(scotico - PM}_{10}\text{)} \ 3.42 \text{ kg/km} \times 0.1875 \text{ km/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 641.3 \text{ g/h}$$

$$\text{(scotico - PM}_{2.5}\text{)} \ 0.342 \text{ kg/km} \times 0.1875 \text{ km/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 64.1 \text{ g/h}$$

Per la realizzazione delle nuove strade, considerando una lunghezza di 30 m, una larghezza di 4.5 m e una profondità di asportazione materiale di circa 0.3 m, vengono asportati circa 40.5 m<sup>3</sup>. Ipotizzando la stessa produzione calcolata per la piazzola (112.5 m<sup>3</sup>/h), la durata stimata per l'attività è pari a 0.36 h. La strada verrà realizzata con una velocità di avanzamento pari a 30 m / 0.36 h = 0.0833 km/h. L'attività di scotico sarà così calcolata:

$$\text{(scotico - PTS)} \ 5.7 \text{ kg/km} \times 0.0833 \text{ km/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 475 \text{ g/h}$$

$$\text{(scotico - PM}_{10}\text{)} \ 3.42 \text{ kg/km} \times 0.0833 \text{ km/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 285.0 \text{ g/h}$$

$$\text{(scotico - PM}_{2.5}\text{)} \ 0.342 \text{ kg/km} \times 0.0833 \text{ km/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 28.5 \text{ g/h}$$

Per la realizzazione dello scavo per le fondazioni dei nuovi aerogeneratori sarà impiegato un escavatore cingolato che estrae un volume di materiale pari a 1645 m<sup>3</sup> per ogni piazzola in 3 giorni lavorativi (3x8h=24 ore). La produzione di materiale è pari quindi a 68.54 m<sup>3</sup>/h (102.8 Mg/h). È stato considerato cautelativamente il fattore di emissione proposto dall'EPA e associato al SCC (Source Classification Code) 3-05-027-60 "Sand Handling, Transfer and Storage" in "Industrial Sand and Gravel", pari a 6.40E-04 kg/Mg di PTS, di cui il 60% è rappresentato dalle PM<sub>10</sub> (3.84E-04 kg/Mg). Per i PM<sub>2.5</sub> si assume un fattore emissivo pari al 10% di quello dei PM<sub>10</sub>, e dunque  $EF_{PM_{2.5}\text{-scavo}}=3.84\text{E-}05 \text{ kg/Mg}$ .

$$\text{(scavo - PTS)} \ 6.40\text{E-}04 \text{ kg/Mg} \times 102.8 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 65.8 \text{ g/h}$$

$$\text{(scavo - PM}_{10}\text{)} \ 3.84\text{E-}04 \text{ kg/Mg} \times 102.8 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 39.5 \text{ g/h}$$

$$\text{(scavo - PM}_{2.5}\text{)} \ 3.84\text{E-}05 \text{ kg/Mg} \times 102.8 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 3.95 \text{ g/h}$$

Il materiale rimosso durante la fase di scotico dalla piazzola viene caricato sui bilici ad una velocità di circa 90 m<sup>3</sup>/h (corrispondenti a 135 Mg/h). Tale operazione può essere associata al SCC 3-05-025-06 "Construction sand and gravel – Bulk Loading" con il fattore di emissione pari a  $EF_{PM_{10}\text{-carico}} = 1.20\text{E-}03 \text{ kg/Mg}$  di materiale caricato. Sulla base delle medesime assunzioni precedentemente riportate si ha un fattore emissivo delle PTS pari a 2E-03 kg/Mg, e un fattore emissivo relativo alle PM<sub>2.5</sub> pari a 1.20E-04 kg/Mg:

$$\text{(carico - PTS)} \ 2.0\text{E-}03 \text{ kg/Mg} \times 135 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 270.0 \text{ g/h}$$

$$\text{(carico - PM}_{10}\text{)} \ 1.20\text{E-}03 \text{ kg/Mg} \times 135 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 162.0 \text{ g/h}$$

$$\text{(carico - PM}_{2.5}\text{)} \ 1.20\text{E-}04 \text{ kg/Mg} \times 135 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 16.2 \text{ g/h}$$

Il trasporto dello scotico avviene su pista non pavimentata con copertura in ghiaia per mezzo di camion capaci di movimentare un carico di 30 Mg, pertanto, vista la produzione oraria, saranno effettuati mediamente 4.5 viaggi/h. Il tragitto medio percorso (andata e ritorno) fino alle aree dove tale materiale verrà reimpiegato (piazzole da ricoprire) è mediamente di 2 km circa. Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo "13.2.2 Unpaved roads" dell'AP-42. Il fattore emissivo  $EF_i$  è calcolato secondo la formula:

$$EF_i \text{ (kg/km)} = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i}$$

$EF_i$  = fattore di emissione dell'i-esimo tipo di particolato;

$i$  = particolato (PTS,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ );

$s$  = contenuto di limo in percentuale in massa (%);

$W$  = peso medio del veicolo (Mg);

$k_i$ ,  $a_i$  e  $b_i$  sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono forniti nella Tabella 3.1.

**Tabella 3.1: Valori dei coefficienti  $k_i$ ,  $a_i$  e  $b_i$  al variare del tipo di particolato**

Particolato	$k_i$	$a_i$	$b_i$
PTS	1.38	0.7	0.45
$PM_{10}$	0.423	0.9	0.45
$PM_{2.5}$	0.0423	0.9	0.45

È stato ipotizzato un contenuto in limo pari all'1% (fondo stradale ricoperto in ghiaia) e un peso medio andata e ritorno di 26 Mg (peso del camion a vuoto pari a 11 Mg).

$$EF_{PTS\text{-trasporto}} \text{ (kg/km)} = 1.38 \times (1\% / 12)^{0.7} \times (26 \text{ Mg} / 3)^{0.45} = 0.640 \text{ kg/km}$$

$$EF_{PM_{10}\text{-trasporto}} \text{ (kg/km)} = 0.423 \times (1\% / 12)^{0.9} \times (26 \text{ Mg} / 3)^{0.45} = 0.119 \text{ kg/km}$$

$$EF_{PM_{2.5}\text{-trasporto}} \text{ (kg/km)} = 0.0423 \times (1\% / 12)^{0.9} \times (26 \text{ Mg} / 3)^{0.45} = 0.012 \text{ kg/km}$$

Considerato che ogni viaggio è di 2 km, si ottiene:

✓ Per le PTS:

$$2.0 \text{ km/viaggio} \times 0.640 \text{ kg/km} = 1.28 \text{ kg/viaggio}$$

$$1.28 \text{ kg/viaggio} \times 4.5 \text{ viaggi/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 5764.1 \text{ g/h}$$

✓ per le  $PM_{10}$ :

$$2.0 \text{ km/viaggio} \times 0.119 \text{ kg/km} = 0.239 \text{ kg/viaggio}$$

$$0.239 \text{ kg/viaggio} \times 4.5 \text{ viaggi/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 1074.9 \text{ g/h}$$

✓ Per le  $PM_{2.5}$ :

$$2.0 \text{ km/viaggio} \times 0.012 \text{ kg/km} = 0.024 \text{ kg/viaggio}$$

$$0.024 \text{ kg/viaggio} \times 4.5 \text{ viaggi/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 107.5 \text{ g/h}$$

Considerando la lunghezza media del percorso fra le piazzole di nuova generazione/esistenti da adeguare e quelle da ricoprire, il contributo delle emissioni dovute al trasporto è stato opportunamente ripartito in percentuali proporzionali:

$$\text{(trasporto - PTS)} \ 5764.1 \text{ g/h} / 1 \times 5.9\% = 339.1 \text{ g/h}$$

$$\text{(trasporto - } PM_{10}\text{)} \ 1074.9 \text{ g/h} / 1 \times 5.9\% = 63.2 \text{ g/h}$$

$$\text{(trasporto - } PM_{2.5}\text{)} \ 107.5 \text{ g/h} / 1 \times 5.9\% = 6.3 \text{ g/h}$$

Parte del materiale scavato/scoticato rimane in situ: l'operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli contribuisce all'emissione di  $PM_{10}$ . Il modello, proposto nel paragrafo 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42, calcola l'emissione di polveri per quantità di materiale lavorato in base alla seguente espressione:

$$EF_i(\text{kg/Mg}) = k_i(0.0016) \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

$EF_i$  = fattore di emissione dell' $i$ -esimo tipo di particolato;

$i$  = particolato (PTS,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ );

$u$  = velocità del vento (m/s);

$M$  = contenuto in percentuale di umidità (%);

$k_i$  = coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato ed i cui valori sono forniti nella Tabella 3.2.

**Tabella 3.2: Valori dei coefficienti  $k_i$  al variare del tipo di particolato**

Particolato	$k_i$
PTS	0.74
$PM_{10}$	0.35
$PM_{2.5}$	0.11

L'espressione di cui sopra è valida fermo restando alcuni presupposti, ovvero un contenuto di umidità di 0.2 ÷ 4.8 % e per velocità del vento nell'intervallo 0.6 ÷ 6.7 m/s.

Inserendo i dati, considerando quindi una velocità media annuale del vento pari a 5 m/s derivante dall'analisi dei dati WRF e ipotizzando un contenuto di umidità del 4%, si ottengono fattori di emissione per questa attività pari a

$$EF_{\text{PTS-cumuli}} = 0.74 \times (0.0016) \times \left(\frac{5 \text{ m/s}}{2.2}\right)^{1.3} / \left(\frac{4\%}{2}\right)^{1.4} = 1.30\text{E-}03 \text{ kg/Mg}$$

$$EF_{\text{PM}_{10}\text{-cumuli}} = 0.35 \times (0.0016) \times \left(\frac{5 \text{ m/s}}{2.2}\right)^{1.3} / \left(\frac{4\%}{2}\right)^{1.4} = 6.17\text{E-}04 \text{ kg/Mg}$$

$$EF_{\text{PM}_{2.5}\text{-cumuli}} = 0.11 \times (0.0016) \times \left(\frac{5 \text{ m/s}}{2.2}\right)^{1.3} / \left(\frac{4\%}{2}\right)^{1.4} = 1.93\text{E-}04 \text{ kg/Mg}$$

da cui deriva:

$$\text{(formazione di cumuli – PTS)} \quad 1.30\text{E-}03 \text{ kg/Mg} \times (168.75 - 135 + 102.8 \text{ Mg/h}) \times 1\text{E+}03 \text{ g/kg} = 178.1 \text{ g/h}$$

$$\text{(formazione di cumuli – PM}_{10}\text{)} \quad 6.17\text{E-}04 \text{ kg/Mg} \times (168.75 - 135 + 102.8 \text{ Mg/h}) \times 1\text{E+}03 \text{ g/kg} = 84.3 \text{ g/h}$$

$$\text{(formazione di cumuli – PM}_{2.5}\text{)} \quad 1.93\text{E-}04 \text{ kg/Mg} \times (168.75 - 135 + 102.8 \text{ Mg/h}) \times 1\text{E+}03 \text{ g/kg} = 26.5 \text{ g/h}$$

Relativamente alla quantificazione delle emissioni per erosione del vento dei cumuli di materiale superficiale, facendo riferimento al paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" dell'AP-42, visto il basso fattore emissivo areale per PTS,  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ , si è verificato un contributo trascurabile e comunque quantificato per eccesso in 1.0 g/h per ognuno dei tipi di particolato.

$$\text{(erosione dei cumuli dal vento – PTS)} \quad 1.0 \text{ g/h}$$

$$\text{(erosione dei cumuli dal vento – PM}_{10}\text{)} \quad 1.0 \text{ g/h}$$

$$\text{(erosione dei cumuli dal vento – PM}_{2.5}\text{)} \quad 1.0 \text{ g/h}$$

Nella Tabella 3.3 è riportata la stima delle emissioni polverulente per le attività eseguite sulla piazzola di nuova realizzazione.

**Tabella 3.3: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole di nuova realizzazione**

Fase	Emissione oraria PTS [g/h]	Emissione oraria PM10 [g/h]	Emissione oraria PM2.5 [g/h]
Scotico materiale superficiale (piazzola)	1068.8	641.3	64.1
Scotico materiale superficiale (strada)	475	285.0	28.5
Scavo per fondazioni	65.8	39.5	4.0
Carico materiale superficiale sui camion	270.0	162.0	16.2
Trasporto materiale superficiale (% relativa a ciascuna aera)	339.1	63.2	6.3
Formazione e stoccaggio di cumuli di materiale superficiale	178.1	84.3	26.5
Erosione dei cumuli di materiale superficiale dal vento	1.0	1.0	1.0
<b>TOTALE</b>	<b>2397.7</b>	<b>1276.2</b>	<b>146.6</b>

### F.3.1.2 Piazzole esistenti da adeguare

Per l'adeguamento delle piazzole esistenti sono state considerate le medesime lavorazioni eseguite per la nuova piazzola, ad eccezione dello scotico di materiale superficiale per la realizzazione di nuove strade, che non è previsto per questa tipologia di area.

Nella Tabella 3.4 viene riportata la stima delle emissioni polverulente per le attività eseguite sulle piazzole esistenti da adeguare. I valori sono relativi a ciascuna delle 6 piazzole.

**Tabella 3.4: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole esistenti da adeguare**

Fase	Emissione oraria PTS [g/h]	Emissione oraria PM10 [g/h]	Emissione oraria PM2.5 [g/h]
Scotico materiale superficiale (piazzola)	1068.8	641.3	64.1
Scavo per fondazioni	65.8	39.5	4.0
Carico materiale superficiale sui camion	270.0	162.0	16.2
Trasporto materiale superficiale (% relativa a ciascuna aera)	339.1	63.2	6.3
Formazione e stoccaggio di cumuli di materiale superficiale	178.1	84.3	26.5
Erosione dei cumuli di materiale superficiale dal vento	1.0	1.0	1.0
<b>TOTALE</b>	<b>1922.7</b>	<b>991.2</b>	<b>118.1</b>

### F.3.1.3 Piazzole da ricoprire

La quota parte delle emissioni polverulente, dovute al trasporto su strada non asfaltata attribuita a ciascuna delle piazzole da ricoprire, ammonta a:

$$\text{(trasporto - PTS)} \ 5764.1 \text{ g/h} / 10 \times 58.9\% = 339.1 \text{ g/h}$$

$$\text{(trasporto - PM}_{10}\text{)} \ 1074.9 \text{ g/h} / 10 \times 58.9\% = 63.2 \text{ g/h}$$

$$\text{(trasporto - PM}_{2.5}\text{)} \ 107.5 \text{ g/h} / 10 \times 58.9\% = 6.3 \text{ g/h}$$

Il materiale proveniente dalle piazzole di nuova realizzazione e da quelle da adeguare viene scaricato sulle piazzole da ricoprire per le successive lavorazioni. Tale fase corrisponde a quanto indicato dall'EPA nella scheda SCC 3-05-010-42 ("Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden"), che fornisce un fattore di emissione per le PM<sub>10</sub> pari a 5E-04 kg/Mg di materiale scaricato. Assumendo che  $EF_{PM10} = 0.6 \times EF_{PTS}$ , per questa attività si ottiene  $EF_{PTS} = 8.3E-04 \text{ kg/Mg}$ . Per le PM<sub>2.5</sub>, si è considerato un fattore emissivo pari al 10% rispetto alle PM<sub>10</sub> (5E-05 kg/Mg).

La produzione di materiali che arriva a ciascuna piazzola da ricoprire e che viene scaricato è pari a (135 Mg/h × 7 piazzole nuove/da adeguare / 10 piazzole da ricoprire = 94.5 Mg/h). L'emissione di polveri corrispondente è:

$$\text{(scarico - PTS)} \ 8.3E-04 \text{ kg/Mg} \times 94.5 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 78.8 \text{ g/h}$$

$$\text{(scarico - PM}_{10}\text{)} \ 5E-04 \text{ kg/Mg} \times 94.5 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 47.3 \text{ g/h}$$

$$\text{(scarico - PM}_{2.5}\text{)} \ 5E-05 \text{ kg/Mg} \times 94.5 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 4.7 \text{ g/h}$$

Ipotizzando che tutto il materiale arrivato presso le piazzole da ricoprire sia temporaneamente stoccato in cumuli e riadoperato in un secondo momento, si può stimare una emissione polverulenta pari a:

$$\text{(formazione di cumuli - PTS)} \ 1.30E-03 \text{ kg/Mg} \times 94.5 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 123.3 \text{ g/h}$$

$$\text{(formazione di cumuli - PM}_{10}\text{)} \ 6.17E-04 \text{ kg/Mg} \times 94.5 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 58.3 \text{ g/h}$$

$$\text{(formazione di cumuli - PM}_{2.5}\text{)} \ 1.93E-04 \text{ kg/Mg} \times 94.5 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 18.3 \text{ g/h}$$

Relativamente alla quantificazione delle emissioni per erosione del vento dei cumuli di materiale superficiale, facendo riferimento al paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" dell'AP-42, visto il basso fattore emissivo areale per PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> si è verificato un contributo trascurabile e comunque quantificato per eccesso in 1.0 g/h per ognuno dei tipi di particolato.

$$\text{(erosione dei cumuli dal vento - PTS)} \ 1.0 \text{ g/h}$$

$$\text{(erosione dei cumuli dal vento - PM}_{10}\text{)} \ 1.0 \text{ g/h}$$

$$\text{(erosione dei cumuli dal vento - PM}_{2.5}\text{)} \ 1.0 \text{ g/h}$$

Per quanto riguarda la ridistribuzione uniforme del materiale scaricato ai fini della copertura delle piazzole, è stata associata a tale lavorazione la scheda SCC 3-05-010-48 ("Overburden Replacement") dell'EPA, che fornisce un valore di PM<sub>10</sub> pari a 0.003 kg/Mg di materiale processato. Assumendo che  $EF_{PM10} = 0.6 \times EF_{PTS}$ , per questa attività si ottiene  $EF_{PTS} = 0.005 \text{ kg/Mg}$ . Il fattore emissivo del PM<sub>2.5</sub> è stato assunto pari al 10% di  $EF_{PM10}$ .

Considerando un volume totale proveniente dalle piazzole nuove/da adeguare pari a  $450 \text{ m}^3 \times 7 = 3150 \text{ m}^3$ , su ciascuna piazzola da ricoprire avremo un volume pari a circa  $3150 / 10 = 315 \text{ m}^3$ , ed ipotizzando una durata di circa 10,5 ore per la ridistribuzione, si avrà una portata di materiale pari a  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  (45 Mg/h).

La produzione di particolato sarà perciò di:

$$\text{(ridistribuzione materiale - PTS)} \ 0.005 \text{ kg/Mg} \times 45 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 225.0 \text{ g/h}$$

(ridistribuzione materiale – PM<sub>10</sub>)  $0.003 \text{ kg/Mg} \times 45 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 135.0 \text{ g/h}$

(ridistribuzione materiale – PM<sub>2.5</sub>)  $0.003 \text{ kg/Mg} \times 45 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 13.5 \text{ g/h}$

Nella Tabella 3.5 viene riportata la stima delle emissioni polverulente per le attività eseguite sulle piazzole da ricoprire. I valori sono relativi a ciascuna delle 10 piazzole da dismettere.

**Tabella 3.5: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole da ricoprire**

Fase	Emissione oraria PTS [g/h]	Emissione oraria PM <sub>10</sub> [g/h]	Emissione oraria PM <sub>2.5</sub> [g/h]
Trasporto materiale superficiale (% relativa a ciascuna area)	339.1	63.2	6.3
Scarico materiale superficiale dai camion	78.8	47.3	4.7
Formazione e stoccaggio di cumuli di materiale superficiale	123.3	58.3	18.3
Erosione dei cumuli di materiale superficiale dal vento	1.0	1.0	1.0
Ridistribuzione materiale di riporto	225.0	135.0	13.5
<b>TOTALE</b>	<b>767.1</b>	<b>304.8</b>	<b>41.8</b>

#### F.3.1.4 Cavidotto

L'attività di scavo per la posa del nuovo cavidotto verrà eseguita con un escavatore cingolato lungo tutto il tracciato, avente una lunghezza di circa 8335 m. Ipotizzando una velocità di avanzamento dello scavo pari a 150 m/giorno (0.01875 km/h), la durata complessiva per terminare questa lavorazione è di circa 444.5 h, e considerando un volume di materiale asportato di 12747 m<sup>3</sup>, si avrà una portata media oraria di 28.675 m<sup>3</sup>/h (43.0 Mg/h).

Per la realizzazione dello scavo, è stato considerato il fattore di emissione proposto dall'EPA e associato al SCC (Source Classification Code) 3-05-027-60 "Sand Handling, Transfer and Storage" in "Industrial Sand and Gravel", pari a 6.40E-04 kg/Mg di polveri totali, di cui il 60% è rappresentato dalle PM<sub>10</sub> (3.84E-04 kg/Mg). Per le PM<sub>2.5</sub>, si è assunto un fattore emissivo pari al 10% del corrispondente valore relativo alle PM<sub>10</sub>.

(scavo – PTS)  $6.40\text{E}-04 \text{ kg/Mg} \times 43 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 27.5 \text{ g/h}$

(scavo – PM<sub>10</sub>)  $3.84\text{E}-04 \text{ kg/Mg} \times 43 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 16.5 \text{ g/h}$

(scavo – PM<sub>2.5</sub>)  $3.84\text{E}-05 \text{ kg/Mg} \times 43 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 1.6 \text{ g/h}$

Nella Tabella 3.6 viene riportata la stima delle emissioni polverulente per le attività connesse alla posa del cavidotto.

**Tabella 3.6: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative al nuovo cavidotto**

Fase	Emissione oraria PTS [g/h]	Emissione oraria PM <sub>10</sub> [g/h]	Emissione oraria PM <sub>2.5</sub> [g/h]
Scavo per posa cavidotto	27.5	16.5	1.7
<b>TOTALE</b>	<b>27.5</b>	<b>16.5</b>	<b>1.7</b>



### F.3.2 ANALISI DELLE EMISSIONI DI GAS DI SCARICO

Per la fase di cantiere si prevede l'impiego di due tipologie di veicoli necessari sia per le lavorazioni sulle piazzole, sia per la realizzazione degli scavi per la posa del nuovo cavidotto.

È stato ipotizzato l'impiego di tre mezzi (due camion e un escavatore) per le lavorazioni sulle piazzole, e di un solo escavatore per lo scavo della trincea per la posa del nuovo cavidotto. I relativi fattori emissivi per le PTS, NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>x</sub> desunti dal documento "Off-road Mobile Source Emission Factors (Scenario Years 2007 – 2025)", sono riportati nella seguente Tabella 3.7. Sulla base delle determinazioni riportate nel documento "Air pollutant emission inventory guidebook 2019" pubblicato dall'EMEP/EEA, in particolare al cap. 1.a.4 "Non-road mobile sources and machinery", per PM<sub>10</sub> e per PM<sub>2.5</sub> sono stati assunti i medesimi fattori emissivi delle PTS.

