

## S.S. 78 "SARNANO - AMANDOLA"

LAVORI DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO TECNICO FUNZIONALE DELLA SEZIONE STRADALE IN T.S. E POTENZIAMENTO DELLE INTERSEZIONI - 2° STRALCIO

### PROGETTO DEFINITIVO

IMPRESA ESECUTRICE		GRUPPO DI LAVORO ANAS:	
			
GRUPPO DI PROGETTAZIONE		RESPONSABILE DEI LAVORI:	
(Mandataria) 		VISTO: RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: <b>Ing. Marco Mancina (ANAS S.p.A.)</b>	
(Mandanti)     			
		PROTOCOLLO:	DATA:

N. ELABORATO:

R133

CAPITOLO R – AMBIENTE  
CAPITOLO R1 – STUDIO IMPATTO AMBIENTALE  
STUDIO DI IMPATTO ATMOSFERICO

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	R133-T00_IA07_AMB_RE04_A_Studio di impatto atmosferico		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	CODICE ELAB. T00IA07AMBRE04	A	-
D					
C					
B					
A	EMISSIONE		Luglio 2023	-	-
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

**S.S. 78 "SARNANO - AMANDOLA"**

**LAVORI DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO TECNICO FUNZIONALE DELLA SEZIONE STRADALE IN T.S. E POTENZIAMENTO DELLE INTERSEZIONI - 2° STRALCIO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

IMPRESA ESECUTRICE		GRUPPO DI LAVORO ANAS:	
			
GRUPPO DI PROGETTAZIONE		RESPONSABILE DEI LAVORI:	
(Mandataria) 		VISTO: RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: <b>Ing. Marco Mancina (ANAS S.p.A.)</b>	
(Mandanti)     			
N. ELABORATO: <b>R133</b>		<b>CAPITOLO R – AMBIENTE</b> <b>CAPITOLO R1 – STUDIO IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>STUDIO DI IMPATTO ATMOSFERICO – IN FASE DI CANTIERE</b>	

CODICE PROGETTO PROGETTO      LIV.PROG.      ANNO <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		NOME FILE R133-T00_IA07_AMB_RE04_A_Studio di impatto atmosferico		REVISIONE	SCALA
CODICE ELAB.		<input type="text"/>	<input type="text"/>	-	-
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	Luglio 2023	-	-	-
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

<b>INDICE DELLE FIGURE</b> .....	<b>2</b>
<b>INDICE DELLE TABELLE</b> .....	<b>3</b>
<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2 APPROCCIO METODOLOGICO</b> .....	<b>5</b>
<b>3 DATI DI PROGETTO</b> .....	<b>7</b>
3.1 AREA DELL'INTERVENTO.....	7
3.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	8
<b>4 STRUMENTI E SCENARI DI CALCOLO</b> .....	<b>9</b>
4.1 MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI .....	9
4.2 RICETTORI SENSIBILI .....	11
4.3 DOMINIO DI CALCOLO E COORDINATE DEI RICETTORI.....	13
4.4 OROGRAFIA DELL'AREA.....	15
4.5 BUILDING DOWNWASH .....	16
4.6 PARAMETRI METEOCLIMATICI .....	17
<b>5 VALUTAZIONE DELL'INCREMENTO DEGLI INQUINANTI</b> .....	<b>19</b>
5.1 INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE .....	19
5.2 FATTORI DI EMISSIONE.....	24
5.2.1 <i>Calcolo dei fattori di emissione</i> .....	24
5.2.2 <i>Riepilogo fattori di emissione</i> .....	35
<b>6 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI</b> .....	<b>37</b>
<b>7 CONFRONTO CON I LIMITI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>38</b>
<b>8 CONFRONTO CON LE LINEE GUIDA DELLA PROVINCIA DI FIRENZE</b> .....	<b>39</b>
<b>9 CONCLUSIONI</b> .....	<b>40</b>
<b>ALLEGATI – SCHEDE DI SIMULAZIONE ED IMMAGINI DI RICADUTA</b> .....	<b>41</b>
ALL. 1 - POLVERI SOTTILI (PM <sub>10</sub> ) .....	41
ALL. 2 - POLVERI SOTTILI (PM <sub>2,5</sub> ) .....	47
ALL. 3 - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) .....	50
ALL. 4 - BISSO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) .....	53

## Indice delle figure

Fig. 1 – Rilievo del sito in esame (Google Earth 2D). .....	7
Fig. 2 – Rilievo del sito in esame visto da NORD (Google Earth 3D) .....	8
Fig. 3 – Rilievo del sito in esame visto da SUD (Google Earth 3D) .....	8
Fig. 4 – Ricettori sensibili. ....	11
Fig. 5 – Dominio di calcolo e griglia dei ricettori. ....	14
Fig. 6 – Orografia dell’area. ....	15
Fig. 7 – Rappresentazione grafica del Building Downwash. ....	16
Fig. 8 – Rosa dei venti. ....	17
Fig. 9 – Distribuzione delle classi di vento. ....	17
Fig. 10 – Fornitura dati meteorologici. ....	18
Fig. 11 – Localizzazione delle sorgenti. ....	21
Fig. 12 – Particolare S2 (area stoccaggio rifiuti presso il campo base. ....	22
Fig. 13 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _24h (proiezione Aermod View). ....	41
Fig. 14 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _24h (proiezione 2D). ....	42
Fig. 15 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _24h (proiezione 3D). ....	43
Fig. 16 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _Anno civile (proiezione Aermod View). ....	44
Fig. 17 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _Anno civile (proiezione 2D). ....	45
Fig. 18 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _Anno civile (proiezione 3D). ....	46
Fig. 19 – Scheda ricaduta PM <sub>2,5</sub> _Anno civile (proiezione Aermod View). ....	47
Fig. 20 – Scheda ricaduta PM <sub>2,5</sub> _Anno civile (proiezione 2D). ....	48
Fig. 21 – Scheda ricaduta PM <sub>2,5</sub> _Anno civile (proiezione 3D). ....	49
Fig. 22 – Scheda ricaduta CO_8h mobile (proiezione Aermod View). ....	50
Fig. 23 – Scheda ricaduta CO_8h mobile (proiezione 2D). ....	51
Fig. 24 – Scheda ricaduta CO_8h mobile (proiezione 3D). ....	52
Fig. 25 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _1h (proiezione Aermod View). ....	53
Fig. 26 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _1h (proiezione 2D). ....	54
Fig. 27 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _1h (proiezione 3D). ....	55
Fig. 28 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _Anno civile (proiezione Aermod View). ....	56
Fig. 29 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _Anno civile civile (proiezione 2D). ....	57
Fig. 30 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _Anno civile (proiezione 3D). ....	58

## Indice delle tabelle

Tab. 1 – Ricettori sensibili e distanze dalla sorgente.....	12
Tab. 2 – Dominio di calcolo e griglia dei ricettori.....	13
Tab. 3 – Coordinate del dominio e dei ricettori sensibili.....	14
Tab. 4 – Sorgenti di emissione.....	20
Tab. 5 – Parametri fisici e geometrici delle sorgenti.....	23
Tab. 6 – Legenda parametri EF “Rimozione del cappellaccio (scotico)”.....	24
Tab. 7 – Emissione Rate “Movimentazione e stoccaggio in cumuli”.....	24
Tab. 8 – Emissione Rate “Movimentazione e stoccaggio in cumuli”.....	25
Tab. 9 – Legenda parametri EF “Transito su strade non asfaltate”.....	26
Tab. 10 – Emissione factor per “Transito mezzi su strade non asfaltate”.....	26
Tab. 11 – Legenda parametri “Mitigazione piovosità”.....	27
Tab. 12 – Legenda parametri “Mitigazione bagnatura strade”.....	27
Tab. 13 – Emissione Rate “Transito mezzi su strade non asfaltate”.....	28
Tab. 14 – Legenda parametri “Formazione e stoccaggio cumuli”.....	29
Tab. 15 – Emissione Rate “Movimentazione e stoccaggio in cumuli”.....	30
Tab. 16 – Legenda parametri “Erosione dei cumuli dal vento (US EPA AP-4)”.....	31
Tab. 17 – Emission factor “Erosione dei cumuli dal vento”.....	31
Tab. 18 – Legenda parametri “Erosione dei cumuli dal vento (linee Guida Prov. Firenze)”.....	31
Tab. 19 – Emissione Rate “Erosione dei cumuli da parte del vento”.....	32
Tab. 20 – Consumo di carburante dai mezzi d’opera.....	33
Tab. 21 – Emissione Rate “Combustione carburante nei mezzi d’opera”.....	34
Tab. 22 – Materiale rimosso.....	35
Tab. 23 – Emissione Rate PM <sub>10</sub> “Cantiere sede stradale nuovo tracciato” (S1).....	35
Tab. 24 – Emissione Rate PM <sub>2,5</sub> “Cantiere sede stradale nuovo tracciato” (S1).....	36
Tab. 25 – Emissione Rate PM <sub>10</sub> “Area stoccaggio materiali campo base” (S2).....	36
Tab. 26 – Emissione Rate PM <sub>2,5</sub> “Area stoccaggio materiali campo base” (S2).....	36
Tab. 27 – Risultati della simulazione.....	37
Tab. 28 – Valori limite per la qualità dell’aria (D.Lgs. 155/2010 – All. XI).....	38
Tab. 29 – Tabella di riferimento delle Linee Guida della Provincia di Firenze.....	39

## 1 Premessa

Nella presente relazione tecnica è riportata la **Valutazione Previsionale dell'impatto sull'atmosfera** dovuto alle emissioni di sostanze inquinanti che si sviluppano durante le fasi di **"Cantiere per la realizzazione dei lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico-funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento delle intersezioni della S.S. 78 Sarnano-Amandola – II° stralcio.**

Lo studio è teso a verificare la pressione esercitata sull'atmosfera dagli inquinanti emessi durante le fasi di realizzazione della nuova sede stradale.

La valutazione è stata condotta mediante simulazione effettuata, a partire dai dati di progetto, come di seguito descritto:

1. per caratterizzare le emissioni derivanti dai processi di lavorazione **sono stati impiegati specifici fattori di emissione** per le diverse attività esaminate, riportati e descritti nei paragrafi che seguono;
2. per la simulazione di ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici è stato impiegato il modello di dispersione **"Gaussian Plume Air Dispersion Model" AERMOD VIEW Vers. 9.7.0** il cui codice di calcolo è stato elaborato dalla **US-EPA (United States - Environmental Protection Agency)**;
3. al fine di simulare cautelativamente le situazioni più acute di impatto, sono state stimate le **ricadute al suolo massime, in modalità "Short Term"** (concentrazione media su 1 – 24h), degli inquinanti.

## 2 Approccio metodologico

L'attività di supporto specialistico, oggetto della presente relazione tecnica, è relativa all'effettuazione di uno studio di modellistica diffusionale per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria prodotto dalle emissioni di sostanze inquinanti prodotte dal sito individuato in premessa.

L'obiettivo dello studio è la valutazione, per mezzo dell'applicazione di un opportuno modello di simulazione, della concentrazione degli inquinanti in aria ambiente (UNI 10964:2001 "Studi di impatto ambientale - Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria"; UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici"), caratteristici dell'emissione sia sul territorio circostante che in alcuni punti specifici, opportunamente individuati e ritenuti di particolare importanza per il territorio. Le fasi, secondo cui si è proceduto nell'elaborazione del presente studio, saranno:

### 1. Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali

- a. Il dominio di calcolo è stato individuato facendo riferimento alla localizzazione dell'impianto, oggetto del presente studio, dei potenziali recettori individuabili sul territorio (abitato urbano, ricettori sensibili, ecc.);
- b. l'area sarà sufficientemente estesa da comprendere la porzione di territorio circostante all'impianto interessata dalla ricaduta degli inquinanti.

### 2. Acquisizione ed elaborazione delle informazioni relative alle emissioni

- a. I dati relativi alle caratteristiche chimico-fisiche e geometriche delle sorgenti, nonché della loro significatività in termini di cicli e durata di funzionamento, sono quelli dichiarati dalla committenza.

### 3. Individuazione di fattori di emissione specifici per ciascuna sorgente e calcolo dei flussi emissivi

- a. I fattori di emissione, individuati per ciascuna sorgente, vengono acquisiti da autorevoli studi in materia effettuati da enti ed istituti di ricerca sia nazionali che internazionali (US-EPA, ISPRA, ARPA, ecc.);
- b. I flussi di massa emessi da ciascuna sorgente vengono elaborati, a partire dai fattori di emissione, per mezzo di opportuni calcoli effettuati sulla base delle caratteristiche geometriche e chimico-fisiche delle sorgenti stesse;

**4. Acquisizione ed elaborazione dei dati meteorologici.**

- a. Le stazioni meteorologiche presenti nel dominio di calcolo considerato, o in prossimità di questo, sono state selezionate sulla base della rappresentatività spaziale rispetto all'area allo studio ed in base ai parametri meteorologici misurati;
- b. i dati meteorologici sono elaborati per predisporre una caratterizzazione meteo climatica dell'area in esame relativamente al periodo di riferimento considerato.

**5. Applicazione del codice numerico di dispersione degli inquinanti**

- a. Per l'attività oggetto del presente studio, sarà applicato il codice di dispersione AERMOD VIEW le cui caratteristiche sono riportate nel par. 4.1;
- b. predisposizione dei files di input al modello di dispersione per svolgere simulazioni che comprenderanno come arco temporale un anno solare di dati meteo;
- c. le simulazioni sono svolte, per tutte le sorgenti ed i parametri individuati, tenendo conto dei periodi di mediazione cui fanno riferimento i limiti imposti dalla normativa o dalle linee guida di settore;
- d. elaborazione delle schede di ricaduta dove vengono riportate le linee di isoconcentrazione all'interno del dominio di calcolo ed in specifici punti di controllo (ricettori) opportunamente individuati.

**6. Verifica e valutazione dei risultati ottenuti**

- a. Confronto dei risultati ottenuti per ciascun parametro con i limiti sulla qualità dell'aria imposti dalla normativa di settore;
- b. Valutazione dell'entità dell'impatto generato sulla qualità dell'aria della zona interessata all'interno del dominio di calcolo.

### 3 Dati di progetto

#### 3.1 Area dell'intervento

L'area oggetto d'intervento si trova lungo un tratto della S.S. 78 che collega Sarnano ad Amandola compreso tra i borghi di Cardagnano Alto e Montane. Si trova in alta collina (circa 500 m.s.l.m.) a ridosso delle pendici delle vette dei Monti Sibillini tra le Province di Macerata e Fermo.

Oltre agli abitati di Sarnano ed Amandola, nell'area d'intervento non sono presenti ulteriori agglomerati urbani, piuttosto piccoli borghi di alta collina (Cardagnano, Rustici, Montane, ecc.) e case sparse nelle vicine campagne.

L'area è interessata dal traffico lungo la S.S. 78 sia per spostamenti locali che di collegamento tra le due province, soprattutto per le forniture di beni e servizi dei piccoli paesi posti a ridosso della catena dei Sibillini. Nelle seguenti figure sono riportati dei rilievi ortofotografici della zona interessata con, evidenziata, l'area del sito in esame.

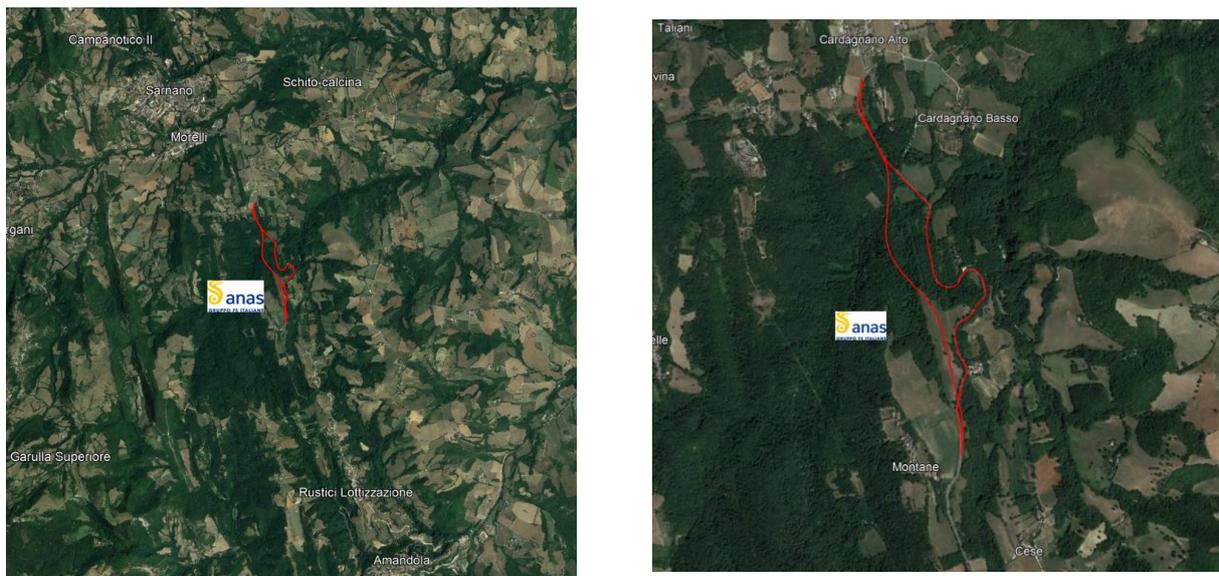
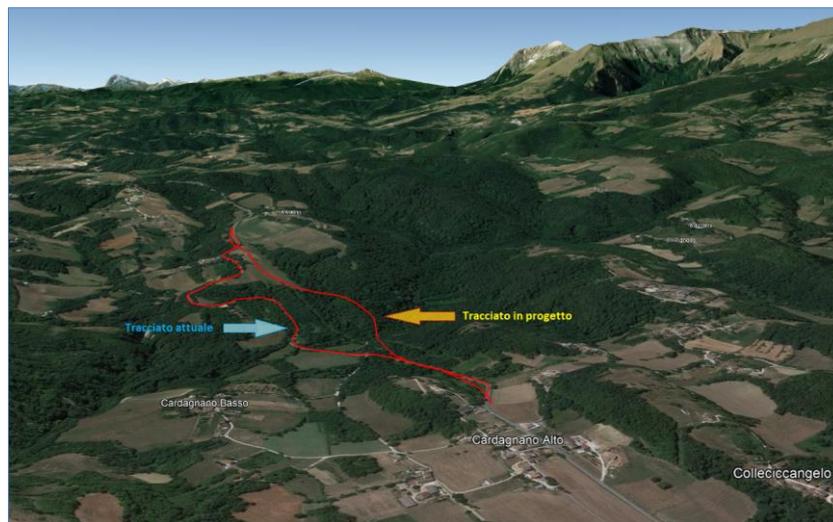


Fig. 1 – Rilievo del sito in esame (Google Earth 2D).

### 3.2 Descrizione dell'intervento

L'intervento consiste nella realizzazione della variante fuori sede che ricuce le due tratte già avviate dal primo stralcio, risolvendo così definitivamente la criticità dell'ansa di Montane. L'intervento si collega a nord alla rotonda già prevista subito dopo l'abitato di Cardagnano Alto (esclusa) e termina a sud sotto l'abitato di Montane, riconnettendosi al secondo tratto di intervento progettato nel primo stralcio.

La somma degli interventi del primo e del secondo stralcio viene così ad adeguare definitivamente un tratto di circa 4,0 km da Sarnano ad Amandola, risolvendo uno dei punti di maggiore criticità e minore sicurezza di questo itinerario.



**Fig. 2 – Rilievo del sito in esame visto da NORD (Google Earth 3D).**



**Fig. 3 – Rilievo del sito in esame visto da SUD (Google Earth 3D).**

## 4 Strumenti e scenari di calcolo

### 4.1 Modello di dispersione degli inquinanti

Il codice **AERMOD** è stato sviluppato in ambito EPA dall'*American Meteorological Society (AMS)* – *Environmental Protection Agency (EPA) Regulatory Model Improvement Committee (AERMIC)* come evoluzione del modello gaussiano ISC3 ed attualmente figura tra i codici più noti ed utilizzati a livello nazionale e internazionale. Tale modello è stato riconosciuto come “Regulatory” nei protocolli EPA per la modellazione della dispersione atmosferica, in sostituzione di ISC3.

AERMOD è un modello di calcolo stazionario (*Steady-state*) in cui la dispersione in atmosfera dell'inquinante emesso da una sorgente viene simulata adottando una distribuzione gaussiana della concentrazione, sia nella direzione orizzontale che in quella verticale, se lo strato limite atmosferico è stabile. Se invece lo strato limite atmosferico è instabile, si è in presenza di meccanismi convettivi e il codice descrive la concentrazione in aria adottando una distribuzione gaussiana nella direzione orizzontale e una funzione densità di probabilità (p.d.f.) bigaussiana per la direzione verticale.

Per tale motivo AERMOD è ritenuto un modello ibrido di nuova generazione, dal momento che è in grado di descrivere in modo molto più rappresentativo gli effetti della turbolenza dello strato limite atmosferico che risultava invece una limitazione per i modelli gaussiani tradizionali (o di vecchia generazione).

Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emissive (puntuali, areali, volumiche) ed a ciascun tipo di sorgente fa corrispondere un diverso algoritmo per il calcolo della concentrazione.

Il modello calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza di recettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti e ne somma gli effetti. Poiché il modello è stazionario, **le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione** (generalmente un'ora). Il codice consente di effettuare due tipi di simulazioni:

- **“Short Term”**: fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere, quindi a breve termine, consentendo di individuare la peggior condizione possibile;
- **“Long-Term”**: tratta gli effetti dei rilasci prolungati nel tempo, al variare delle caratteristiche atmosferiche e meteorologiche, e fornisce le condizioni medie nell'intervallo di tempo considerato, generalmente un anno e quindi a lungo termine.

Il modello si avvale dell'utilizzo di altri codici per la pre-elaborazione dei dati di input e la post elaborazione dei dati di output:

- **preprocessore meteorologico AERMET**: consente di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi dello strato limite

atmosferico. Esso, pertanto, permette ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti sul trasporto e dispersione degli inquinanti;

- **preprocessore orografico AERMAP:** permette di raccogliere ed elaborare le caratteristiche e l'altimetria del territorio, consentendo l'applicazione di AERMOD a zone sia pianeggianti che a morfologia complessa.
- **postprocessore statistico PERCENT View:** permette di elaborare statisticamente le concentrazioni degli inquinanti fornite da AERMOD calcolandone i vari percentili, funzione fondamentale per la valutazione dell'impatto odorigeno.

AERMOD, dopo aver integrato le informazioni provenienti dai due preprocessori, calcola le concentrazioni al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera assumendo particolari ipotesi:

- nel caso di atmosfera stabile il codice suppone che l'inquinante diffonda nello spazio mantenendo una forma sia nella direzione orizzontale che verticale assimilabile ad una distribuzione gaussiana;
- nel caso di atmosfera convettiva la forma adottata dal codice per diffondere il pennacchio riflette la natura non gaussiana della componente verticale della velocità del vento.

AERMOD contiene, inoltre, particolari algoritmi in grado di tenere conto di determinate caratteristiche dello strato limite atmosferico ed è in grado di simulare il comportamento del pennacchio in diverse situazioni:

- calcola il **"Plume rise"**, ossia il sovrinnalzamento del pennacchio legato agli effetti di intrappolamento del pennacchio nei flussi turbolenti, sia di natura meccanica che convettiva, che tendono a manifestare una spinta discendente sottovento agli edifici eventualmente presenti vicino al camino e una spinta ascendente collegata ai flussi turbolenti diretti verso l'alto;
- simula la **"Buoyancy"**, ossia la spinta di galleggiamento del pennacchio legato alle differenze di densità e di temperatura del pennacchio rispetto all'aria esterna;
- è in grado di simulare i **"Plume lofting"**, cioè le porzioni di massa degli inquinanti che in situazioni convettive prima di diffondersi nello strato limite, tendono ad innalzarsi e a rimanere in prossimità del top dello strato limite;
- tiene conto della penetrazione del plume in presenza di inversioni termiche in quota;
- tiene conto del **"Building downwash"**, ossia dell'effetto di distorsione del flusso del pennacchio causato dalla presenza di edifici di notevoli dimensioni e la possibilità che tale distorsione trascini il pennacchio al suolo a causa delle turbolenze che si formano nella **Wake Region** (zona di turbolenza che si crea nella parte immediatamente posteriore ad un ostacolo causata dal flusso di aria passante sopra o intorno ad esso) o nella **Cavity Recirculation** (flusso vorticoso del vento che si genera immediatamente dopo un ostacolo).

#### 4.2 Ricettori sensibili

Sebbene il modello restituisca le linee di isoconcentrazione per tutto il dominio considerato, sono stati comunque scelti alcuni ricettori sensibili specifici (vedi Fig. 4), in quanto ritenuti maggiormente esposti alla ricaduta degli inquinanti, sulla base dei seguenti criteri:

- a. tipologia del ricettore (edifici residenziali, locali ad uso collettivo, centri abitati, ecc.);
- b. caratteristiche morfologiche dell'area di studio;
- c. vicinanza al sito;
- d. esposizione alla circolazione delle masse d'aria sulla base dei dati meteorologici della zona interessata

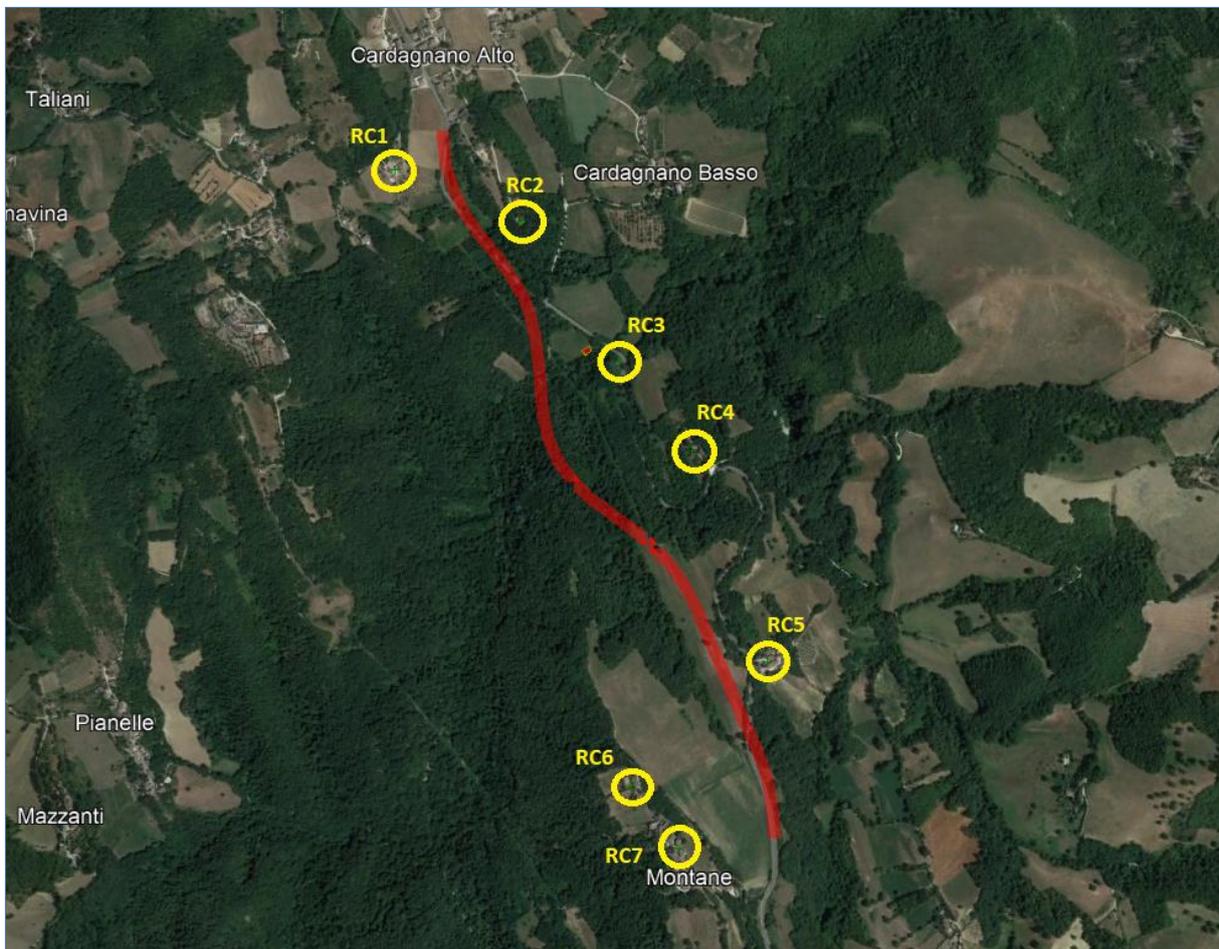


Fig. 4 – Ricettori sensibili.