Tabella 3.7: Emissioni orarie stimate per i mezzi impiegati durante la fase di cantiere

Tipo di veicolo	Max HP	Emissione oraria PTS - PM <sub>10</sub> – PM <sub>2.5</sub> [g/h]	Emissione oraria NO <sub>x</sub> [g/h]	Emissione oraria CO [g/h]	Emissione oraria SO <sub>x</sub> [g/h]
Camion	175	7.98	158.8	341.9	0.6
Escavatore	120	6.72	144.3	224.9	0.4
<b>TOT. PER OGNI PIAZZOLA</b>		22.69	462.1	908.6	1.7
<b>TOT. CAVIDOTTO</b>		6.72	144.3	224.9	0.4

## **F.4 MODELLO DI CALCOLO**

Ai fini dell'individuazione del modello di calcolo più idoneo per una corretta esecuzione di uno studio di modellistica diffusionale atmosferica, si deve prestare particolare attenzione ai seguenti elementi:

- ✓ specificità geografica e morfologica del sito;
- ✓ tipologia di sorgenti considerate (puntuali, lineari, areali o volumetriche);
- ✓ intervallo spaziale e temporale di analisi, che rende necessaria l'applicazione di un modello di mesoscala;
- ✓ tipologia di inquinanti trattati, caratterizzati da stati fisici particellari o gassosi.

Alla luce degli aspetti sopra considerati, il modello più appropriato al caso specifico di indagine risulta essere CALPUFF. Quest'ultimo è un modello a "puff", indicato per condizioni di orografia complessa, situazioni meteorologiche critiche come le calme di vento e domini spaziali anche di grandi dimensioni (raggi d'influenza compresi tra e 10 e 100 km), capace di modellare non solo la dispersione atmosferica degli inquinanti, ma anche la deposizione al suolo. Il modello, inoltre, è tra i più utilizzati e universalmente riconosciuti come supporto di studi di impatto ambientale.

Il sistema modellistico CALPUFF si compone di tre componenti separate: CALMET, CALPUFF e CALPOST, oltre ad una quantità di preprocessori progettati per interfacciare il modello con data set meteorologici e territoriali di tipo standard e di largo utilizzo.

CALMET rappresenta il modello meteorologico che ricostruisce la serie oraria del campo tridimensionale di vento e di temperatura. L'output prodotto da CALMET, inoltre, include campi bidimensionali (superficiali) di parametri quali, ad esempio, altezza di mescolamento, caratteristiche superficiali e parametri dispersivi.

CALPUFF è il modello di trasporto e dispersione, necessario per il calcolo delle traiettorie, della dispersione e delle trasformazioni di "puff" di materiale emesso dalle sorgenti simulate. Normalmente esso utilizza i campi generati da CALMET, ma può utilizzare dati meteorologici di tipo più semplice (ad esempio dati puntuali) in analogia con altri modelli di diffusione. Le variazioni spaziali e temporali nei campi meteorologici selezionati sono esplicitamente prese in considerazione all'interno del periodo di simulazione. Il principale output di CALPUFF contiene le concentrazioni o le deposizioni orarie valutate ad ogni recettore impostato.

CALPOST è, invece, utilizzato per l'elaborazione dei dati prodotti da CALPUFF, ad esempio producendo tabelle riassuntive e/o identificando i valori di picco ed i vari percentili per i vari ricettori.

### **F.4.1 CALPUFF**

Il modello CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US-EPA) è un modello di dispersione non stazionario, che veicola i "puff" gaussiani di materiale emesso dalle sorgenti attraverso un approccio lagrangiano. CALPUFF è specifico per gli inquinanti inerti o debolmente reattivi e può funzionare sia in modalità short-term, per studi d'impatto ambientale relativi ad uno specifico caso-studio, che in modalità long-term, nel caso si renda necessario stimare valori di concentrazione medi su periodi temporali rappresentativi (ad es. un anno). È adatto alla simulazione della dispersione di emissioni da sorgenti industriali, anche multiple. È in grado di calcolare la deposizione secca ed umida, gli effetti di scia dovuti agli edifici, la dispersione da sorgenti puntiformi, areali o volumetriche, l'innalzamento graduale del pennacchio in funzione della distanza dalla sorgente, l'influenza dell'orografia del suolo sulla dispersione, la dispersione in casi di venti deboli o assenti.

I coefficienti di dispersione sono calcolati dai parametri di turbolenza, anziché dalle classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner; vale a dire che la turbolenza è descritta da funzioni continue anziché discrete. Durante i periodi in cui lo strato limite ha struttura convettiva, la distribuzione delle concentrazioni all'interno di ogni singolo "puff" è gaussiana sui piani orizzontali, ma asimmetrica sui piani verticali, cioè, tiene conto della asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle velocità verticali. Il modello simula gli effetti sulla dispersione dovuti ai moti ascendenti e discendenti tipici delle ore più calde della giornata e dovuti a vortici di grande scala.

Tra i principali input di cui il modello necessita vi sono:

- ✓ definizione delle sorgenti: posizione, ratei di emissione, temperatura di emissione, velocità di emissione, caratteristiche fisiche (altezza dei camini e loro diametro);
- ✓ definizione della meteorologia;
- ✓ definizione dei parametri di controllo della simulazione: quali variabili produrre in output (concentrazioni, deposizioni), quali parametri di dispersione utilizzare (urbani, rurali), ecc.;

- ✓ definizione dei ricettori discreti: posizioni in cui le variabili d'uscita devono essere calcolate.

Le caratteristiche principali di CALPUFF sono:

- ✓ capacità di trattare sorgenti puntuali, lineari, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell'inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.);
- ✓ notevole flessibilità relativamente all'estensione del dominio di simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
- ✓ capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti vicino alla sorgente, come transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli lungo la direzione del flusso), partial plume penetration (parziale penetrazione del plume nello strato d'inversione), fumigation;
- ✓ capacità di trattare condizioni di orografia complessa e caratterizzate da una significativa rugosità, nelle quali gli effetti della fisionomia del terreno influenzano la dispersione degli inquinanti;
- ✓ capacità di trattare effetti a lungo raggio quali le trasformazioni chimiche, trasporto sopra l'acqua ed interazione tra zone marine e zone costiere;
- ✓ possibilità di applicazione ad inquinanti inerti e polveri, soggetti a rimozione a secco o ad umido, ed a inquinanti reagenti: si possono considerare la formazione di inquinanti secondari, il fenomeno di smog fotochimico, ecc.

#### **F.4.2 CALMET**

CALMET è un pacchetto di simulazione per la ricostruzione del dominio meteorologico in grado di sviluppare campi di vento sia diagnostici che prognostici, rendendo così il sistema diffusionale capace di trattare condizioni atmosferiche complesse, variabili nel tempo e nello spazio.

CALMET consente di tener conto di diverse caratteristiche, quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli al flusso, la presenza di zone marine o corpi d'acqua. È dotato inoltre di un processore micrometeorologico, in grado di calcolare i parametri dispersivi all'interno dello strato limite (PBL), come altezza di miscelamento e coefficienti di dispersione; inoltre, consente di produrre campi tridimensionali di temperatura e, a differenza di altri processori meteorologici (come per esempio AERMET), calcola internamente la classe di stabilità atmosferica, tramite la localizzazione del dominio (coordinate UTM), l'ora del giorno e la copertura del cielo.

Relativamente alla costruzione del campo di vento, CALMET è in grado di tenere conto degli effetti cinematici del terreno risultando, quindi, adatto ad applicazioni in presenza di orografia complessa. In particolare, il modello effettua il calcolo dello slope flow, cioè del flusso di aria che si genera lungo i pendii quando l'aria fredda nei pressi del terreno è accelerata verso valle a causa della forza di gravità.

Il modello meteorologico CALMET si compone, nel dettaglio, di un modulo per il calcolo del campo di vento (modello di tipo diagnostico) e di un modulo per il calcolo dei parametri micrometeorologici dello strato limite atmosferico.

Di seguito si analizzano nel dettaglio le caratteristiche dell'approccio modellistico di CALMET.

Nella prima fase, gli effetti cinematici del terreno vengono considerati mediante l'approccio di Liu e Yocke (1980). Il campo di vento iniziale viene modificato tramite l'aggiunta di componenti verticali indotte dall'orografia complessa, utilizzando una funzione di decadimento di tipo esponenziale, dipendente dalla stabilità atmosferica. Gli effetti del terreno sulle componenti orizzontali del vento sono invece valutati applicando uno schema di minimizzazione della divergenza al campo di vento iniziale stimato. L'algoritmo viene applicato iterativamente fino a che la divergenza tridimensionale risulta al di sotto di una certa soglia. Il flusso sui pendii viene calcolato in base alla parametrizzazione di Mahrt (1982), mentre gli effetti termodinamici di bloccaggio del terreno sul flusso di vento sono parametrizzati in termini di numero di Froude locale.

Nella seconda fase di calcolo, la procedura prevede l'introduzione dei dati di input osservati. Viene effettuata un'interpolazione pesando maggiormente i punti nelle vicinanze del dato osservato, mentre il campo di vento risultante dalla prima fase risulta dominante nelle regioni del dominio più lontane. Come già accennato in precedenza, in alternativa ai dati osservati, possono essere utilizzati i risultati derivanti da modelli di tipo prognostico a larga scala.

Dunque, in sintesi, il modello diagnostico per il calcolo dei campi di vento utilizza un algoritmo in due fasi. Nella prima fase una stima iniziale del campo di vento viene modificata in base agli effetti cinematici del terreno, dei pendii presenti, degli effetti di bloccaggio. Successivamente, nella seconda fase, mediante una procedura analitica oggettiva, vengono introdotti i dati osservati di input all'interno del campo prodotto dalla prima fase, ottenendo così

il campo di vento finale. Esiste comunque la possibilità di utilizzare come input campi di vento (generalmente a maglie più larghe) prodotti da modelli meteorologici di tipo prognostico, come ad esempio MM4-MM5 o WRF.

Per il calcolo dei parametri micrometeorologici CALMET utilizza due differenti modelli, a seconda della tipologia di superficie planetaria coinvolta (terreno o acqua). Al di sopra della terraferma, viene applicato il bilancio energetico di Holtslag e Van Ulden (1983) per il calcolo dei valori bidimensionali orari di flusso di calore sensibile, velocità di attrito, lunghezza di Monin-Obukhov e velocità convettiva di scala. Le altezze di mescolamento sono determinate a partire dai valori calcolati di flusso superficiale di calore e dai valori osservati dei profili verticali di temperatura.

Nel caso in esame sono stati utilizzati, come campo di vento iniziale, i dati meteorologici prognostici elaborati dal Weather Research and Forecasting Model (WRF). Ciò consente di utilizzare dati distribuiti su una spaziatura orizzontale significativamente grande e con diversa risoluzione verticale, ottenendo una ricostruzione del campo di vento più consistente e realistica, rispetto all'uso di dati puntuali (misure da stazioni al suolo e profilometriche). Il campo di vento iniziale (initial-guess wind field), costituito dai dati prognostici WRF (3D.dat) è stato corretto dal CALMET in base agli effetti cinematici del terreno sulla base di dati orografici e d'uso del suolo forniti in input al modello.

#### **F.4.2.1 Modello WRF (Weather Research and Forecasting)**

Il Weather Research and Forecasting Model (WRF) è un sistema di previsione numerica di nuova generazione progettato per simulare o predire la circolazione atmosferica alla mesoscala. È dotato di due nuclei dinamici: un sistema di assimilazione dati e un'architettura software che permette di eseguire parallelamente la computazione e l'estensibilità del sistema. Il modello propone una vasta gamma di applicazioni meteorologiche su scale da decine di metri a migliaia di chilometri. Lo sviluppo del WRF, iniziato alla fine degli anni '90, è frutto della collaborazione principalmente tra il National Center for Atmospheric Research (NCAR), la National Oceanic and Atmospheric Administration, (rappresentato dal National Centers for Environmental Prediction (NCEP) e (successivamente) dal Forecast Systems Laboratory (FSL), l'Air force Weather Agency (AFWA), il Naval Research Laboratory e l'University of Oklahoma e il Federal Aviation Administration (FAA).

Il modello WRF è in grado di impostare la simulazione atmosferica utilizzando dati reali (osservazioni, analisi), o condizioni ideali; esso genera previsioni meteo operative su una piattaforma flessibile e computazionalmente efficiente, fornendo al contempo contributi al progresso della fisica e dell'analisi numerica, assimilando il contributo di numerosi ricercatori di tutto il mondo.

#### **F.4.3 CALPOST**

CALPOST è il modulo in grado di elaborare l'output primario del CALPUFF, con i valori delle concentrazioni in corrispondenza dei ricettori, a griglia o discreti, per renderlo adatto ad una migliore visualizzazione dei risultati nei formati richiesti dall'utente.

Lo stesso modulo consente anche di calcolare la riduzione della visibilità dovuta alle emissioni e permette di applicare dei fattori di scala alle concentrazioni calcolate con CALPUFF, per una migliore rappresentazione dei risultati.

CALPOST consente l'estrazione di stime orarie, per un inquinante alla volta, di medie giornaliere, mensili o su di un numero di ore a piacere. Le stime di concentrazione (o di flusso di deposizione) vengono fornite sia in formato ASCII, sia in formato GRD.

## F.5 RICOSTRUZIONE DEL CAMPO DI VENTO 3D

### F.5.1 DOMINIO DI CALCOLO

Vista l'eterogeneità orografica dell'area oggetto di studio, risulta necessario l'utilizzo di un dominio di calcolo sufficientemente ampio da ricoprire con il modello un'area rappresentativa. D'altra parte, una elevata estensione del dominio di calcolo comporta l'utilizzo di una risoluzione più grossolana, e quindi una minor precisione del risultato. Nella scelta del dominio di calcolo è stato dunque necessario ottimizzare i due aspetti.

Il presente studio è stato eseguito costruendo un dominio meteorologico (Figura 5.1) definito con una estensione di 80 x 80 km e diviso in una griglia regolare a celle quadrate con una risoluzione di 1 km. L'estensione verticale raggiunge una quota di 4000 m, con 10 layer verticali compresi tra il livello del suolo e la massima altezza. Il dominio computazionale, all'interno del quale vengono considerate le sorgenti emissive e su cui vengono simulati i fenomeni di avvezione e dispersione degli inquinanti, ha estensione 60 x60 km con risoluzione cella di 1 km ed è stato scelto in modo che l'area oggetto di studio risultasse al centro del dominio. Il dominio di ricampionamento è stato invece scelto di dimensione ridotta 20 x20 km con risoluzione di 200 m e rappresenta il dominio su cui vengono forniti gli output di concentrazione.

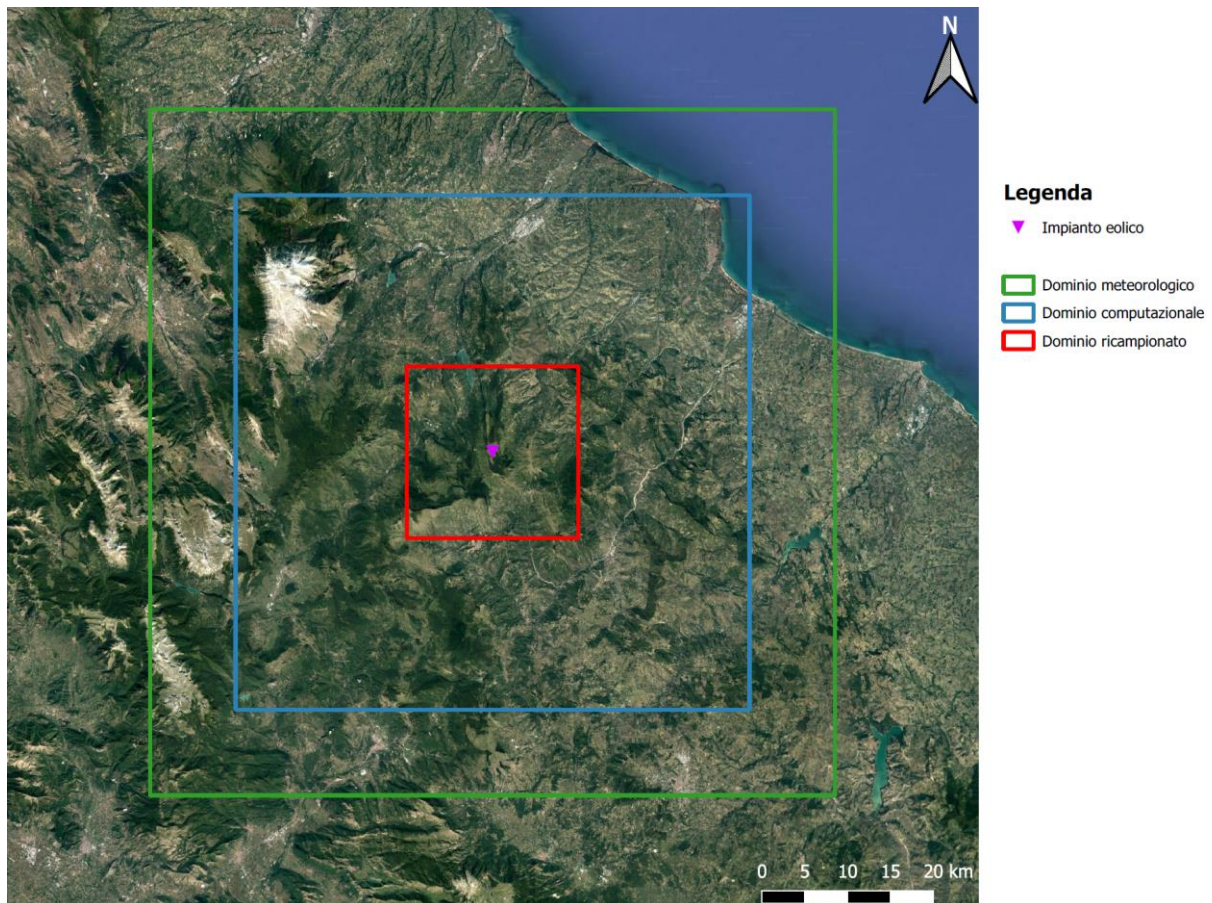


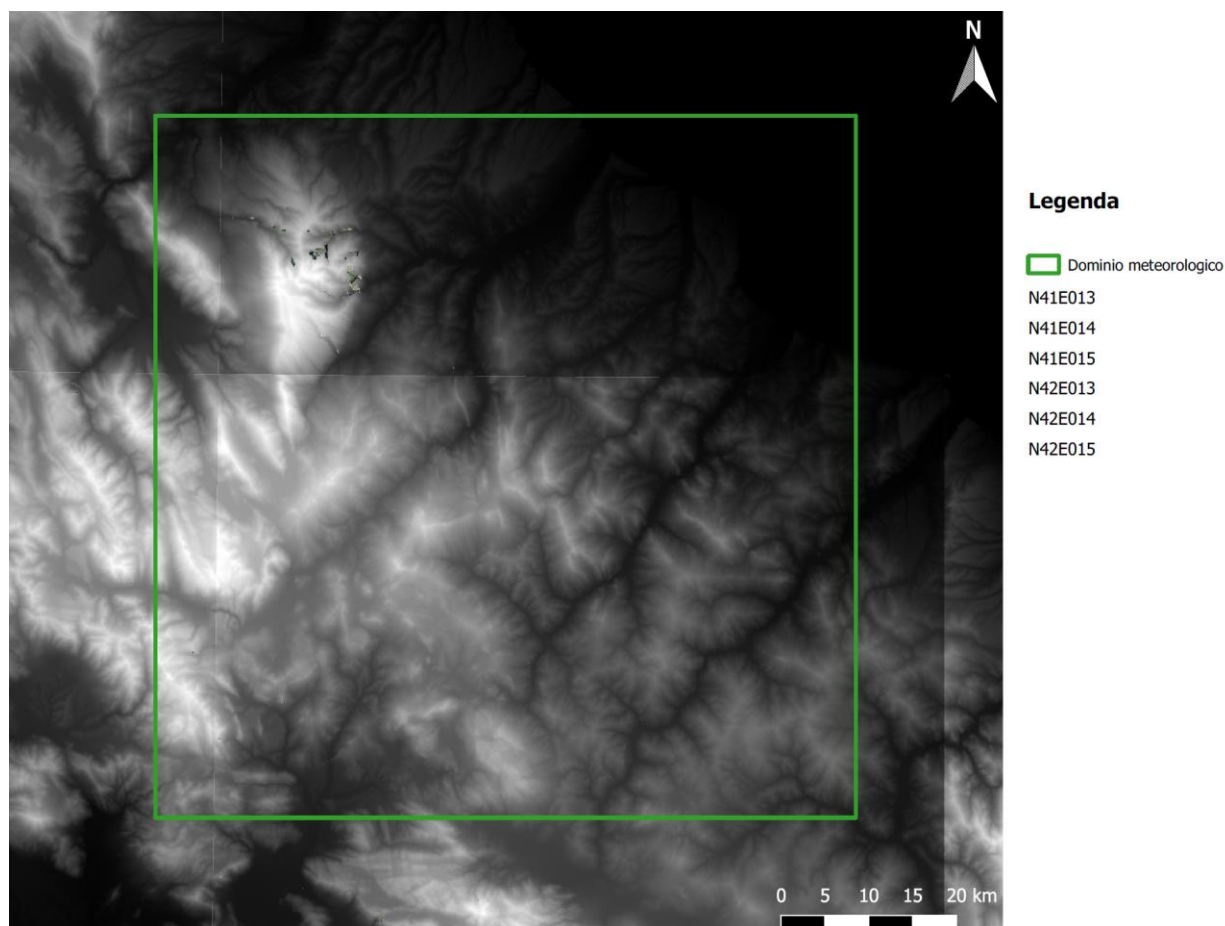
Figura 5.1: Domini di calcolo meteorologico, computazionale e ricampionato

### F.5.2 OROGRAFIA E USO DEL SUOLO

I dati necessari per la definizione delle caratteristiche orografiche e idrografiche del dominio di studio sono stati estratti dal database SRTM, frutto di una collaborazione tra National Aeronautics and Space Administration (NASA), National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) e altre agenzie spaziali, tra cui quella tedesca e italiana.

Il modello digitale di elevazione (DEM) utilizzato è SRTM3, che ha una risoluzione di 3 arco secondi (circa 90 m) (Figura 5.2). Nelle aree del dominio dove tali dati non sono disponibili si è fatto ricorso ai dati GTOPO30 forniti

dall'U.S. Geological Survey (USGS) caratterizzati da una risoluzione più grossolana di 30 arco secondi (circa 900 m). Per migliorare la caratterizzazione orografica del dominio di interesse, sono stati impiegati anche i dati delle linee di costa e dei corpi d'acqua ad alta risoluzione Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Database (GSHHS) forniti dal National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).



**Figura 5.2: Visualizzazione dei dati GeoTIFF disponibili dal database SRTM3**

Per quanto riguarda l'uso del suolo, è stato utilizzato il database Corine Land Cover (CLC) dell'anno 2018, messo a disposizione dal Global Monitoring for Environment and Security (GMES), conosciuto oggi come Copernicus. Esso, con una risoluzione spaziale di circa 100 m, riporta l'informazione sulla tipologia di copertura del suolo, codificata secondo un preciso codice (Figura 5.3).

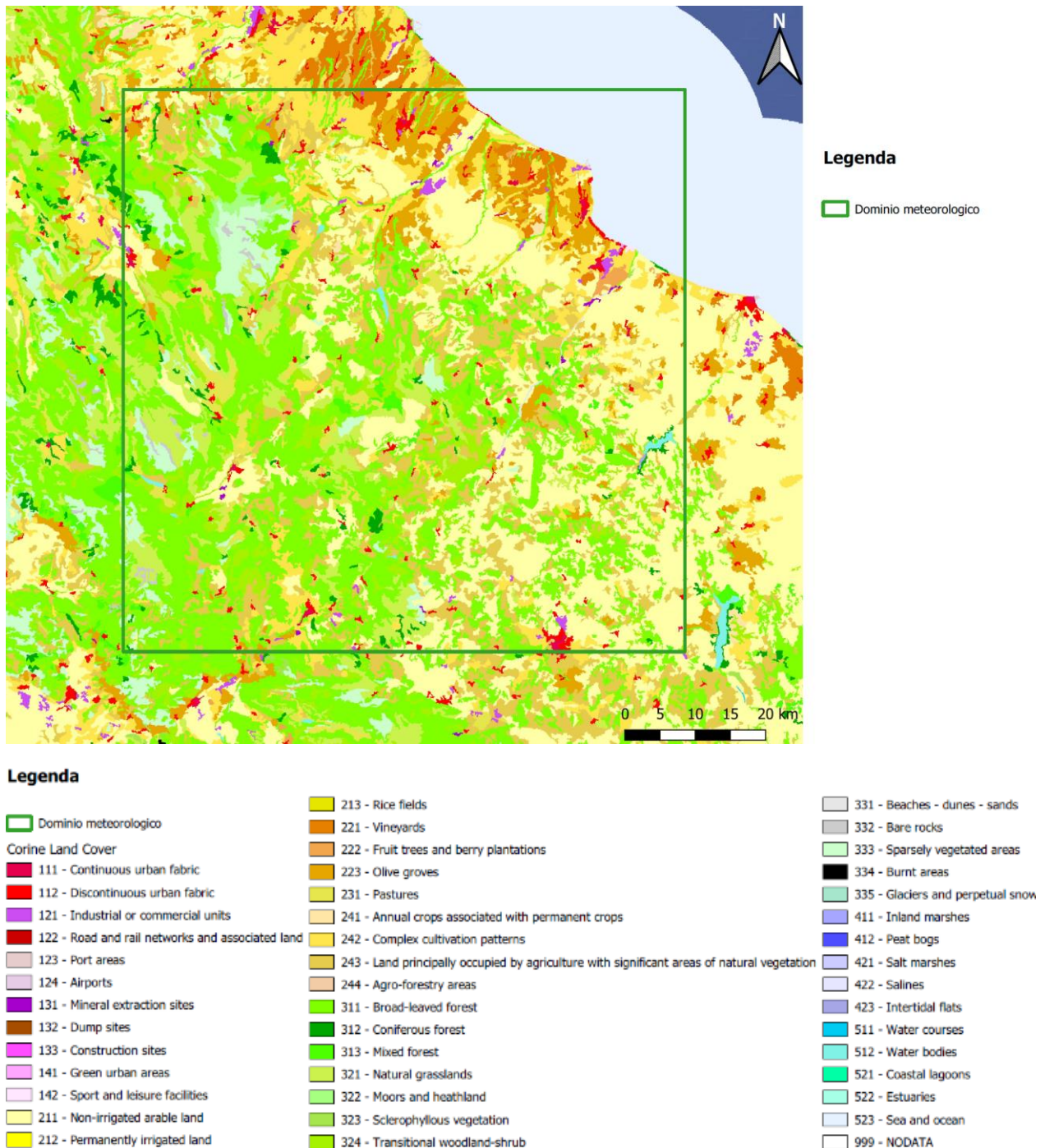


Figura 5.3: Visualizzazione dei dati di land cover disponibili dal database CLC

In Figura 5.4 e Figura 5.5 sono rappresentate le elaborazioni eseguite con i preprocessori di CALMET che restituiscono una griglia di orografia ed uso del suolo con risoluzione uguale a quella del dominio meteorologico. Per quanto riguarda l'uso del suolo, poiché i codici del database CLC non sono immediatamente leggibili dal preprocessore, è stata utilizzata la tabella di decodifica riportata nel documento "Definizione della metodologia e degli input necessari per l'esecuzione di analisi integrate CALPUFF-CALMET ai fini della valutazione della dispersione di inquinanti radioattivi in atmosfera", elaborato da ENEA nel 2015.

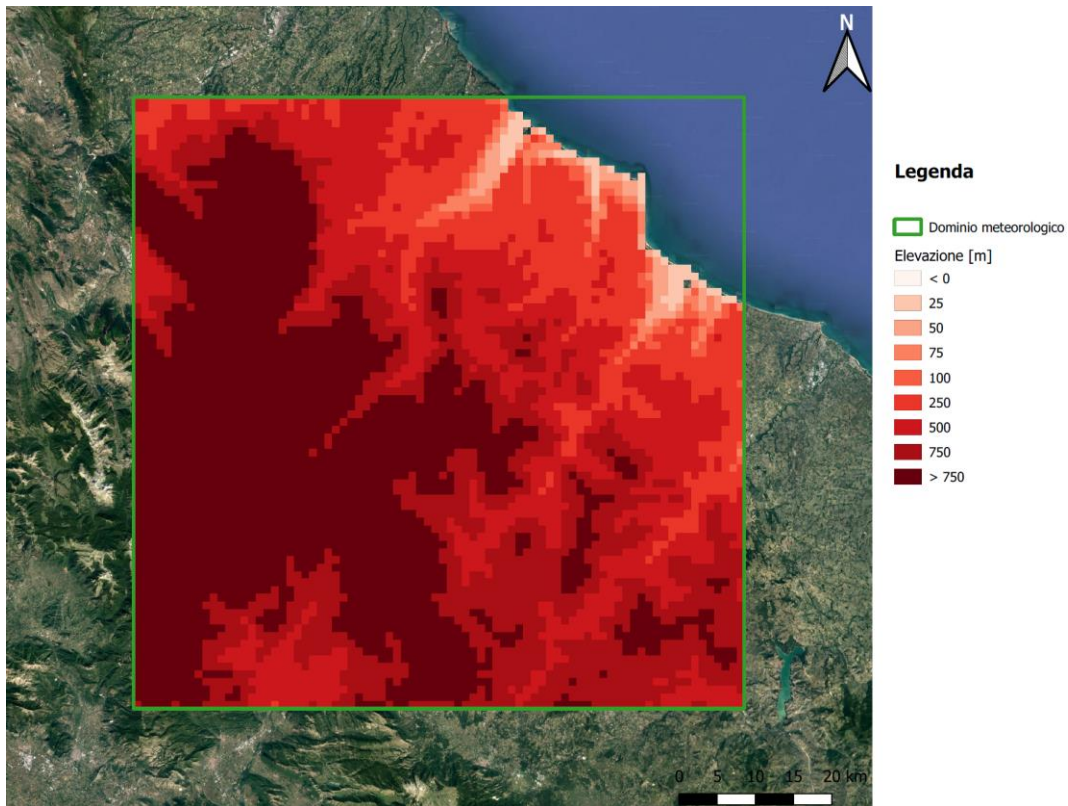


Figura 5.4: Dominio CALMET: griglia di elevazione (orografia)



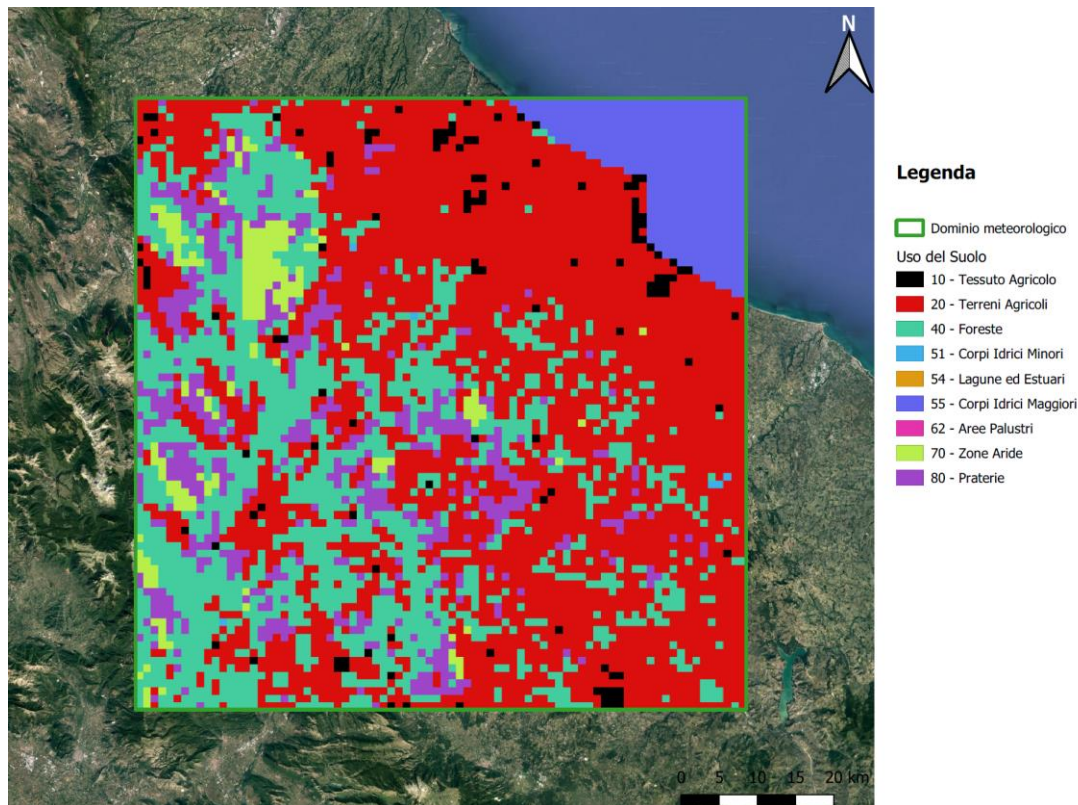


Figura 5.5: Dominio CALMET: griglia di uso del suolo

### F.5.3 DATI METEOROLOGICI

Per quanto riguarda i dati meteorologici sono stati utilizzati i dati riferiti all'anno 2021 del modello WRF, sistema numerico di mesoscala di nuova generazione, concepito per la ricerca scientifica in campo atmosferico e per produrre previsioni meteorologiche. Nel caso specifico il dominio di calcolo utilizzato per WRF è un quadrato di lato 90 km, centrato alle coordinate 14.3974° E, 41.9087° N (WGS84) e risoluzione orizzontale pari a 3 km.

### F.5.4 RISULTATI

La simulazione del campo di vento con il codice CALMET è stata eseguita dal 01/01/2021 al 01/01/2022 per un totale di 8760 ore. In Figura 5.6 sono riportate la rosa dei venti mensili ed annuale, relative allo strato (layer) più superficiale per un punto di coordinate prossime all'impianto eolico (UTM 33 X = 450023 m, Y = 4639815 m), estratte dal campo tridimensionale dei venti ricostruito con CALMET.

In Figura 5.7 sono invece rappresentati alcuni istanti temporali dello strato (layer) più superficiale del campo bidimensionale di vento.

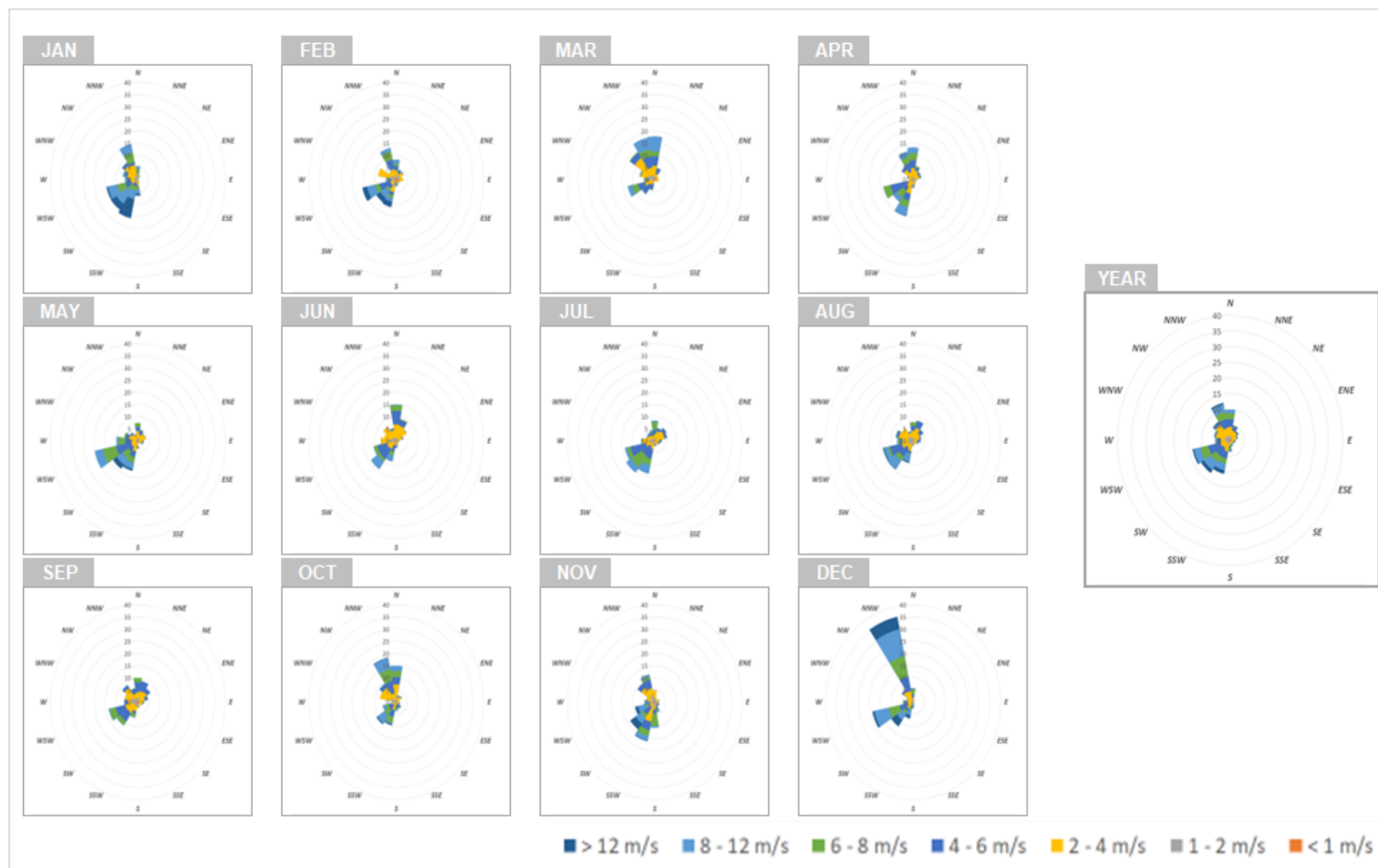


Figura 5.6: Risultati CALMET: rose dei venti superficiali (layer 1) mensili e annuale

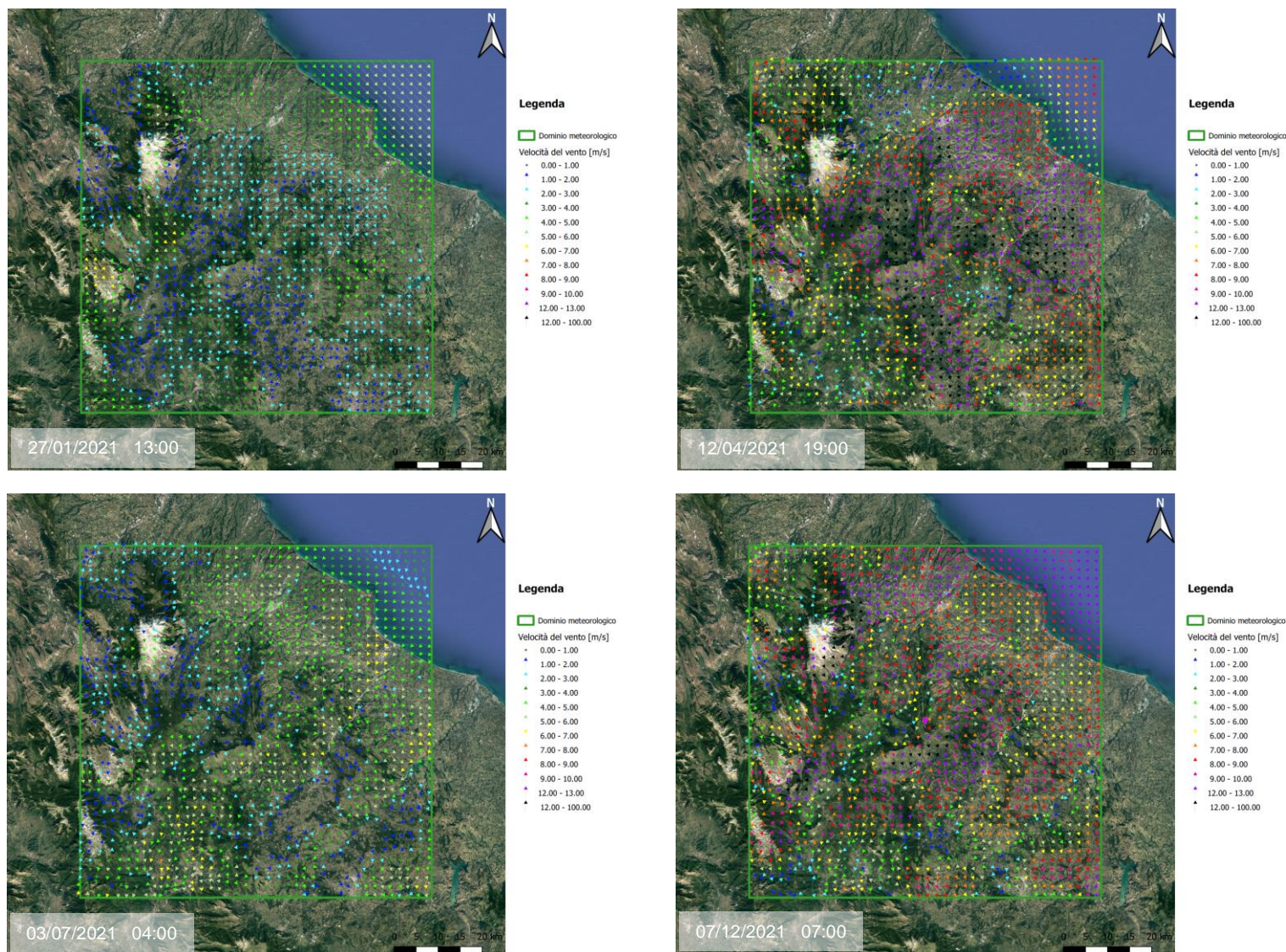


Figura 5.7: CALMET: campo di vento 2D per alcuni istanti temporali (layer superficiale)

## F.6 ANALISI MODELLISTICA DI DISPERSIONE

### F.6.1 ASSUNZIONI MODELLISTICHE

Nell'impostare le simulazioni della dispersione del materiale polverulento (PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>) derivante dalle attività di cantiere e dell'emissione di inquinanti dai mezzi che operano sul cantiere, sono state considerate le seguenti assunzioni:

- ✓ a fini cautelativi, per PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>x</sub> non sono stati attivati i meccanismi e relativi algoritmi di rimozione secca ed umida; pertanto, i risultati presentati non terranno in considerazione tali fenomeni;
- ✓ in merito alle PTS, è stata indagata la dispersione dell'inquinante attivando il meccanismo di deposizione secca. A fini cautelativi, il meccanismo di deposizione umida non è stato attivato. Tale calcolo è stato impostato al fine di calcolare il parametro di polverosità totale dell'area di cantiere. Per la stima della deposizione al suolo delle PTS, sono stati considerati i seguenti valori:
  - Media geometrica del diametro: 20 µm;
  - Deviazione standard geometrica: 2 µm.
- ✓ è stata ipotizzata la contemporaneità di tutte le attività di cantiere (realizzazione nuove piazzole, adeguamento o copertura delle piazzole esistenti, realizzazione cavidotto, ecc.). Questa scelta è estremamente conservativa in quanto, nella realtà, le fasi cantieristiche sono sequenziali e possono essere intervallate da periodi caratterizzati da assenza di attività;
- ✓ è stata ipotizzata una emissione giornaliera continuativa di 9 ore (dalle 08:00 alle 17:00)<sup>1</sup>, per un periodo lavorativo di 5 giorni a settimana (esclusi sabato e domenica). **Come previsto da normativa, l'estensione del dominio temporale di simulazione preso in considerazione nella simulazione è un intero anno solare (365 giorni). Si fa notare che le attività di cantiere potenzialmente impattanti per la qualità dell'aria hanno indicativamente una durata di 293 giorni su 10 mesi (si veda il cronoprogramma dei lavori riportato in Figura 3.2 del SIA); ne consegue che il modello di dispersione qui descritto ha considerato, cautelativamente, le sorgenti emmissive attive per 72 giorni in più rispetto al cronoprogramma. Qualora, in caso di ritardi dei lavori, il cantiere dovesse essere attivo anche il sabato, la simulazione avrebbe comunque considerato 20 giorni aggiuntivi rispetto all'effettiva durata del cantiere organizzato su 6 giorni alla settimana.**
- ✓ sono state considerate tre tipologie di sorgenti emmissive areali, corrispondenti alle piazzole di nuova realizzazione (1), a quelle esistenti da adeguare (6) e alle piazzole da ricoprire (10), descritte in dettaglio da Paragrafo F.3.1.1 a F.3.1.3, con le caratteristiche geometriche riportate in Tabella 6.1. È stata inoltre considerata una sorgente lineare, rappresentante il tracciato su cui verrà eseguito lo scavo per la posa del nuovo cavidotto, di lunghezza pari a circa 8335 m (Figura 6.1);
- ✓ è stato ipotizzato l'utilizzo di due camion e di un escavatore per ciascuna piazzola, e di un escavatore per la realizzazione del nuovo cavidotto.
- ✓ alle stime prodotte dall'applicazione modellistica sono stati aggiunti, per ciascun inquinante, opportuni valori di fondo, valutati facendo riferimento alla stazione di "Castel di Sangro" della Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria gestita da Arta Abruzzo, classificata come "Fondo - Suburbano" e distante circa 30 km dall'area di studio. Per i parametri PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> sono stati considerati valori di fondo pari rispettivamente a 13.3 µg/m<sup>3</sup> e 8.8 µg/m<sup>3</sup>, corrispondenti ai valori medi annuali registrati negli ultimi 5 anni (2017-2021). Per NO<sub>x</sub> e CO i valori di fondo sono rispettivamente di 23.0 µg/m<sup>3</sup> e 0.46 mg/m<sup>3</sup>, calcolati come valori medi annuali degli ultimi 4 anni, in quanto per l'anno 2017 i dati di questi due inquinanti sono assenti o non coerenti.  
In merito al parametro SO<sub>x</sub>, la stazione di Castel di Sangro non rileva le concentrazioni di tale inquinante. La rete di monitoraggio Arta Abruzzo non comprende stazioni classificate come "Fondo - Suburbano" che monitorano le concentrazioni di SO<sub>x</sub>; le uniche stazioni che rilevano tale inquinante sono di tipo "Urbano - Background", e sono localizzate in corrispondenza dei centri abitati di Chieti, Pescara e L'Aquila, distanti rispettivamente circa 50, 60 e 90 km. Pertanto, non è stato possibile considerare alcun valore di fondo di concentrazione di SO<sub>x</sub>.  
Allo stesso modo, per le Polveri Totali Sospese (PTS), le centraline di monitoraggio non rilevano la concentrazione di tale parametro; pertanto, non è stato possibile considerare un valore di fondo.  
A tal riguardo, l'attività di monitoraggio Ante Operam, prevista dal Piano di Monitoraggio Ambientale - Appendice O, a cui si rimanda per maggiori dettagli, prevede:
  - l'analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffusive dell'area di studio tramite la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti;

\*\*\*\*\*

<sup>1</sup> L'orario di lavoro giornaliero 08:00 - 17:00 comprenderebbe anche un'ora di pausa, per complessive 8 ore di lavoro. Dal momento che per le sorgenti atmosferiche non è corretto considerare che, interrompendo le attività, si interrompano anche tutte le fonti emmissive, è stato ritenuto opportuno semplificare la schematizzazione modellistica considerando, in favore di conservatività, le sorgenti emmissive sempre attive per 9 ore al giorno.