I ricettori sensibili individuati nel presente studio sono stati scelti sulla base dei seguenti elementi:

1. rosa dei venti (vedi Fig. 8): i venti spirano prevalentemente lungo l'asse E-O;
2. tutti i ricettori si trovano sparsi nella lunghezza dei due tracciati stradali.

Si ribadisce, tuttavia, che **il modello di calcolo restituisce le concentrazioni di ricaduta in ogni nodo della maglia e calcola le linee di isoconcentrazione** (visualizzate nelle schede di ricaduta allegate alla presente) per la valutazione dell'impatto su qualsiasi nodo del dominio di calcolo. Si riporta di seguito la descrizione dei ricettori individuati.

Sigla	Descrizione
RC1	Piccolo borgo nelle vicinanze di Cardagnano alto a ridosso dell'inizio del nuovo tracciato
RC2	Edificio residenziale
RC3	Edificio residenziale posto sull'asse stradale del vecchio tracciato e vicino al campo base del cantiere
RC4	Edificio residenziale
RC5	Piccolo borgo di edifici residenziali
RC6	Piccolo borgo di edifici residenziali
RC7	Piccolo borgo di edifici residenziali

*Tab. 1 – Ricettori sensibili e distanze dalla sorgente*

### 4.3 Dominio di calcolo e coordinate dei ricettori

Il dominio di calcolo e la griglia dei ricettori su cui valutare le concentrazioni di ricaduta degli inquinanti sono stati definiti a seguito di alcuni approfondimenti:

1. Pre-screening dell'area di studio: è stato effettuato uno studio di massima che permettesse di individuare quale fosse l'area realmente interessata dai fenomeni di ricaduta. Questo passaggio permette di circoscrivere la porzione di territorio su cui concentrare lo studio, evitando inutili estensioni a porzioni di territorio interessate, poco o nulla, dagli effetti dell'intervento che si vuole realizzare;
2. Maglia dei ricettori e linee di isoconcentrazione: la contenuta estensione dell'area interessata dalle ricadute ha permesso di concentrare lo studio su una griglia di ricettori più fitta (100 m.), consentendo al modello di restituire linee di isoconcentrazione che fossero più "ravvicinate" e meglio rappresentative del fenomeno diffusivo;

Il dominio di calcolo è stato impostato per un'area quadrata, centrata nel "Reference Point" del modello. Le concentrazioni di ricaduta sono state valutate su una griglia di "punti ricettori", di estensione pari a quella del dominio, e calcolo puntuale sui ricettori individuati in par. 4.2.

Parametro	Valore	u.m.
Estensione dominio di calcolo	5x5	km
Estensione griglia ricettori	5x5	km
Risoluzione spaziale griglia (passo)	100	m
Punti di controllo	2601+7	n

Tab. 2 – Dominio di calcolo e griglia dei ricettori.

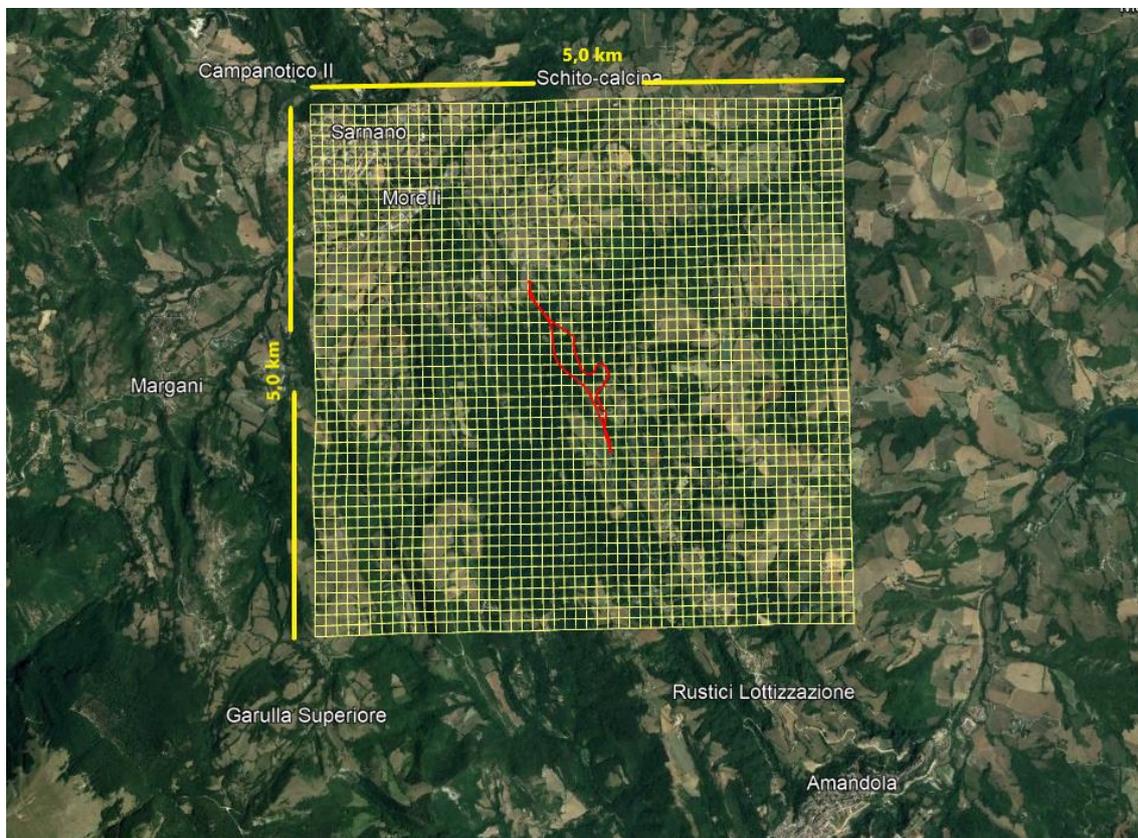
Si riportano di seguito le coordinate dei principali elementi di input al modello.

Parametro	u.m.	X	Y	Sistema di riferimento	Datum
Dominio di calcolo (vertice SW)	m	360962,00 E	4761431,00 N	UTM 33 N	WGS84
Dominio di calcolo (vertice NE)	m	365962,00 E	4766431,0 N	UTM 33 N	WGS84
Reference Point	m	363462,00 E	4763931,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC1 Civile abitazione	m	362862,00 E	4764642,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC2 Civile abitazione	m	363149,00 E	4764522,00 N	UTM 33 N	WGS84

RC3 Civile abitazione	m	363370,00 E	4764187,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC4 Civile abitazione	m	363540,00 E	4763972,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC5 Castello di Cassero	m	363705,00 E	4763476,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC6 Civile abitazione	m	363387,00 E	4763204,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC7 Civile abitazione	m	363492,00 E	4763062,00 N	UTM 33 N	WGS84

**Tab. 3** – Coordinate del dominio e dei ricettori sensibili.

AERMOD VIEW applica automaticamente una *buffer zone* di 500 m. intorno al dominio di modellazione.



**Fig. 5** – Dominio di calcolo e griglia dei ricettori.

#### 4.4 Orografia dell'area

Al fine di ottenere una più accurata ricostruzione dei fenomeni di diffusione degli inquinanti aerodispersi, si è provveduto ad introdurre nei calcoli il profilo orografico dell'area in esame.

Allo scopo è stato utilizzato il modello **DEM** (*Digital Elevation Model*) del profilo altimetrico **SRTM3** (*Shuttle Radar Topography Mission*) ricavato con tempo di campionamento di 3 arc-sec.

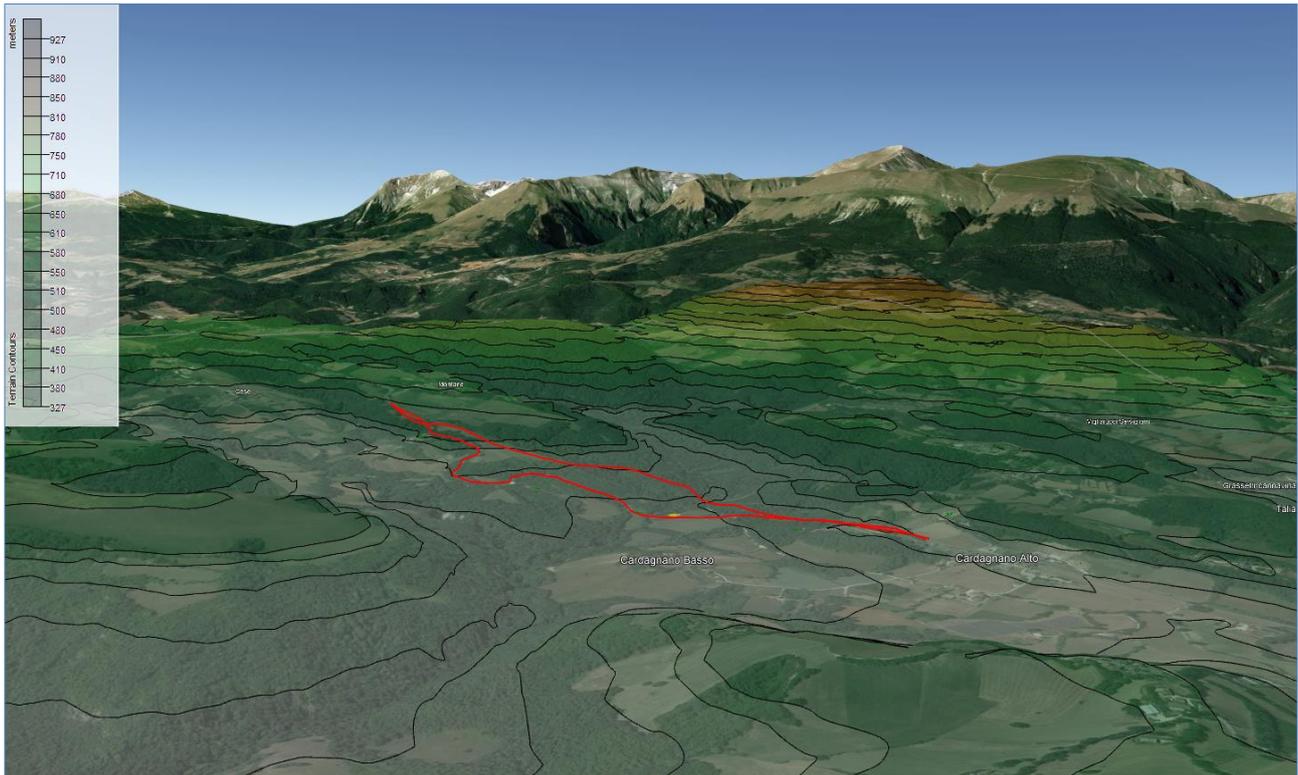


Fig. 6 – Orografia dell'area.

#### 4.5 Building Downwash

Il fenomeno indicato con il termine “*Building Downwash*” consiste nell’influenza che una struttura (edificio), posta sottovento vicino ad un camino e sufficientemente alta e/o larga, può esercitare sulla diffusione degli effluenti generando turbolenza meccanica. Esso può avere forte influenza perché tende ad intrappolare le esalazioni, determinando alti valori di concentrazione nei pressi della sorgente.

Per l’applicabilità dell’algoritmo di calcolo circa l’effetto *Building Downwash*, si è fatto riferimento al documento “*Indicazioni relative all’utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera*” pubblicato nel 2018 da **ARPA Lombardia**, secondo cui dovrebbe essere attivato se la minima delle altezze delle sorgenti di emissione rispetto al suolo è inferiore a 1,5 volte la massima delle altezze degli edifici circostanti il punto di emissione rispetto al suolo, ove per edificio si intende estensivamente qualunque manufatto o impianto (inclusi serbatoi, torri di lavaggio e apparecchiature in genere) all’interno dello stabilimento oppure all’esterno di esso entro un raggio di 200 m. dai punti di emissione.

Per valutare l’influenza sulla propagazione del *plume* di diffusione, AERMOD utilizza il criterio definito da **US-EPA** nel modello **BPIP** (*Building Profile Input Program*) che calcola, per ogni settore di provenienza del vento con ampiezza di 10°, i seguenti parametri:

$B_w$  = *direction-specific building widths*;

$B_h$  = *direction specific building heights*”.

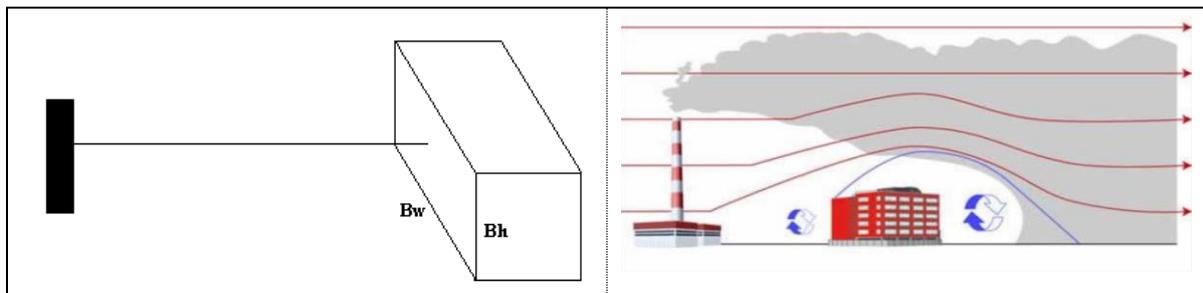


Fig. 7 – Rappresentazione grafica del *Building Downwash*.

Alla luce della scarsissima presenza di edifici, delle loro altezze e distribuzione nell’intorno dell’installazione, AERMOD View è stato settato **disabilitando** l’opzione che tiene conto dell’effetto “*Building Downwash*”.

#### 4.6 Parametri meteorologici

Il periodo temporale di simulazione considerato nel presente studio è riferito all'anno **2022**. I dati meteorologici necessari per la simulazione sono stati forniti da **“CISMA S.r.l. Società di Ingegneria”** di Bolzano. Essi sono stati forniti come **valori medi orari**, già compatibili con il modello Aermod View, per la caratterizzazione meteorologica di superficie (SFC-Surface Met Data) e del profilo verticale (PFL-Profile Met Data).

La loro elaborazione ha permesso di analizzare la distribuzione delle classi di velocità del vento e la sua direzione di **destinazione/provenienza (blowing to/from)** con le relative frequenze.

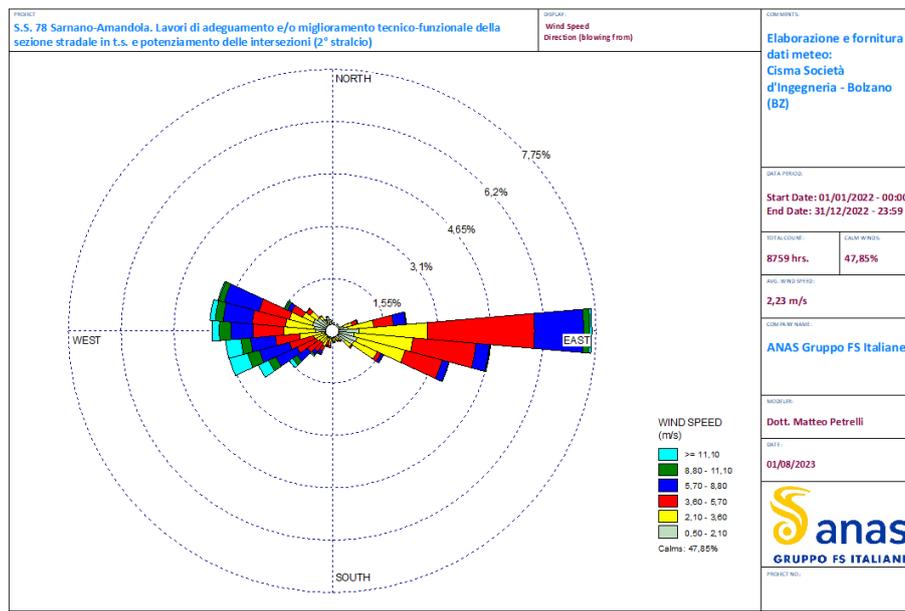


Fig. 8 – Rosa dei venti.

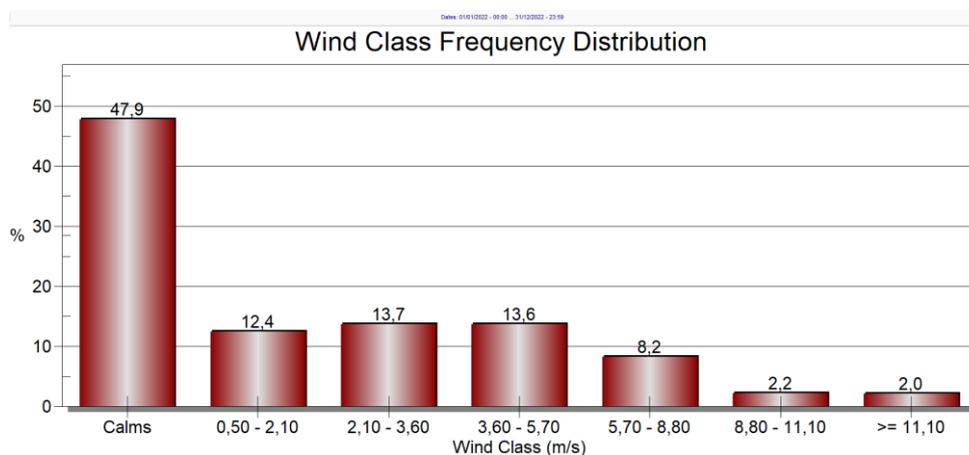


Fig. 9 – Distribuzione delle classi di vento.

	<b>CISMA Srl - Società di Ingegneria</b>	<b>www.cisma.it - info@cisma.it</b>
	sede legale e operativa - NOI Techpark via Ipazia 2 - 39100 Bolzano +39 0471.1727086 P. IVA 02453250215	sede operativa - Palazzo Stella via A. Degasperis 77 - 38123 Trento +39 0461.1637648 cisma@pec.cisma.bz.it

Dott. Matteo Petrelli  
Via Gorizia n. 54  
62012 Civitanova Marche (MC)

Bolzano, 13 luglio 2023

**Oggetto: fornitura di dati meteorologici elaborati.**

**Descrizione**

Fornitura di file di input per AERMOD (.PFL e .SFC) riferiti all'anno 2022 per il sito di:

- \* Amandola (FM)

Procedura:

- \* Download dati grezzi stazione meteorologica di Bolognola Pintura (MC)
- \* Richiesta dati radiosondaggio aeroporto Pratica di Mare (RM), sito di radiosondaggio più prossimo alla zona di interesse, per derivare il gradiente verticale in quota
- \* Produzione di medie orarie (scalare per temperatura, umidità, pressione, precipitazione, radiazione solare; vettoriale per il vento)
- \* Calcolo della copertura nuvolosa a partire dalla radiazione solare
- \* Conversione in formato SFC+PFL per AERMOD

**Quotazione e tempistiche**

Il tempo di consegna è di:

- \* 4 gg lavorativi dal momento della conferma dell'incarico

La presente offerta ha validità di 30 gg.

per CISMA srl

Per accettazione

Ing. Gianluca Antonacci



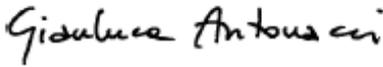


Fig. 10 – Fornitura dati meteorologici.

## 5 Valutazione dell'incremento degli inquinanti

### 5.1 Individuazione delle sorgenti di emissione

Al fine di poter effettuare una stima degli impatti prodotti dall'attività in esame è necessario, per ciascuna delle fasi, delle lavorazioni, delle tipologie di macchinario e delle rispettive modalità operative, individuare le sorgenti di emissione significative e poter disporre di specifici fattori di emissione.

Tali dati possono, in alcuni casi, essere determinati da un'analisi bibliografica, in altri, dai database disponibili o dai risultati d'indagini specifiche effettuate in situazioni simili.

Deve essere sottolineato che i fattori di emissione, qualora sufficientemente attendibili, sono utilizzati con lo scopo di caratterizzare le sorgenti stesse e determinarne, in prima approssimazione, le dimensioni degli ambiti d'impatto potenziale.

L'individuazione delle sorgenti e la determinazione dei fattori di emissione ad esse legati, richiede un'analisi dettagliata del processo di lavorazione e dei mezzi utilizzati.

Di seguito sono riportate le tipologie di **sorgenti ritenute significative**, per le quali è stato possibile effettuare delle ipotesi sulla definizione dei fattori di emissione.

Sigla	Sorgente	Provenienza	Inquinanti	Durata attività	Tipologia	Significatività
S1	Cantiere lungo la linea del nuovo tracciato	Rimozione del cappellaccio per la realizzazione del nuovo tracciato	PM <sub>10</sub>	8 h/g	Lineare	☒
		Rimozione del terreno per la realizzazione della nuova sede stradale	PM <sub>10</sub>	8 h/g	Lineare	☒
		Transito dei mezzi d'opera	PM <sub>10</sub>	8 h/g	Lineare	☒
		Fumi di combustione dei mezzi d'opera	PM <sub>10</sub> CO NO <sub>2</sub>	8 h/g	Lineare	☒
		Movimentazione del materiale e suo stoccaggio in cumuli	PM <sub>10</sub>	8 h/g	Lineare	☒
		Erosione del materiale dei cumuli da parte del vento	PM <sub>10</sub>	24 h/g	Lineare	☒
S2	Campo base (area stoccaggio rifiuti)	Movimentazione del materiale e suo stoccaggio in cumuli		8 h/g	Areale	☒
		Erosione del materiale dei cumuli da parte del vento		24 h/g	Areale	☒

*Tab. 4 – Sorgenti di emissione.*

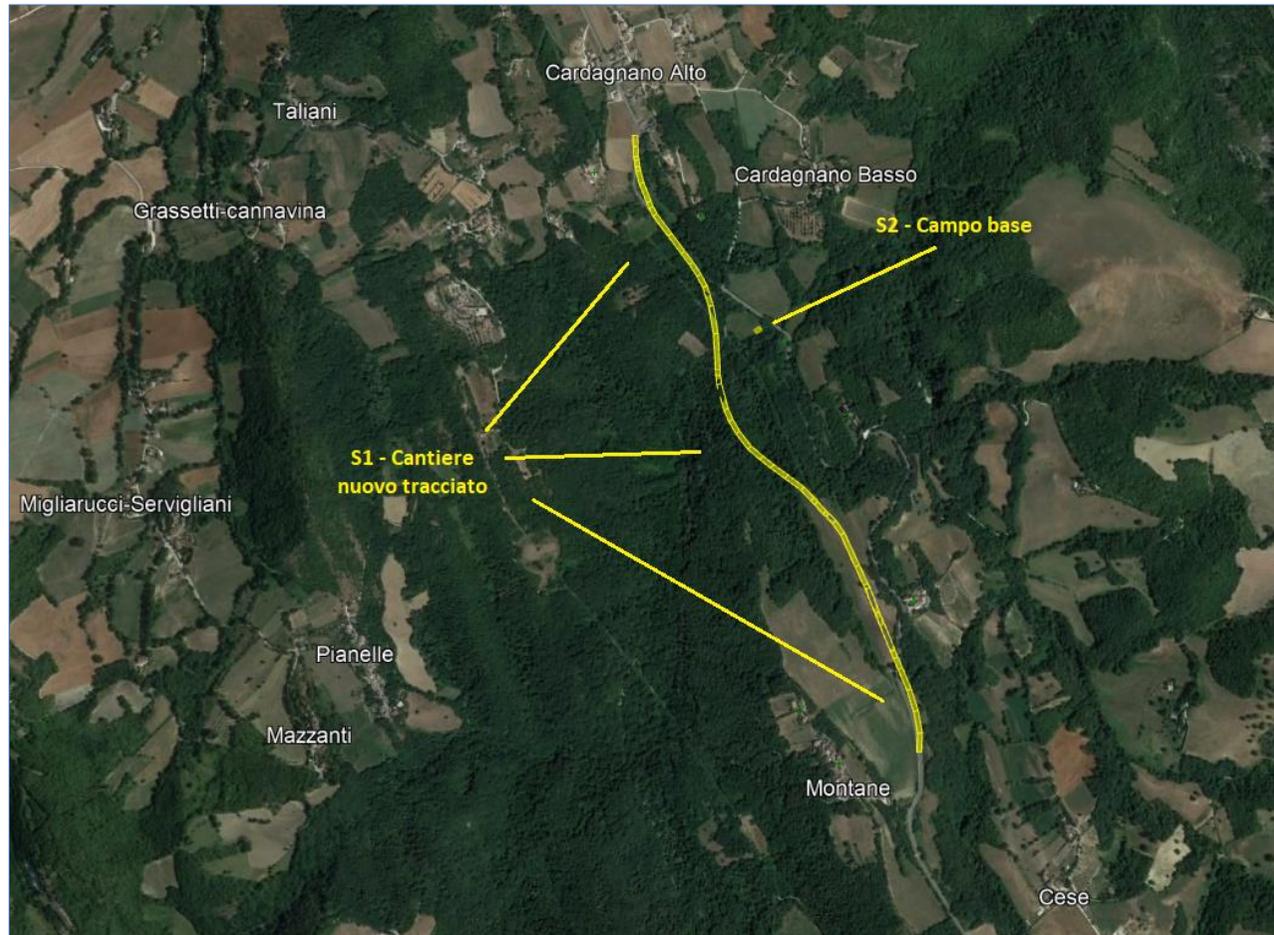


Fig. 11 – Localizzazione delle sorgenti.

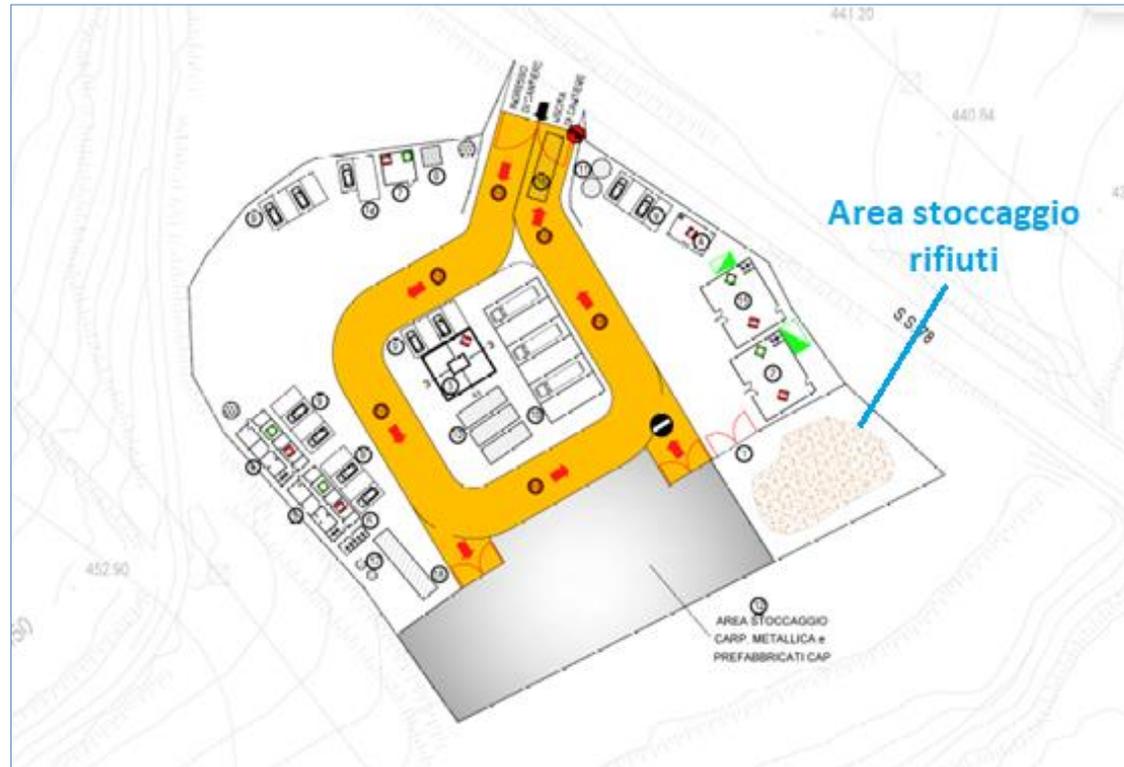


Fig. 12 – Particolare S2 (area stoccaggio rifiuti presso il campo base).