- l'analisi delle concentrazioni al suolo degli inquinanti atmosferici tramite specifiche campagne di monitoraggio della qualità dell'aria (inquinanti atmosferici e parametri meteorologici).  
I risultati delle analisi potranno essere considerati come valori di fondo per i parametri sopra indicati.

Tabella 6.1: Caratteristiche geometriche delle sorgenti emissive areali

ID Area	Tipologia piazzola	X [m UTM33]	Y [m UTM33]	Area [m <sup>2</sup> ]	Elevazione [m]
MZ01new	Piazzola esistente da adeguare	450831	4639547	1500	1174
		450831	4639597		
		450861	4639597		
		450861	4639547		
MZ02new	Piazzola esistente da adeguare	450734	4639967	1500	1234
		450734	4640017		
		450764	4640017		
		450764	4639967		
MZ03new	Piazzola esistente da adeguare	450604	4640383	1500	1234
		450604	4640433		
		450634	4640433		
		450634	4640383		
MZ04new	Piazzola esistente da adeguare	450470	4640824	1500	1275
		450470	4640874		
		450500	4640874		
		450500	4640824		
MZ05new	Piazzola nuova	450398	4641249	1500	1275
		450398	4641299		
		450428	4641299		
		450428	4641249		
MZ06new	Piazzola esistente da adeguare	450277	4642544	1500	1223
		450277	4642594		
		450307	4642594		
		450307	4642544		
MZ07new	Piazzola esistente da adeguare	450205	4642970	1500	1147
		450205	4643020		
		450235	4643020		
		450235	4642970		
MZ02	Piazzola da ricoprire	450802	4639756	700	1174
		450802	4639791		
		450822	4639791		
		450822	4639756		
MZ03	Piazzola da ricoprire	450769	4639862	700	1234
		450769	4639897		
		450789	4639897		
		450789	4639862		
MZ05	Piazzola da ricoprire	450703	4640074	700	1234
		450703	4640109		
		450723	4640109		
		450723	4640074		
MZ06	Piazzola da ricoprire	450670	4640181	700	1234
		450670	4640216		
		450690	4640216		
		450690	4640181		
MZ07	Piazzola da ricoprire	450637	4640288	700	1234
		450637	4640323		
		450657	4640323		
		450657	4640288		
MZ09	Piazzola da ricoprire	450574	4640502	700	1234
		450574	4640537		
		450594	4640537		
		450594	4640502		
MZ10	Piazzola da ricoprire	450540	4640610	700	1234
		450540	4640645		
		450560	4640645		
		450560	4640610		
MZ11	Piazzola da ricoprire	450504	4640717	700	1234
		450504	4640752		
		450524	4640752		
		450524	4640717		
MZ14	Piazzola da ricoprire	450242	4642839	700	1147
		450242	4642874		
		450262	4642874		
		450262	4642839		
MZ16	Piazzola da ricoprire	450222	4643314	700	1147
		450222	4643349		
		450242	4643349		
		450242	4643314		

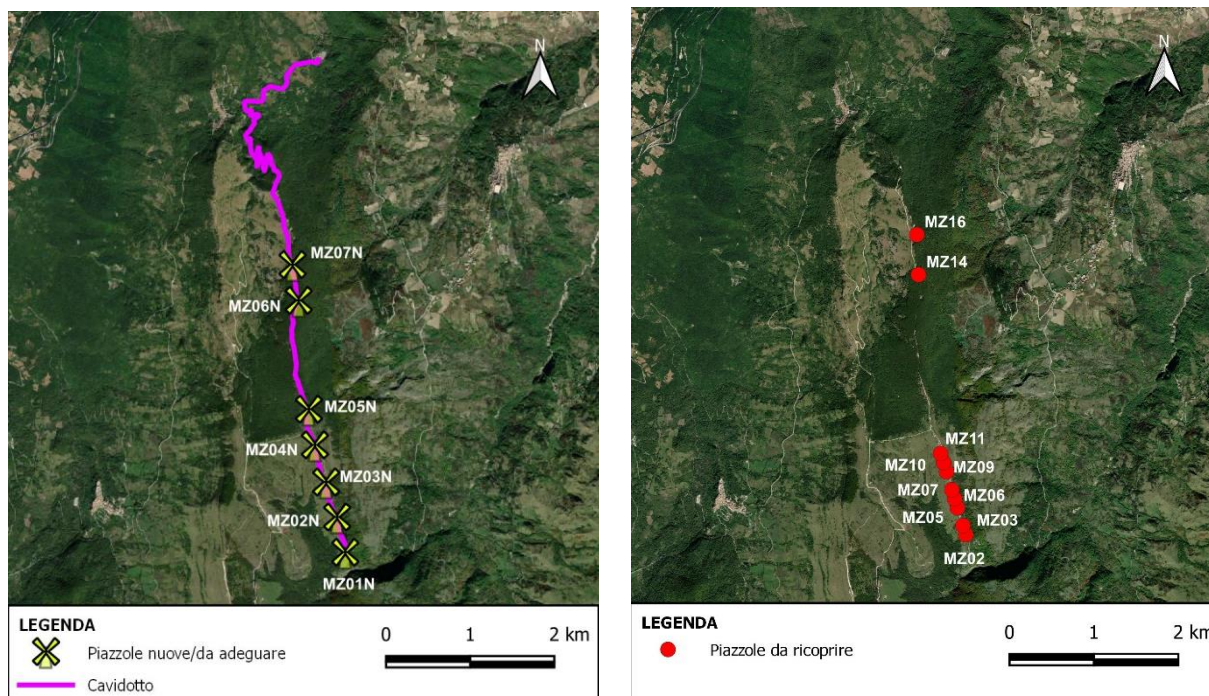


Figura 6.1: Localizzazione delle sorgenti emissive areali e lineari

## F.6.2 LIMITI DI RIFERIMENTO

Le concentrazioni inquinanti stimate con il modello di dispersione CALPUFF sono state riferite agli indicatori della normativa vigente per la qualità dell'aria (Allegato XI e XII al D.Lgs. 155/2010), riportate in Tabella 6.2.

Tabella 6.2: Limiti normativi considerati per gli inquinanti emessi (Allegato XI e XII al D.Lgs. 155/2010)

Inquinante	Limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Superamenti annui
Polveri sottili (PM <sub>10</sub> )	Valore limite per la protezione della salute umana	1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup>	massimo 35 volte (90.4° percentile)
	Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-
Polveri sottili (PM <sub>2.5</sub> )	Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	-
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	Soglia di allarme	1 ora	400 µg/m <sup>3</sup>	-
	Valore limite per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	massimo 18 volte (99.8° percentile)
	Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-
	Livello critico per la vegetazione	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>	-
Monossido di carbonio (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	-

Inquinante	Limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Superamenti annui
Ossidi di zolfo (SO <sub>x</sub> )	Valore limite per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	massimo 24 volte (99.7° percentile)
	Valore limite per la protezione della salute umana	1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup>	massimo 3 volte (99.2° percentile)
	Livello critico per la vegetazione	Anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	-
	Soglia di allarme	1 ora	500 µg/m <sup>3</sup>	

Si specifica che il valore limite per la protezione umana relativo all'inquinante PM<sub>2.5</sub>, pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, è relativo alla prima fase temporale individuata dal d. lgs. 155/2010, terminata il 1° gennaio 2015. Il medesimo decreto specifica una seconda fase temporale, con termine al 1° gennaio 2020, per il rispetto di un diverso limite da stabilire con successivo decreto, "tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m<sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri". Al momento della redazione del presente studio, il valore limite per la protezione umana relativo all'inquinante PM<sub>2.5</sub> riferito alla seconda fase non è stato fissato, pertanto si farà riferimento al parametro precedente sopra indicato, pari a 25 µg/m<sup>3</sup>.

Si specifica, inoltre, che il D. lgs. 155/2010 non prevede valori limite per le Polveri Totali Sospese. In merito a tale parametro, è stato fatto riferimento al documento "Atmospheric depositions of persistent pollutants: methodological aspects and values from case studies" della Commissione Centrale contro l'inquinamento atmosferico dell'Istituto Superiore di Sanità. La metodologia individua cinque classi di polverosità qui di seguito illustrate:

**Tabella 6.3: Classi di polverosità individuate dall'Istituto Superiore di Sanità**

Inquinante	Classe di polverosità	Periodo di mediazione	Valore [mg/(m <sup>2</sup> d)]
Polveri Totali Sospese (PTS)	Virtualmente assente	1 giorno	< 100
	Bassa		100 – 250
	Media		250 - 500
	Medio-alta		500 - 600
	Elevata		> 600



### F.6.3 RICETTORI DISCRETI

Le concentrazioni di inquinanti in aria ambiente sono state stimate sui principali ricettori residenziali più vicini all'area di attività e sui principali centri e agglomerati urbani presenti entro 5 km dall'area di impianto, nonché su di un reticolo spaziale regolare mediante il quale sono stati valutati i livelli di concentrazione massimi all'esterno dell'area di attività (vedi il Paragrafo F.5.1 per la definizione della griglia di calcolo).

Essendo gli aerogeneratori MZ01new e MZ02new localizzati all'interno del sito Natura 2000 ZSC-ZPS IT7140121 denominato "Abetina di Castiglione Messer Marino", sono state valutate le concentrazioni anche all'interno di tale area. In particolare, a valle del calcolo si è considerata l'area di maggior ricaduta di inquinanti presente all'interno del sito, corrispondente ad un intorno di circa 300 m dall'aerogeneratore MZ01new.

La posizione e le coordinate geografiche dei ricettori discreti individuati sono illustrate in Figura 6.2 e in Tabella 6.4.

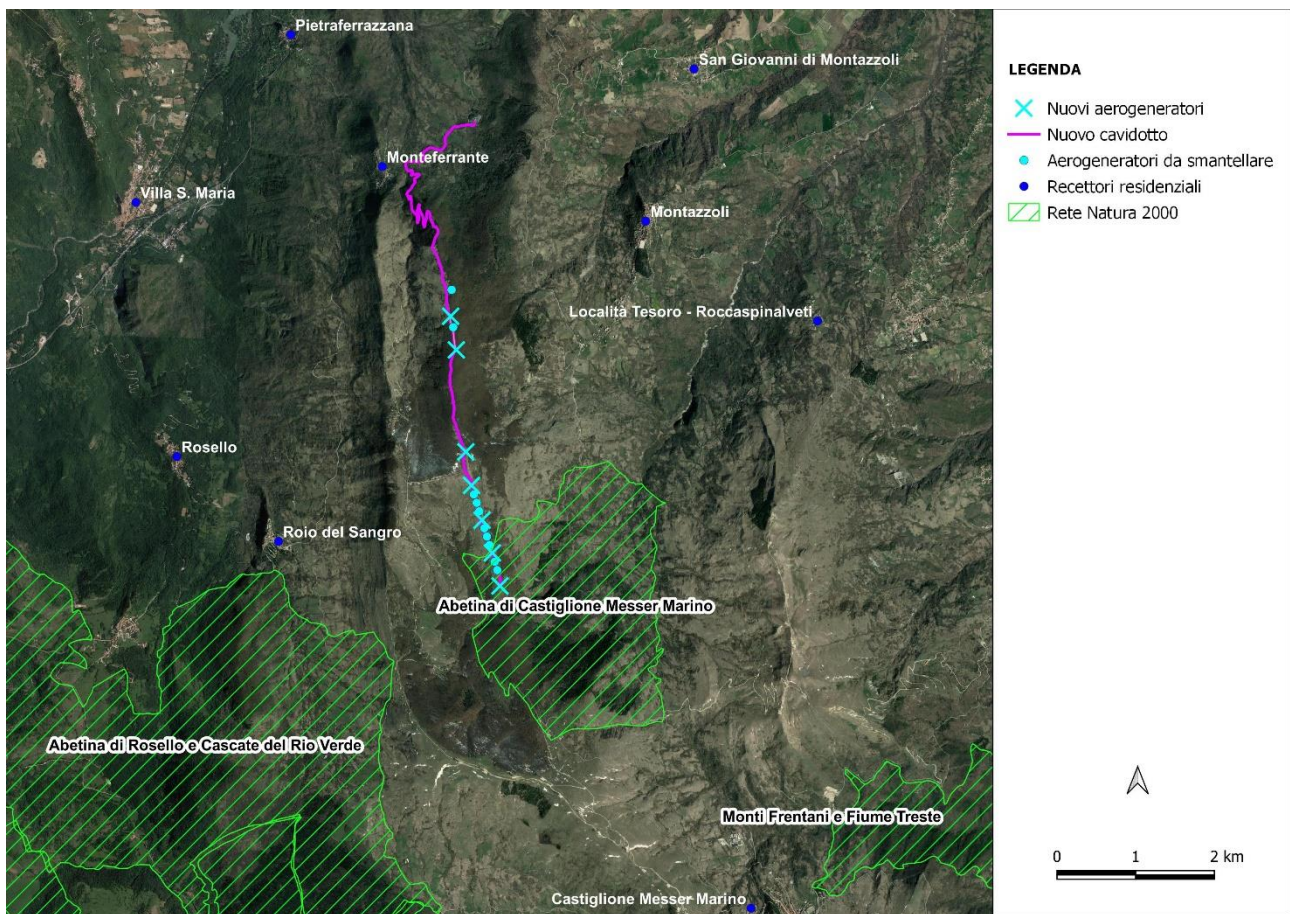


Figura 6.2: Ricettori discreti considerati per la dispersione degli inquinanti in CALPUFF

Tabella 6.4: Coordinate geografiche dei ricettori considerati nello studio

ID	Recettore	X [m UTM33]	Y [m UTM33]	Elevazione [m s.l.m.]
01	Roio del Sangro	448033	4640137	856
02	Castiglione Messer Marino	454036	4635481	1022
03	Rosello	446741	4641215	737
04	Villa S. Maria	446222	4644443	316
05	Pietraferrazzana	448189	4646571	359
06	San Giovanni di Montazzoli	453311	4646137	546

ID	Recettore	X [m UTM33]	Y [m UTM33]	Elevazione [m s.l.m.]
07	Località Tesoro – Roccaspinalveti	454881	4642937	744
08	Montazzoli	452698	4644204	850
09	Monteferrante	449351	4644897	779
10	Sito Natura 2000 ZSC-ZPS IT7140121 "Abetina di Castiglione Messer Marino"*	450846	4639572	1174

\* punto di maggior ricaduta in un intorno di 300 m dall'aerogeneratore MZ01new

## F.6.4 RISULTATI

Nel presente paragrafo si riportano i risultati ottenuti dalla simulazione su base annua delle emissioni in atmosfera dovute sia alle attività di cantiere (movimentazione materiale polverulento), sia ai motori dei mezzi coinvolti nei lavori, suddivisi per ogni inquinante simulato. L'analisi dei risultati è volta a determinare i valori di concentrazione (definiti dalla normativa vigente) e a confrontare gli stessi con gli standard di qualità dell'aria previsti dal D. Lgs.155/2010 (riportati al paragrafo F.6.2).

Sinteticamente, le massime concentrazioni al suolo dei principali inquinanti dovute alle emissioni sono inserite nella Tabella 6.5 riportata di seguito.

**Tabella 6.5: Concentrazioni massime rilevate dovute alle attività di cantiere**

Valori	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		PM <sub>2.5</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]			CO [mg/m <sup>3</sup> ]	SO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]			
	90.4° perc.le**	Media annuale	Media annuale	Massimi orari	99.8° perc.le*	Media annuale	Media 8 ore	Massimi orari	99.7° perc.le*	99.2° perc.le**	Media annuale
Valori massimi	306.0	149.3	26.4	1990	827	71.3	1.75	7.1	2.6	0.7	0.2
Valori limite di riferimento	50	40	25	400	200	40	10	500	350	125	20 (veg.)
						30 (veg.)					

\* percentile calcolato su base oraria, \*\*percentile calcolato su base giornaliera

Come si può osservare, sebbene i limiti normativi, ad eccezione di CO e SO<sub>x</sub>, presentano superamenti, le aree dove si verificano sono estremamente limitate ad un intorno di circa 200-300 m, e tutte ricadenti all'interno del perimetro dell'area di cantiere.

Per quanto riguarda l'analisi sui principali ricettori presenti entro 5 km dall'area di lavoro, si può osservare che il contributo degli inquinanti simulati provenienti dall'attività di cantiere è pressoché trascurabile, rispetto ai limiti considerati.

**Tabella 6.6: Concentrazioni di inquinanti sui ricettori sensibili**

ID	Recettore	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		PM <sub>2.5</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]			CO [mg/m <sup>3</sup> ]	SO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]			
		90.4° perc.le**	Media annuale	Media annuale	Massimi orari	99.8° perc.le*	Media annuale	Media 8 ore	Massimi orari	99.7° perc.le*	99.2° perc.le**	Media annual
01	Roio del Sangro	13.40	13.30	8.81	25.50	24.10	23.00	0.46	8.93E-03	3.77E-03	9.56E-04	9.10E-05
02	Castiglione Messer Marino	13.30	13.30	8.80	24.10	23.30	23.00	0.46	3.79E-03	1.17E-03	3.61E-04	2.31E-05
03	Rosello	13.40	13.30	8.80	24.50	23.60	23.00	0.46	5.29E-03	1.98E-03	5.53E-04	4.19E-05
04	Villa S. Maria	13.30	13.30	8.80	24.60	23.40	23.00	0.46	5.61E-03	1.22E-03	3.17E-04	1.97E-05
05	Petraferazzana	13.30	13.30	8.80	23.60	23.30	23.00	0.46	2.29E-03	8.69E-04	2.28E-04	1.51E-05
06	San Giovanni di Montazzoli	13.30	13.30	8.80	23.60	23.30	23.00	0.46	2.07E-03	8.52E-04	2.67E-04	2.21E-05
07	Località Tesoro Roccaspinalveti	13.30	13.30	8.80	24.70	23.30	23.00	0.46	6.27E-03	1.06E-03	4.08E-04	2.97E-05
08	Montazzoli	13.40	13.30	8.80	23.70	23.50	23.00	0.46	2.69E-03	1.58E-03	4.04E-04	4.45E-05
09	Monteferrante	13.30	13.30	8.80	24.00	23.60	23.00	0.46	3.59E-03	1.95E-03	4.25E-04	3.13E-05
10	Sito Natura 2000 "Abetina di Castiglione Messer Marino"	27.40	17.80	9.45	327	128	26.6	0.6	1.03	0.36	0.06	0.01
Valori limite di riferimento		50	40	25	400	200	40 30 (veg.)	10	500	350	125	20 (veg.)

\* percentile calcolato su base oraria, \*\*percentile calcolato su base giornaliera

In merito alla deposizione al suolo delle PTS, i valori di deposizione al suolo sono stati confrontati con le classi di polverosità individuate dalla "Commissione Centrale contro l'inquinamento atmosferico", richiamate nel documento "Atmospheric depositions of persistent pollutants: methodological aspects and values from case studies" (Annali dell'Istituto Superiore di Sanità, Vol. 51, No. 4, pagg. 298-304).

I valori massimi e le deposizioni simulate ai ricettori sono mostrati di seguito.

Tabella 6.7: Deposizioni di PTS rilevate dovute alle attività di cantiere

Parametro	PTS [mg/m <sup>2</sup> d]
Valori medi giornalieri massimi	5120
Valori medi annui massimi	1790
Classe di polverosità	Elevata

Tabella 6.8: Deposizioni di PTS sui ricettori sensibili

ID	Recettore	PTS [mg/(m <sup>2</sup> d)]	
		Valore giornaliero massimo	Valore medio annuo
01	Roio del Sangro	2.7	0.2
02	Castiglione Messer Marino	1.5	0.0
03	Rosello	1.3	0.1
04	Villa S. Maria	0.7	0.0
05	Pietraferrazzana	0.5	0.0
06	San Giovanni di Montazzoli	0.7	0.1
07	Località Tesoro – Roccapinalveti	1.2	0.1
08	Montazzoli	1.5	0.2
09	Monteferrante	2.2	0.1
Classe di polverosità		Virtualmente assente	Virtualmente assente
10	Sito Natura 2000 "Abetina di Castiglione Messer Marino"	304	62.7
Classe di polverosità		Media	Virtualmente assente

Come si può osservare, risultano presenti aree classificate con classe di polverosità elevata. Tali aree sono limitate ad un intorno di circa 200 m e tutte ricadenti all'interno del perimetro dell'area di cantiere.

Per quanto riguarda l'analisi sui principali ricettori presenti entro 5 km dall'area di lavoro, si può osservare che il contributo delle PTS provenienti dall'attività di cantiere è pressoché trascurabile, rispetto ai limiti considerati e in quanto i valori calcolati sono molto vicini ai valori di fondo assunti pari a zero, ad eccezione dell'area del sito Natura 2000 in corrispondenza dell'aerogeneratore MZ01new in cui la massima polverosità giornaliera è classificata come media. Nel corso delle lavorazioni potenzialmente più impattanti, saranno adottate le migliori pratiche di gestione del cantiere atte a mitigare la diffusione di polveri.

Inoltre, ai fini cautelativi, è previsto un piano di monitoraggio ambientale che include l'analisi della componente qualità dell'aria in fase di cantiere in ottemperanza, anche, alla richiesta di integrazione del MASE n. 8735 del 27/07/2023, al punto 11.3.

#### F.6.4.1 PM<sub>10</sub>

Per quanto riguarda le polveri sottili PM<sub>10</sub>

816, derivanti sia dalle attività di movimentazione materiale polverulento, sia dagli scarichi dei mezzi di cantiere, sono stati ottenuti i seguenti risultati (da Figura 6.3 a Figura 6.6):

- ✓ il limite normativo relativo al 90.4° percentile delle medie giornaliere, da non superare più di 35 volte in un anno, è pari a 50 µg/m<sup>3</sup>. Il valore massimo, ottenuto in prossimità della piazzola da adeguare MZ05new, è pari a 306 µg/m<sup>3</sup>, superiore al limite di riferimento. È da sottolineare che tale superamento è circoscritto ad una superficie con un raggio di circa 200 m e comunque all'interno dell'area di cantiere;
- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni medie annuali è pari a 40 µg/m<sup>3</sup>. Il valore massimo ottenuto è pari a circa 149 µg/m<sup>3</sup>. È da sottolineare che tale superamento è situato nei pressi della piazzola da adeguare MZ05new ed esteso per una superficie con raggio di circa 200 m all'interno dell'area di cantiere.

All'esterno dell'area di cantiere, nei pressi dei ricettori più vicini, si può notare come le concentrazioni di PM<sub>10</sub> si riducano nettamente, andando ad allinearsi con il valore di fondo considerato (13.3 µg/m<sup>3</sup>).

#### F.6.4.2 PM<sub>2.5</sub>

Per quanto riguarda le polveri sottili PM<sub>2.5</sub>, derivanti sia dalle attività di movimentazione materiale polverulento, sia dagli scarichi dei mezzi di cantiere, sono stati ottenuti i seguenti risultati (Figura 6.7 e Figura 6.8):

- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni medie annuali è pari a 25 µg/m<sup>3</sup>. Il valore massimo ottenuto è pari a circa 26.4 µg/m<sup>3</sup>, di poco superiore alla soglia di legge. È da sottolineare che tale superamento è situato in corrispondenza della piazzola da adeguare MZ05new, dunque all'interno dell'area di cantiere.

All'esterno dell'area di cantiere, nei pressi dei ricettori più vicini, si può notare come le concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> si riducano drasticamente, andando ad allinearsi con il valore di fondo considerato (8.8 µg/m<sup>3</sup>).

#### F.6.4.3 NO<sub>x</sub>

Per quanto riguarda gli NO<sub>x</sub>, derivanti esclusivamente dagli scarichi dei mezzi di cantiere, sono stati ottenuti i seguenti risultati (da Figura 6.9 a Figura 6.13):

- ✓ La soglia di allarme relativa alle concentrazioni massime orarie su base annua è pari a 400 µg/m<sup>3</sup> (da non superare per più di 3 ore consecutive). All'interno dell'area di cantiere si può individuare un'area dove tale limite viene superato, in corrispondenza della piazzola di nuova realizzazione MZ05new. In tale area la soglia di allarme di 400 µg/m<sup>3</sup> viene superata per più di 3 ore consecutive in 7 occasioni nel corso dell'anno. Il valore massimo orario raggiunto in caso di superamento di tale soglia è di 1132,6 µg/m<sup>3</sup>. Si sottolinea che tali superamenti sono circoscritti all'area di cantiere e in particolare al solo intorno di MZ05new.
- ✓ il limite per le concentrazioni orarie, pari a 200 µg/m<sup>3</sup> non deve essere superato per più di 18 volte nell'arco di un anno. Tale limite è quindi attribuibile al 99.8° percentile delle concentrazioni orarie. Tale valore viene superato in tre aree:
  - in corrispondenza della piazzola da ricoprire MZ14, con estensione circoscritta all'area della piazzola, in cui si registra un valore massimo di 201 µg/m<sup>3</sup>;
  - in corrispondenza della piazzola di nuova realizzazione MZ05new, avente raggio circa 200 m, in cui si registra un valore massimo di 827 µg/m<sup>3</sup>;
  - tra le piazzole MZ03new e MZ06, avente raggio circa 50 m, in cui si registra un valore massimo di 275 µg/m<sup>3</sup>.

Si sottolinea che tali superamenti sono circoscritti alle aree di cantiere.

- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni medie annuali è pari a 40 µg/m<sup>3</sup> per la protezione della salute umana e 30 µg/m<sup>3</sup> come livello critico per la vegetazione. Il valore massimo ottenuto all'interno del cantiere è pari a 71.3 µg/m<sup>3</sup>, riscontrabile in prossimità della piazzola da adeguare MZ05new per un intorno di circa 100 m.

All'esterno dell'area di cantiere, nei pressi dei ricettori più vicini, si può notare come le concentrazioni di NO<sub>x</sub> si riducano nettamente, andando ad allinearsi con il valore di fondo considerato (23.0 µg/m<sup>3</sup>).

#### F.6.4.4 CO

Per la CO sono stati ottenuti i seguenti risultati (Figura 6.14 e Figura 6.15):

- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni mediate sulle 8 ore è pari a 10 mg/m<sup>3</sup>. Il valore massimo, ottenuto all'interno del cantiere, è pari a 1.75 mg/m<sup>3</sup>, ben al di sotto del limite di riferimento.

All'esterno dell'area di cantiere, nei pressi dei ricettori più vicini, si può notare come le concentrazioni di CO si riducano nettamente, andando ad allinearsi con il valore di fondo considerato (0.46 mg/m<sup>3</sup>).

#### F.6.4.5 SO<sub>x</sub>

Per quanto riguarda gli SO<sub>x</sub>, derivanti esclusivamente dagli scarichi dei mezzi di cantiere, sono stati ottenuti i seguenti risultati (da Figura 6.16 a Figura 6.23). Si evidenzia che non è stato possibile reperire dati in merito a valori di concentrazioni di fondo di SO<sub>x</sub>.

- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni massime orarie su base annua è pari a 500 µg/m<sup>3</sup>. Il valore massimo, ottenuto all'interno del cantiere, è pari a 7.1 µg/m<sup>3</sup>, ben al di sotto del limite di riferimento.
- ✓ il limite per le concentrazioni orarie, pari a 350 µg/m<sup>3</sup> non deve essere superato per più di 24 volte nell'arco di un anno. Tale limite è quindi attribuibile al 99.7° percentile delle concentrazioni orarie. Il valore massimo, ottenuto all'interno del cantiere, è pari a 2.6 µg/m<sup>3</sup>, ben al di sotto del limite di riferimento.
- ✓ il limite per le concentrazioni giornaliere, pari a 125 µg/m<sup>3</sup> non deve essere superato per più di 3 volte nell'arco di un anno. Tale limite è quindi attribuibile al 99.2° percentile delle concentrazioni giornaliere. Il valore massimo, ottenuto all'interno del cantiere, è pari a 0.7 µg/m<sup>3</sup>, ben al di sotto del limite di riferimento.

- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni medie annuali è pari a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valore massimo ottenuto all'interno del cantiere è pari a  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ben al di sotto del limite di riferimento.

All'esterno dell'area di cantiere, nei pressi dei ricettori più vicini, si può notare come le concentrazioni di SOx siano pressoché nulle.

#### **F.6.4.6 PTS**

Per quanto riguarda le polveri totali sospese PTS, derivanti sia dalle attività di movimentazione materiale polverulento, sia dagli scarichi dei mezzi di cantiere, la normativa non fissa alcun limite in merito ai PTS. I valori di deposizione al suolo sono stati confrontati con le classi di polverosità individuate dalla Commissione Centrale contro l'inquinamento atmosferico, richiamate nel documento "Atmospheric depositions of persistent pollutants: methodological aspects and values from case studies".

Sono stati indagati i valori massimi giornalieri e i valori medi annui. Si evidenzia che non è stato possibile reperire dati in merito a valori di dispersione di fondo di PTS. I risultati ottenuti sono mostrati di seguito (da Figura 6.24 a Figura 6.27):

- ✓ I valori massimi di dispersioni giornaliere sono pari a  $5120 \text{ mg}/\text{m}^2\text{d}$ . I valori maggiori sono riscontrabili all'interno delle aree di cantiere, in particolare in corrispondenza della piazzola da adeguare MZ05new. Valori intorno a  $730 \text{ mg}/\text{m}^2\text{d}$  sono riscontrabili in corrispondenza della piazzola da adeguare MZ03new. In tali aree, la classe di polverosità risulta elevata. Nel resto delle aree di cantiere, i valori massimi riscontrabili indicano che tali aree possono risultare a polverosità media o bassa. Ai ricettori individuati le deposizioni massime giornaliere sono prossime a zero.
- ✓ I valori massimi di dispersioni medie annue di PTS risultano pari a  $1790 \text{ mg}/\text{m}^2\text{d}$ . Tali valori sono riscontrabili all'interno delle aree di cantiere, in un raggio di 200 m dalla piazzola da adeguare MZ05new. In tale area, il valore della polverosità media annua risulta elevata. Nel resto delle aree di cantiere, la polverosità media annua è da ritenersi trascurabile. Ai ricettori individuati i valori di dispersione media annua tendono al valore di fondo.

### F.6.4.7 Mappe di dispersione degli inquinanti

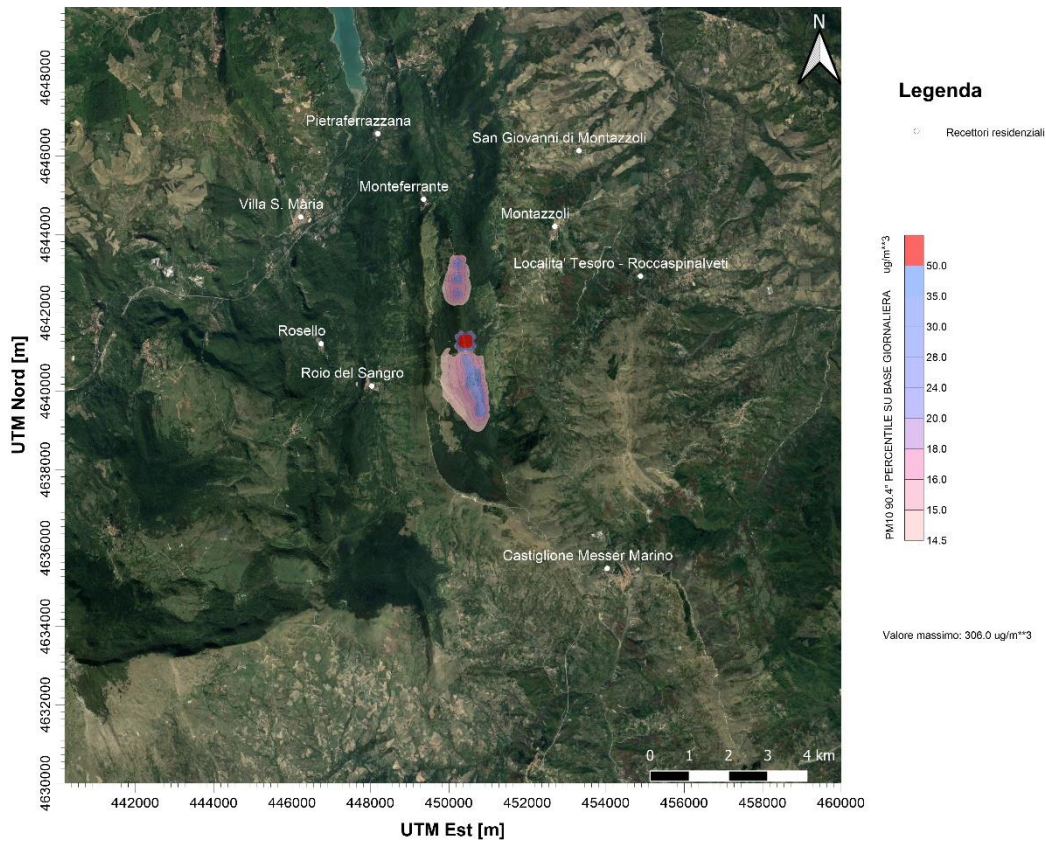


Figura 6.3: PM10 – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

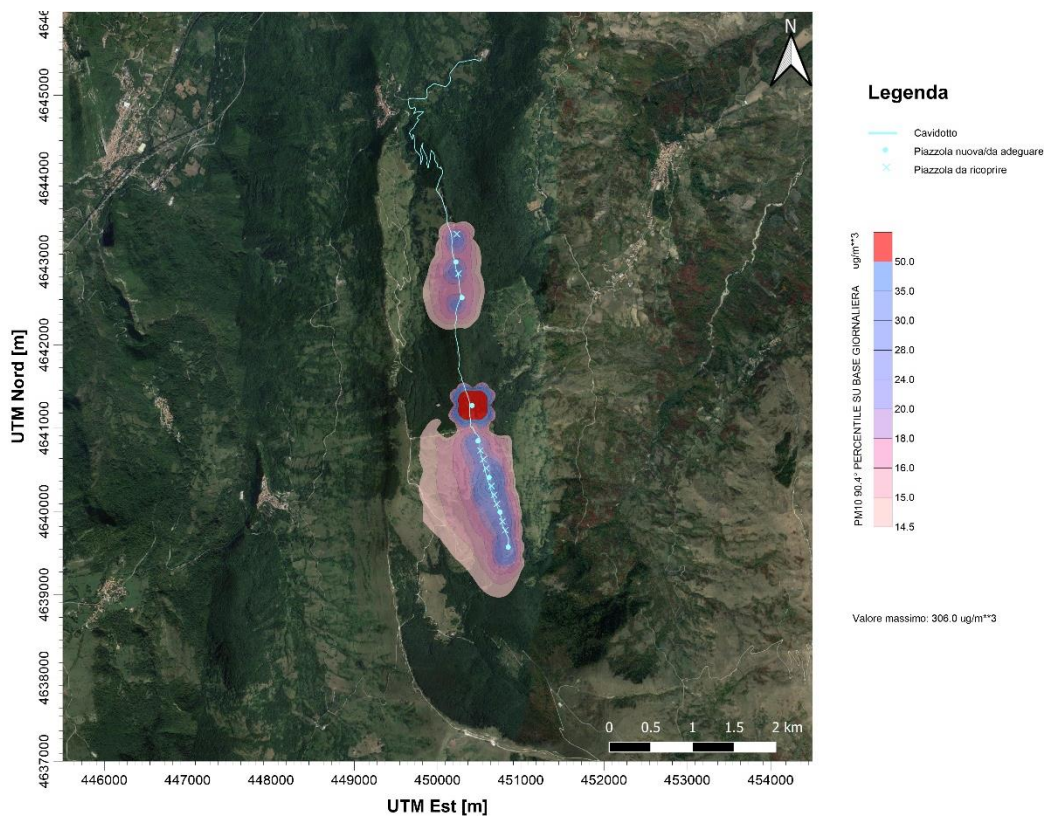


Figura 6.4: PM10 – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)

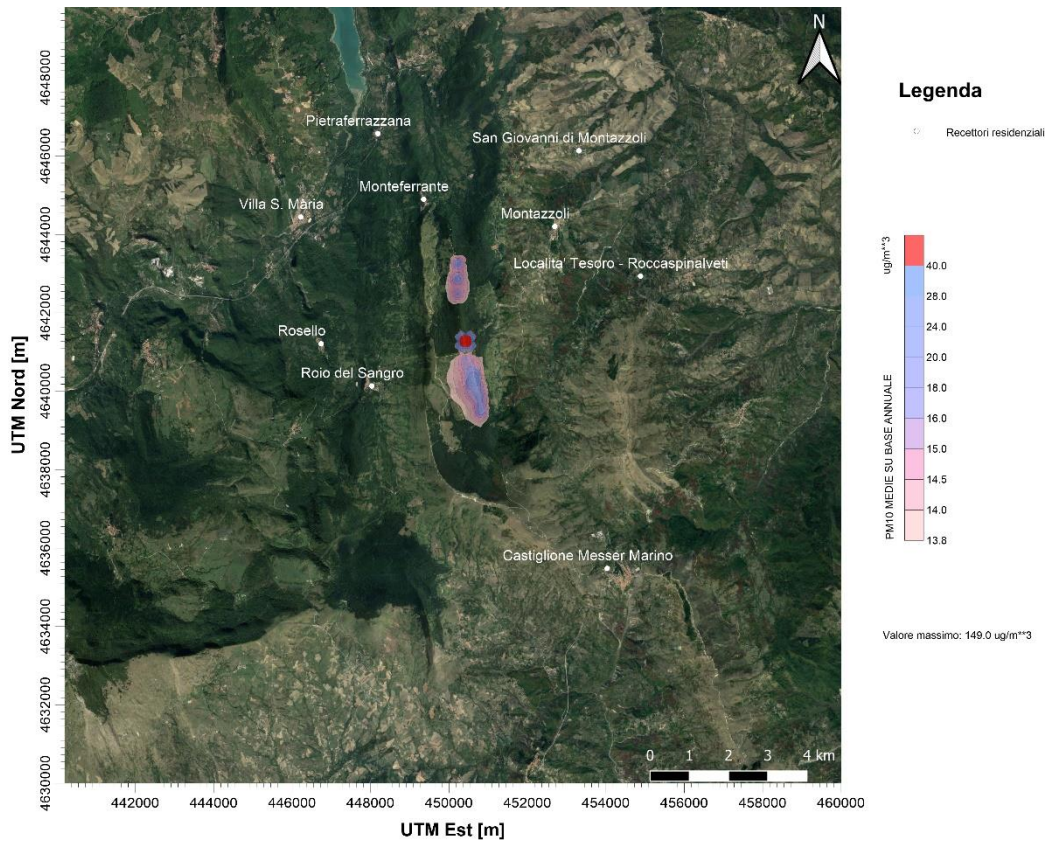


Figura 6.5: PM10 – concentrazioni medie su base annuale [µg/m<sup>3</sup>]

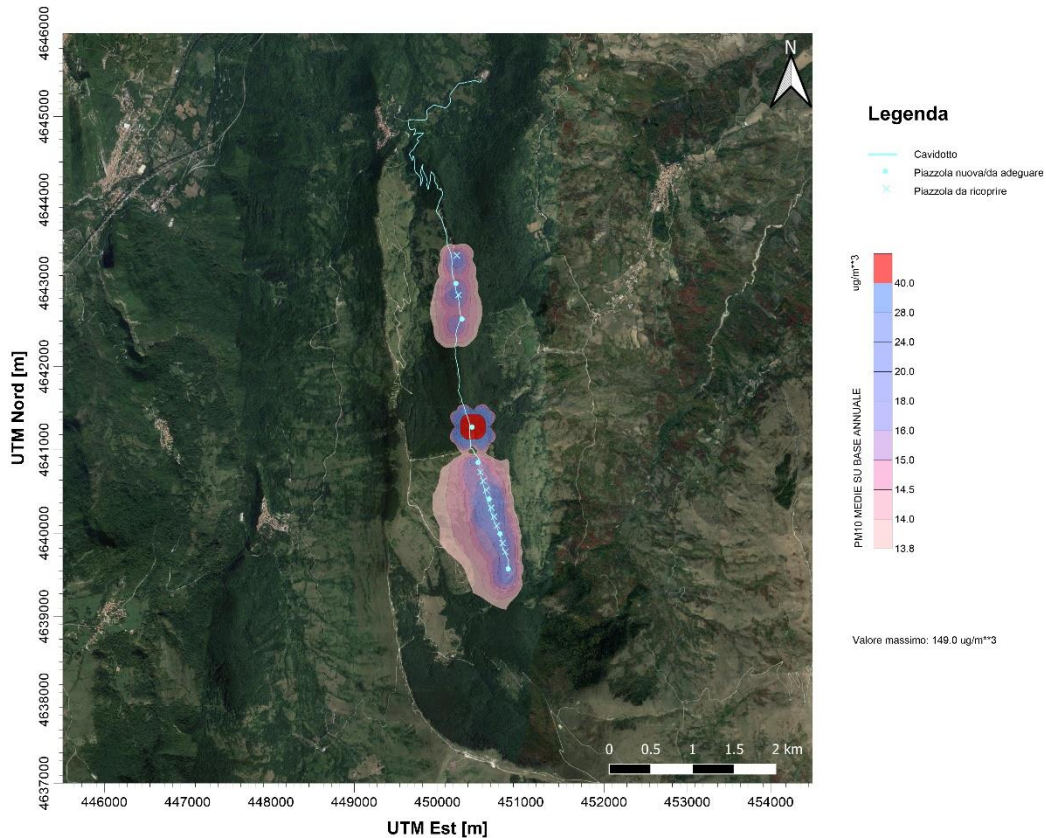


Figura 6.6: PM10 – concentrazioni medie su base annuale [µg/m<sup>3</sup>] (zoom sull'area di cantiere)