Nella seguente tabella si riportano i parametri caratteristici di ciascuna sorgente.

Parametro	u.m.	S1	S2
		Cantiere lungo la linea del nuovo tracciato	Campo base (area stoccaggio rifiuti)
Source Type	/	Line area	Area
Dispersion Coefficient	/	Urban	Urban
Release Height	m	0,0	0,0
Larger Side Length of Rectangular Area	m	/	20,0
Smaller Side Length of Rectangular Area	m	/	15,0
Surface Area	m <sup>2</sup>	/	300,0
Total length	m	1.880,4	/

*Tab. 5 – Parametri fisici e geometrici delle sorgenti.*

## 5.2 Fattori di emissione

### 5.2.1 Calcolo dei fattori di emissione

#### 5.2.1.1 Rimozione del cappellaccio

Per la stima della quantità di particolato disperso a causa della rimozione del cappellaccio (materiale vegetale superficiale) nelle operazioni di “scotico” si è fatto riferimento al documento US-EPA “Emission Factor & AP-42” – cap. 11 “Mineral product industry” – Sez. 11.9 “Western Surface Coal Mining”. La formula empirica che consente di stimare la quantità di particolato prodotto è la seguente:

$$E = k \frac{(s)^{1,5}}{(M)^{1,4}}$$

<i>E</i>	Fattore di emissione (kg/h)
<i>k</i>	Fattore di scala per il particolato <i>i</i> -esimo (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , ecc.)
<i>s</i>	Contenuto di limo nel materiale superficiale (%)
<i>M</i>	Contenuto di umidità nel materiale (%)

Tab. 6 – Legenda parametri EF “Rimozione del cappellaccio (scotico)”.

I coefficienti di calcolo utilizzati sono quelli riportati in Tab. 11.9-2 del citato documento, di seguito si riporta il calcolo degli Emission Rate.

Parametro	Valore	u.m.
k-PM <sub>10</sub>	0,3375	/
k-PM <sub>2,5</sub>	0,0473	/
s	1,0	%
M	20,0	%
Emission Factor-PM <sub>10</sub>	0,00509	kg/h
Emission Factor-PM <sub>10</sub>	0,000714	kg/h
Efficienza abbattimento	0,0	%
<b>Emission Rate PM<sub>10</sub></b>	<b>1,41x10<sup>-3</sup></b>	<b>g/s</b>
<b>Emission Rate PM<sub>2,5</sub></b>	<b>1,98x10<sup>-4</sup></b>	<b>g/s</b>

Tab. 7 – Emissione Rate “Movimentazione e stoccaggio in cumuli”.

Si osserva che, **a scopo puramente cautelativo**, nel calcolo dell’*Emission Rate* **non si è tenuto conto di eventuali sistemi di mitigazione (bagnatura cumuli)** per il contenimento della dispersione delle polveri che potrebbero essere messi in atto nelle giornate che presentano condizioni meteorologiche più sfavorevoli.

#### 5.2.1.2 Sbanramento

Per la stima della quantità di particolato disperso a causa della rimozione del cappellaccio (materiale vegetale superficiale) nelle operazioni di “scotico” si è fatto riferimento al documento US-EPA “Emission Factor & AP-42” – cap. 11 “Mineral product industry” – Sez. 11.9.1 “Sand and Gravel Processing”.

I coefficienti di calcolo utilizzati sono quelli riportati in Tab. 11.9.1-1 del citato documento, relativi alla fase “Sand handling, transfer and storage” di cui al *Source Classification Code (SCC) 3-05-027-60*.

Parametro	Valore	u.m.
Emission Factor-PM <sub>10</sub>	0,00064	kg/t/
PM <sub>2,5</sub> /PM <sub>10</sub>	60,0 <sup>1</sup>	%
Materiale estratto	80,7	t/g
<b>Emission Rate PM<sub>10</sub></b>	<b>1,08x10<sup>-3</sup></b>	<b>g/s</b>
<b>Emission Rate PM<sub>2,5</sub></b>	<b>6,45x10<sup>-4</sup></b>	<b>g/s</b>

Tab. 8 – Emissione Rate “Movimentazione e stoccaggio in cumuli”.

Si osserva che, **a scopo puramente cautelativo**, nel calcolo dell’*Emission Rate* **non si è tenuto conto di eventuali sistemi di mitigazione (bagnatura)** per il contenimento della dispersione delle polveri che potrebbero essere messi in atto nelle giornate che presentano condizioni meteorologiche più sfavorevoli.

<sup>1</sup> Il rapporto PM<sub>2,5</sub>/(PM<sub>10</sub>) è quello fornito dalle Linee Guida della Provincia di Firenze.

### 5.2.1.3 Transito dei mezzi su strade non asfaltate

I mezzi che trasportano il materiale rimosso per collocarlo nelle apposite aree di stoccaggio provocano il risollevarsi del materiale particolato presente sulla superficie stradale.

Per la stima della quantità di particolato disperso a causa del passaggio dei mezzi d'opera si è fatto riferimento al documento US-EPA "Emission Factor & AP-42" – cap. 13 "Miscellaneous Sources" – Sez. 13.2.2 "Unpaved roads". La formula empirica che consente di stimare la quantità di particolato prodotto per veicoli che transitano su strade non pavimentate è la seguente:

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

<i>E</i>	Fattore di emissione (lb/VMT)
<i>k</i>	Costante
<i>S</i>	Contenuto di limo nel materiale superficiale (%)
<i>W</i>	Peso medio dei veicoli (t)
<i>a</i>	Costante
<i>b</i>	Costante

Tab. 9 – Legenda parametri EF "Transito su strade non asfaltate".

I coefficienti di calcolo utilizzati sono quelli riportati in Tab. 13.2.2-2 del citato documento e riferiti al parametro PM<sub>10</sub>. Il fattore di emissione, espresso in lb/(veic\*km), è stato convertito in g/(veic\*km) applicando il seguente fattore di conversione:

$$1 \text{ lb/VMT} = 281,9 \text{ g/VKT}$$

Nella seguente tabella sono riportati i parametri ed i coefficienti applicati per il calcolo dell' *Emission Factor*.

Parametro	Valore	u.m.
K-PM <sub>10</sub>	1,5	/
K-PM <sub>2,5</sub>	0,15	/
S	4,8	%
W	32,0	t
a-PM <sub>10</sub>	0,9	/
a-PM <sub>2,5</sub>	0,9	/
b-PM <sub>10</sub>	0,45	/
b-PM <sub>2,5</sub>	0,45	
Emission factor-PM <sub>10</sub>	537,8	g/(veic*km)
Emission factor-PM <sub>2,5</sub>	53,8	g/(veic*km)

Tab. 10 – Emissione factor per "Transito mezzi su strade non asfaltate".

Per la valutazione dell'emissione totale si è tenuto conto dei seguenti parametri:

- Lunghezza del percorso effettuato da ciascun mezzo in transito all'interno del sito;
- Numero di transiti orari;
- Numero di giorni di piovosità;
- Efficienza di abbattimento di eventuali sistemi di mitigazione;

Le emissioni di particolato a causa del transito dei mezzi possono essere mitigate per via:

- ✓ naturale, grazie alle precipitazioni atmosferiche;
- ✓ artificiale, mediante trattamento delle strade con acqua (*wet suppression*) o con prodotti chimici (*chemical stabilization/treatment*)

Nel valutare **l'effetto dovuto alla piovosità** deve essere applicata l'equazione (8) delle Linee Guida.

$$E_{ext} = E[(365 - gp)/365]$$

$E_{ext}$	Rateo emissivo per <i>i</i> -esimo tipo di particolato estrapolato per la mitigazione naturale
$E$	Rateo emissivo dei mezzi in transito calcolato con la formula precedente
$gp$	Numero di giorni nell'anno con almeno 0,254 mm. di precipitazione

Tab. 11 – Legenda parametri "Mitigazione piovosità".

Per quanto riguarda l'efficienza di abbattimento del particolato a seguito della bagnatura delle strade con acqua (*wet suppression*) si è fatto riferimento alla formula proposta da Cowherd et al (1998):

$$C(\%) = 100 - (0,8 \cdot P \cdot trh \cdot \tau) / I$$

$C$	Efficienza di abbattimento del bagnamento (%)
$P$	Potenziale medio dell'evaporazione giornaliera (mm/h)
$trh$	Traffico medio orario ( $h^{-1}$ )
$I$	quantità media del trattamento applicato ( $l/m^2$ )
$\tau$	Intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Tab. 12 – Legenda parametri "Mitigazione bagnatura strade".

Le "linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" elaborate dalla Provincia di Firenze (D.G.P. 213/2009) riportano, per fasce di traffico medio orario (*trh*) espresso veicoli/ora ( $trh < 5$ ;  $5 < trh < 10$ ;  $trh > 10$ ), le efficienze di abbattimento in funzione:

- della quantità media del trattamento applicato ( $l/m^2$ );
- dell'intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Ai fini del presente studio stata ipotizzata un'efficienza di abbattimento del **80%** relativa a bagnature effettuate con intervallo di **2 ore** ed una quantità di acqua irrorata pari a **0,1 l/m<sup>2</sup>**, riferita ad un **trh<5 veic/h**. I parametri ed i coefficienti che hanno concorso a determinare l'*Emission Rate* sono riportati nella seguente tabella.

Parametro	Valore	u.m.
Capacità di carico	24,0	t
Numero di transiti giornalieri	6,7	n
Percorrenza media singolo mezzo	0,9	km
Periodo interessato dal transito	8	h/g
Giorni piovosi	0	g/a
Efficienza abbattimento sistemi di mitigazione	80,0	%
<b>Emission Rate PM<sub>10</sub></b>	<b>1,13x10<sup>-2</sup></b>	<b>g/s</b>
<b>Emission Rate PM<sub>10</sub></b>	<b>1,13x10<sup>-3</sup></b>	<b>g/s</b>

**Tab. 13** – Emissione Rate “Transito mezzi su strade non asfaltate”.

Si osserva che, **a scopo puramente cautelativo**, nel calcolo dell'*Emission rate* **non si è tenuto conto dei giorni piovosi nell'arco** dell'anno durante i quali, ovviamente, non si ha risollevarimento di materiale particolato dalla superficie della sede stradale.

#### 5.2.1.4 Formazione e stoccaggio del materiale in cumuli

Per la dispersione delle polveri dovuta alla movimentazione ed allo stoccaggio del materiale nelle apposite arre all'interno dei cantieri, si è fatto riferimento al documento US-EPA "Emission Factor & AP-42" – cap. 13 "Miscellaneous Sources" – Sez. 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles".

Inizialmente occorre affrontare in generale il problema dell'emissione diffusa delle polveri. Il processo di produzione delle polveri aerodisperse è causato da due fenomeni fisici:

- polverizzazione e abrasione dei materiali da parte di forze e mezzi meccanici (ruote, pale, utensili, ecc.);
- azione erosiva del vento (con velocità superiori ai 5 m/s in corrispondenza della superficie erodibile).

Dal punto di vista della cattura e del trasporto delle particelle, la dimensione di riferimento delle stesse (diametro aerodinamico) può essere fissata a 30 µm, oltre la quale, pur al variare delle condizioni, le percentuali in peso presenti nei campioni risultano essere trascurabili.

La distanza teorica di ricaduta delle polveri è stata definita in funzione della dimensione delle particelle e della velocità del vento. I risultati indicano che, per una velocità media di riferimento del vento di circa 4 m/s, particelle di dimensioni superiori ai 100 µm sedimentano entro 10 m. dalla sorgente, le particelle comprese tra 30 e 100 µm entro 100 m. dalla sorgente, **mentre PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> hanno un comportamento dispersivo praticamente assimilabile a quello di un inquinante gassoso.**

Nel caso in esame, la **dispersione delle polveri dalle aree di stoccaggio e movimentazione** del materiale rimosso è dovuta a:

- operazioni di movimentazione del materiale: carico, scarico e moto dei mezzi (autocarri e macchine d'opera) nelle aree di stoccaggio;
- azione erosiva del vento in corrispondenza di rari eventi sufficientemente intensi e clima secco.

La formula empirica che consente di stimare la quantità di particolato prodotto è la seguente:

$$E = k(0,0016) \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

<i>E</i>	Fattore di emissione
<i>k</i>	Fattore di moltiplicazione specifico per le dimensioni delle particelle
<i>U</i>	Velocità media del vento (m/s)
<i>M</i>	Contenuto di umidità nel materiale (%)

**Tab. 14** – Legenda parametri "Formazione e stoccaggio cumuli".

I coefficienti di calcolo utilizzati sono quelli riportati in Tab. 11.9-2 del citato documento, di seguito si riporta il calcolo degli *Emission Rate*.

Nella seguente tabella sono riportati i parametri utilizzati per il calcolo ed il risultato dell'*Emission Rate* in input al modello.

Parametro	Valore	u.m.
k-PM <sub>10</sub>	0,35	/
k-PM <sub>2,5</sub>	0,053	/
U	3,4 <sup>2</sup>	m/s
M	4,8	%
Emission Factor-PM <sub>10</sub>	0,000286	kg/t
Emission Factor-PM <sub>10</sub>	0,000043	kg/t
Materiale movimentato	80,7	t/g
Efficienza abbattimento	0,0	%
<b>Emission Rate PM<sub>10</sub></b>	<b>8,02x10<sup>-4</sup></b>	<b>g/s</b>
<b>Emission Rate PM<sub>2,5</sub></b>	<b>1,21x10<sup>-4</sup></b>	<b>g/s</b>

Tab. 15 – Emissione Rate “Movimentazione e stoccaggio in cumuli”.

Si osserva che, **a scopo puramente cautelativo**, nel calcolo dell'*Emission rate* **non si è tenuto conto di eventuali sistemi di mitigazione (bagnatura cumuli)** per il contenimento della dispersione delle polveri che potrebbero essere messi in atto nelle giornate che presentano condizioni meteorologiche più sfavorevoli.

<sup>2</sup> Dati desunti dal documento “R123\_T00IA03AMBRE01 Studio atmosferico” pag. 79.

### 5.2.1.5 Erosione dei cumuli dal vento

Per la stima della quantità di particolato disperso a causa dell'erosione dei cumuli da parte del vento si è fatto riferimento al documento US-EPA "Emission Factor & AP-42" – cap. 13 "Miscellaneous Sources" – Sez. 13.2.5 "Industriale Wind Erosion". La formula empirica che consente di calcolare il fattore di emissione areale per effetto dell'erosione del vento sui cumuli di materiale è:

$$EF_i = k \sum_{i=1}^N P_i$$

<i>k</i>	Fattore di moltiplicazione specifico per le dimensioni delle particelle
<i>N</i>	Numero di fenomeni disturbanti all'anno ( <i>n</i> )
<i>P<sub>i</sub></i>	Potenziale erosivo (g/m <sup>2</sup> )

Tab. 16 – Legenda parametri "Erosione dei cumuli dal vento (US EPA AP-42)".

I valori dei fattori di emissione areali per ogni movimentazione e per ciascun tipo di particolato sono quelli riportati nella Tabella 7 delle Linee Guida della Provincia di Firenze, in funzione del rapporto H/D (Altezza/Diametro) dei cumuli che, per convenzione, si considerano di forma conica.

Parametro	H/D>0,2 (cumuli alti)	H/D≤0,2 (cumuli bassi)
PTS	1,6x10 <sup>-5</sup>	5,1x10 <sup>-4</sup>
PM <sub>10</sub>	7,9x10 <sup>-6</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>
PM <sub>2,5</sub>	1,26x10 <sup>-6</sup>	3,8x10 <sup>-5</sup>

Tab. 17 – Emission factor "Erosione dei cumuli dal vento".

Il rateo emissivo orario si calcola mediante l'espressione (5) riportata nelle suddette linee guida:

$$E_i(\text{kg/h}) = EF_i \cdot a \cdot movh$$

<i>k</i>	Fattore di emissione areale dell' <i>i</i> -esimo tipo di particolato
<i>a</i>	Superficie dell'area movimentata (m <sup>2</sup> )
<i>movh</i>	Numero di movimentazioni all'ora ( <i>n/h</i> )

Tab. 18 – Legenda parametri "Erosione dei cumuli dal vento (linee Guida Prov. Firenze)".

I parametri ed i coefficienti che hanno concorso a determinare l' *Emission Rate* sono riportati nella seguente tabella.

Parametro	Valore	u.m.
Altezza del cumulo	5,0	m
Diametro del cumulo	20,0	m
Superficie del cumulo movimentata	100	%
Movimenti orari	0,125	movh
Efficienza di abbattimento	0,0	%
Emission Rate (PM <sub>10</sub> ) singolo cumulo	9,63x10 <sup>-5</sup>	g/s
Emission Rate (PM <sub>2,5</sub> ) singolo cumulo	1,54x10 <sup>-5</sup>	g/s
Numero di cumuli presenti	50	n
<b>Emission Rate PM<sub>10</sub></b>	<b>4,81x10<sup>-3</sup></b>	<b>g/s</b>
<b>Emission Rate PM<sub>10</sub></b>	<b>7,68x10<sup>-4</sup></b>	<b>g/s</b>

Tab. 19 – Emission Rate “Erosione dei cumuli da parte del vento”.

Si osserva che, **a scopo puramente cautelativo**, nel calcolo dell' *Emission Rate* **non si è tenuto conto di eventuali sistemi di mitigazione (bagnatura cumuli)** per il contenimento della dispersione delle polveri che potrebbero essere messi in atto nelle giornate che presentano condizioni meteorologiche più sfavorevoli.

#### 5.2.1.6 Fumi di combustione del carburante nei motori dei mezzi d'opera

Per il calcolo delle emissioni in atmosfera derivanti dalla combustione dei carburanti nei motori dei mezzi d'opera è stata utilizzata la “**Banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia 2020**”<sup>3</sup> elaborata da ISPRA in ambito “SINANet – Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale”, le cui stime sono state elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali). I fattori di emissione sono calcolati sia rispetto ai km percorsi che rispetto ai consumi dei carburanti (contenuto energetico), con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l'ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i parametri utilizzati per il calcolo ed il risultato dell'*Emission Rate* in input al modello, calcolati sulla base delle seguenti ipotesi ed assunzioni:

- ✓ Il fattore di emissione utilizzato è quello relativo al contenuto energetico del carburante utilizzato, visto i mezzi d'opera possono emettere per varie ore anche percorrendo pochi metri;
- ✓ tutti i mezzi d'opera sono alimentati a gasolio e conformi alla direttiva Euro 5 sulle emissioni dei gas di scarico;
- ✓ tutti i mezzi d'opera sono considerati funzionanti tutti e contemporaneamente durante tutto il periodo lavorativo (8 h/g);
- ✓ i mezzi d'opera considerati sono 7 impiegati nel cantiere per la realizzazione del nuovo tracciato (dumper, autocarro, betoniera, escavatore, pala meccanica, trattore, scarificatrice) e 1 nel campo base adibito alle operazioni di stoccaggio dei rifiuti;
- ✓ i consumi sono quelli tipici di detti mezzi desunti in bibliografia;
- ✓ l'emission factor in input al modello è cumulativo di tutti i mezzi secondo quanto riportato ai punti precedenti.

Parametro	Valore	u.m.
Consumo di carburante (massa)	5,0	l/h
p.c.i. gasolio	10.200	kcal/kg
Densità del gasolio	850,0	kg/m <sup>3</sup>
Mezzi d'opera	7	n
Consumo di carburante (energia)	1,78x10 <sup>-4</sup>	TJ/h

**Tab. 20** –Consumo di carburante dai mezzi d'opera.

<sup>3</sup> Metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici basata sull'EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019, coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra. Elaborazione dati tramite software “COPERT version 5.5.1” coordinato dall' Agenzia Europea dell'Ambiente

Parametro	u.m.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	NO <sub>2</sub>
Fattore di emissione	t/TJ	0,010930	0,007211	0,124355	0,022738
Emission Rate (campo base)	g/s	5,41x10 <sup>-4</sup>	3,57x10 <sup>-4</sup>	6,16x10 <sup>-3</sup>	1,13x10 <sup>-3</sup>
Emission Rate (nuovo tracciato)	g/s	3,79x10 <sup>-3</sup>	2,50x10 <sup>-3</sup>	4,31x10 <sup>-2</sup>	7,88x10 <sup>-3</sup>

**Tab. 21** – Emission Rate “Combustione carburante nei mezzi d’opera”.

### 5.2.2 Riepilogo fattori di emissione

Nelle seguenti tabelle sono riepilogati gli *Emission Rate* cumulativi inseriti nel modello di simulazione che tengono conto del contributo emissivo di ciascuna fase operativa che si svolge nel periodo della cantierizzazione. Il calcolo è stato effettuato tenendo conto di alcune ipotesi estremamente cautelative, sulla base dei dati progettuali forniti dalla committenza.

- ✓ La volumetria di materiale rimosso per la realizzazione del II° stralcio della S.S. 78 Sarnano-Amandola è stata desunta dal “Piano di Gestione delle Materie” (par. 4.3.1) e convertita in peso applicando in fattore di conversione per a  $1.631,0 \text{ kg/m}^3$  per “terreno vegetale umido da  $16 \text{ kN/m}^3$ ”.

Descrizione	Volume (m <sup>3</sup> )	Peso (t)
Scotico	4.250	6.931,8
Bonifica	6.375	10.397,6
Scavo di sbancamento corpo stradale	18.562	30.274,6
Scavo galleria	4.700	7.665,7
<b>Totale</b>	<b>33.887</b>	<b>55.269,7</b>

Tab. 22 – Materiale rimosso.

- ✓ La quantità di materiale rimosso giornalmente è stata calcolata sulla base della durata del cantiere prevista in 685 giorni. Considerata un periodo lavorativo di **8 h/g**, essa risulta mediamente pari a **80,7 t/g**;
- ✓ I fattori di emissione sono, cautelativamente, applicati come se tutte le operazioni di cantiere avvenissero contemporaneamente e non in sequenza (es: sbancamento successivamente allo scotico per il quale è prevista una durata di soli due mesi);
- ✓ I fattori di emissione relativi ai mezzi d’opera sono stati calcolati come se tutte le macchine operassero contemporaneamente all’interno delle aree di cantiere e per tutta la durata del periodo lavorativo;

S1 – Cantiere sede stradale nuovo tracciato (PM <sub>10</sub> )			
Operazione	u.m.	Gen-Feb	Mar-Dic
Scotico	g/s	$1,41 \times 10^{-3}$	/
Sbancamento	g/s	$1,08 \times 10^{-3}$	$1,08 \times 10^{-3}$
Transito mezzi su strade non asfaltate	g/s	$1,13 \times 10^{-2}$	$1,13 \times 10^{-3}$
Formazione e stoccaggio cumuli	g/s	$8,02 \times 10^{-4}$	$8,02 \times 10^{-4}$
Erosione cumuli dal vento	g/s	$4,81 \times 10^{-3}$	$4,81 \times 10^{-3}$
Fumi di combustione	g/s	$3,79 \times 10^{-3}$	$3,79 \times 10^{-3}$
<b>Totale</b>	<b>g/s</b>	<b><math>2,32 \times 10^{-2}</math></b>	<b><math>2,18 \times 10^{-2}</math></b>

Tab. 23 – Emissione Rate PM<sub>10</sub> “Cantiere sede stradale nuovo tracciato” (S1).

<b>S1 – Cantiere sede stradale nuovo tracciato (PM<sub>2,5</sub>)</b>			
<i>Operazione</i>	<i>u.m.</i>	<i>Gen-Feb</i>	<i>Mar-Dic</i>
Scotico	g/s	1,98x10 <sup>-4</sup>	/
Sbancamento	g/s	6,45x10 <sup>-4</sup>	6,45x10 <sup>-4</sup>
Transito mezzi su strade non asfaltate	g/s	1,13x10 <sup>-3</sup>	1,13x10 <sup>-3</sup>
Formazione e stoccaggio cumuli	g/s	1,21x10 <sup>-4</sup>	1,21x10 <sup>-4</sup>
Erosione cumuli dal vento	g/s	7,68x10 <sup>-4</sup>	7,68x10 <sup>-4</sup>
Fumi di combustione	g/s	2,50x10 <sup>-3</sup>	2,50x10 <sup>-3</sup>
<b>Totale</b>	<b>g/s</b>	<b>5,36x10<sup>-3</sup></b>	<b>5,16x10<sup>-3</sup></b>

**Tab. 24** – Emissione Rate PM<sub>2,5</sub> "Cantiere sede stradale nuovo tracciato" (S1).

<b>S2 – Area stoccaggio materiali campo base (PM<sub>10</sub>)</b>		
<i>Operazione</i>	<i>u.m.</i>	<i>Gen-Dic</i>
Formazione e stoccaggio cumuli	g/s	8,02x10 <sup>-4</sup>
Erosione cumuli dal vento	g/s	9,62x10 <sup>-5</sup>
Fumi di combustione	g/s	5,41x10 <sup>-4</sup>
<b>Totale</b>	<b>g/s</b>	<b>1,44x10<sup>-3</sup></b>

**Tab. 25** – Emissione Rate PM<sub>10</sub> "Area stoccaggio materiali campo base" (S2).

<b>S2 – Area stoccaggio materiali campo base (PM<sub>2,5</sub>)</b>		
<i>Operazione</i>	<i>u.m.</i>	<i>Gen-Dic</i>
Formazione e stoccaggio cumuli	g/s	1,21x10 <sup>-4</sup>
Erosione cumuli dal vento	g/s	1,54x10 <sup>-5</sup>
Fumi di combustione	g/s	3,57x10 <sup>-4</sup>
<b>Totale</b>	<b>g/s</b>	<b>4,93x10<sup>-4</sup></b>

**Tab. 26** – Emissione Rate PM<sub>2,5</sub> "Area stoccaggio materiali campo base" (S2).

## 6 Risultati delle simulazioni

Nella tabella che segue vengono riassunti i valori delle **concentrazioni di ricaduta degli inquinanti presso i ricettori sensibili considerati**, desunti dai valori di output del modello e dalle schede di ricaduta degli inquinanti, allegate alla presente relazione, contenenti le linee di isoconcentrazione all'interno del dominio di calcolo.

Parametro	u.m.	Periodo di mediazione	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	RC6	RC7
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	24h	0,22	0,77	0,54	0,36	0,51	0,04	0,02
		Anno civile	0,06	0,15	0,11	0,07	0,14	0,02	0,01
PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00
CO	µg/m <sup>3</sup>	8h (media mobile)	0,87	2,27	14,87	0,98	1,93	0,14	0,08
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1h	0,76	3,42	19,82	1,43	1,79	0,11	0,10
		Anno civile	0,02	0,05	0,17	0,02	0,05	0,01	0,00

**Tab. 27** – Risultati della simulazione.

## 7 Confronto con i limiti di riferimento

La normativa di riferimento in tema di controllo della qualità dell'aria è costituita dal **D.Lgs. 155/2010** – “Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” che, all'art. 21 c. 1 lett. q, ha abrogato il D.M 60/2002 (Recepimento della Direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 Aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il Biossido di Zolfo, il Biossido di Azoto, gli Ossidi di Azoto, le particelle e il Piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il Benzene ed il Monossido di Carbonio) che stabiliva in precedenza i valori limite per la qualità dell'aria.

Il D.Lgs. 155/2010 stabilisce, all'allegato XI, i valori limite per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Benzene, CO, Pb, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e, all'allegato XIII, i valori obiettivo per As, Cd, Ni e Benzo(a)pirene nell'aria.