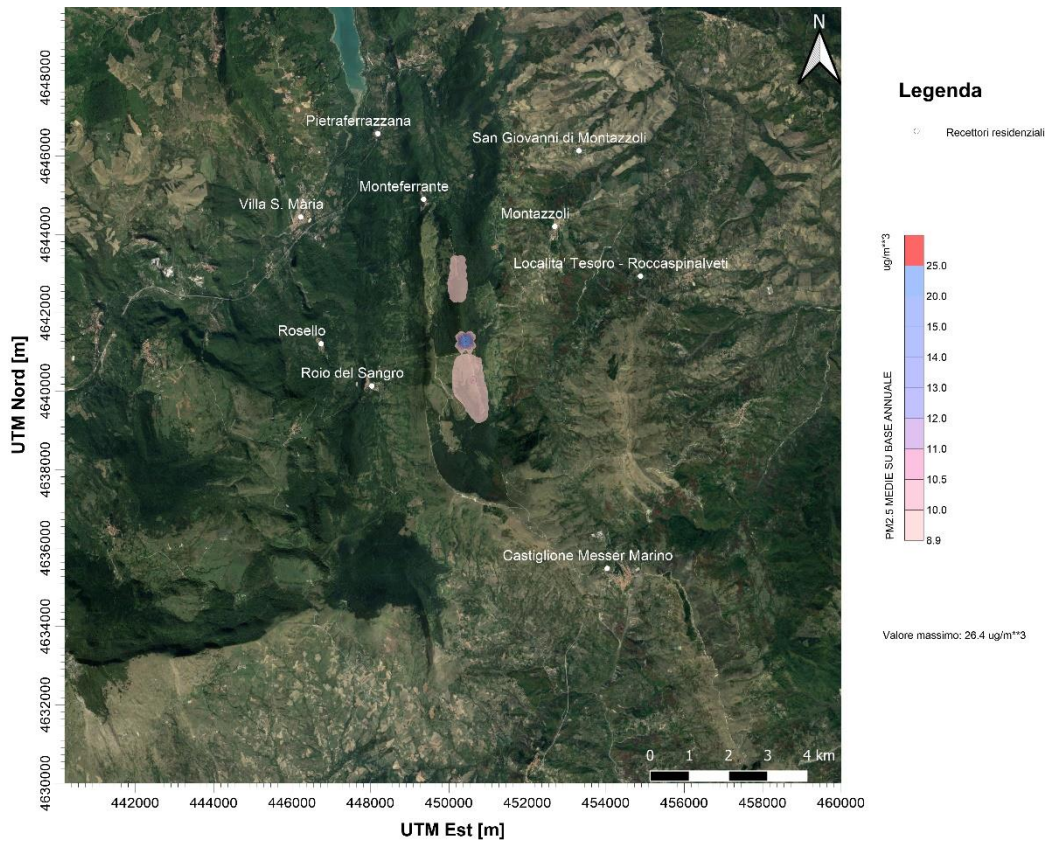


Figura 6.7: PM2.5 – concentrazioni medie su base annuale [µg/m<sup>3</sup>]

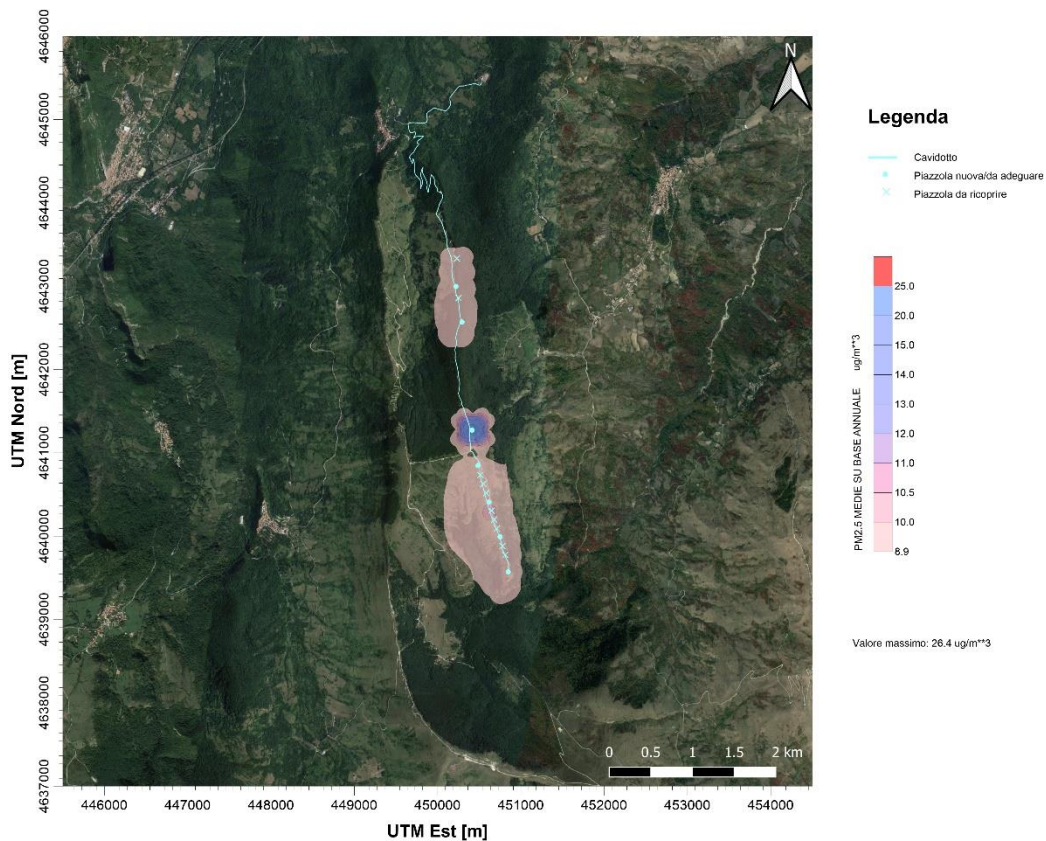


Figura 6.8: PM2.5 – concentrazioni medie su base annuale [µg/m<sup>3</sup>] (zoom sull'area di cantiere)

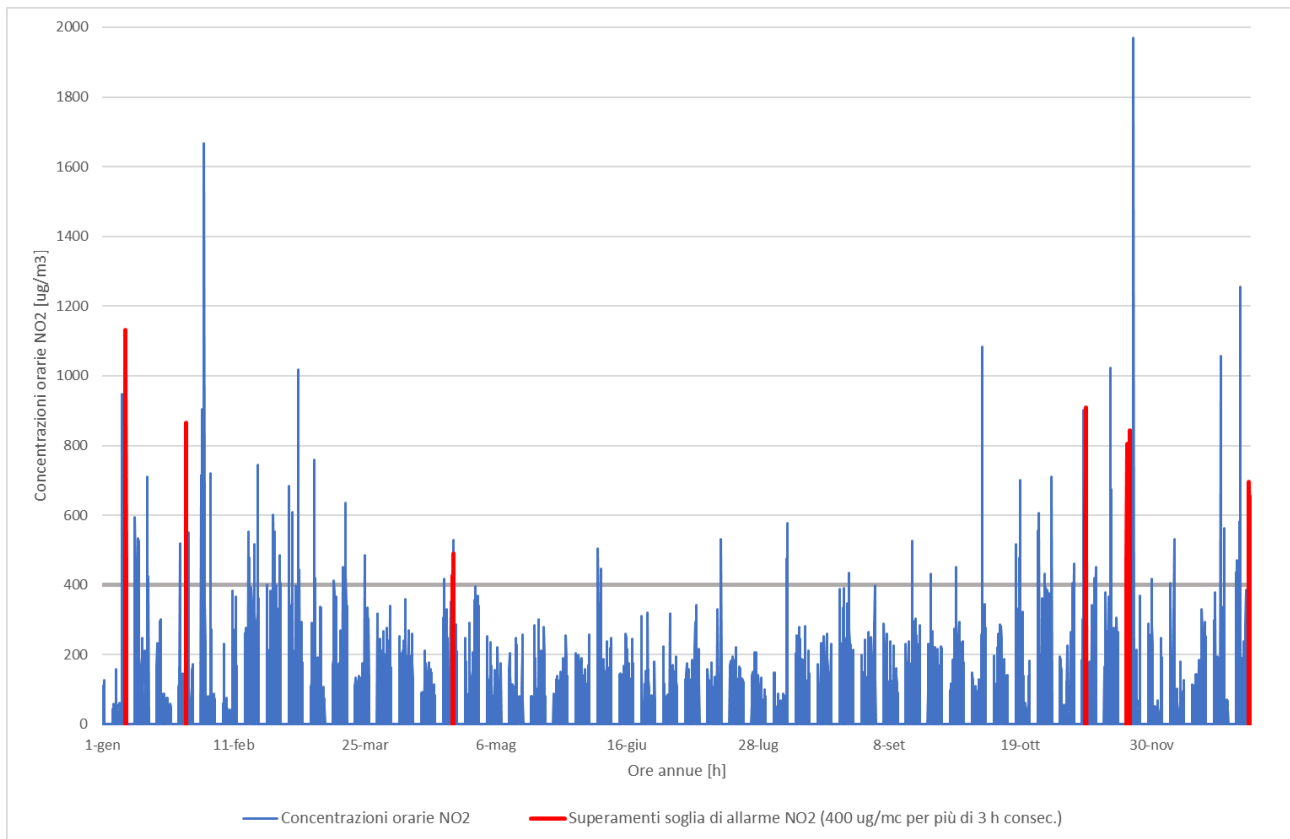


Figura 6.9: NOx – concentrazioni massime su base oraria in corrispondenza della piazzola MZ05N [µg/m3]

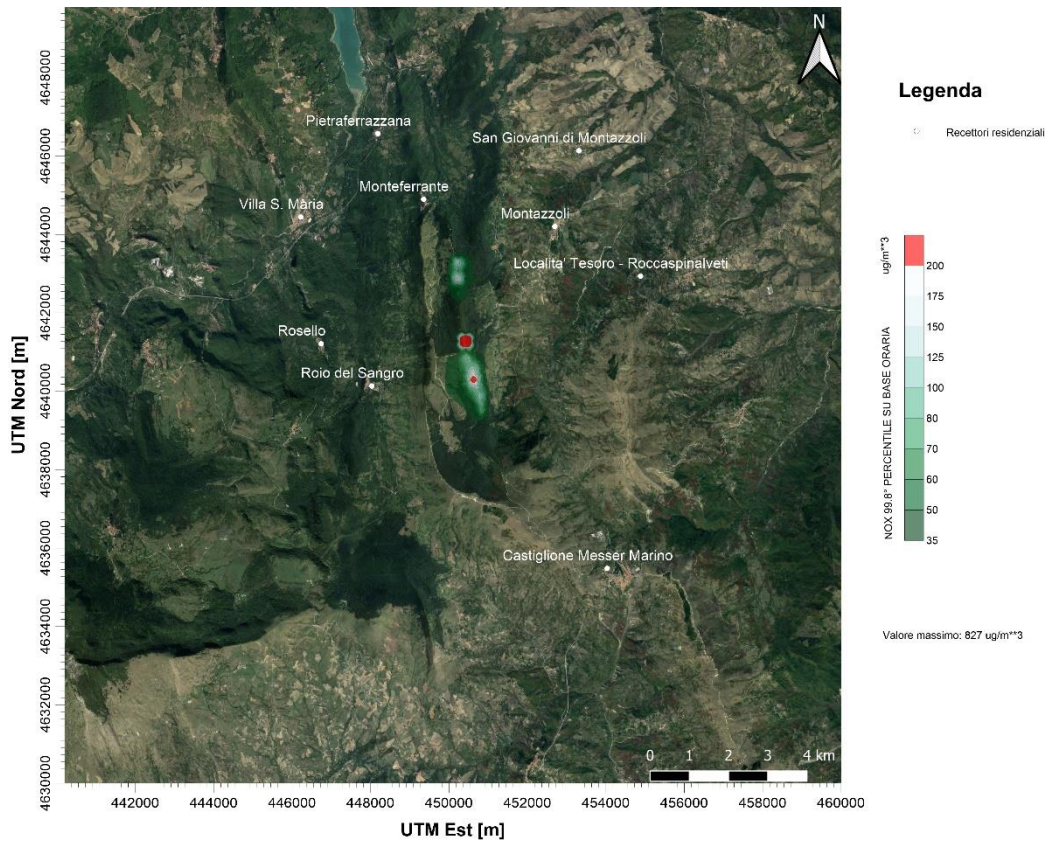


Figura 6.10: NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [µg/m<sup>3</sup>]

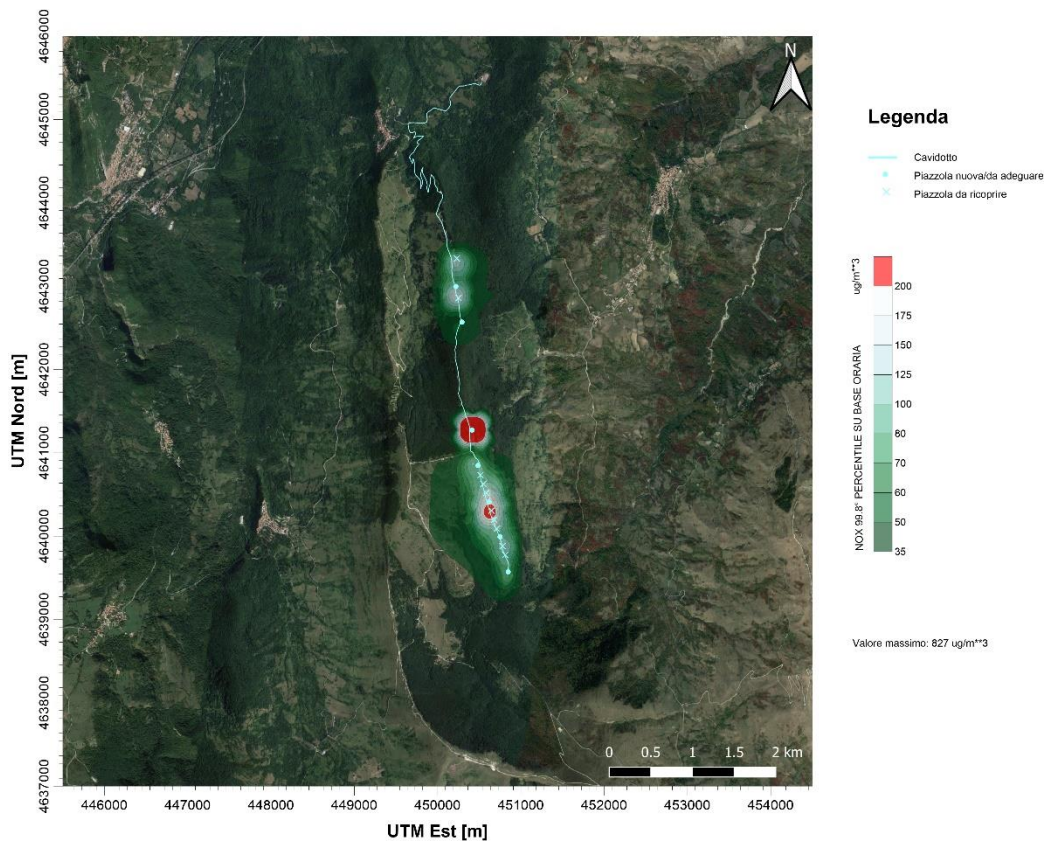


Figura 6.11: NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [µg/m<sup>3</sup>] (zoom sull'area di cantiere)

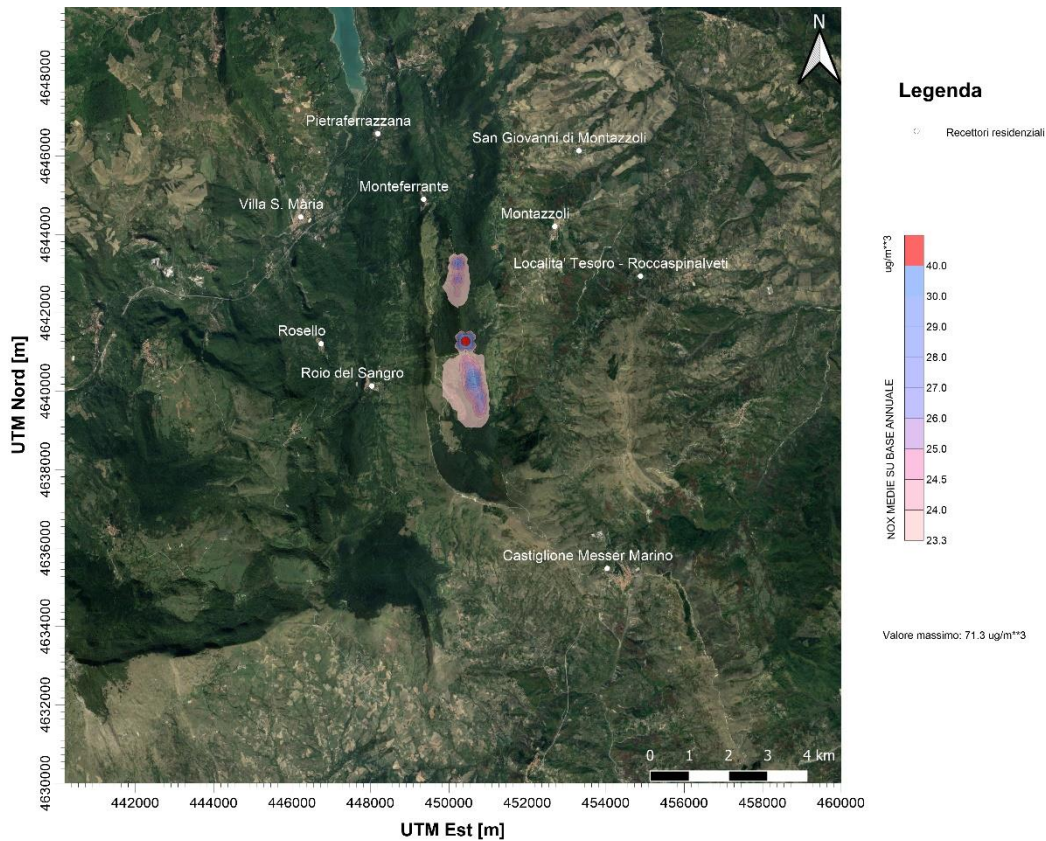


Figura 6.12: NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

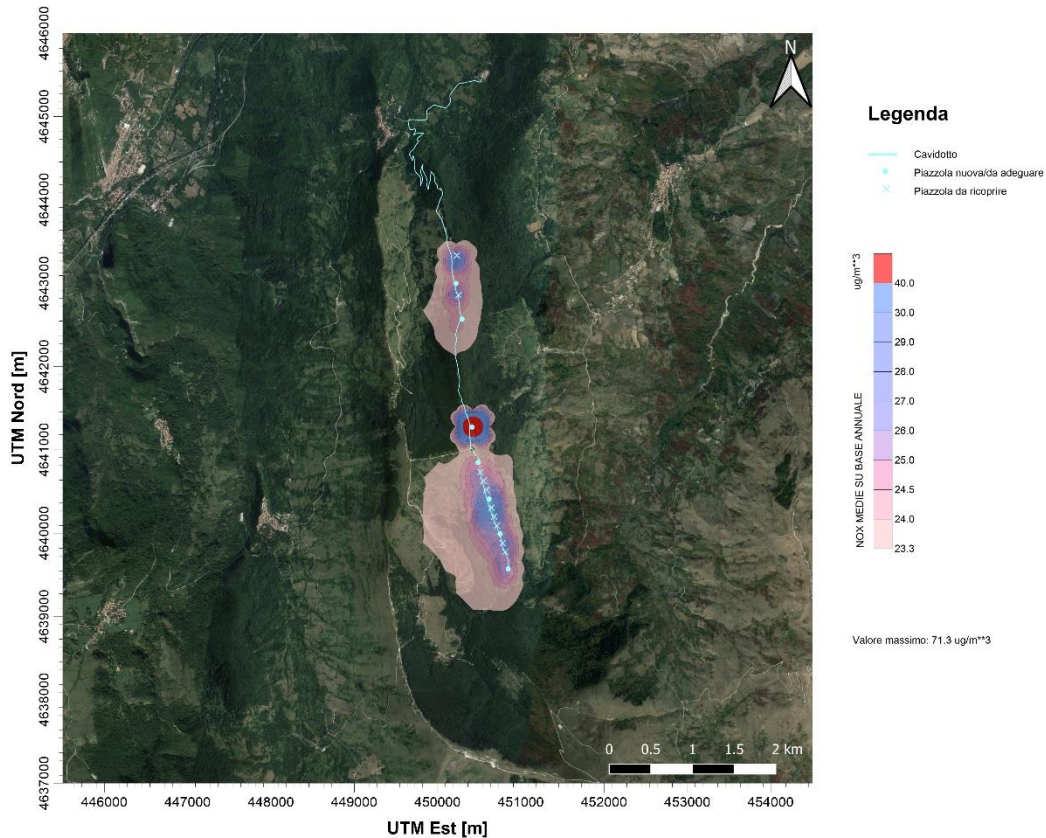


Figura 6.13: NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)

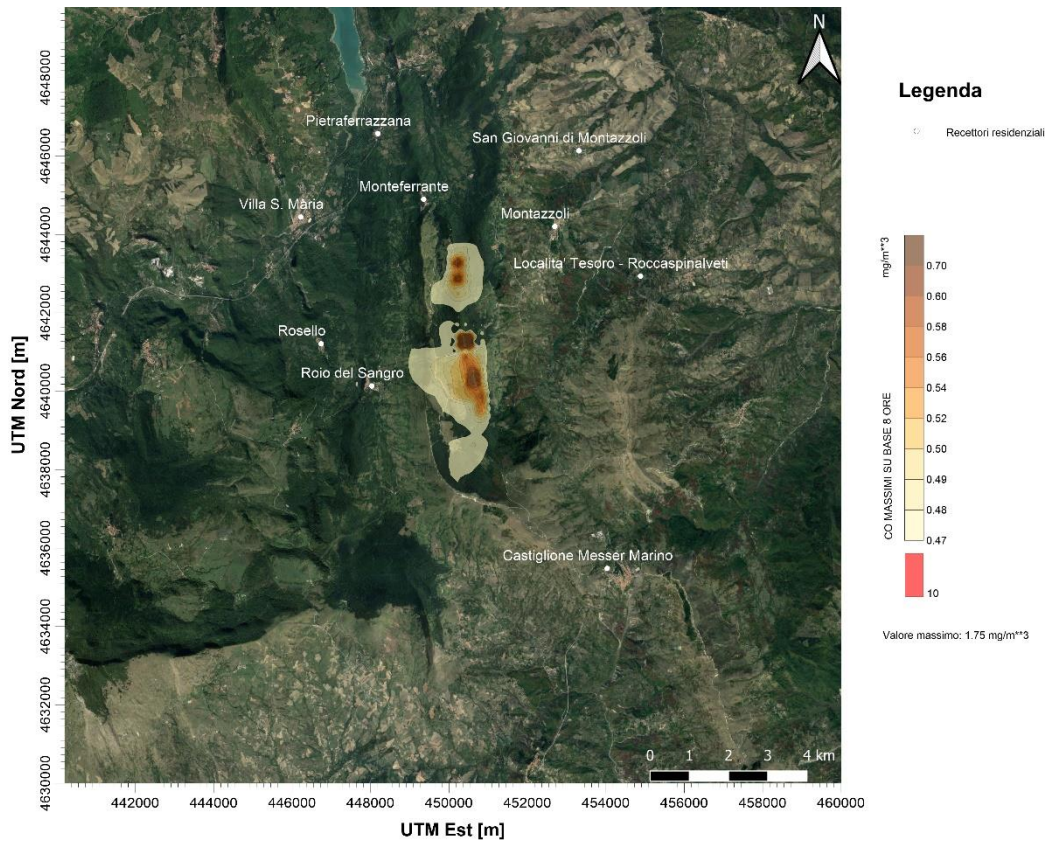


Figura 6.14: CO – concentrazioni massime su base 8 ore [mg/m<sup>3</sup>]