Le schede di ricaduta, dove sono riportate le linee di isoconcentrazione, sono state prodotte applicando un valore di *Cut Off* pari al **5% del limite di riferimento** o al **valore stesso nel caso di specifiche soglie di concentrazione**. Al di sotto di tali valori non viene applicata nessuna colorazione della mappa in quanto le concentrazioni di ricaduta nella relativa porzione di spazio sono ritenute ininfluenti ai fini della valutazione.

Parametro	u.m.	Periodo di mediazione	Valore limite	Superamenti consentiti	Cut Off
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	24h	50,0	35/anno (90,4° percentile)	2,5
		Anno civile	40,0	/	2,0
PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	25,0	/	1,25
CO	mg/m <sup>3</sup>	8h (media mobile)	10,0	/	500,0
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1h	200,0	18/anno (99,8° percentile)	10,0
		Anno civile	40,0	/	2,0

Tab. 28 – Valori limite per la qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010 – All. XI).

## 8 Confronto con le Linee Guida della Provincia di Firenze

Un'ulteriore valutazione dell'impatto che l'attività in esame può provocare sull'ambiente può essere fatta sulla base dei criteri stabiliti dalle "Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" redatte da ARPAT e Provincia di Firenze ed allegate alla D.G.P. n. 213/2009.

All'interno del sito, **le emissioni di PM<sub>10</sub>** provenienti dall'insieme delle attività che vi si svolgono, ammontano a **88,7 g/h**: tale valore, **risulta ampiamente al di sotto di tutte le soglie di emissione previste dalla Tab. 14** (Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività superiore a 300 giorni/anno) del suddetto documento, **il cui valore più restrittivo**, fissato per recettori posti ad una distanza compresa tra 50 m. e 150 m. dalla sorgente, **è pari a 156 g/h**.

**Tabella 14** Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività superiore a 300 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<73	Nessuna azione
	73 ÷ 145	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 145	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<156	Nessuna azione
	156 ÷ 312	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 312	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<304	Nessuna azione
	304 ÷ 608	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 608	Non compatibile (*)
>150	<415	Nessuna azione
	415 ÷ 830	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 830	Non compatibile (*)

(\*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

*Tab. 29 – Tabella di riferimento delle Linee Guida della Provincia di Firenze.*

## 9 Conclusioni

Per valutare gli scenari ipotizzati e descritti nei precedenti paragrafi, sono stati presi in considerazione, **come valori di assoluta cautela, i dati di concentrazione massima di ricaduta al suolo** relativi alle simulazioni riportate in allegato.

Dall'esame dei dati si evince che un'ampissima porzione del territorio interessato dall'intervento in progetto, che comprende tutti i recettori sensibili e la popolazione interessata, risulta essere esposta ad un incremento massimo potenziale del livello di inquinanti atmosferici molto modesto. Se si considera poi che nel calcolare i fattori di emissione di ciascun inquinante in input al modello di calcolo, nonché nel *set-up* dello stesso, sono state adottate, con approccio ampiamente cautelativo, le seguenti misure:

- 1) I fattori di emissione di ciascun inquinante sono stati calcolati tenendo conto di ipotesi ed assunzioni ampiamente cautelative già descritte negli specifici paragrafi;
- 2) le concentrazioni di ricaduta calcolate si riferiscono a **condizioni di funzionamento in contemporanea di tutti i mezzi d'opera ed alla massima potenzialità**;
- 3) nella simulazione di diffusione e ricaduta del "plume" è stata ipotizzata **l'assenza di trasformazioni chimiche e/o chimico-fisiche delle sostanze** inquinanti (situazione oggettivamente non realizzabile);
- 4) le concentrazioni di ricaduta degli inquinanti sono state calcolate come **incremento massimo** (*Worst Case Condition*) **nel periodo di mediazione** (1h, 24h, Anno Civile);

Sulla base di quanto sopra esposto è possibile affermare che **le concentrazioni di ricaduta degli inquinanti atmosferici** emessi dalle attività di cantiere per la realizzazione del II° stralcio della S.S. 78 Sarnano-Amandola **saranno sicuramente inferiori a quelle valutate in via previsionale**. I risultati di tutte le elaborazioni effettuate e descritte nei precedenti capitoli della presente relazione, mostrano:

1. **il rispetto dei limiti della qualità dell'aria imposti dal D.Lgs 155/2010** per i parametri **PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> e CO** in relazione ai periodi di mediazione temporale previsti per ciascuno;
2. **l'assenza di situazioni che possano dare luogo a superamenti** dei valori limite della qualità dell'aria;

Allegati – Schede di simulazione ed immagini di ricaduta

All. 1 - Polveri sottili (PM<sub>10</sub>)

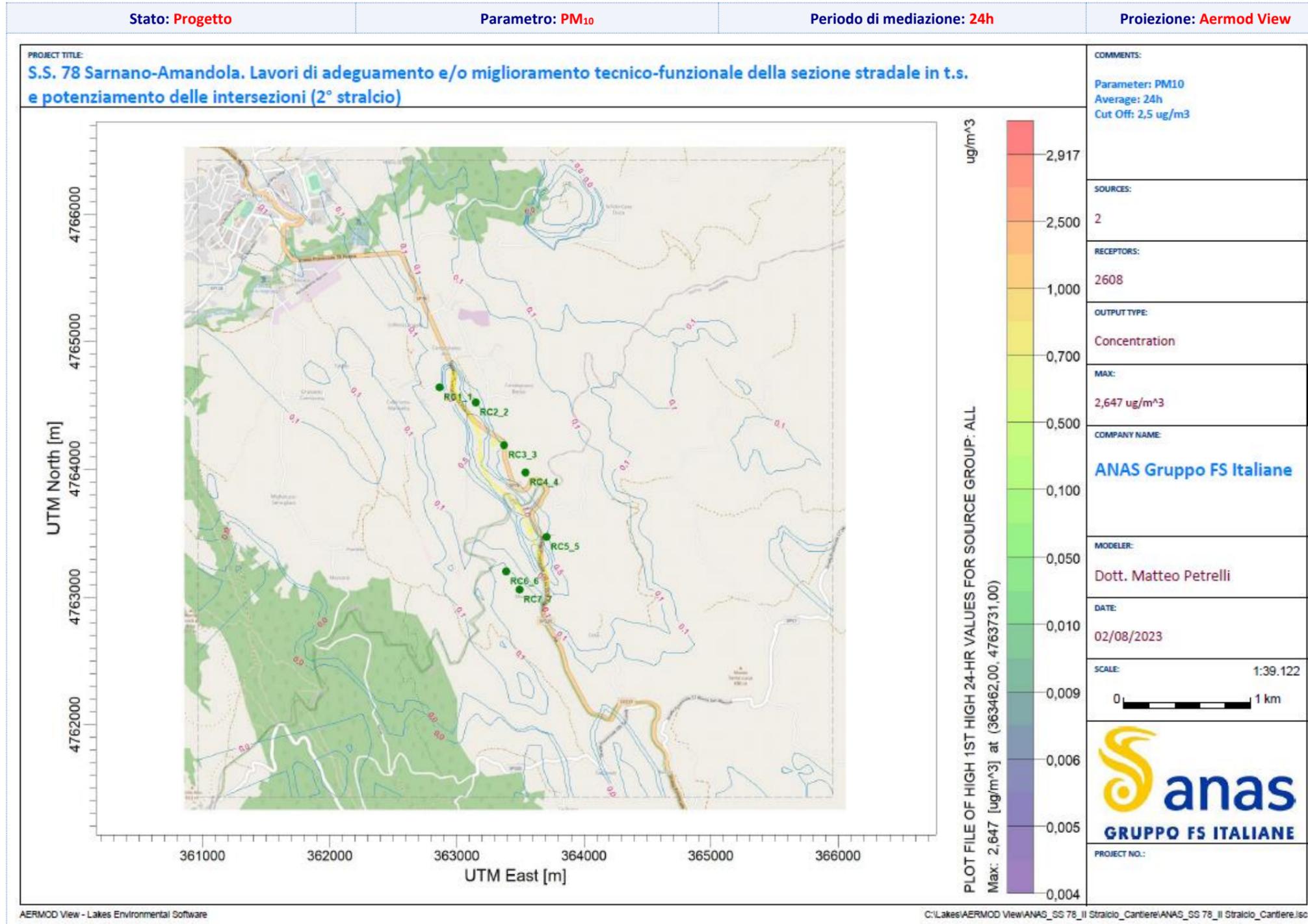


Fig. 13 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_24h (proiezione Aermod View).

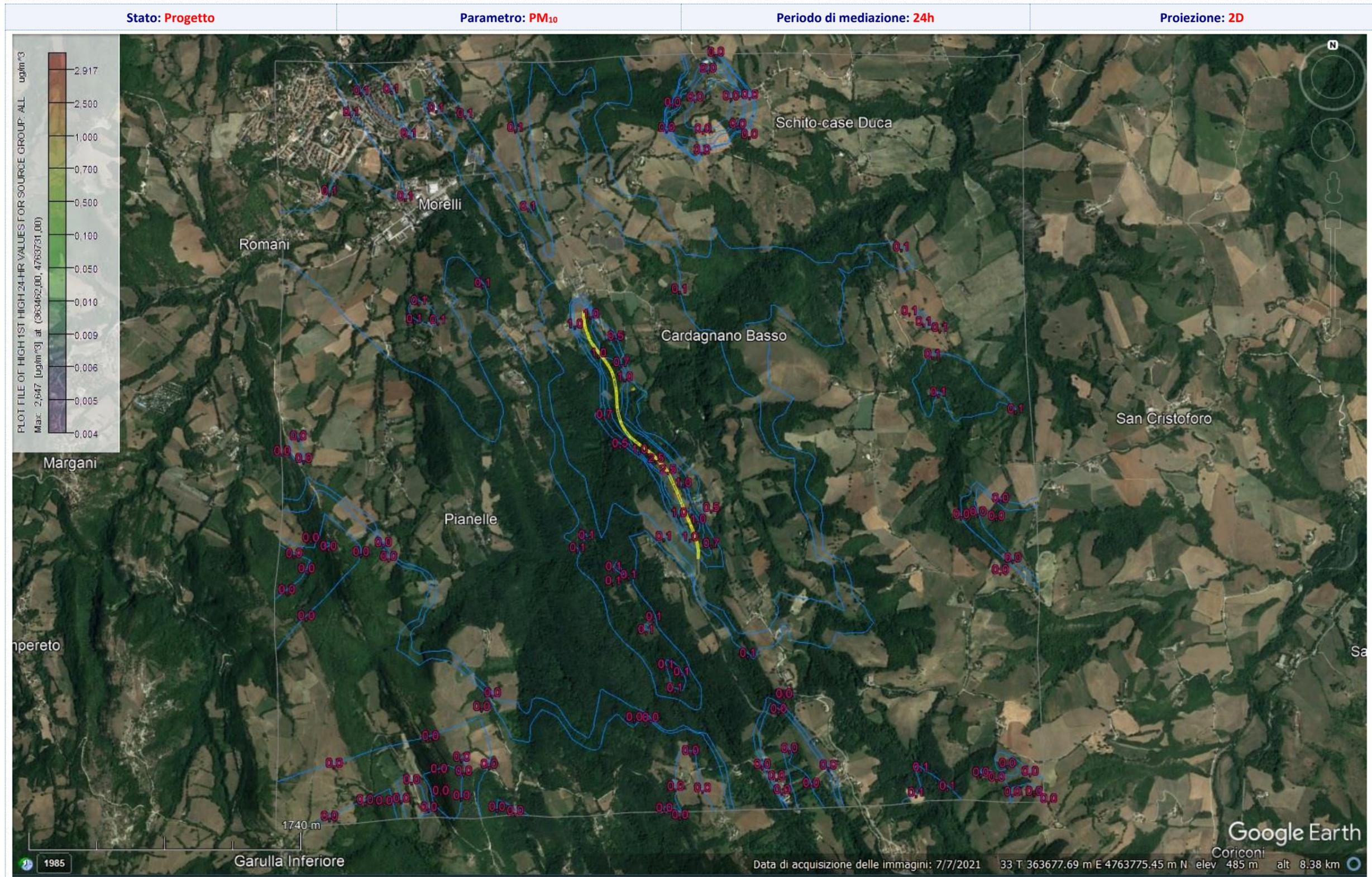


Fig. 14 - Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_24h (proiezione 2D).

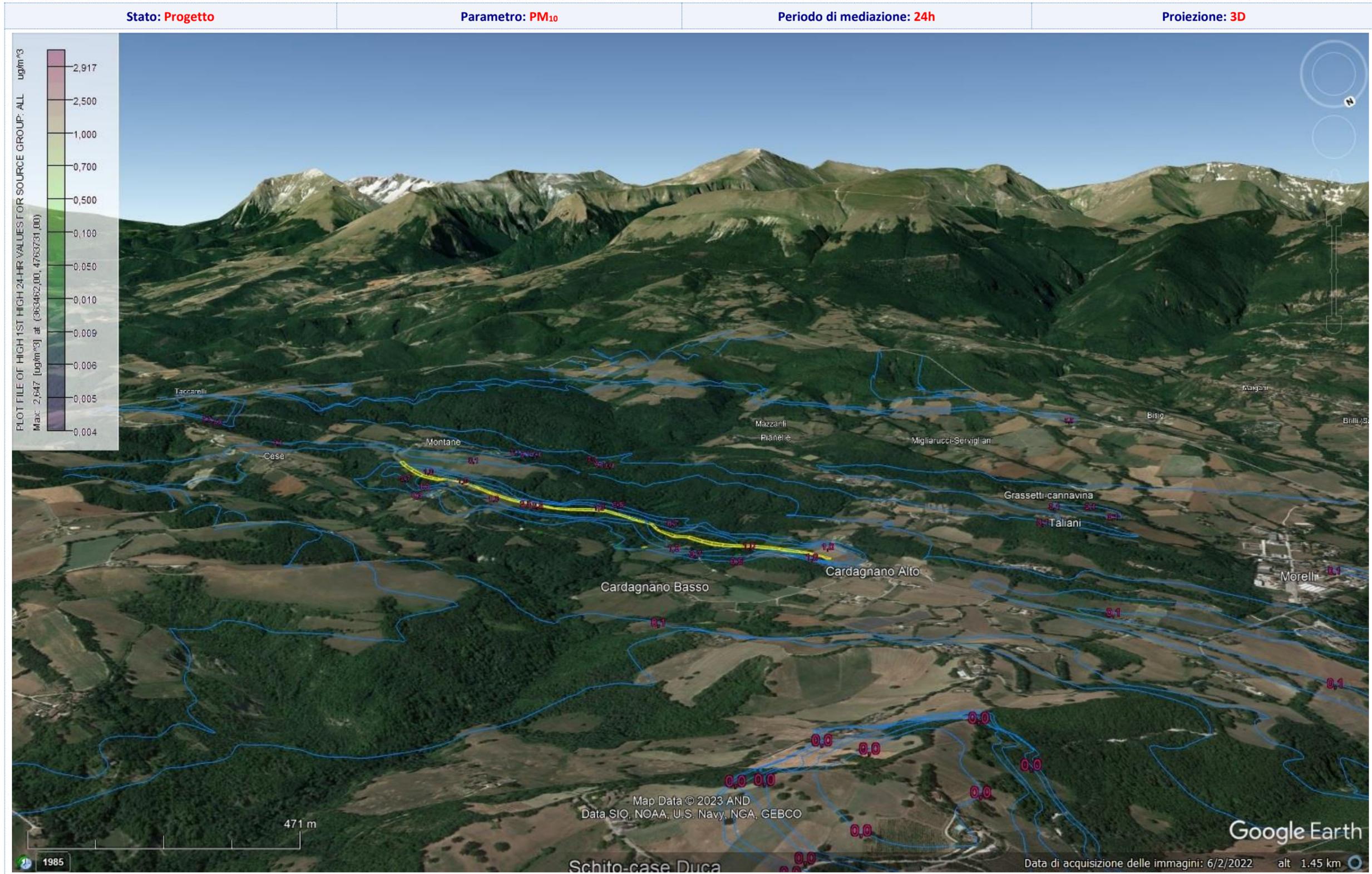


Fig. 15 - Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_24h (proiezione 3D).

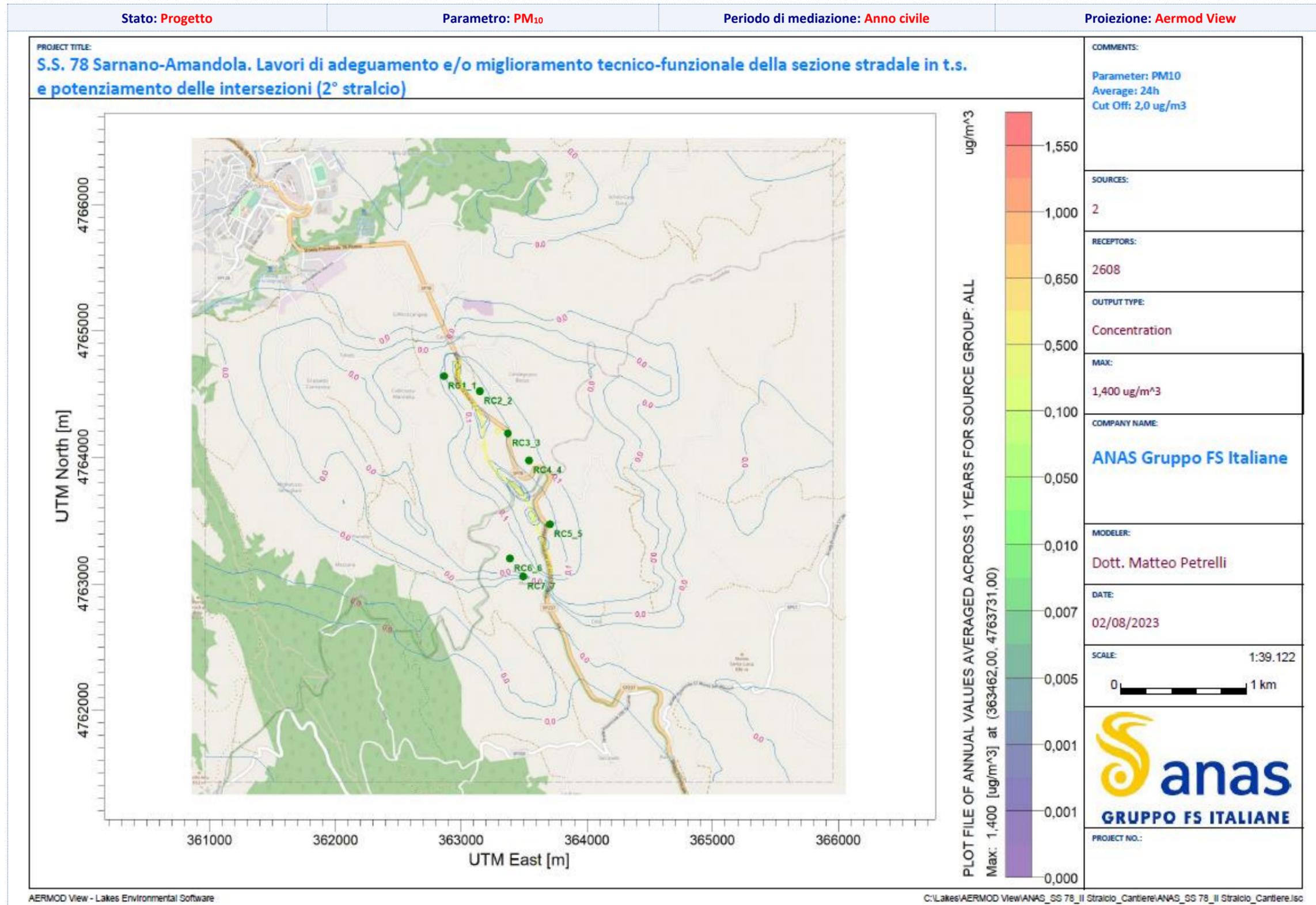


Fig. 16 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_Anno civile (proiezione Aermod View).

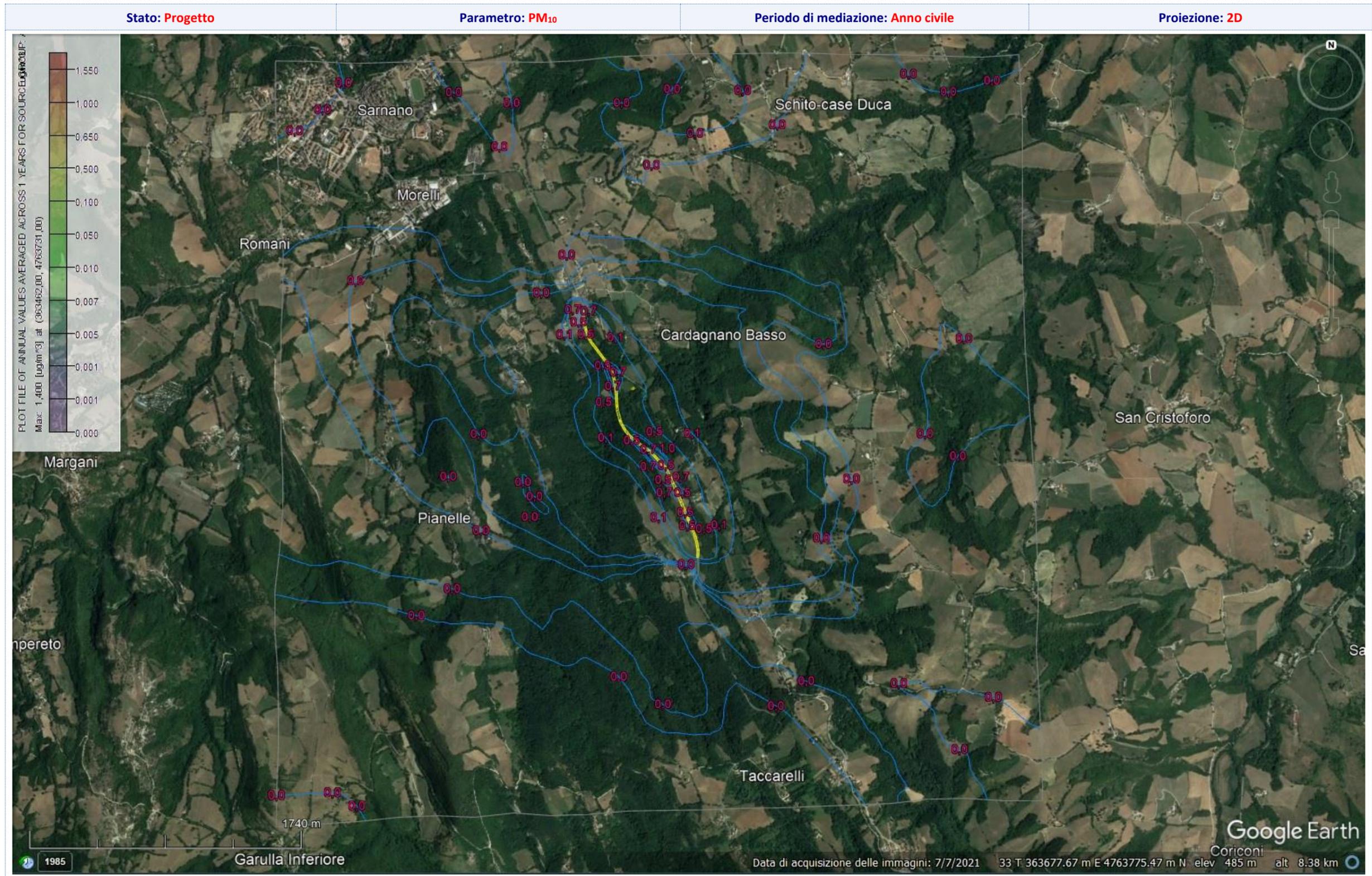


Fig. 17 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_Anno civile (proiezione 2D).

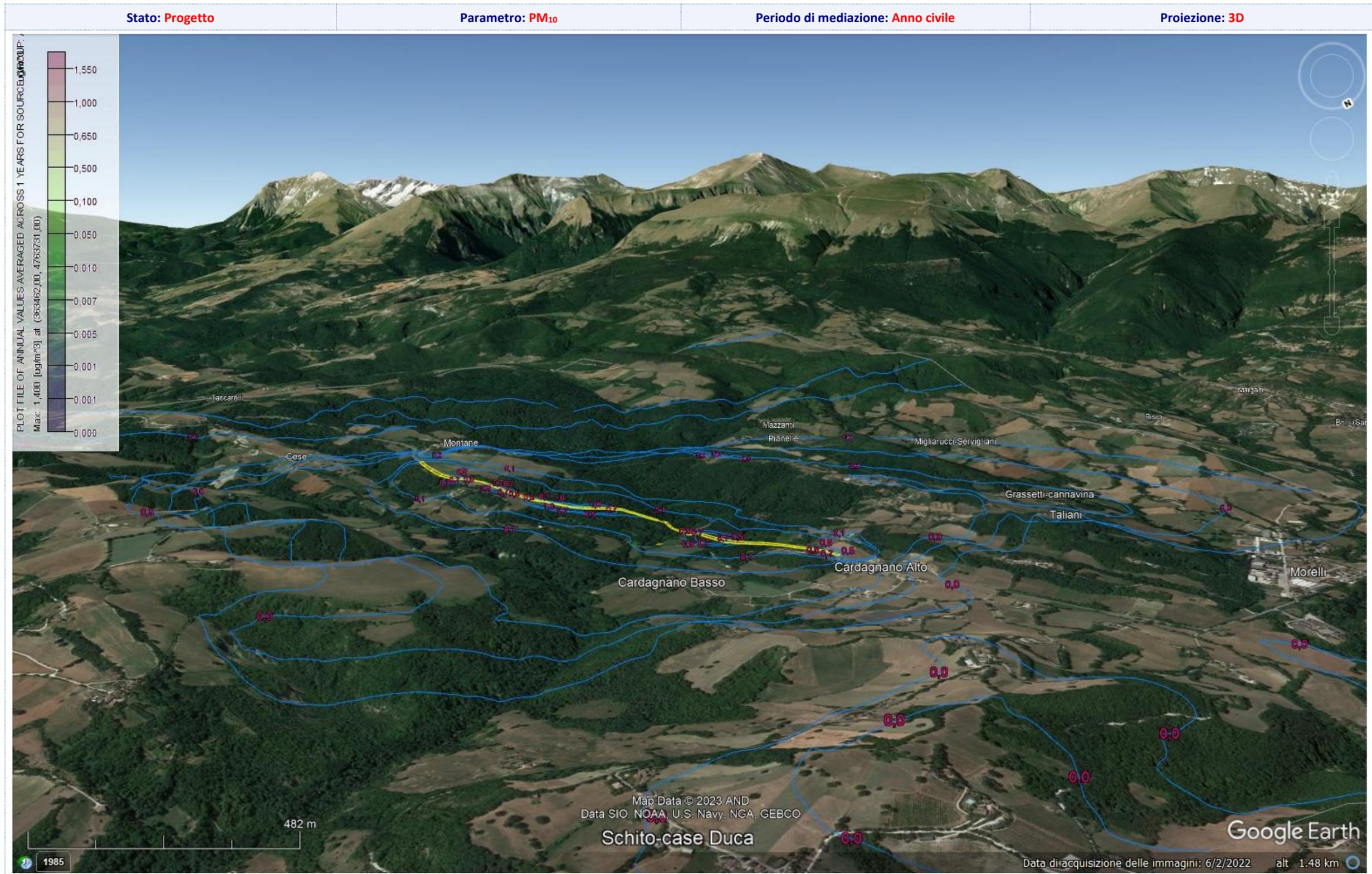


Fig. 18 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_Anno civile (proiezione 3D).

All. 2 - Polveri sottili (PM<sub>2,5</sub>)

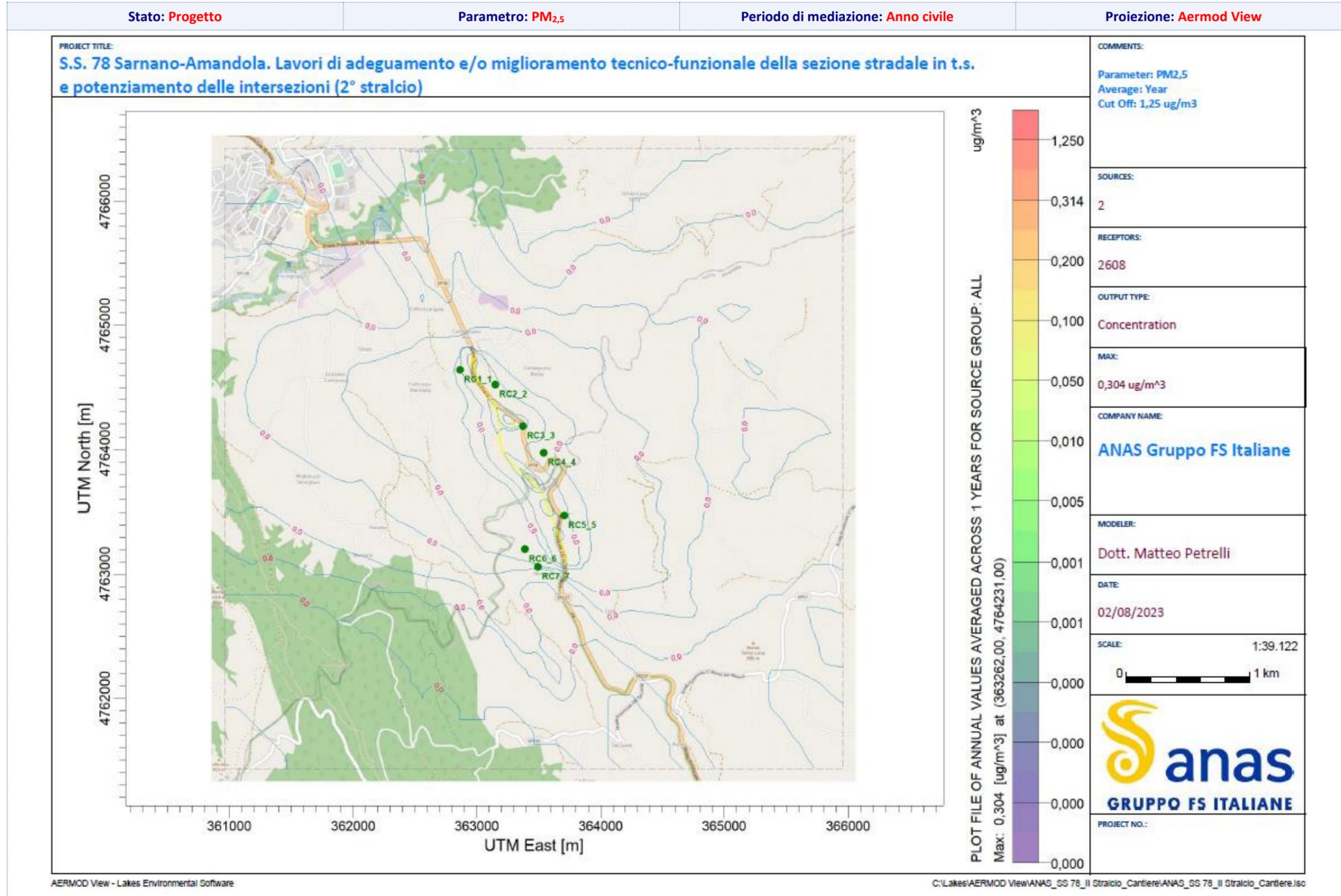


Fig. 19 – Scheda ricaduta PM<sub>2,5</sub>\_Anno civile (proiezione Aermod View).

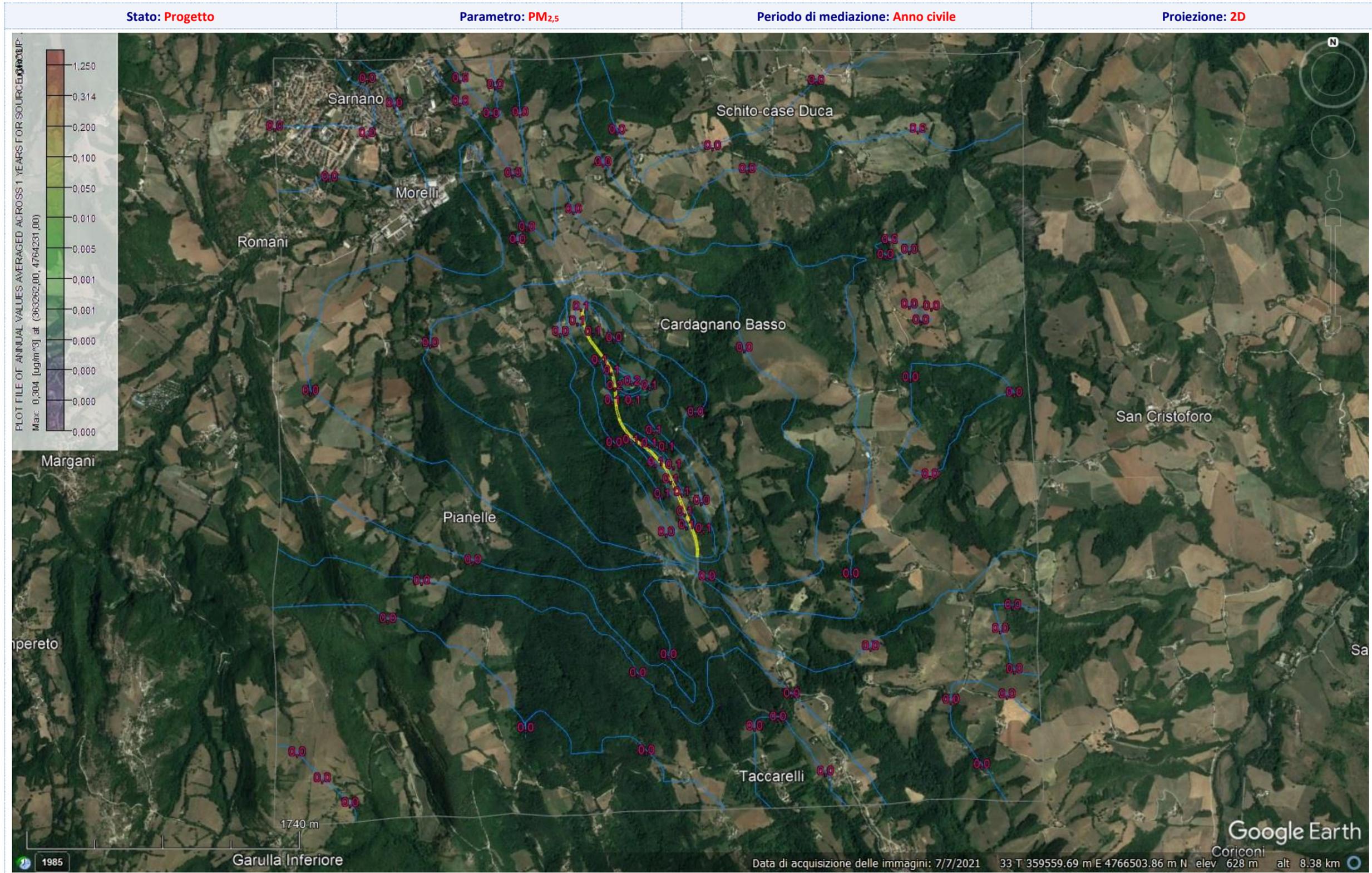


Fig. 20 - Scheda ricaduta PM<sub>2,5</sub> Anno civile (proiezione 2D).

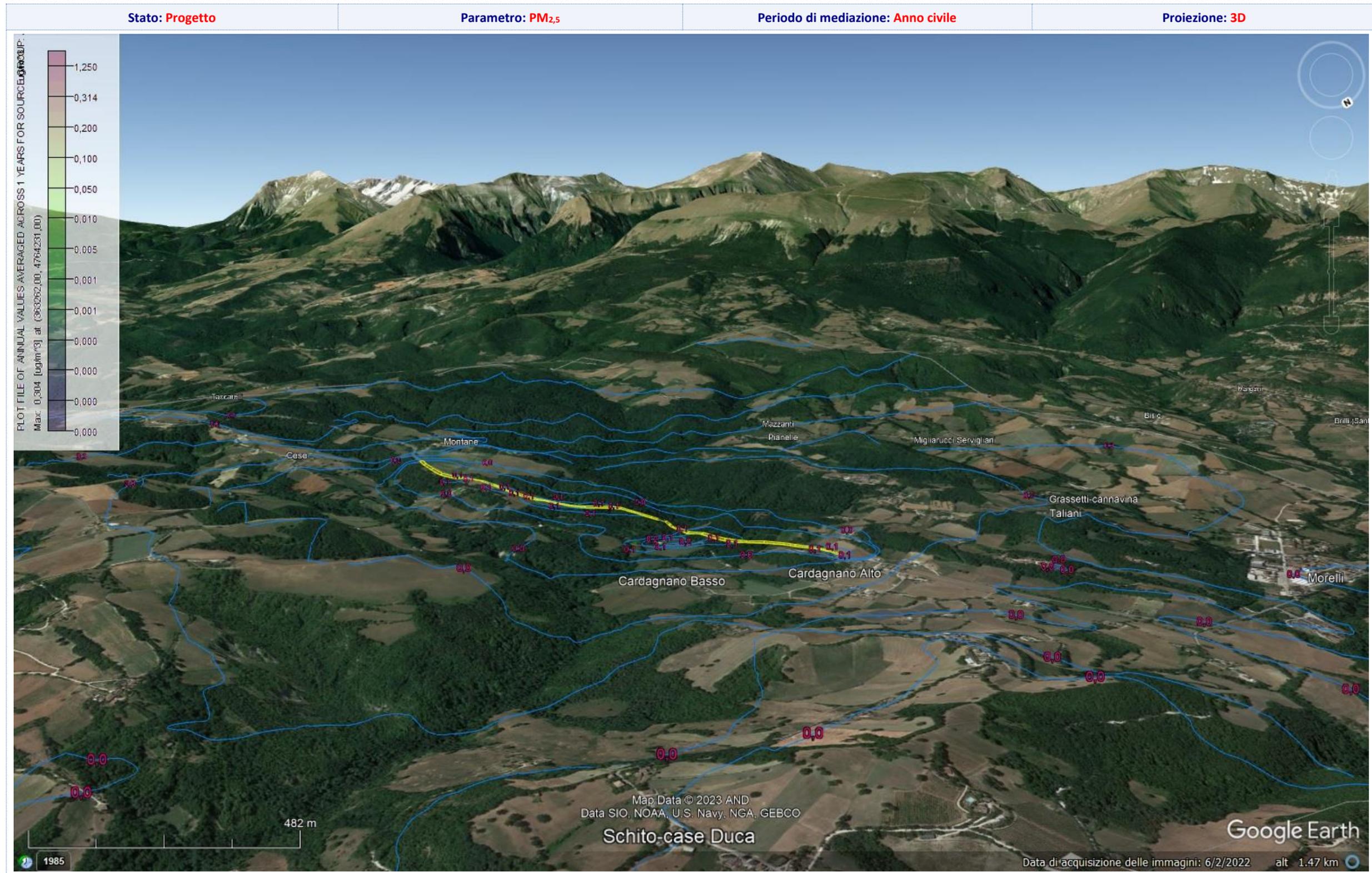


Fig. 21 – Scheda ricaduta PM<sub>2,5</sub>\_Anno civile (proiezione 3D).

All. 3 - Monossido di Carbonio (CO)

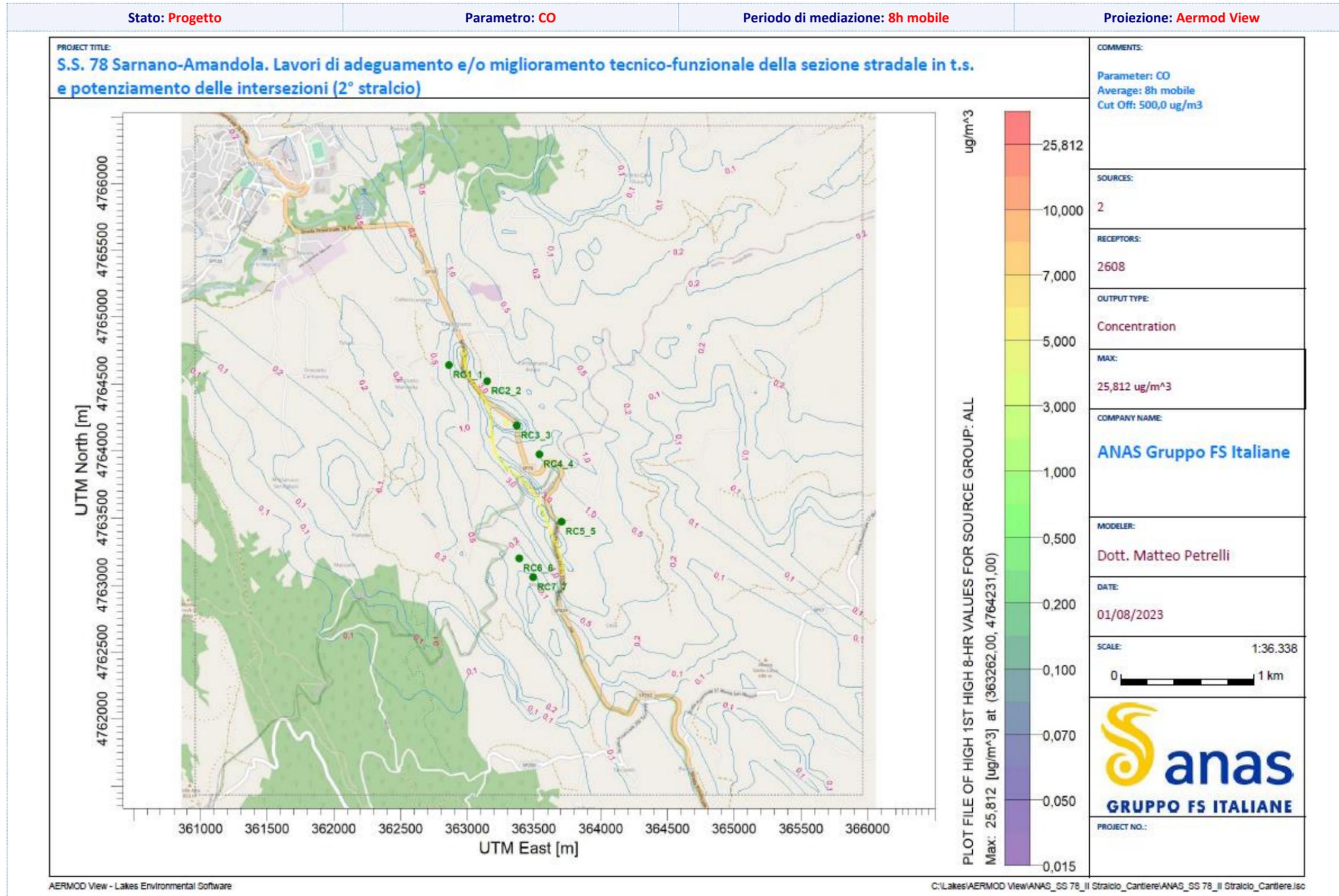


Fig. 22 – Scheda ricaduta CO\_8h mobile (proiezione Aermod View).

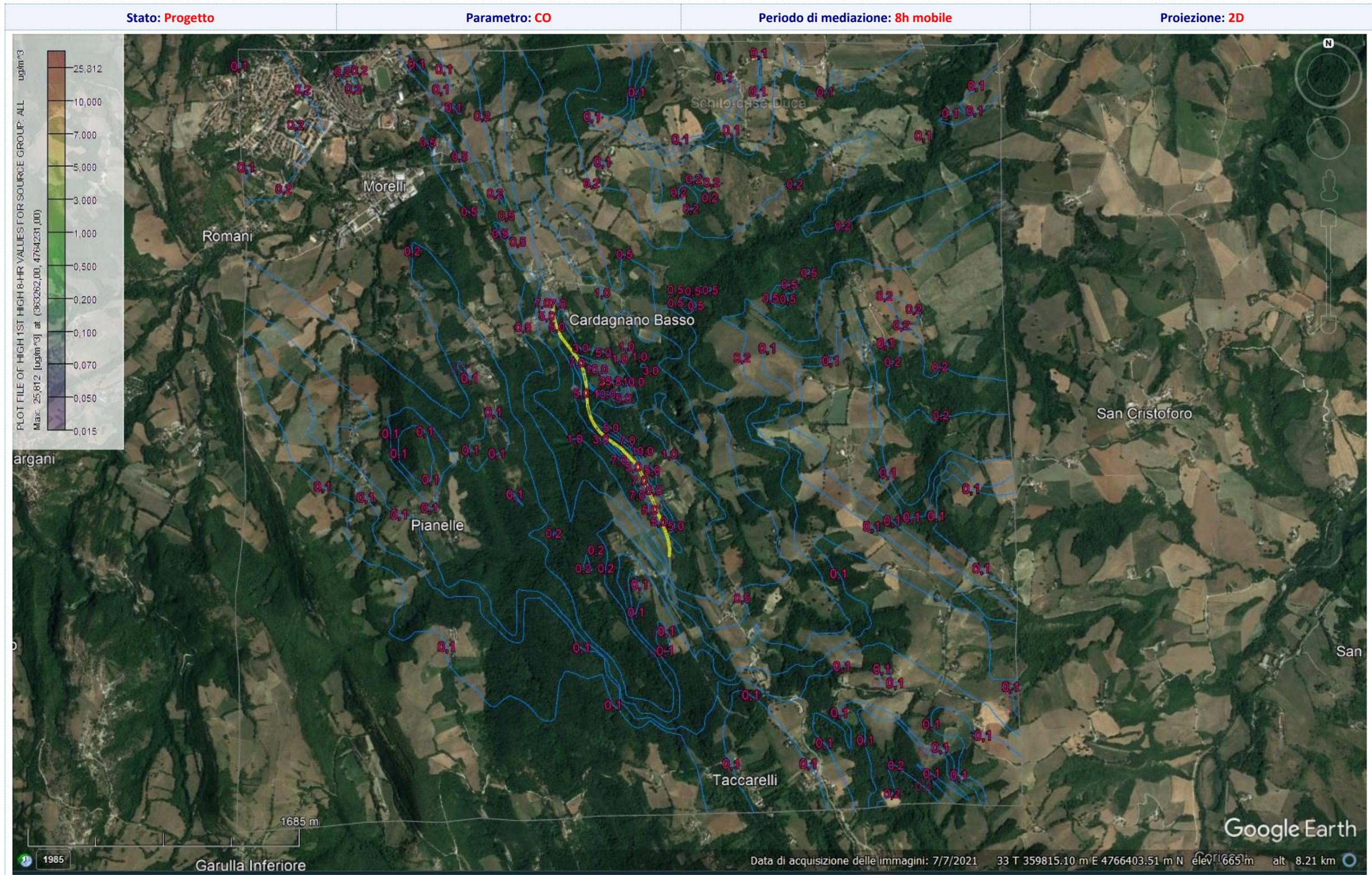


Fig. 23 – Scheda ricaduta CO\_8h mobile (proiezione 2D).

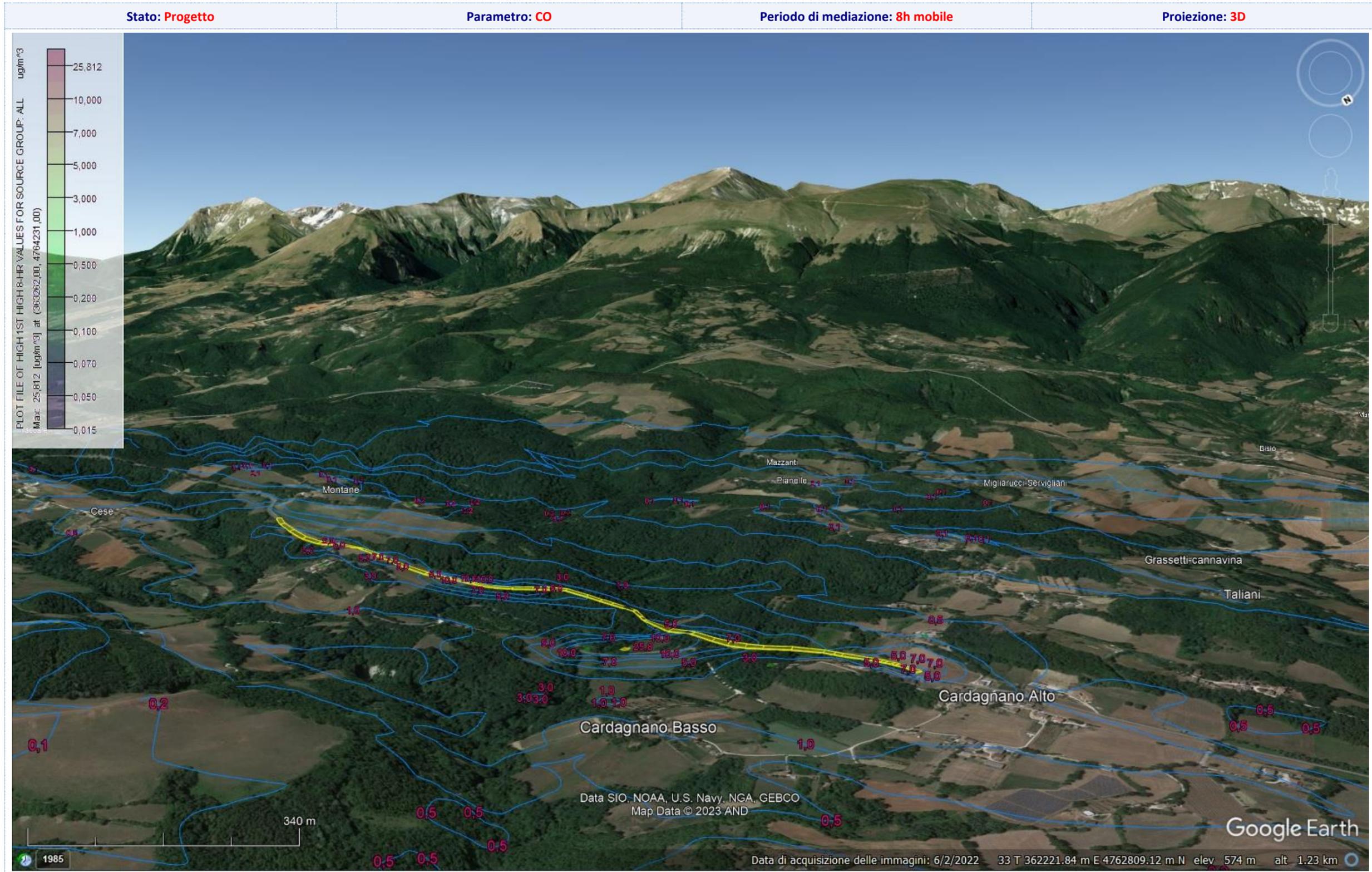


Fig. 24 - Scheda ricaduta CO\_8h mobile (proiezione 3D).

All. 4 - Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

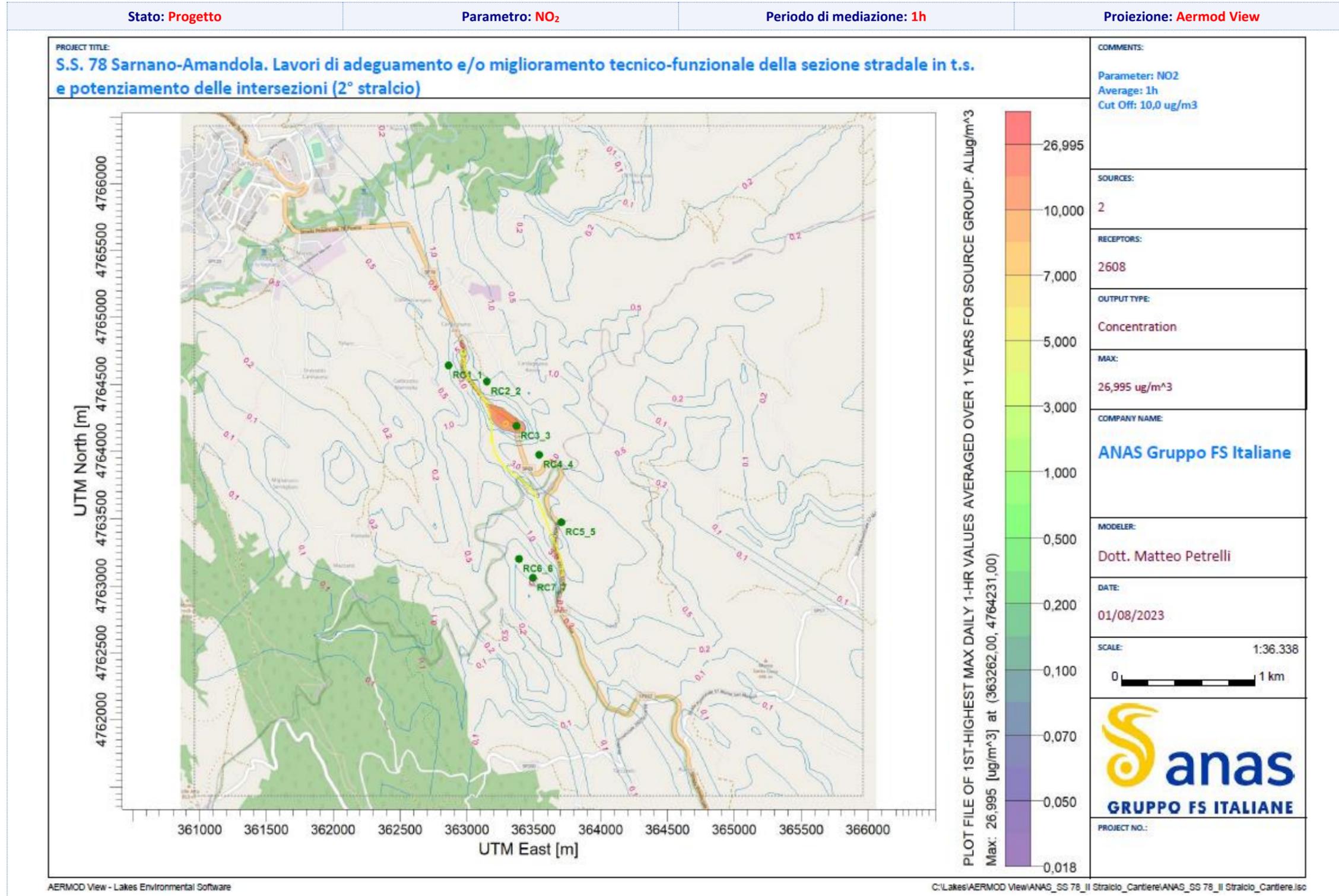


Fig. 25 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub> 1h (proiezione Aermod View).