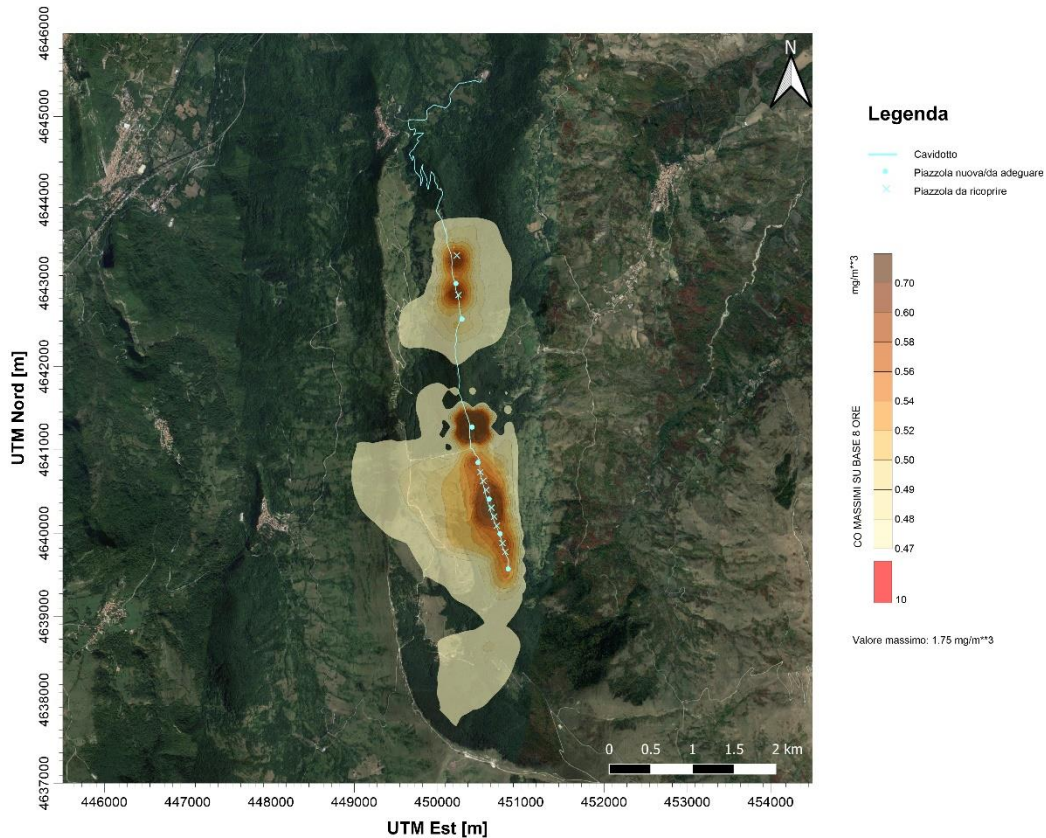


Figura 6.15: CO – concentrazioni massime su base 8 ore [mg/m<sup>3</sup>] (zoom sull'area di cantiere)

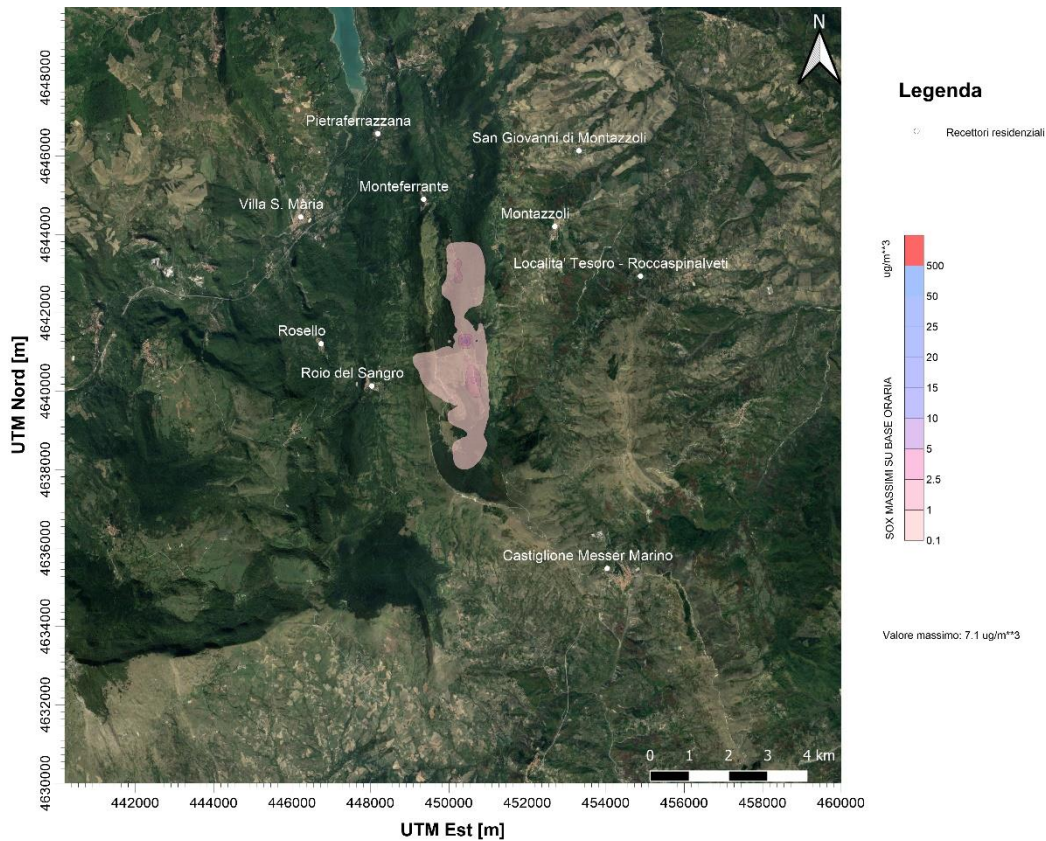


Figura 6.16: SOx – concentrazioni massime su base oraria [µg/m<sup>3</sup>]

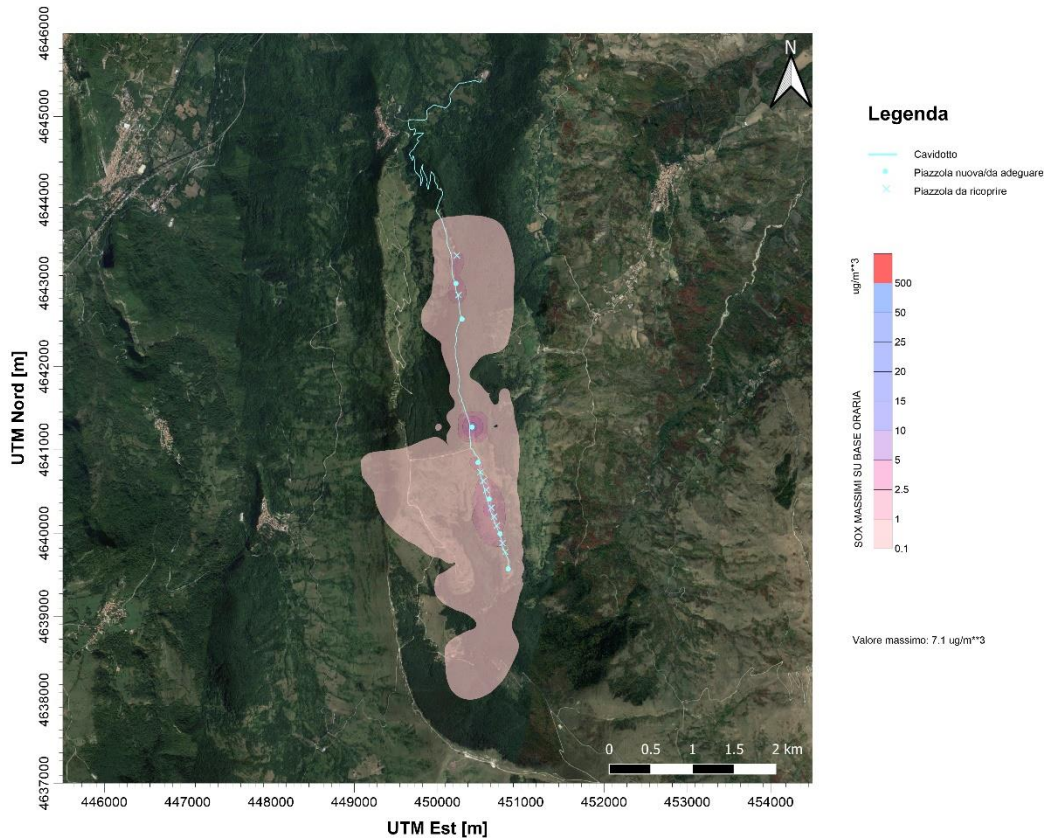


Figura 6.17: SOx – concentrazioni massime su base oraria (zoom sull'area di cantiere)

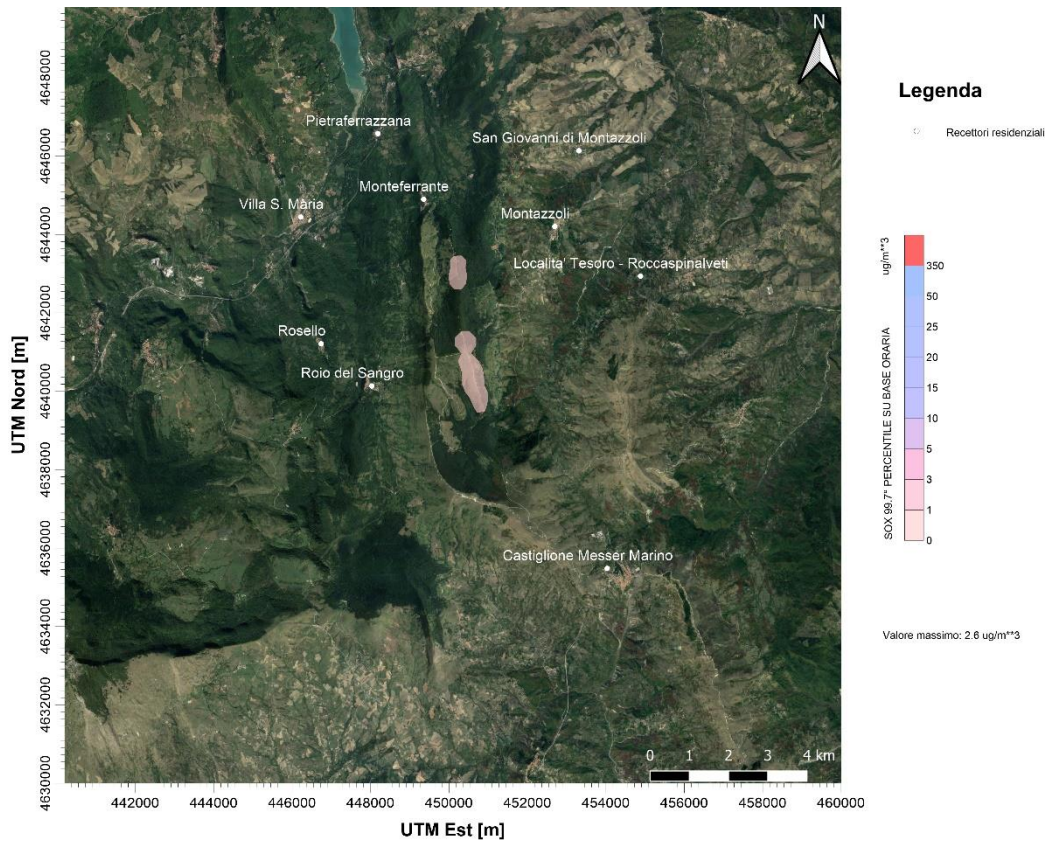


Figura 6.18: SOx – 99.7° percentile delle concentrazioni orarie [µg/m<sup>3</sup>]

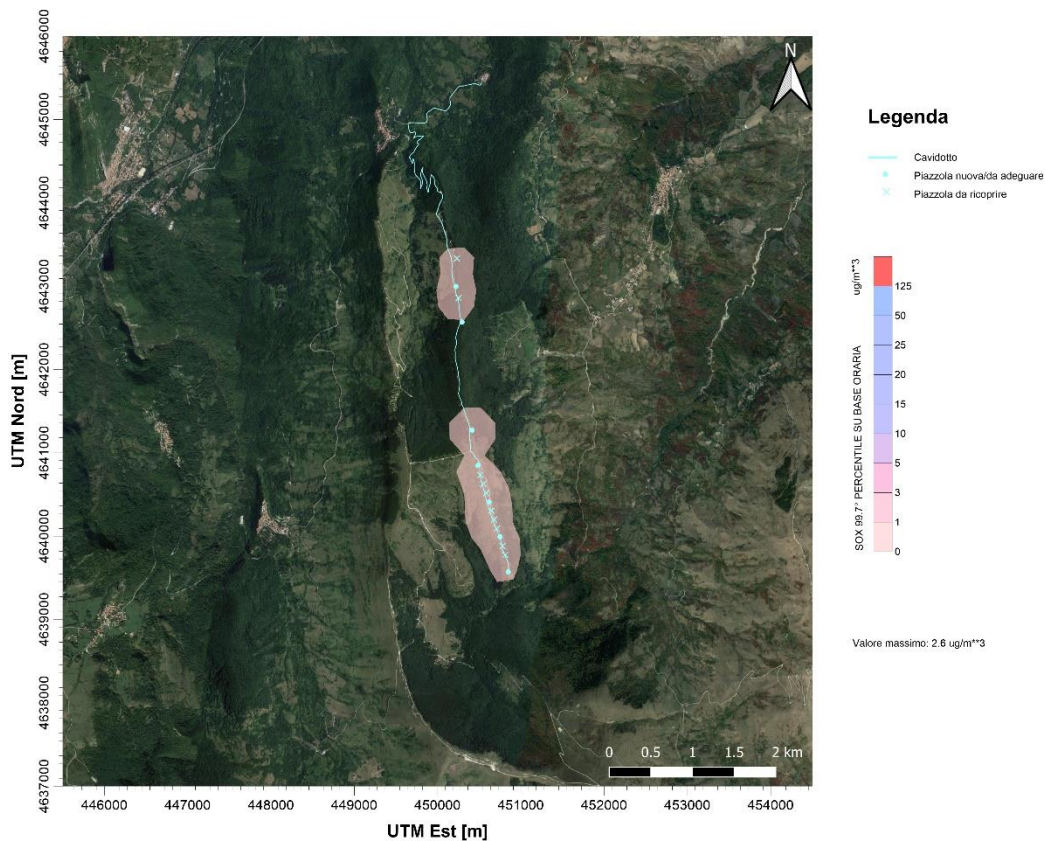


Figura 6.19: SOx – 99.7° percentile delle concentrazioni orarie [µg/m<sup>3</sup>] (zoom sull'area di cantiere)

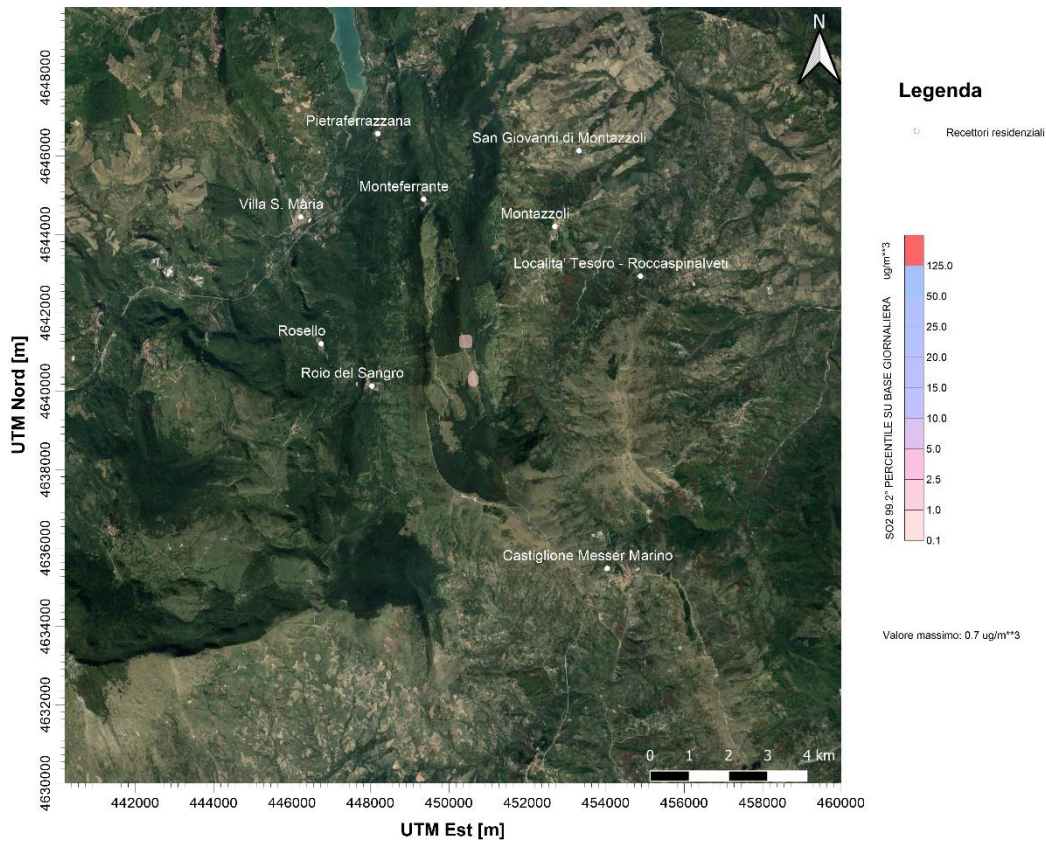


Figura 6.20: SO<sub>x</sub> – 99.2° percentile delle concentrazioni giornaliere [µg/m<sup>3</sup>]

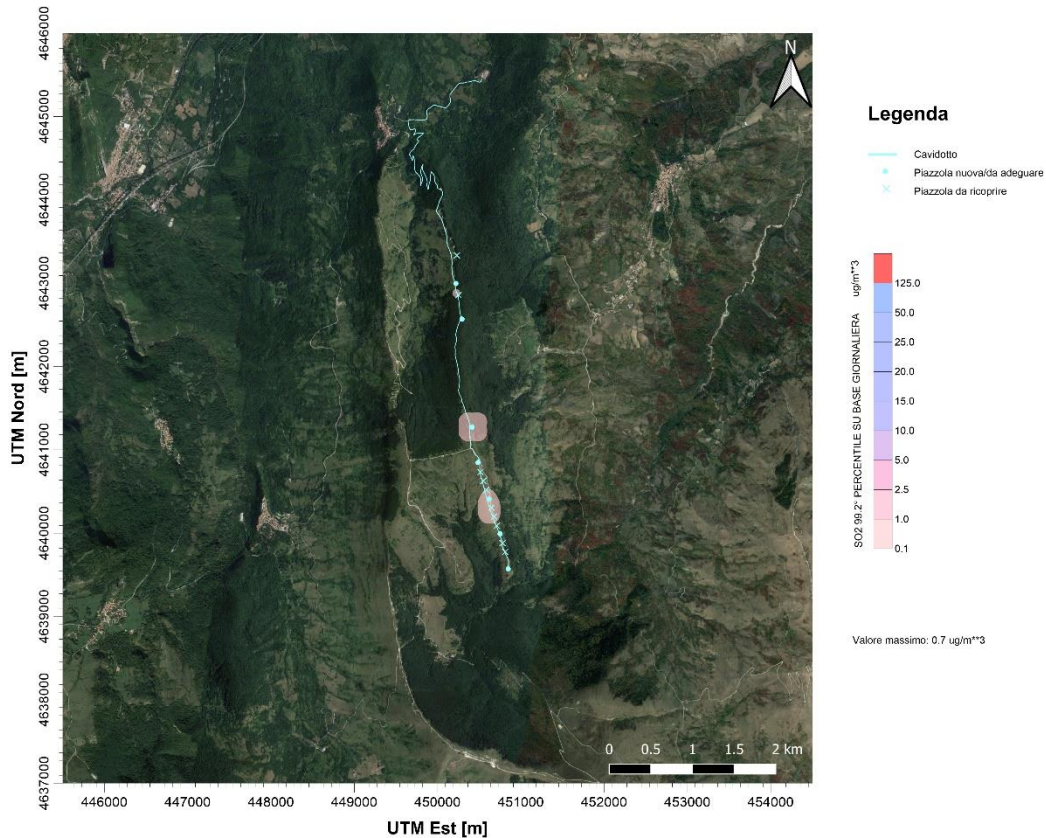


Figura 6.21: SO<sub>x</sub> – 99.2° percentile delle concentrazioni giornaliere [µg/m<sup>3</sup>] (zoom sull'area di cantiere)