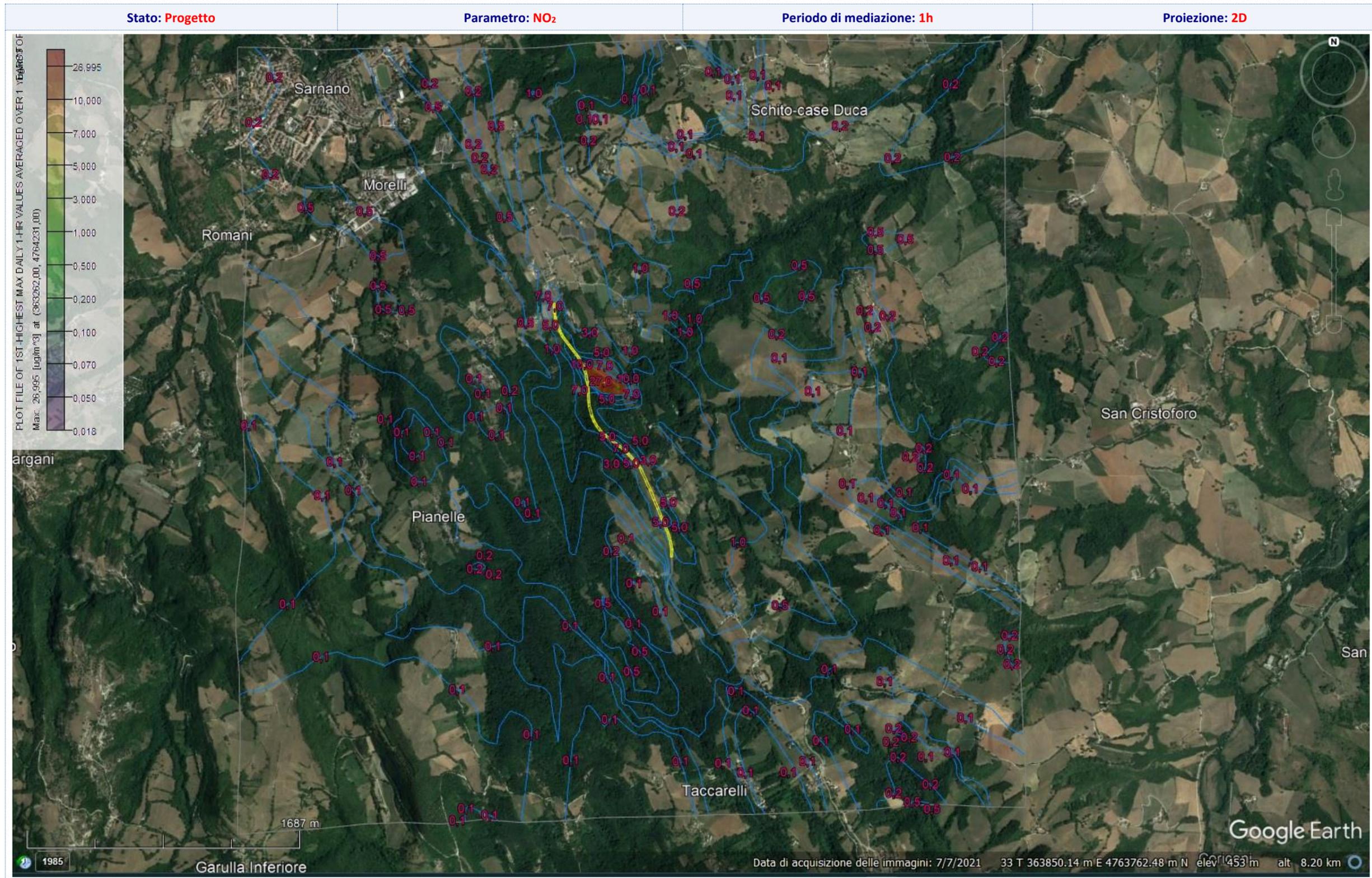


Fig. 26 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_1h (proiezione 2D).

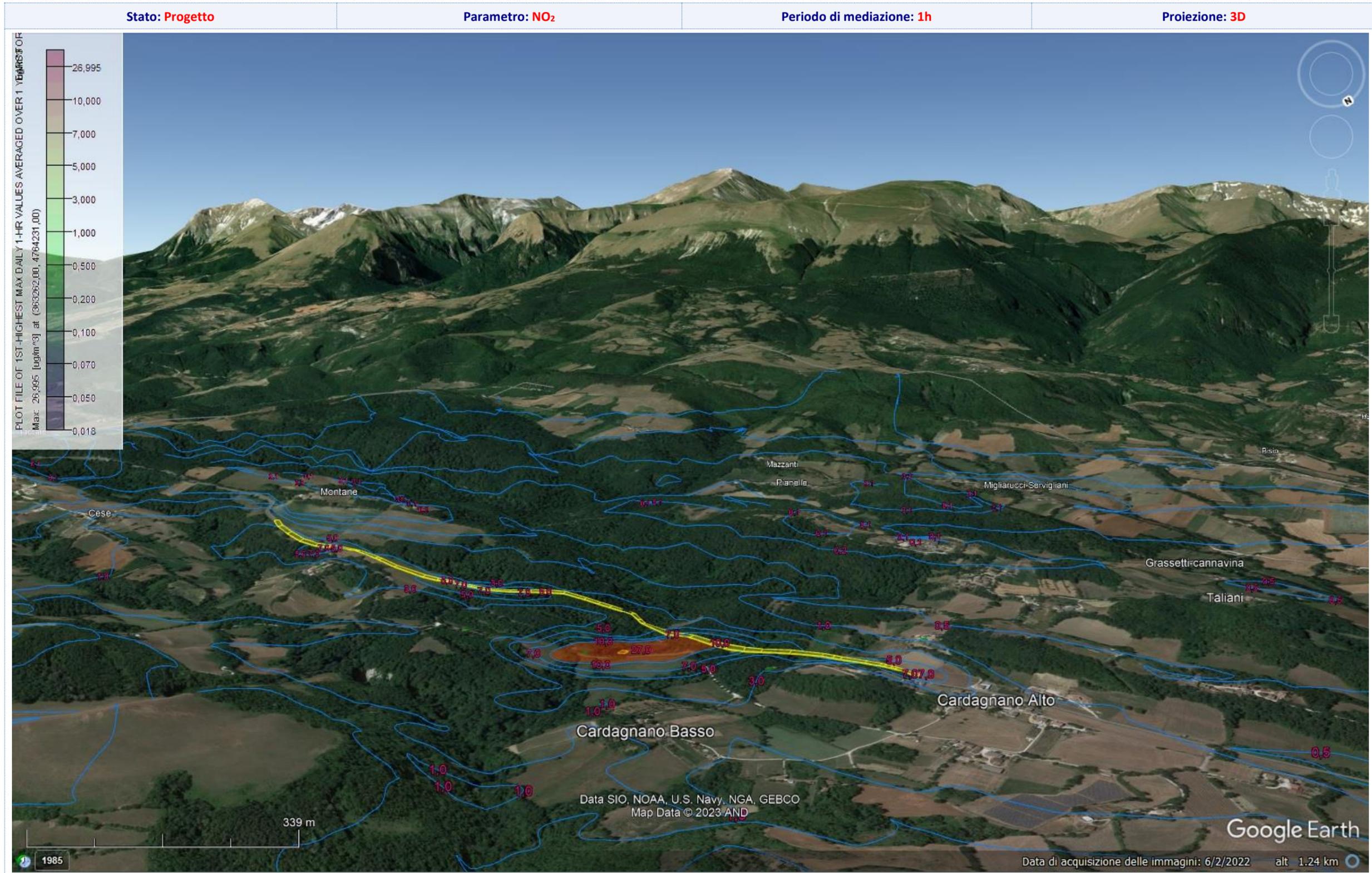


Fig. 27 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_1h (proiezione 3D).

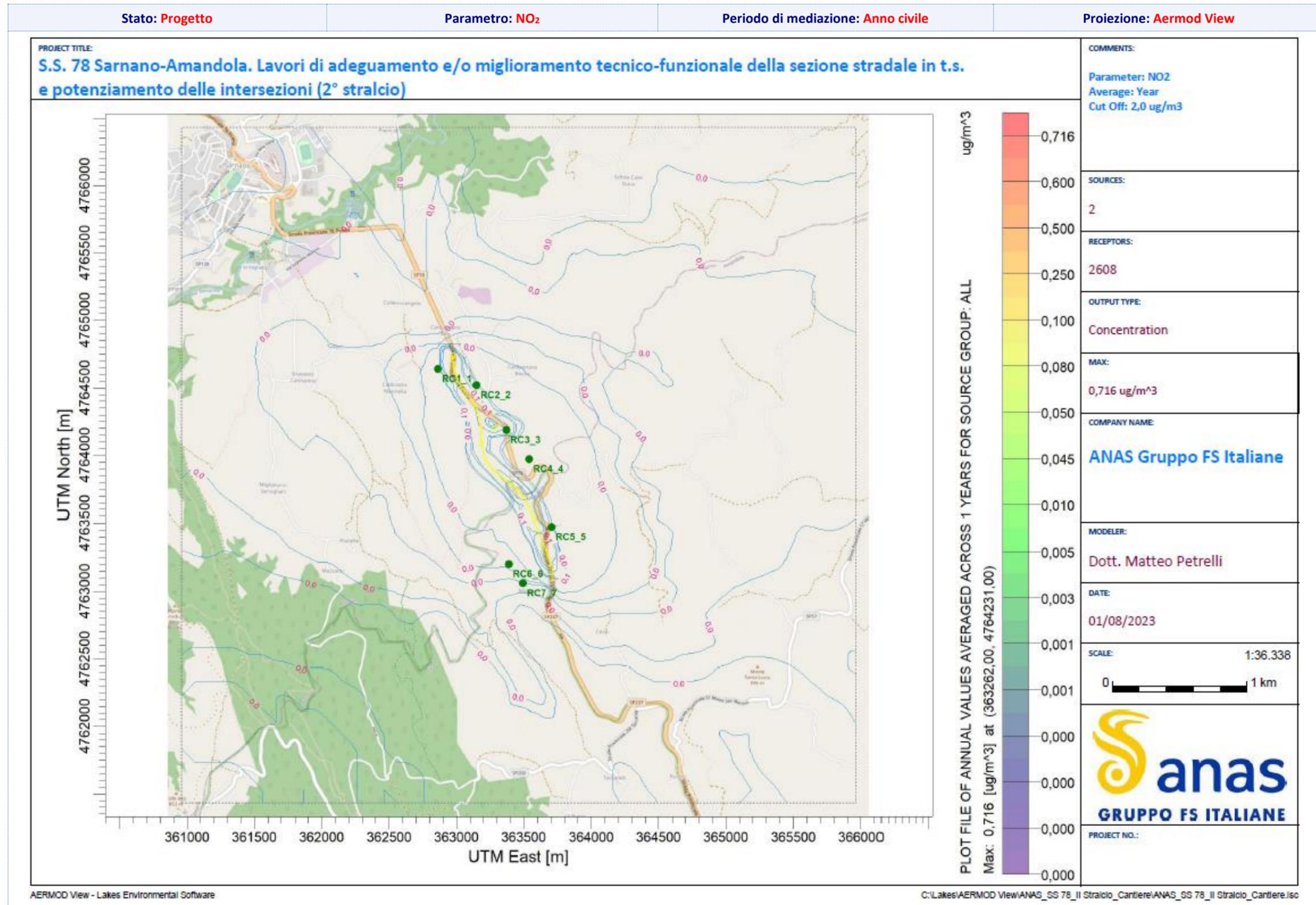


Fig. 28 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_Anno civile (proiezione Aermod View).

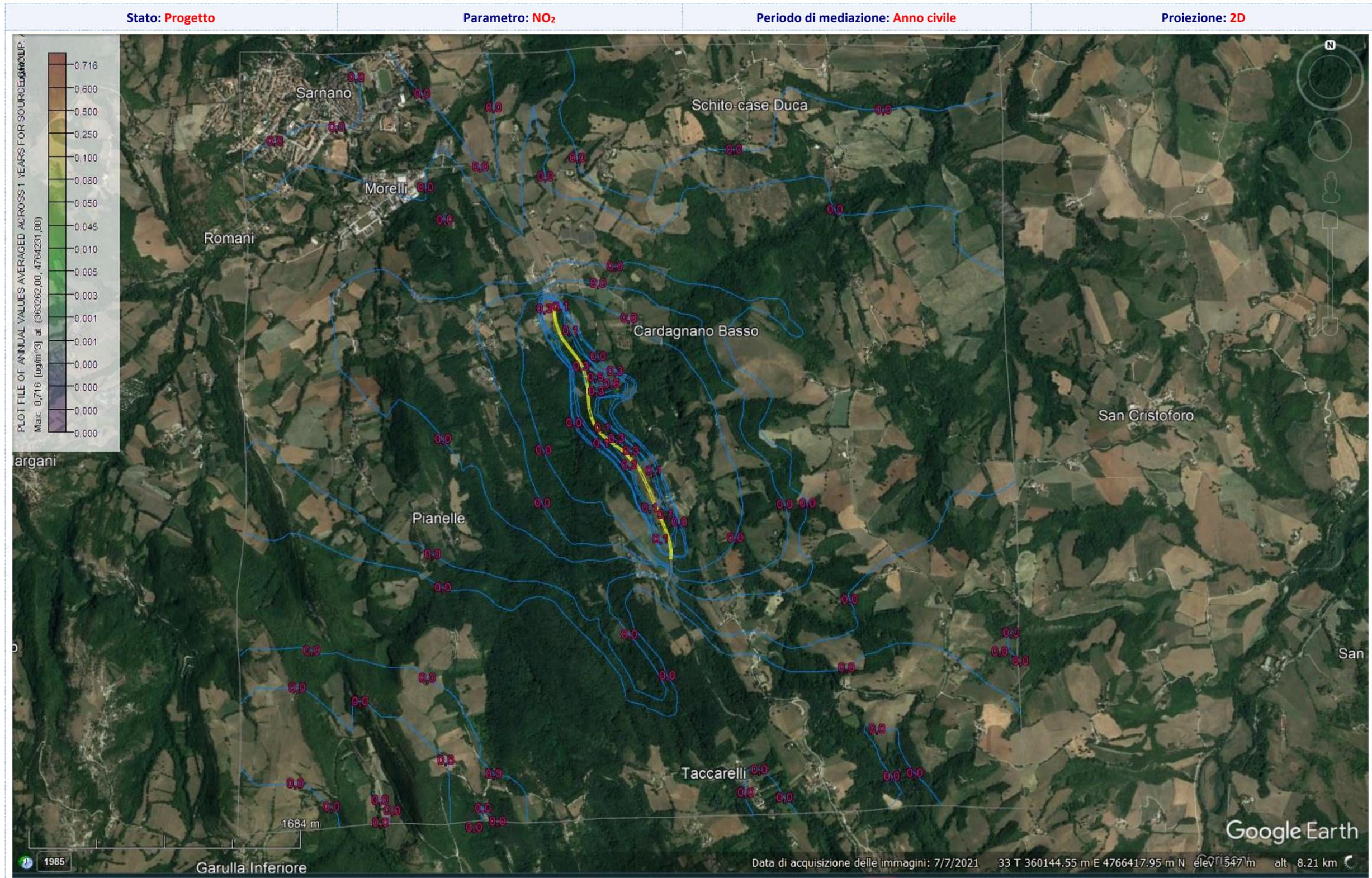


Fig. 29 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_Anno civile civile (proiezione 2D).



**S.S. 78 "SARNANO - AMANDOLA"**

**LAVORI DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO TECNICO FUNZIONALE DELLA SEZIONE STRADALE IN T.S. E POTENZIAMENTO DELLE INTERSEZIONI - 2° STRALCIO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

IMPRESA ESECUTRICE		GRUPPO DI LAVORO ANAS:	
			
GRUPPO DI PROGETTAZIONE		RESPONSABILE DEI LAVORI:	
(Mandataria) 		VISTO: RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: <b>Ing. Marco Mancina (ANAS S.p.A.)</b>	
(Mandanti)     			
		PROTOCOLLO:	DATA:

N. ELABORATO:

R133

**CAPITOLO R – AMBIENTE**  
**CAPITOLO R1 – STUDIO IMPATTO AMBIENTALE**  
**STUDIO DI IMPATTO ATMOSFERICO – IN FASE DI ESERCIZIO**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	R133-T00_IA07_AMB_RE04_A_Studio di impatto atmosferico		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	CODICE ELAB. T00IA07AMBRE04	A	-
D					
C					
B					
A	EMISSIONE		Luglio 2023	-	-
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

## SOMMARIO

<b>INDICE DELLE FIGURE</b> .....	<b>2</b>
<b>INDICE DELLE TABELLE</b> .....	<b>3</b>
<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2 APPROCCIO METODOLOGICO</b> .....	<b>5</b>
<b>3 DATI DI PROGETTO</b> .....	<b>7</b>
3.1 AREA DELL'INTERVENTO.....	7
3.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	8
<b>4 STRUMENTI E SCENARI DI CALCOLO</b> .....	<b>9</b>
4.1 MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI .....	9
4.2 RICETTORI SENSIBILI .....	11
4.3 DOMINIO DI CALCOLO E COORDINATE DEI RICETTORI.....	13
4.4 OROGRAFIA DELL'AREA.....	15
4.5 BUILDING DOWNWASH .....	16
4.6 PARAMETRI METEOCLIMATICI .....	17
<b>5 VALUTAZIONE DELL'INCREMENTO DEGLI INQUINANTI</b> .....	<b>19</b>
5.1 INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE .....	19
5.2 EMISSION RATE IN INPUT AL MODELLO DI SIMULAZIONE .....	23
5.2.1 <i>Caratterizzazione del traffico</i> .....	23
5.2.2 <i>Calcolo degli Emission Rate</i> .....	28
5.2.3 <i>Riepilogo Emission Rate</i> .....	33
<b>6 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI</b> .....	<b>34</b>
<b>7 CONFRONTO CON I LIMITI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>35</b>
<b>8 CONFRONTO "ATTUALE TRACCIATO-NUOVO TRACCIATO"</b> .....	<b>36</b>
<b>9 CONCLUSIONI</b> .....	<b>38</b>
<b>ALLEGATI – SCHEDE DI SIMULAZIONE ED IMMAGINI DI RICADUTA "TRACCIATO ATTUALE" (ANTE OPERAM)</b> .....	<b>39</b>
ALL. 1A - POLVERI SOTTILI (PM <sub>10</sub> ) – TRACCIATO ATTUALE.....	39
ALL. 2A - POLVERI SOTTILI (PM <sub>2,5</sub> ) – TRACCIATO ATTUALE .....	45
ALL. 3A - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) – TRACCIATO ATTUALE.....	48
ALL. 4A - BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) – TRACCIATO ATTUALE .....	51
ALL. 5A – BENZENE – TRACCIATO ATTUALE .....	57
<b>ALLEGATI – SCHEDE DI SIMULAZIONE ED IMMAGINI DI RICADUTA "NUOVO TRACCIATO" (POST OPERAM)</b> .....	<b>60</b>
ALL. 1B - POLVERI SOTTILI (PM <sub>10</sub> ) – NUOVO TRACCIATO .....	60
ALL. 2B - POLVERI SOTTILI (PM <sub>2,5</sub> ) – NUOVO TRACCIATO.....	66
ALL. 3B - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) – NUOVO TRACCIATO .....	69
ALL. 4B - BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) – NUOVO TRACCIATO .....	72
ALL. 5B – BENZENE – NUOVO TRACCIATO .....	78

## Indice delle figure

Fig. 1 – Rilievo del sito in esame (Google Earth 2D).	7
Fig. 2 – Rilievo del sito in esame visto da NORD (Google Earth 3D).	8
Fig. 3 – Rilievo del sito in esame visto da SUD (Google Earth 3D).	8
Fig. 4 – Ricettori sensibili.	11
Fig. 5 – Dominio di calcolo e griglia dei ricettori.	14
Fig. 6 – Orografia dell'area.	15
Fig. 7 – Rappresentazione grafica del Building Downwash.	16
Fig. 8 – Rosa dei venti.	17
Fig. 9 – Distribuzione delle classi di vento.	17
Fig. 10 – Fornitura dati meteorologici.	18
Fig. 11 – Localizzazione delle sorgenti.	21
Fig. 12 – Andamento giornaliero del traffico veicolare.	24
Fig. 13 – Autoritratto veicoli Cat. 1 (motocicli).	25
Fig. 14 – Autoritratto veicoli Cat. 2 (autoveicoli).	26
Fig. 15 – Autoritratto veicoli Cat. 3 (veicoli pesanti).	27
Fig. 16 – Autoritratto veicoli Cat. 4 (autobus).	27
Fig. 17 – Emission rate veicoli di Cat. 1 (motocicli) – Tracciato esistente.	29
Fig. 18 – Emission rate veicoli di Cat. 2 (autovetture) – Tracciato esistente.	29
Fig. 19 – Emission rate veicoli di Cat. 3 (veicoli pesanti) – Tracciato esistente.	30
Fig. 20 – Emission rate veicoli di Cat. 4 (autobus) – Tracciato esistente.	30
Fig. 21 – Emission rate veicoli di Cat. 1 (motocicli) – Nuovo tracciato.	31
Fig. 22 – Emission rate veicoli di Cat. 2 (autovetture) – Nuovo tracciato.	31
Fig. 23 – Emission rate veicoli di Cat. 3 (veicoli pesanti) – Nuovo tracciato.	32
Fig. 24 – Emission rate veicoli di Cat. 4 (autobus) – Nuovo tracciato.	32
Fig. 25 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _24h tracciato attuale (proiezione Aermod View).	39
Fig. 26 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _24h tracciato attuale (proiezione 2D).	40
Fig. 27 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _24h tracciato attuale (proiezione 3D).	41
Fig. 28 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _Anno civile tracciato attuale (proiezione Aermod View).	42
Fig. 29 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _Anno civile tracciato attuale (proiezione 2D).	43
Fig. 30 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _Anno civile tracciato attuale (proiezione 3D).	44
Fig. 31 – Scheda ricaduta PM <sub>2,5</sub> _Anno civile tracciato attuale (proiezione Aermod View).	45
Fig. 32 – Scheda ricaduta PM <sub>2,5</sub> _Anno civile tracciato attuale (proiezione 2D).	46
Fig. 33 – Scheda ricaduta PM <sub>2,5</sub> _Anno civile tracciato attuale (proiezione 3D).	47
Fig. 34 – Scheda ricaduta CO_8h mobile tracciato attuale (proiezione Aermod View).	48
Fig. 35 – Scheda ricaduta CO_8h mobile tracciato attuale (proiezione 2D).	49
Fig. 36 – Scheda ricaduta CO_8h mobile tracciato attuale (proiezione 3D).	50
Fig. 37 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _1h tracciato attuale (proiezione Aermod View).	51
Fig. 38 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _1h tracciato attuale (proiezione 2D).	52
Fig. 39 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _1h tracciato attuale (proiezione 3D).	53
Fig. 40 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _Anno civile tracciato attuale (proiezione Aermod View).	54
Fig. 41 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _Anno civile tracciato attuale (proiezione 2D).	55
Fig. 42 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _Anno civile tracciato attuale (proiezione 3D).	56

Fig. 43 – Scheda ricaduta Benzene_Anno civile tracciato attuale (proiezione Aermod View).....	57
Fig. 44 – Scheda ricaduta Benzene_Anno civile tracciato attuale (proiezione 2D).....	58
Fig. 45 – Scheda ricaduta Benzene_Anno civile tracciato attuale (proiezione 3D).....	59
Fig. 46 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _24h nuovo tracciato (proiezione Aermod View).....	60
Fig. 47 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _24h nuovo tracciato (proiezione 2D).....	61
Fig. 48 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _24h nuovo tracciato (proiezione 3D).....	62
Fig. 49 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _Anno civile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).....	63
Fig. 50 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _Anno civile nuovo tracciato (proiezione 2D).....	64
Fig. 51 – Scheda ricaduta PM <sub>10</sub> _Anno civile nuovo tracciato (proiezione 3D).....	65
Fig. 52 – Scheda ricaduta PM <sub>2,5</sub> _Anno civile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).....	66
Fig. 53 – Scheda ricaduta PM <sub>2,5</sub> _Anno civile nuovo tracciato (proiezione 2D).....	67
Fig. 54 – Scheda ricaduta PM <sub>2,5</sub> _Anno civile nuovo tracciato (proiezione 3D).....	68
Fig. 55 – Scheda ricaduta CO_8h mobile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).....	69
Fig. 56 – Scheda ricaduta CO_8h mobile nuovo tracciato (proiezione 2D).....	70
Fig. 57 – Scheda ricaduta CO_8h mobile nuovo tracciato (proiezione 3D).....	71
Fig. 58 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _1h nuovo tracciato (proiezione Aermod View).....	72
Fig. 59 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _1h nuovo tracciato (proiezione 2D).....	73
Fig. 60 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _1h nuovo tracciato (proiezione 3D).....	74
Fig. 61 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _Anno civile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).....	75
Fig. 62 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _Anno civile nuovo tracciato (proiezione 2D).....	76
Fig. 63 – Scheda ricaduta NO <sub>2</sub> _Anno civile nuovo tracciato (proiezione 3D).....	77
Fig. 64 – Scheda ricaduta Benzene_Anno civile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).....	78
Fig. 65 – Scheda ricaduta Benzene_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 2D).....	79
Fig. 66 – Scheda ricaduta Benzene_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 3D).....	80

## Indice delle tabelle

Tab. 1 – Ricettori sensibili e distanze dalla sorgente.....	12
Tab. 2 – Dominio di calcolo e griglia dei ricettori.....	13
Tab. 3 – Coordinate del dominio e dei ricettori sensibili.....	14
Tab. 4 – Sorgenti di emissione.....	20
Tab. 5 – Parametri fisici e geometrici delle sorgenti.....	22
Tab. 6 – TGM S.S. 78 Sarnano-Amandola.....	23
Tab. 7 – Emission Rate cumulativi in input al modello di simulazione.....	33
Tab. 8 – Risultati della simulazione (S1 – Attuale tracciato).....	34
Tab. 9 – Risultati della simulazione (S2 - Nuovo tracciato).....	34
Tab. 10 – Valori limite per la qualità dell’aria (D.Lgs. 155/2010 – All. XI).....	35
Tab. 11 – Confronto concentrazioni di ricaduta “Nuovo tracciato” e “Tracciato esistente”.....	37

## 1 Premessa

Nella presente relazione tecnica è riportata la **Valutazione Previsionale dell'impatto sull'atmosfera** dovuto alle emissioni di sostanze inquinanti che si sviluppano durante le fasi di **"Transito dei veicoli lungo il nuovo tracciato della S.S. 78 Sarnano-Amandola – II° stralcio (post operam)**

Lo studio è teso a verificare la pressione esercitata sull'atmosfera dagli inquinanti emessi durante le fasi di utilizzo della nuova sede stradale (*post operam*) in relazione a quella attuale (*ante operam*)

La valutazione è stata condotta mediante simulazione effettuata, a partire dai dati di progetto, come di seguito descritto:

1. per caratterizzare le emissioni derivanti dal transito dei veicoli **sono stati impiegati specifici fattori di emissione**, riportati e descritti nei paragrafi che seguono;
2. per la simulazione di ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici è stato impiegato il modello di dispersione **"Gaussian Plume Air Dispersion Model" AERMOD VIEW Vers. 9.7.0** il cui codice di calcolo è stato elaborato dalla **US-EPA (United States - Environmental Protection Agency)**;
3. al fine di simulare cautelativamente le situazioni più acute di impatto, sono state stimate le **ricadute al suolo massime, in modalità "Short Term"** (concentrazione media su 1 – 24h), degli inquinanti.

## 2 Approccio metodologico

L'attività di supporto specialistico, oggetto della presente relazione tecnica, è relativa all'effettuazione di uno studio di modellistica diffusionale per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria prodotto dalle emissioni di sostanze inquinanti prodotte dal sito individuato in premessa.

L'obiettivo dello studio è la valutazione, per mezzo dell'applicazione di un opportuno modello di simulazione, della concentrazione degli inquinanti in aria ambiente (UNI 10964:2001 "Studi di impatto ambientale - Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria"; UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici"), caratteristici dell'emissione sia sul territorio circostante che in alcuni punti specifici, opportunamente individuati e ritenuti di particolare importanza per il territorio. Le fasi, secondo cui si è proceduto nell'elaborazione del presente studio, saranno:

### 1. Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali

- a. Il dominio di calcolo è stato individuato facendo riferimento alla localizzazione dell'impianto, oggetto del presente studio, dei potenziali recettori individuabili sul territorio (abitato urbano, recettori sensibili, ecc.);
- b. l'area sarà sufficientemente estesa da comprendere la porzione di territorio circostante all'impianto interessata dalla ricaduta degli inquinanti.

### 2. Acquisizione ed elaborazione delle informazioni relative alle emissioni

- a. I dati relativi alle caratteristiche chimico-fisiche e geometriche delle sorgenti, nonché della loro significatività in termini di cicli e durata di funzionamento, sono quelli dichiarati dalla committenza.

### 3. Individuazione di fattori di emissione specifici per ciascuna sorgente e calcolo dei flussi emissivi

- a. I fattori di emissione, individuati per ciascuna sorgente, vengono acquisiti da autorevoli studi in materia effettuati da enti ed istituti di ricerca sia nazionali che internazionali (US-EPA, ISPRA, ARPA, ecc.);
- b. I flussi di massa emessi da ciascuna sorgente vengono elaborati, a partire dai fattori di emissione, per mezzo di opportuni calcoli effettuati sulla base delle caratteristiche geometriche e chimico-fisiche delle sorgenti stesse;

#### **4. Acquisizione ed elaborazione dei dati meteorologici.**

- a. Le stazioni meteorologiche presenti nel dominio di calcolo considerato, o in prossimità di questo, sono state selezionate sulla base della rappresentatività spaziale rispetto all'area allo studio ed in base ai parametri meteorologici misurati;
- b. i dati meteorologici sono elaborati per predisporre una caratterizzazione meteo climatica dell'area in esame relativamente al periodo di riferimento considerato.

#### **5. Applicazione del codice numerico di dispersione degli inquinanti**

- a. Per l'attività oggetto del presente studio, sarà applicato il codice di dispersione AERMOD VIEW le cui caratteristiche sono riportate nel par. 4.1;
- b. predisposizione dei files di input al modello di dispersione per svolgere simulazioni che comprenderanno come arco temporale un anno solare di dati meteo;
- c. le simulazioni sono svolte, per tutte le sorgenti ed i parametri individuati, tenendo conto dei periodi di mediazione cui fanno riferimento i limiti imposti dalla normativa o dalle linee guida di settore;
- d. elaborazione delle schede di ricaduta dove vengono riportate le linee di isoconcentrazione all'interno del dominio di calcolo ed in specifici punti di controllo (ricettori) opportunamente individuati.

#### **6. Verifica e valutazione dei risultati ottenuti**

- a. Confronto dei risultati ottenuti per ciascun parametro con i limiti sulla qualità dell'aria imposti dalla normativa di settore;
- b. Valutazione dell'entità dell'impatto generato sulla qualità dell'aria della zona interessata all'interno del dominio di calcolo.

### 3 Dati di progetto

#### 3.1 Area dell'intervento

L'area oggetto d'intervento si trova lungo un tratto della S.S. 78 che collega Sarnano ad Amandola compreso tra i borghi di Cardagnano Alto e Montane. Si trova in alta collina (circa 500 m.s.l.m.) a ridosso delle pendici delle vette dei Monti Sibillini tra le Province di Macerata e Fermo.

Oltre agli abitati di Sarnano ed Amandola, nell'area d'intervento non sono presenti ulteriori agglomerati urbani, piuttosto piccoli borghi di alta collina (Cardagnano, Rustici, Montane, ecc.) e case sparse nelle vicine campagne.

L'area è interessata dal traffico lungo la S.S. 78 sia per spostamenti locali che di collegamento tra le due province, soprattutto per le forniture di beni e servizi dei piccoli paesi posti a ridosso della catena dei Sibillini. Nelle seguenti figure sono riportati dei rilievi ortofotografici della zona interessata con, evidenziata, l'area del sito in esame.

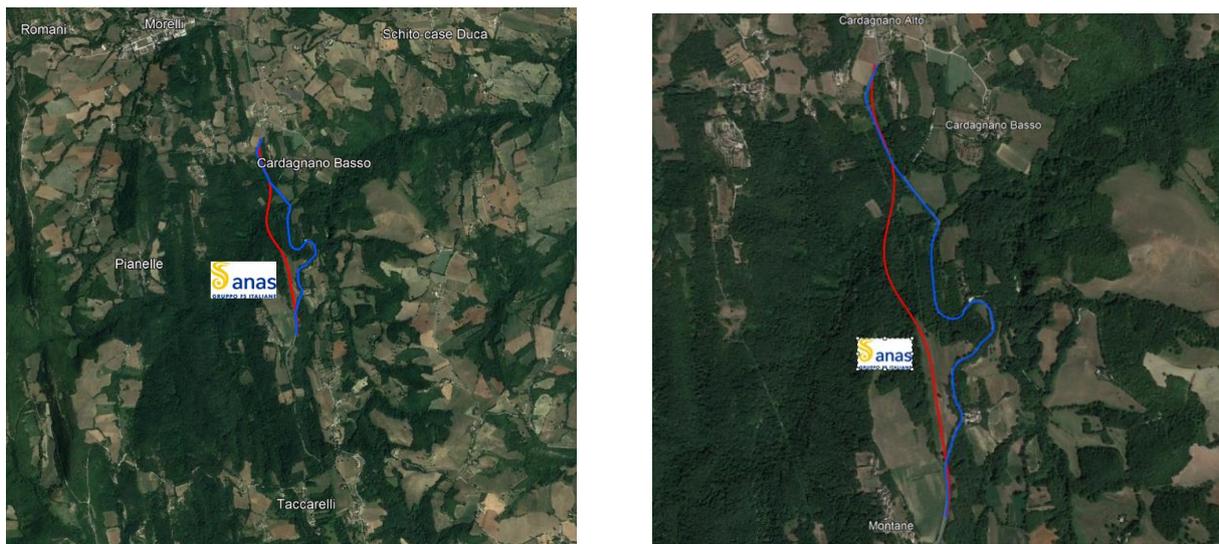


Fig. 1 – Rilievo del sito in esame (Google Earth 2D).

### 3.2 Descrizione dell'intervento

L'intervento consiste nella realizzazione della variante fuori sede che ricuce le due tratte già avviate dal primo stralcio, risolvendo così definitivamente la criticità dell'ansa di Montane. L'intervento si collega a nord alla rotonda già prevista subito dopo l'abitato di Cardagnano Alto (esclusa) e termina a sud sotto l'abitato di Montane, riconnettendosi al secondo tratto di intervento progettato nel primo stralcio.

La somma degli interventi del primo e del secondo stralcio viene così ad adeguare definitivamente un tratto di circa 4,0 km da Sarnano ad Amandola, risolvendo uno dei punti di maggiore criticità e minore sicurezza di questo itinerario.

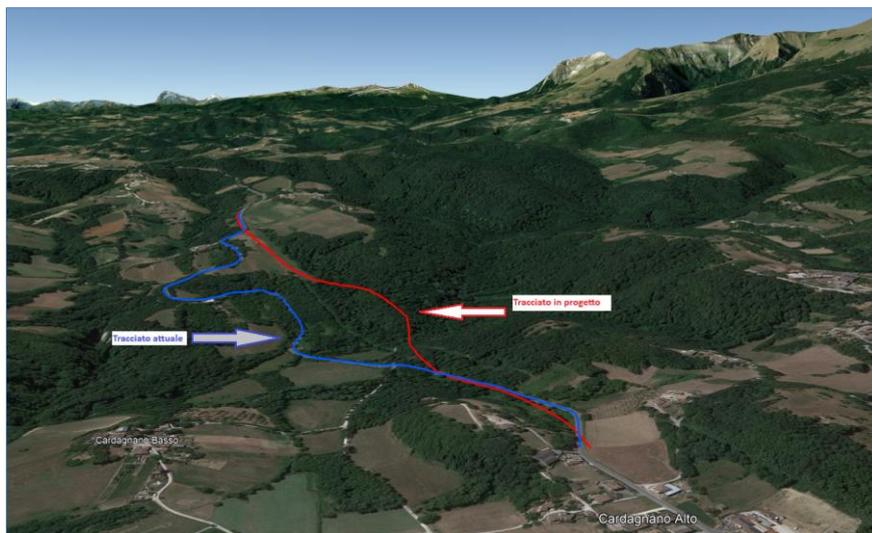


Fig. 2 – Rilievo del sito in esame visto da NORD (Google Earth 3D).

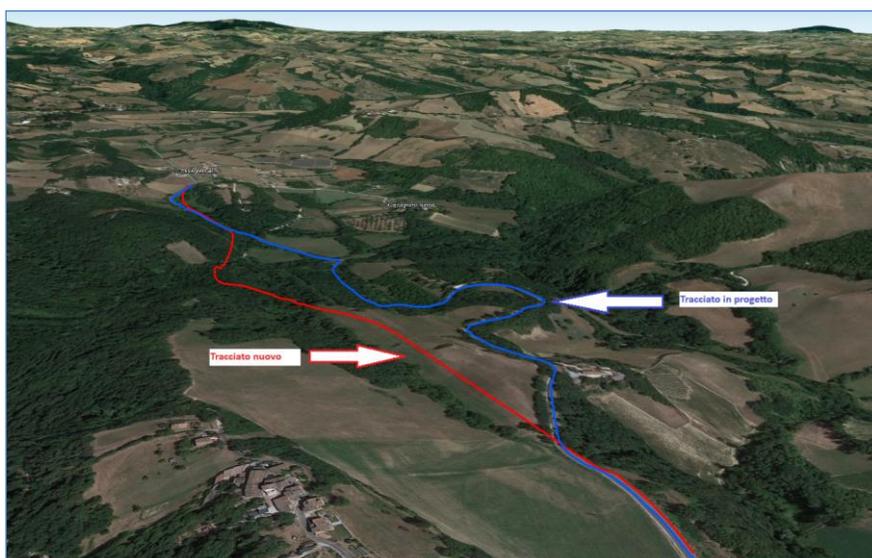


Fig. 3 – Rilievo del sito in esame visto da SUD (Google Earth 3D).

## 4 Strumenti e scenari di calcolo

### 4.1 Modello di dispersione degli inquinanti

Il codice **AERMOD** è stato sviluppato in ambito EPA dall'*American Meteorological Society (AMS)* – *Environmental Protection Agency (EPA) Regulatory Model Improvement Committee (AERMIC)* come evoluzione del modello gaussiano ISC3 ed attualmente figura tra i codici più noti ed utilizzati a livello nazionale e internazionale. Tale modello è stato riconosciuto come “Regulatory” nei protocolli EPA per la modellazione della dispersione atmosferica, in sostituzione di ISC3.

AERMOD è un modello di calcolo stazionario (*Steady-state*) in cui la dispersione in atmosfera dell'inquinante emesso da una sorgente viene simulata adottando una distribuzione gaussiana della concentrazione, sia nella direzione orizzontale che in quella verticale, se lo strato limite atmosferico è stabile. Se invece lo strato limite atmosferico è instabile, si è in presenza di meccanismi convettivi e il codice descrive la concentrazione in aria adottando una distribuzione gaussiana nella direzione orizzontale e una funzione densità di probabilità (p.d.f.) bigaussiana per la direzione verticale.

Per tale motivo AERMOD è ritenuto un modello ibrido di nuova generazione, dal momento che è in grado di descrivere in modo molto più rappresentativo gli effetti della turbolenza dello strato limite atmosferico che risultava invece una limitazione per i modelli gaussiani tradizionali (o di vecchia generazione).

Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emissive (puntuali, areali, volumiche) ed a ciascun tipo di sorgente fa corrispondere un diverso algoritmo per il calcolo della concentrazione.

Il modello calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza di recettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti e ne somma gli effetti. Poiché il modello è stazionario, **le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione** (generalmente un'ora). Il codice consente di effettuare due tipi di simulazioni:

- **“Short Term”**: fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere, quindi a breve termine, consentendo di individuare la peggior condizione possibile;
- **“Long-Term”**: tratta gli effetti dei rilasci prolungati nel tempo, al variare delle caratteristiche atmosferiche e meteorologiche, e fornisce le condizioni medie nell'intervallo di tempo considerato, generalmente un anno e quindi a lungo termine.

Il modello si avvale dell'utilizzo di altri codici per la pre-elaborazione dei dati di input e la post elaborazione dei dati di output:

- **preprocessore meteorologico AERMET**: consente di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi dello strato limite

atmosferico. Esso, pertanto, permette ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti sul trasporto e dispersione degli inquinanti;

- **preprocessore orografico AERMAP:** permette di raccogliere ed elaborare le caratteristiche e l'altimetria del territorio, consentendo l'applicazione di AERMOD a zone sia pianeggianti che a morfologia complessa.
- **postprocessore statistico PERCENT View:** permette di elaborare statisticamente le concentrazioni degli inquinanti fornite da AERMOD calcolandone i vari percentili, funzione fondamentale per la valutazione dell'impatto odorigeno.

AERMOD, dopo aver integrato le informazioni provenienti dai due preprocessori, calcola le concentrazioni al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera assumendo particolari ipotesi:

- nel caso di atmosfera stabile il codice suppone che l'inquinante diffonda nello spazio mantenendo una forma sia nella direzione orizzontale che verticale assimilabile ad una distribuzione gaussiana;
- nel caso di atmosfera convettiva la forma adottata dal codice per diffondere il pennacchio riflette la natura non gaussiana della componente verticale della velocità del vento.

AERMOD contiene, inoltre, particolari algoritmi in grado di tenere conto di determinate caratteristiche dello strato limite atmosferico ed è in grado di simulare il comportamento del pennacchio in diverse situazioni:

- calcola il **"Plume rise"**, ossia il sovrinnalzamento del pennacchio legato agli effetti di intrappolamento del pennacchio nei flussi turbolenti, sia di natura meccanica che convettiva, che tendono a manifestare una spinta discendente sottovento agli edifici eventualmente presenti vicino al camino e una spinta ascendente collegata ai flussi turbolenti diretti verso l'alto;
- simula la **"Buoyancy"**, ossia la spinta di galleggiamento del pennacchio legato alle differenze di densità e di temperatura del pennacchio rispetto all'aria esterna;
- è in grado di simulare i **"Plume lofting"**, cioè le porzioni di massa degli inquinanti che in situazioni convettive prima di diffondersi nello strato limite, tendono ad innalzarsi e a rimanere in prossimità del top dello strato limite;
- tiene conto della penetrazione del plume in presenza di inversioni termiche in quota;
- tiene conto del **"Building downwash"**, ossia dell'effetto di distorsione del flusso del pennacchio causato dalla presenza di edifici di notevoli dimensioni e la possibilità che tale distorsione trascini il pennacchio al suolo a causa delle turbolenze che si formano nella **Wake Region** (zona di turbolenza che si crea nella parte immediatamente posteriore ad un ostacolo causata dal flusso di aria passante sopra o intorno ad esso) o nella **Cavity Recirculation** (flusso vorticoso del vento che si genera immediatamente dopo un ostacolo).

## 4.2 Ricettori sensibili

Sebbene il modello restituisca le linee di isoconcentrazione per tutto il dominio considerato, sono stati comunque scelti alcuni ricettori sensibili specifici (vedi Fig. 4), in quanto ritenuti maggiormente esposti alla ricaduta degli inquinanti, sulla base dei seguenti criteri:

- tipologia del ricettore (edifici residenziali, locali ad uso collettivo, centri abitati, ecc.);
- caratteristiche morfologiche dell'area di studio;
- vicinanza al sito;
- esposizione alla circolazione delle masse d'aria sulla base dei dati meteorologici della zona interessata

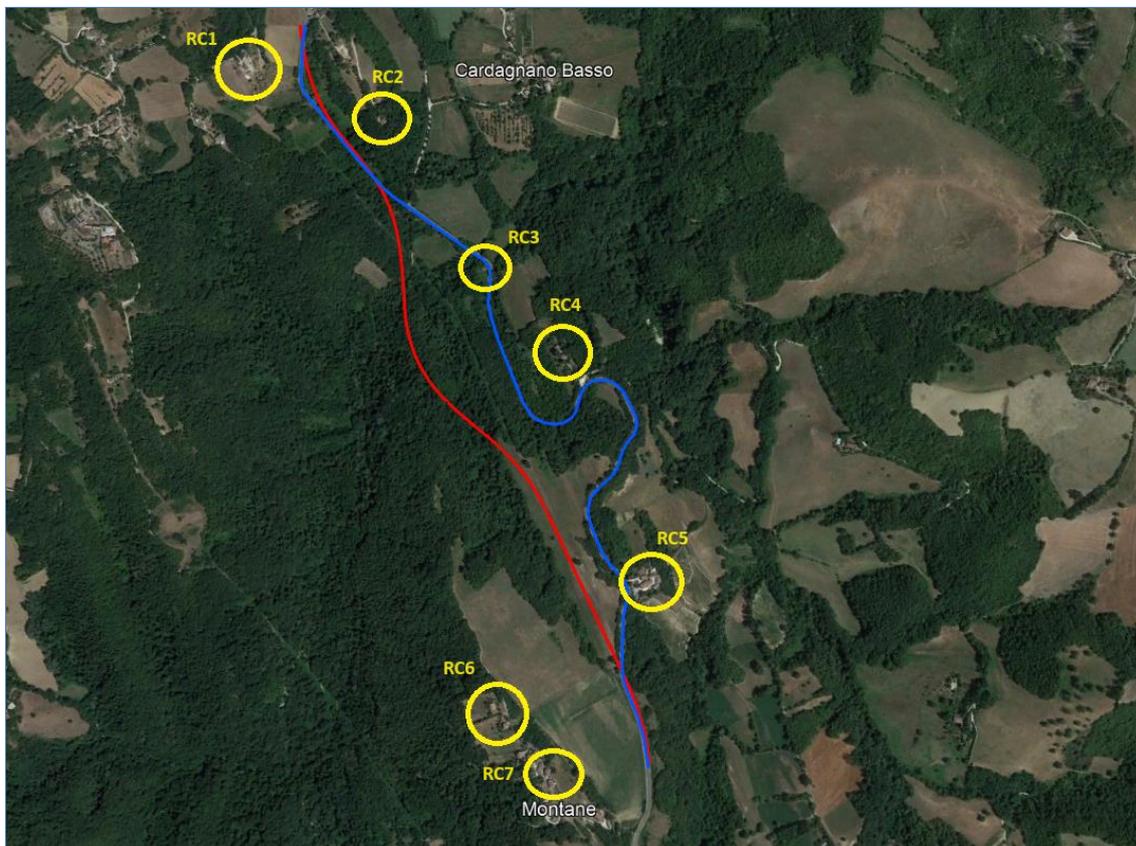


Fig. 4 –Ricettori sensibili.

I ricettori sensibili individuati nel presente studio sono stati scelti sulla base dei seguenti elementi:

- rosa dei venti (vedi Fig. 8): i venti spirano prevalentemente lungo l'asse E-O;
- tutti i ricettori si trovano sparsi nella lunghezza dei due tracciati stradali.

Si ribadisce, tuttavia, che **il modello di calcolo restituisce le concentrazioni di ricaduta in ogni nodo della maglia e calcola le linee di isoconcentrazione** (visualizzate nelle schede di ricaduta allegate alla presente) per la valutazione dell'impatto su qualsiasi nodo del dominio di calcolo. Si riporta di seguito la descrizione dei ricettori individuati.

Sigla	Descrizione
RC1	Piccolo borgo nelle vicinanze di Cardagnano alto a ridosso dell'inizio del nuovo tracciato
RC2	Edificio residenziale
RC3	Edificio residenziale posto sull'asse stradale del vecchio tracciato e vicino al campo base del cantiere
RC4	Edificio residenziale
RC5	Piccolo borgo di edifici residenziali
RC6	Piccolo borgo di edifici residenziali
RC7	Piccolo borgo di edifici residenziali

*Tab. 1 – Ricettori sensibili e distanze dalla sorgente*

### 4.3 Dominio di calcolo e coordinate dei ricettori

Il dominio di calcolo e la griglia dei ricettori su cui valutare le concentrazioni di ricaduta degli inquinanti sono stati definiti a seguito di alcuni approfondimenti:

1. Pre-screening dell'area di studio: è stato effettuato uno studio di massima che permettesse di individuare quale fosse l'area realmente interessata dai fenomeni di ricaduta. Questo passaggio permette di circoscrivere la porzione di territorio su cui concentrare lo studio, evitando inutili estensioni a porzioni di territorio interessate, poco o nulla, dagli effetti dell'intervento che si vuole realizzare;
2. Maglia dei ricettori e linee di isoconcentrazione: la contenuta estensione dell'area interessata dalle ricadute ha permesso di concentrare lo studio su una griglia di ricettori più fitta (100 m.), consentendo al modello di restituire linee di isoconcentrazione che fossero più "ravvicinate" e meglio rappresentative del fenomeno diffusivo;

Il dominio di calcolo è stato impostato per un'area quadrata, centrata nel "Reference Point" del modello. Le concentrazioni di ricaduta sono state valutate su una griglia di "punti ricettori", di estensione pari a quella del dominio, e calcolo puntuale sui ricettori individuati in par. 4.2.

Parametro	Valore	u.m.
Estensione dominio di calcolo	5x5	km
Estensione griglia ricettori	5x5	km
Risoluzione spaziale griglia (passo)	100	m
Punti di controllo	2601+7	n

**Tab. 2** – Dominio di calcolo e griglia dei ricettori.

Si riportano di seguito le coordinate dei principali elementi di input al modello.

Parametro	u.m.	X	Y	Sistema di riferimento	Datum
Dominio di calcolo (vertice SW)	m	360962,00 E	4761431,00 N	UTM 33 N	WGS84
Dominio di calcolo (vertice NE)	m	365962,00 E	4766431,0 N	UTM 33 N	WGS84
Reference Point	m	363462,00 E	4763931,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC1 Civile abitazione	m	362862,00 E	4764642,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC2 Civile abitazione	m	363149,00 E	4764522,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC3 Civile abitazione	m	363370,00 E	4764187,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC4 Civile abitazione	m	363540,00 E	4763972,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC5 Castello di Cassero	m	363705,00 E	4763476,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC6 Civile abitazione	m	363387,00 E	4763204,00 N	UTM 33 N	WGS84
RC7 Civile abitazione	m	363492,00 E	4763062,00 N	UTM 33 N	WGS84

Tab. 3 – Coordinate del dominio e dei ricettori sensibili.

AERMOD VIEW applica automaticamente una *buffer zone* di 500 m. intorno al dominio di modellazione.

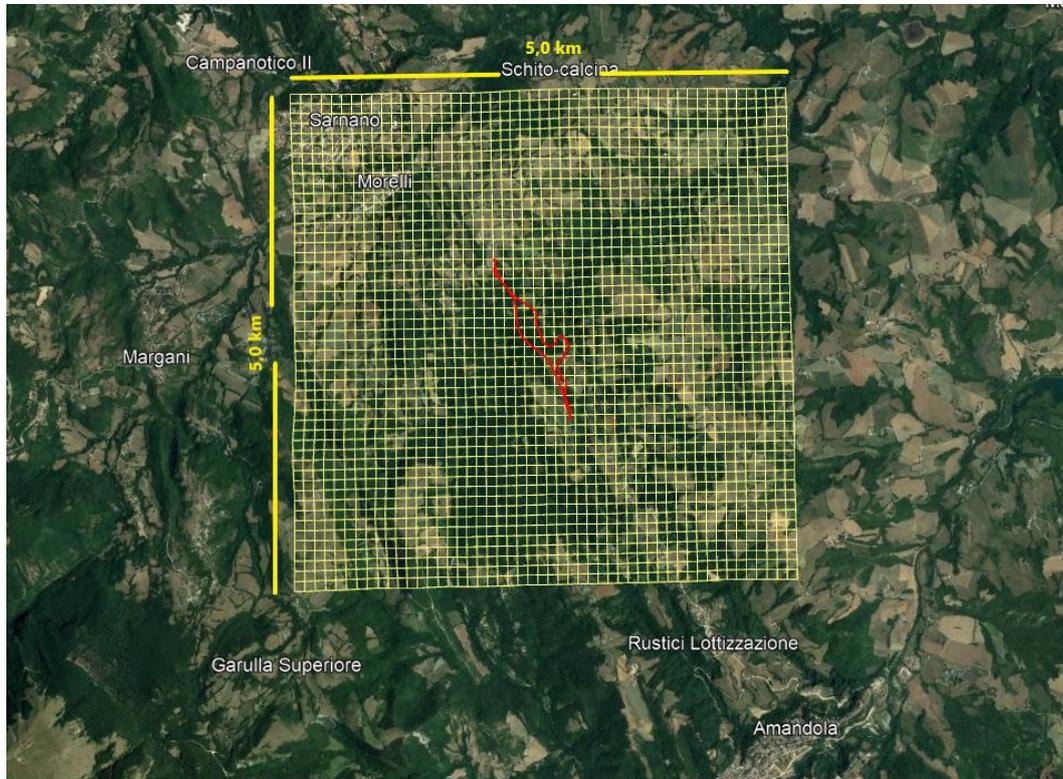


Fig. 5 – Dominio di calcolo e griglia dei ricettori.

#### 4.4 Orografia dell'area

Al fine di ottenere una più accurata ricostruzione dei fenomeni di diffusione degli inquinanti aerodispersi, si è provveduto ad introdurre nei calcoli il profilo orografico dell'area in esame.

Allo scopo è stato utilizzato il modello **DEM** (*Digital Elevation Model*) del profilo altimetrico **SRTM3** (*Shuttle Radar Topography Mission*) ricavato con tempo di campionamento di 3 arc-sec.

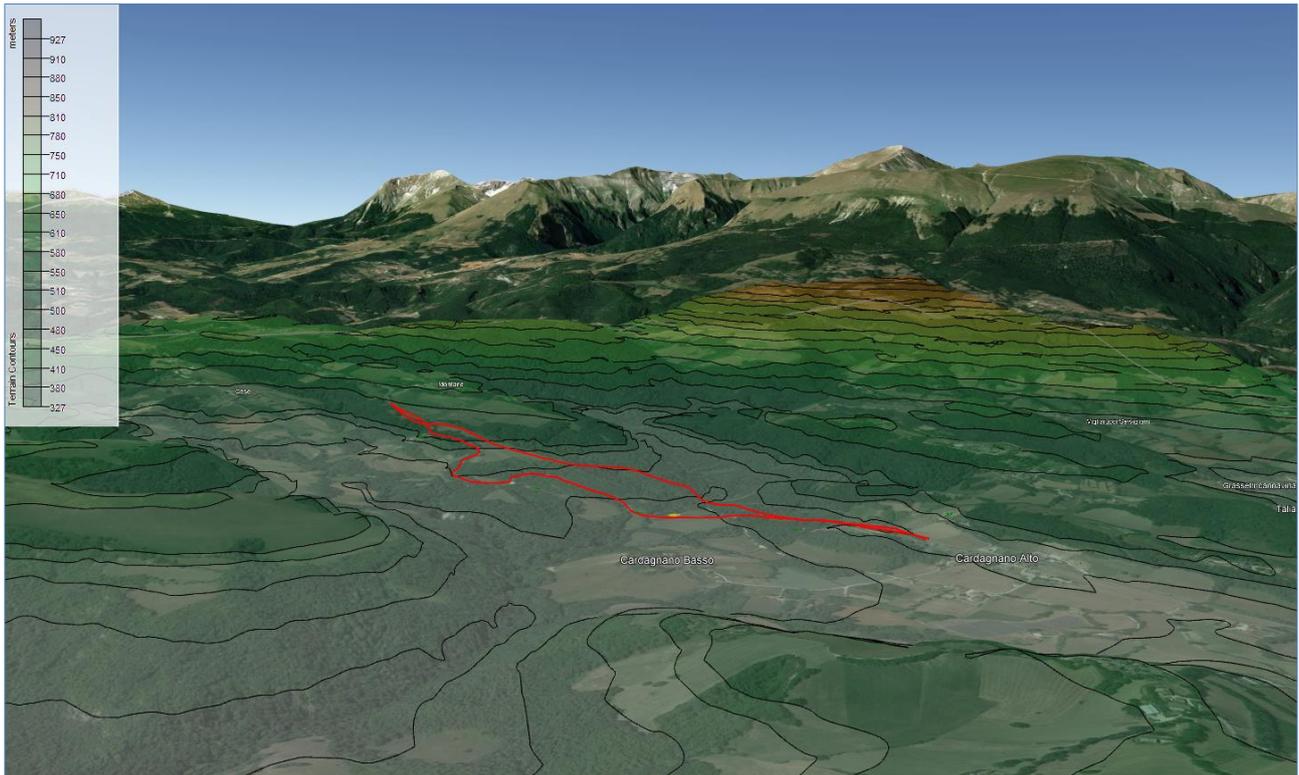


Fig. 6 – Orografia dell'area.

#### 4.5 Building Downwash

Il fenomeno indicato con il termine “*Building Downwash*” consiste nell’influenza che una struttura (edificio), posta sottovento vicino ad un camino e sufficientemente alta e/o larga, può esercitare sulla diffusione degli effluenti generando turbolenza meccanica. Esso può avere forte influenza perché tende ad intrappolare le esalazioni, determinando alti valori di concentrazione nei pressi della sorgente.