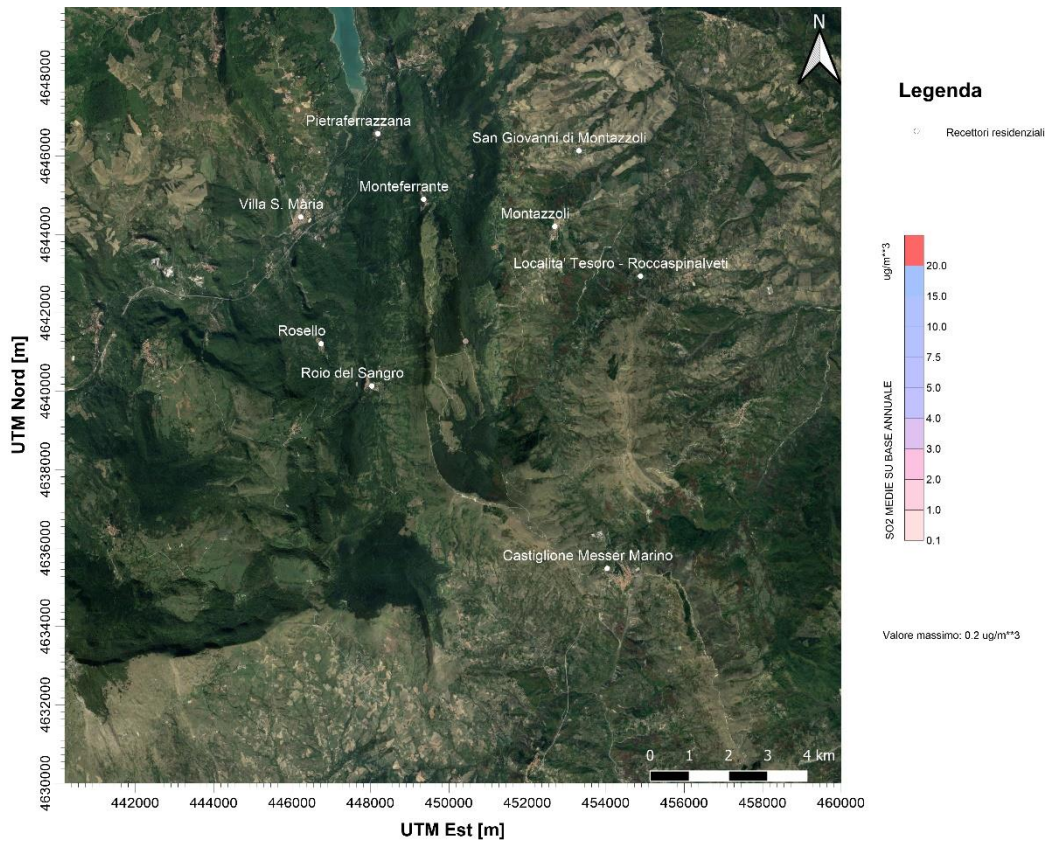


Figura 6.22: SOx –concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

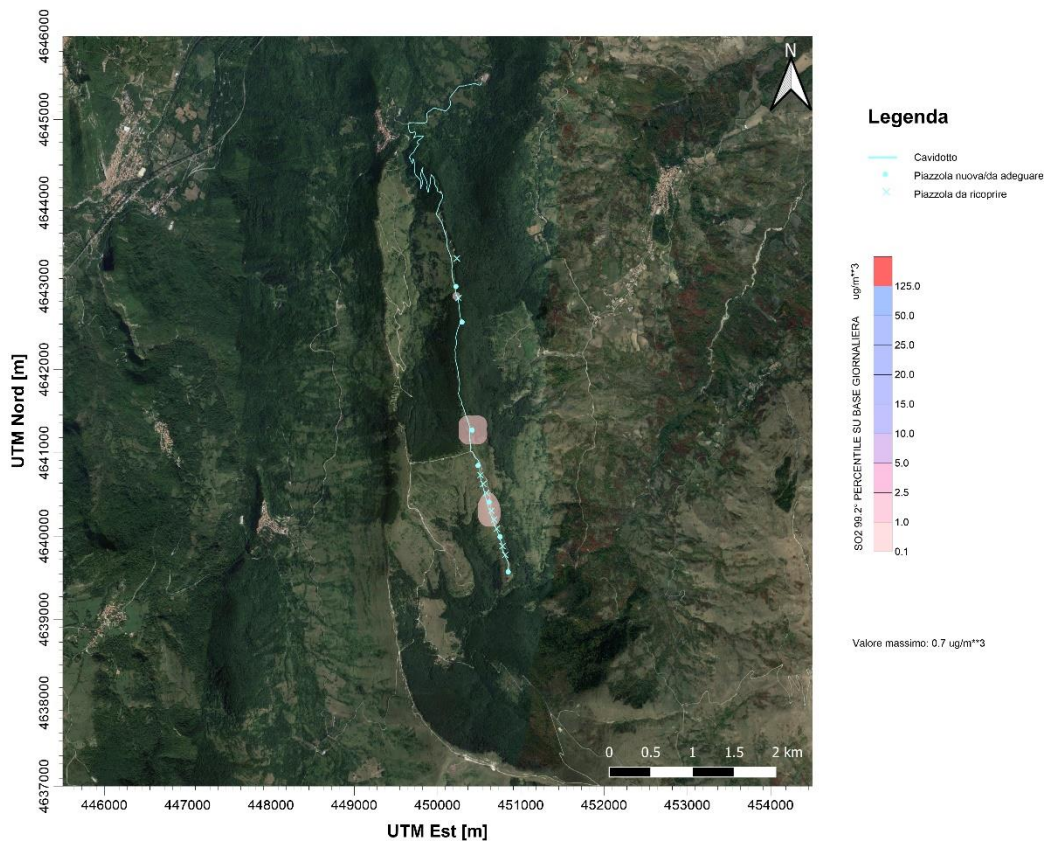


Figura 6.23: SOx –concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sull'area di cantiere)

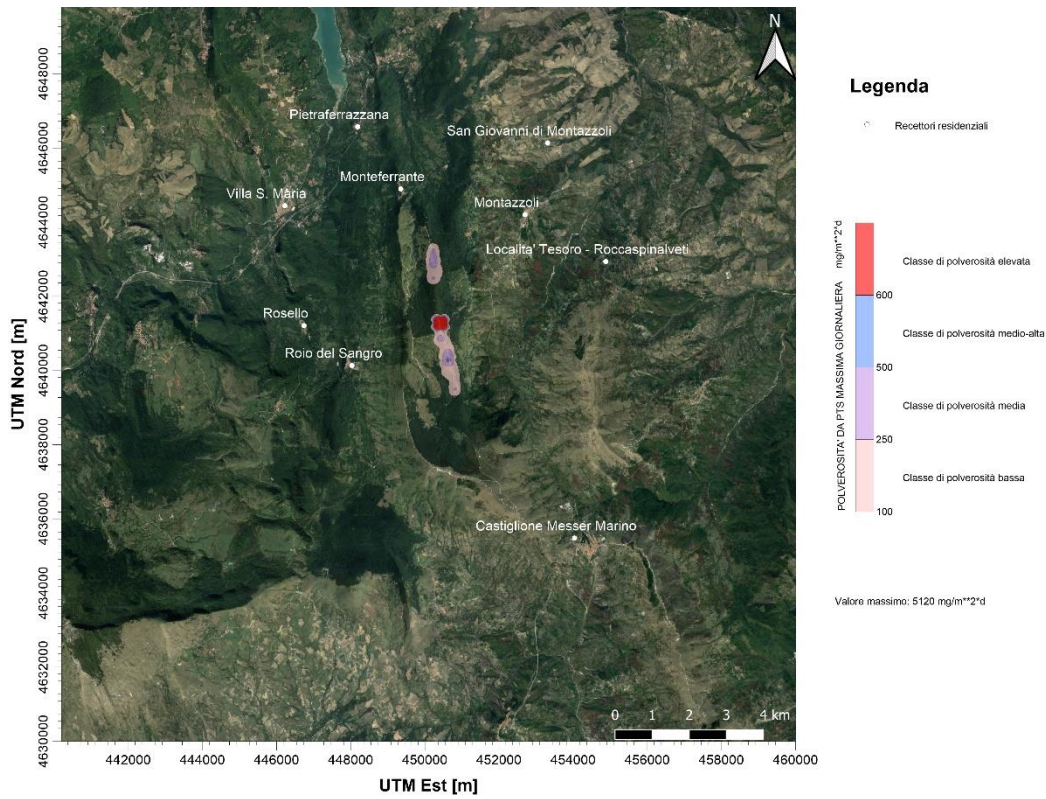


Figura 6.24: PTS – deposizioni massime su base giornaliera [ $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$ ]

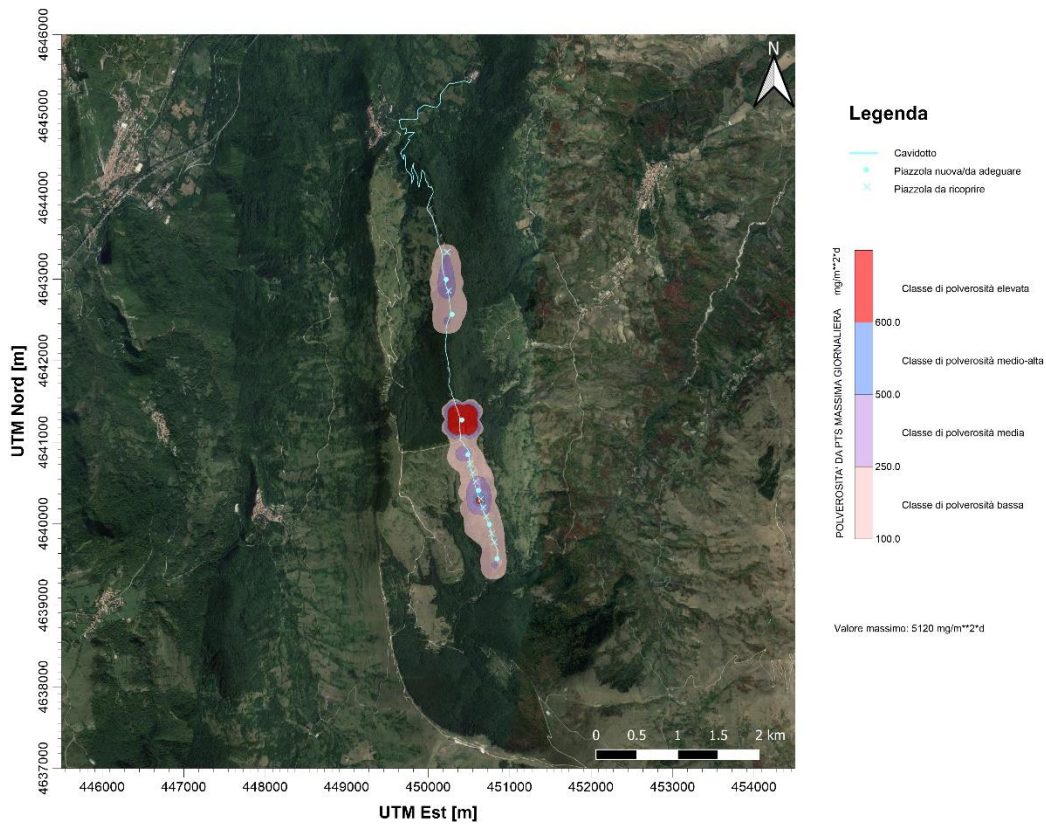


Figura 6.25: PTS – deposizioni massime su base giornaliera [ $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$ ] (zoom sull'area di cantiere)

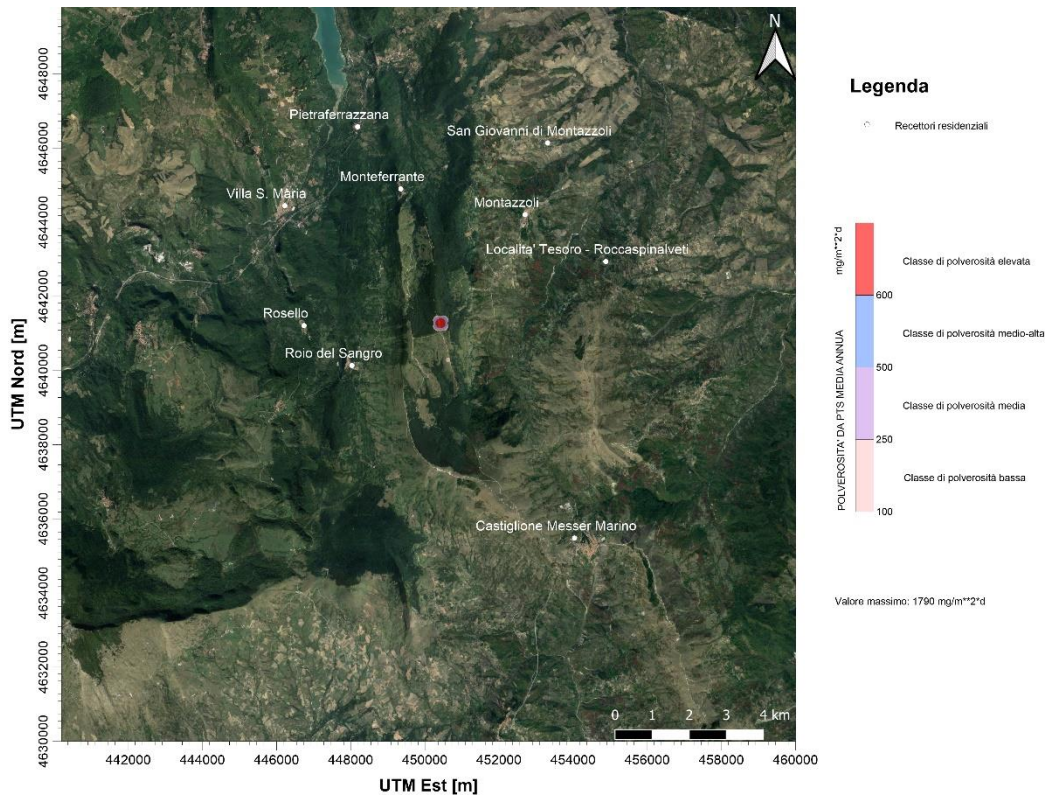


Figura 6.26: PTS – deposizioni medie annue [mg/m<sup>2</sup>d]

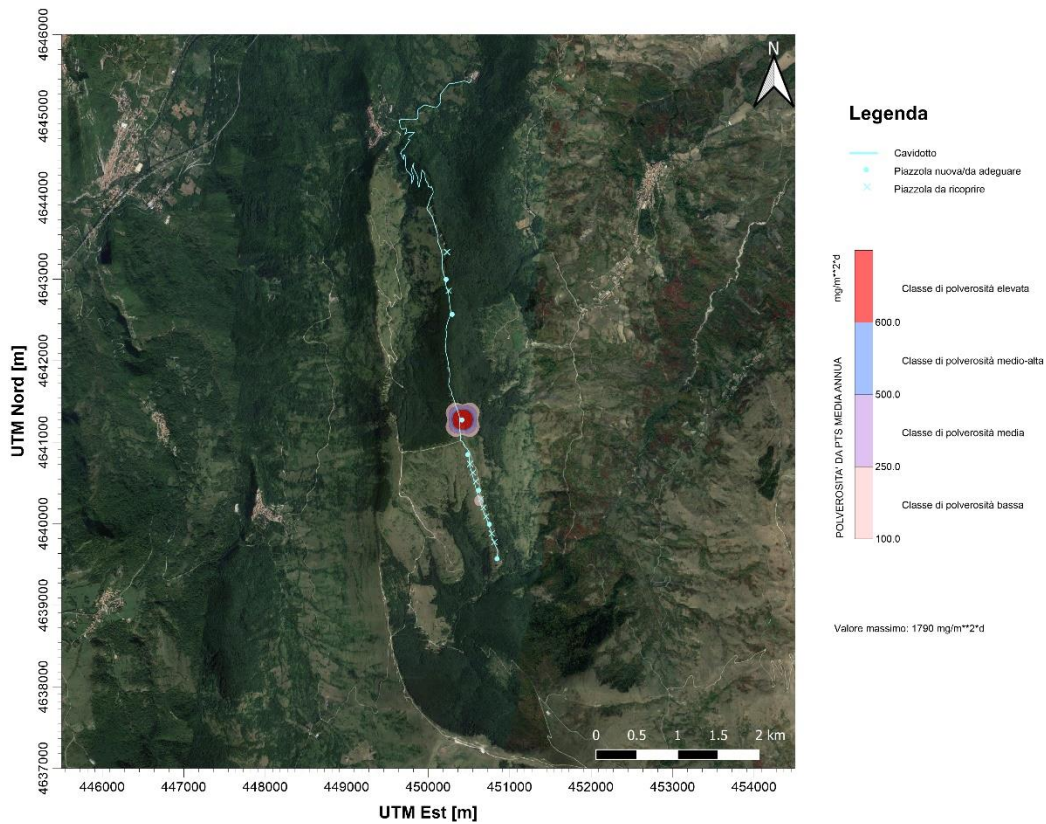


Figura 6.27: PTS – deposizioni medie annue [mg/m<sup>2</sup>d] (zoom sull'area di cantiere)

#### F.6.4.8 Analisi dei risultati

Come si può osservare dalla Tabella 6.5 e dalle Figura 6.3-Figura 6.27 riportate in precedenza, i risultati modellistici dimostrano che il contributo degli inquinanti provenienti dall'attività di cantiere, monitorati presso tutti i ricettori entro 5 km dall'area di lavoro, è pressoché trascurabile, rispetto ai limiti considerati.

I limiti normativi per le massime concentrazioni al suolo di CO e SO<sub>x</sub> risultano superati in un'area di circa 200-300 m relativa all'aerogeneratore MZ05new, e ricadente all'interno del perimetro dell'area di cantiere.

Tutti gli altri inquinanti risultano rispettare i limiti normativi per le massime concentrazioni al suolo in tutte le aree di cantiere simulate.

Anche per quanto riguarda le polveri totali, le aree soggette a deposizione elevata sono circoscritte all'area di cantiere di MZ05new e marginalmente a MZ03new.

Per tutti i ricettori discreti presi in considerazione, il contributo delle PTS provenienti dall'attività di cantiere è pressoché trascurabile, rispetto ai limiti considerati e, in quanto, i valori calcolati sono molto vicini ai valori di fondo assunti pari a zero, ad eccezione dell'area del sito Natura 2000 in corrispondenza dell'aerogeneratore MZ01new in cui la massima polverosità giornaliera è classificata come media.

Per i superamenti contenuti nelle aree di cantiere, si prevede, oltre alla generale adozione di buone pratiche di gestione del cantiere stesso, che saranno individuate e messe in atto in fase esecutiva, la puntuale attività di monitoraggio prevista nell'appendice O - Piano di Monitoraggio Ambientale, a cui si rimanda per maggiori dettagli, e l'utilizzo di idonee reti antipolvere sulle recinzioni del cantiere.

## **F.7 CONCLUSIONI**

Al fine della valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria delle emissioni polverulente provenienti dalle attività svolte durante le attività di cantiere e delle emissioni dei gas di scarico dei mezzi che effettuano le lavorazioni, è stato eseguito uno studio modellistico di dispersione degli inquinanti attraverso i modelli di calcolo CALMET-CALPUFF.

L'impatto cumulativo è stato valutato confrontando le concentrazioni delle polveri, in termini di  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ , degli ossidi di azoto  $NO_x$ , del monossido di carbonio CO e degli ossidi di zolfo  $SO_x$  con i limiti di qualità dell'aria riportati negli Allegati XI e XII al D.Lgs. 155/2010. È stato valutato anche il termine di dispersione al suolo di Polveri Totali Sospese (PTS), e confrontato con le classi di polverosità individuate dall'Istituto Superiore di Sanità nel documento "Atmospheric depositions of persistent pollutants: methodological aspects and values from case studies" (G. Settimo e G. Viviano, 2015).

I limiti normativi per le massime concentrazioni al suolo di CO e  $SO_x$  risultano superati in un'area di circa 200-300 m relativa all'aerogeneratore MZ05new, e ricadente all'interno del perimetro dell'area di cantiere.

Tutti gli altri inquinanti risultano rispettare i limiti normativi per le massime concentrazioni al suolo in tutte le aree di cantiere simulate.

Anche per quanto riguarda le polveri totali, le aree soggette a deposizione elevata sono circoscritte all'area di cantiere di MZ05new e marginalmente a MZ03new.

Per tutti i ricettori discreti presi in considerazione, il contributo delle PTS provenienti dall'attività di cantiere è pressoché trascurabile, rispetto ai limiti considerati e, in quanto, i valori calcolati sono molto vicini ai valori di fondo assunti pari a zero, ad eccezione dell'area del sito Natura 2000 in corrispondenza dell'aerogeneratore MZ01new in cui la massima polverosità giornaliera è classificata come media.

Si ribadisce inoltre che, in favore di conservatività del modello, è stata ipotizzata la contemporaneità di tutte le attività di cantiere (realizzazione nuove piazzole, adeguamento o copertura delle piazzole esistenti, realizzazione cavidotto, ecc.). Nella realtà, le fasi cantieristiche sono sequenziali e possono essere intervallate da periodi caratterizzati da assenza di attività. Pertanto, l'effettivo carico inquinante generato dalle attività di cantiere (polveri e gas di scarico) sarà una frazione considerevole (circa 1/7) di quanto considerato dalla modellazione.

In via cautelativa, lo studio di impatto ambientale è corredato dal Piano di Monitoraggio Ambientale - Appendice O, che prevede il controllo della componente qualità dell'aria in fase di cantiere in ottemperanza alla richiesta di integrazione del MASE n. 8735 del 27/07/2023, al punto 11.3.

## REFERENZE

ENEA (2015). *“Definizione della metodologia e degli input necessari per l’esecuzione di analisi integrate CALPUFF-CALMET ai fini della valutazione della dispersione di inquinanti radioattivi in atmosfera”*.

Regione Toscana in collaborazione con ARPAT. *“Piano Regionale per la Qualità dell’Aria Ambiente (PRQA). Miglioriamo l’aria che respiriamo” - Allegato 2: Documento tecnico con determinazione di valori limite di emissione e prescrizione per le attività produttive.*

Scire J. S., Robe F. R., Fernau M. E., Yamartino R. J. (2000). *“A User’s Guide for the CALMET Meteorological Model (Version 5)”*.

Scire J. S., Strimaitis D. G., Yamartino R. J. (2000). *“A User’s Guide for the CALPUFF Dispersion Model (Version 5)”*.

South Coast AQMD (2020). *“Off-Road – Model Mobile Source Emission Factor”*

US-EPA. *“AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors”*.

US-EPA (2012) *“Haul Road Workgroup Final Report Submission to EPA-OAQPS” Memorandum.*

Settimo, G., & Viviano, G. (2015). *“Atmospheric depositions of persistent pollutants: methodological aspects and values from case studies”*. Annali dell’Istituto Superiore di Sanità, 51, 298-304.

ArtaAbruzzo – Agenzia Regionale per la Tutela dell’Ambiente: [sira.artaabruzzo.it/#/stazioni-fisse](http://sira.artaabruzzo.it/#/stazioni-fisse)

Copernicus Corine Land Cover: [land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover](http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover)

EPA: [cfpub.epa.gov/webfire/](http://cfpub.epa.gov/webfire/)

NASA: [www2.jpl.nasa.go](http://www2.jpl.nasa.go)

USGS: [usgs.gov](http://usgs.gov)