Per l’applicabilità dell’algoritmo di calcolo circa l’effetto *Building Downwash*, si è fatto riferimento al documento “*Indicazioni relative all’utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera*” pubblicato nel 2018 da **ARPA Lombardia**, secondo cui dovrebbe essere attivato se la minima delle altezze delle sorgenti di emissione rispetto al suolo è inferiore a 1,5 volte la massima delle altezze degli edifici circostanti il punto di emissione rispetto al suolo, ove per edificio si intende estensivamente qualunque manufatto o impianto (inclusi serbatoi, torri di lavaggio e apparecchiature in genere) all’interno dello stabilimento oppure all’esterno di esso entro un raggio di 200 m. dai punti di emissione.

Per valutare l’influenza sulla propagazione del *plume* di diffusione, AERMOD utilizza il criterio definito da **US-EPA** nel modello **BPIP** (*Building Profile Input Program*) che calcola, per ogni settore di provenienza del vento con ampiezza di 10°, i seguenti parametri:

$B_w$  = *direction-specific building widths*;

$B_h$  = *direction specific building heights*”.

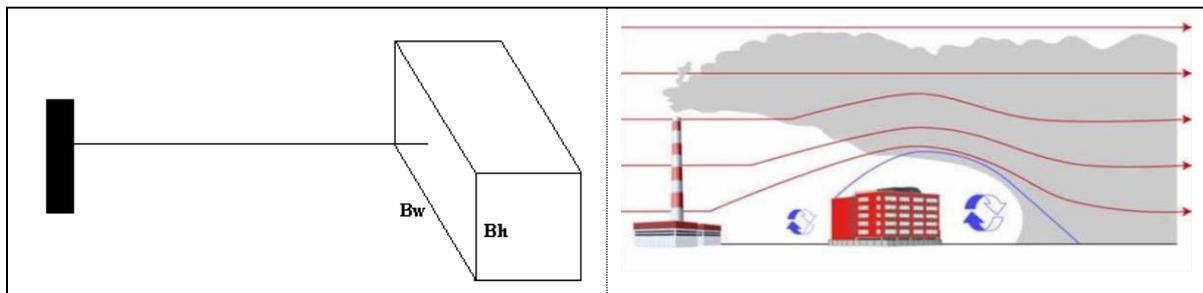


Fig. 7 – Rappresentazione grafica del *Building Downwash*.

Alla luce della scarsissima presenza di edifici, delle loro altezze e distribuzione nell’intorno dell’installazione, AERMOD View è stato settato **disabilitando** l’opzione che tiene conto dell’effetto “*Building Downwash*”.

#### 4.6 Parametri meteorologici

Il periodo temporale di simulazione considerato nel presente studio è riferito all'anno **2022**. I dati meteorologici necessari per la simulazione sono stati forniti da **“CISMA S.r.l. Società di Ingegneria”** di Bolzano. Essi sono stati forniti come **valori medi orari**, già compatibili con il modello Aermot View, per la caratterizzazione meteorologica di superficie (SFC-Surface Met Data) e del profilo verticale (PFL-Profile Met Data).

La loro elaborazione ha permesso di analizzare la distribuzione delle classi di velocità del vento e la sua direzione di **destinazione/provenienza (blowing to/from)** con le relative frequenze.

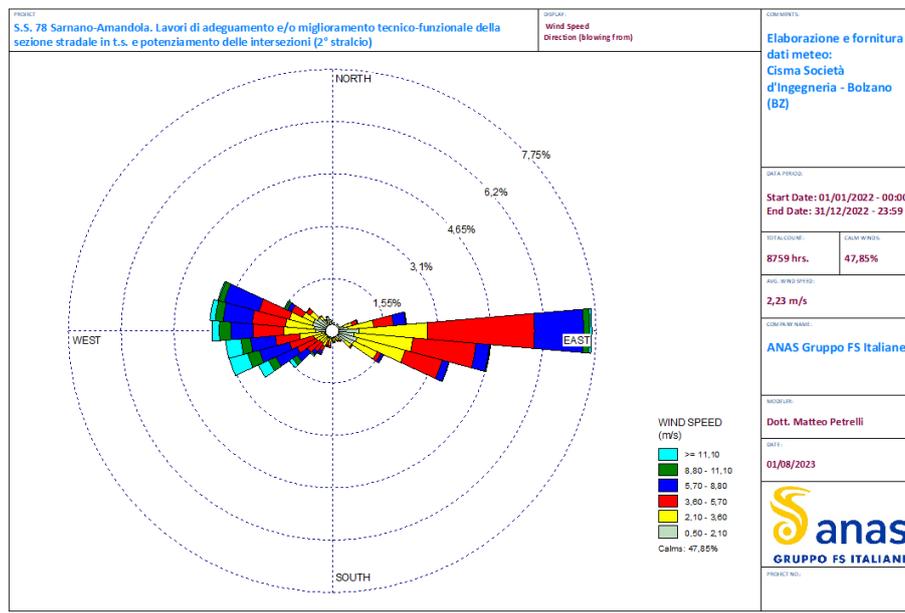


Fig. 8 – Rosa dei venti.

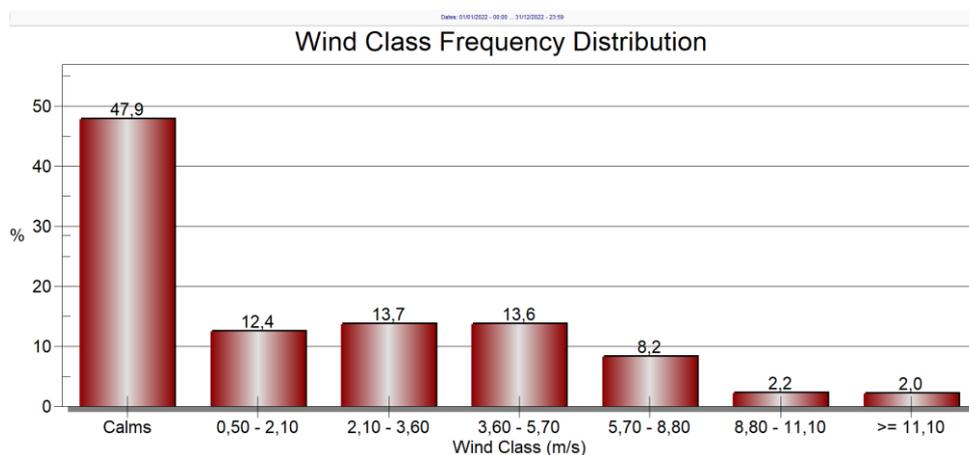


Fig. 9 – Distribuzione delle classi di vento.

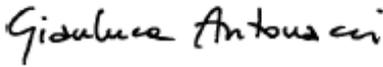
	<b>CISMA Srl - Società di Ingegneria</b> sede legale e operativa - NOI Techpark via Ipazia 2 - 39100 Bolzano +39 0471.1727086 P. IVA 02453250215	<b>www.cisma.it - info@cisma.it</b> sede operativa - Palazzo Stella via A. Degasperis 77 - 38123 Trento +39 0461.1637648 cisma@pec.cisma.bz.it
	Dott. Matteo Petrelli Via Gorizia n. 54 62012 Civitanova Marche (MC)	
Bolzano, 13 luglio 2023		
<b>Oggetto: fornitura di dati meteorologici elaborati.</b>		
<b>Descrizione</b> Fornitura di file di input per AERMOD (.PFL e .SFC) riferiti all'anno 2022 per il sito di: * Amandola (FM) Procedura: * Download dati grezzi stazione meteorologica di Bolognola Pintura (MC) * Richiesta dati radiosondaggio aeroporto Pratica di Mare (RM), sito di radiosondaggio più prossimo alla zona di interesse, per derivare il gradiente verticale in quota * Produzione di medie orarie (scalare per temperatura, umidità, pressione, precipitazione, radiazione solare; vettoriale per il vento) * Calcolo della copertura nuvolosa a partire dalla radiazione solare * Conversione in formato SFC+PFL per AERMOD		
<b>Quotazione e tempistiche</b>  Il tempo di consegna è di: * 4 gg lavorativi dal momento della conferma dell'incarico  La presente offerta ha validità di 30 gg.		
Per accettazione  	per CISMA srl Ing. Gianluca Antonacci  	

Fig. 10 – Fornitura dati meteorologici.

## 5 Valutazione dell'incremento degli inquinanti

### 5.1 Individuazione delle sorgenti di emissione

Al fine di poter effettuare una stima degli impatti prodotti dall'attività in esame è necessario, per ciascuna delle fasi, delle lavorazioni, delle tipologie di macchinario e delle rispettive modalità operative, individuare le sorgenti di emissione significative e poter disporre di specifici fattori di emissione.

Tali dati possono, in alcuni casi, essere determinati da un'analisi bibliografica, in altri, dai database disponibili o dai risultati d'indagini specifiche effettuate in situazioni simili.

Deve essere sottolineato che i fattori di emissione, qualora sufficientemente attendibili, sono utilizzati con lo scopo di caratterizzare le sorgenti stesse e determinarne, in prima approssimazione, le dimensioni degli ambiti d'impatto potenziale.

L'individuazione delle sorgenti e la determinazione dei fattori di emissione ad esse legati, richiede un'analisi dettagliata del processo di lavorazione e dei mezzi utilizzati.

Di seguito sono riportate le tipologie di **sorgenti ritenute significative**, per le quali è stato possibile effettuare delle ipotesi sulla definizione dei fattori di emissione.

Sigla	Sorgente	Provenienza	Inquinanti	Durata attività	Tipologia	Significatività
S1	Attuale tracciato della S.S. 78	Fumi di combustione dei veicoli in transito	PM <sub>10</sub> PM <sub>2,50</sub> CO NO <sub>2</sub> Benzene	14 h/g	Lineare	☒
S2	Nuovo tracciato della S.S. 78	Fumi di combustione dei veicoli in transito	PM <sub>10</sub> PM <sub>2,50</sub> CO NO <sub>2</sub> Benzene	14 h/g	Lineare	☒

**Tab. 4** – Sorgenti di emissione.

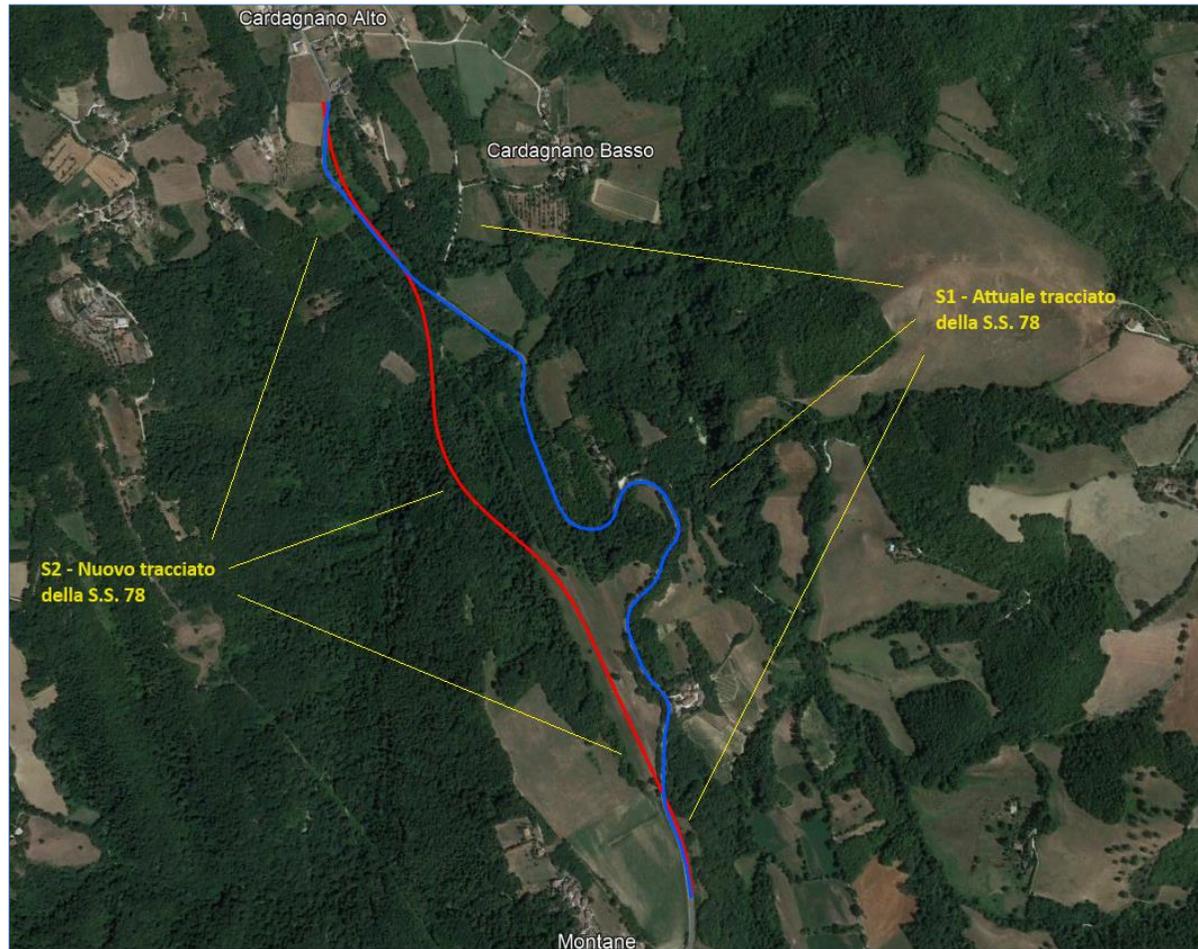


Fig. 11 – Localizzazione delle sorgenti.

Nella seguente tabella si riportano i parametri caratteristici di ciascuna sorgente.

Parametro	u.m.	S1	S2
		Attuale tracciato della S.S. 78	Nuovo tracciato della S.S. 78
Source Type	/	Line area	Line area
Dispersion Coefficient	/	Urban	Urban
Release Height	m	0,0	0,0
Total length	m	2.275,6	1.869,8

*Tab. 5 – Parametri fisici e geometrici delle sorgenti.*

## 5.2 Emission Rate in input al modello di simulazione

Gli elementi fondamentali per il calcolo degli *Emission Rate* di ciascuno degli inquinanti emessi dalla combustione dei carburanti nei motori dei veicoli in transito su di un asse stradale sono:

1. **caratteristiche del traffico** sia in termini quantitativi (analisi del traffico) che di parco circolante (categorie di veicoli, combustibili, ecc.);
2. **fattori di emissione** da associare a ciascuna categoria di veicoli, in funzione della sua rappresentanza nel parco circolante.

Nei successivi paragrafi verranno analizzati tali elementi che costituiscono il requisito base su cui poter calcolare i parametri oggetto di studio.

### 5.2.1 Caratterizzazione del traffico

La caratterizzazione del traffico è stata effettuata sulla base di:

- ✓ **Analisi del traffico** riportata nello “Studio di Prefattibilità ambientale” (par. 10.9.1);
- ✓ **Autoritratto ACI** relativo al 2022.

L’analisi del traffico è stata effettuata dal 24/05/2022 al 31/05/2022 mediante installazione di un apposito contatraffico posizionato nel punto in cui i due tracciati (esistente e nuovo) si biforcano per seguire ciascuno il proprio andamento, poco dopo l’abitato di Cardagnano basso. Sono state considerate le seguenti categorie di veicoli.

- ✓ Categoria 1: ciclomotori;
- ✓ Categoria 2: autovetture;
- ✓ Categoria 3: veicoli pesanti;
- ✓ Categoria 4: veicoli pesanti e lunghi (autobus).

Giorno	Cat. 1 <i>Ciclomotori</i>	Cat. 2 <i>Autovetture</i>	Cat. 3 <i>Veicoli pesanti</i>	Cat. 4 <i>Autobus</i>	Totale
24/05/2022	19	629	189	61	<b>898</b>
25/05/2022	57	1.406	485	200	<b>2.148</b>
26/05/2022	53	1.451	501	239	<b>2.244</b>
27/05/2022	51	1.429	415	208	<b>2.103</b>
28/05/2022	98	1.530	287	93	<b>2.008</b>
29/05/2022	178	1.192	94	30	<b>1.494</b>
30/05/2022	30	1.393	349	222	<b>1.994</b>
31/05/2022	22	704	229	126	<b>1.081</b>
<b>Totale</b>	<b>508</b>	<b>9.734</b>	<b>2.549</b>	<b>1.179</b>	<b>13.970</b>
<b>Media</b>	<b>64</b>	<b>1.217</b>	<b>319</b>	<b>147</b>	<b>1.747</b>

Tab. 6 – TGM S.S. 78 Sarnano-Amandola.

Dai dati rilevati emerge che il traffico è generalmente contenuto, con preponderanza di autovetture ed una significativa presenza di dei mezzi pesanti. Gli andamenti giornalieri sono pressoché stabili in tutti i giorni della settimana fatta eccezione per il week end in cui si registra un significativo incremento dovuto all'attrazione turistica dei luoghi circostanti.

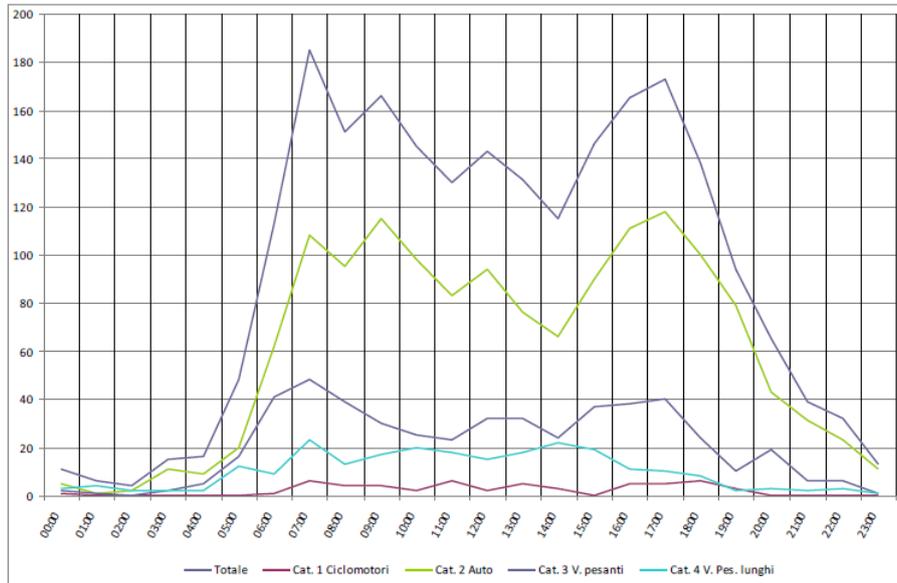


Fig. 12 – Andamento giornaliero del traffico veicolare.

Il grafico mette in evidenza come le ore più trafficate del giorno siano quelle di inizio mattina (dalle 06:00 alle 09:00) e quelle pomeridiane (dalle 16:00 alle 20:00). Durante la fascia notturna il traffico è pressoché nullo, per tale motivo i fattori di emissione verranno applicati nelle 14 ore della fascia diurna.

Non avendo contezza della tipologia di veicoli in termini di massa, carburante utilizzato, categoria di emissioni (direttive Euro), per la definizione di tali dati ci si è avvalsi del documento “Autoritratto 2022” messo a disposizione dall’Automobil Club Italia (ACI) quale strumento di rappresentazione del parco veicolare circolante sulle strade italiane. Il documento, contenente tutti i dati relativi alle differenti tipologie di veicoli, è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell’ente sulle informazioni tecnico-giuridiche dei veicoli circolanti. L’analisi sul traffico veicolare viene fatta suddividendo questo in diverse classi “COPERT” secondo la classificazione individuata da EMEP/EEA nel documento “*Air Pollutant Emission Inventory Guide Book*”. Il documento fornisce i dati in maniera aggregata per ambito territoriale di riferimento:

- ✓ area territoriale (area vasta, generalmente più regioni);
- ✓ regionale;
- ✓ provinciale;
- ✓ comunale.

Nel caso specifico dell'area di interesse, l'ambito a cui far riferimento è funzione del bacino di influenza dell'infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l'infrastruttura stessa "genera e attrae". Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla **suddivisione provinciale del parco veicolare (Province di Macerata e Fermo)**, essendo queste maggiormente rappresentative del traffico veicolare circolante sull'infrastruttura di analisi e sulla rete stradale di riferimento. Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

- ✓ autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- ✓ veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- ✓ veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- ✓ autobus.

Motocicli distinti per provincia e fascia di cilindrata. Anno 2022										
PROVINCIA	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	Non contemplato	Non definito	TOTALE
FERMO	fino a 125	2.240	736	304	860	298	259		17	<b>4.714</b>
	126 - 250	1.096	1.019	675	1.050	108	52		1	<b>4.001</b>
	251 - 750	1.891	823	1.096	1.998	779	440		4	<b>7.031</b>
	Oltre 750	523	518	365	1.269	575	295			<b>3.545</b>
	Non contemplato							56		<b>56</b>
<b>FERMO Totale</b>		<b>5.750</b>	<b>3.096</b>	<b>2.440</b>	<b>5.177</b>	<b>1.760</b>	<b>1.046</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>19.347</b>
MACERATA	fino a 125	5.488	1.417	535	1.786	660	526		11	<b>10.423</b>
	126 - 250	2.521	1.845	1.082	1.786	292	157		4	<b>7.687</b>
	251 - 750	3.702	1.526	1.953	3.931	1.549	1.015		1	<b>13.677</b>
	Oltre 750	851	810	662	2.424	1.322	680			<b>6.749</b>
	Non contemplato							105		<b>105</b>
	Non definito	3								<b>3</b>
<b>MACERATA Totale</b>		<b>12.565</b>	<b>5.598</b>	<b>4.232</b>	<b>9.927</b>	<b>3.823</b>	<b>2.378</b>	<b>105</b>	<b>16</b>	<b>38.644</b>

Fig. 13 – Autoritratto veicoli Cat. 1 (motocicli).

Autovetture distinte per provincia alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2022													
PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE	
FERMO	BENZINA	Fino a 1400	6.694	1.086	3.888	3.509	7.127	3.185	6.103		19	31.611	
		1401 - 2000	1.656	577	1.104	497	996	385	616		5	5.836	
		Oltre 2000	440	88	127	88	176	47	74		1	1.041	
			Non definito	1									1
		BENZINA Totale		8.791	1.751	5.119	4.094	8.299	3.617	6.793		25	38.489
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	481	73	192	131	1.800	1.193	2.785				6.655
		1401 - 2000	503	127	215	105	417	234	414				2.015
		Oltre 2000	33	12	8	9	33	4	2				101
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		1.017	212	415	245	2.250	1.431	3.201			8.771
	BENZINA E METANO	Fino a 1400	624	154	597	527	3.551	3.930	3.331			1	12.715
		1401 - 2000	398	147	334	287	570	36	33				1.805
		Oltre 2000	14	4	10	5	103	15					151
		BENZINA E METANO Totale		1.036	305	941	819	4.224	3.981	3.364		1	14.671
		ELETTRICITA	Non contemplato								320		320
		ELETTRICITA Totale									320		320
	GASOLIO	Fino a 1400	264	5	16	1.363	6.105	2.758	1.787				12.298
		1401 - 2000	1.088	293	1.898	5.267	7.919	7.732	12.996			1	37.174
		Oltre 2000	773	269	673	1.183	1.192	813	1.044				5.947
		GASOLIO Totale		2.105	567	2.587	7.813	15.216	11.303	15.827		1	55.419
	IBRIDO BENZINA	Fino a 1400						2	8	1.012			1.022
		1401 - 2000						1	49	883			933
		Oltre 2000						2	1	106			109
		IBRIDO BENZINA Totale						5	58	2.001			2.064
	IBRIDO GASOLIO	1401 - 2000							2	310			312
		Oltre 2000								98			98
			IBRIDO GASOLIO Totale							408			410
	METANO	Fino a 1400	6			1	4	313	1.232				1.556
1401 - 2000		13	1	5	26	577	244	575				1.441	
Oltre 2000		19	1	5	27	581	557	1.807				2.997	
	METANO Totale												
FERMO Totale			12.988	2.836	9.067	12.998	30.575	20.949	33.401	320	27	123.141	
MACERATA	BENZINA	Fino a 1400	11.384	2.017	6.786	6.254	12.137	5.847	11.331		39	55.795	
		1401 - 2000	2.912	1.070	1.953	851	1.737	657	1.277		11	10.468	
		Oltre 2000	643	153	241	174	337	65	155				1.768
			Non definito	1									1
		BENZINA Totale		14.940	3.240	8.980	7.279	14.211	6.569	12.763		50	68.032
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	596	82	193	214	2.838	1.830	4.280			1	10.034
		1401 - 2000	699	230	296	150	682	377	715			1	3.150
		Oltre 2000	51	13	39	32	77	5	3				220
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		1.346	325	528	396	3.597	2.212	4.998		2	13.404
	BENZINA E METANO	Fino a 1400	959	291	1.140	1.019	6.354	7.331	6.988				24.082
		1401 - 2000	646	281	657	500	1.245	82	78				3.489
		Oltre 2000	14	5	16	12	168	38					253
		BENZINA E METANO Totale		1.619	577	1.813	1.531	7.767	7.451	7.066			27.824
		ELETTRICITA	Non contemplato								605		605
		ELETTRICITA Totale									605		605
	GASOLIO	Fino a 1400	190	22	21	2.025	10.523	5.196	3.125			1	21.103
		1401 - 2000	1.180	441	2.907	8.370	13.753	14.698	26.058			1	67.408
		Oltre 2000	919	369	1.291	1.918	2.195	1.431	2.010			1	10.134
		GASOLIO Totale		2.289	832	4.219	12.313	26.471	21.325	31.193		3	98.645
	IBRIDO BENZINA	Fino a 1400						1	21	2.329			2.351
		1401 - 2000						8	76	1.696			1.780
		Oltre 2000						12	4	233			249
		IBRIDO BENZINA Totale						21	101	4.258			4.380
	IBRIDO GASOLIO	1401 - 2000							12	689			701
		Oltre 2000							2	167			169
			IBRIDO GASOLIO Totale							856			870
	METANO	Fino a 1400	17	1		1	1	819	3.266				4.105
1401 - 2000		10		5	57	1.097	540	1.301				3.010	
Oltre 2000						2						2	
	METANO Totale		27	1	5	58	1.100	1.359	4.567			7.117	
ALTRE	Fino a 1400	2										2	
	Oltre 2000	2										2	
		ALTRE Totale										4	
NON DEFINITO	Fino a 1400				1							1	
	Oltre 2000											2	
		NON DEFINITO Totale										3	
MACERATA Totale			20.223	4.975	15.545	21.578	53.167	39.031	65.701	605	57	220.882	

Fig. 14 – Autoritratto veicoli Cat. 2 (autoveicoli).

Veicoli industriali pesanti distinti per provincia alimentazione e tipologia. Anno 2022													
PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE	
FERMO	BENZINA	Oltre 3,5	7									7	
	BENZINA Totale		7									7	
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	3									3	
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		3									3	
	ELETTRICITA'	Non contemplato									27	27	
	ELETTRICITA' Totale										27	27	
	GASOLIO	3,6 - 7,5	341	67	103	109	35	64	33			2	754
		7,6 - 12	202	42	89	99	8	26	34			1	501
		12,1 - 14	37	12	7	13	1	4	8			1	83
		14,1 - 20	92	30	58	75	8	30	57			2	352
		20,1 - 26	203	51	101	121	15	82	157				730
		26,1 - 28	1	1					1	11			14
		28,1 - 32	1	5	15	47	6	21	21				116
		Oltre 32	5	1	1	1				1			9
	GASOLIO Totale		882	209	374	465	73	228	322			6	2.559
	METANO	Oltre 3,5							3	3			6
	METANO Totale								3	3			6
ALTRE	Oltre 3,5								1			1	
ALTRE Totale									1			1	
<b>FERMO Totale</b>			892	209	374	465	73	231	326	27	6	<b>2.603</b>	
MACERATA	BENZINA	Oltre 3,5	14		1							15	
	BENZINA Totale		14		1							15	
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	3									3	
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		3									3	
	BENZINA E METANO	Oltre 3,5				1			1			2	
	BENZINA E METANO Totale					1			1			2	
	ELETTRICITA'	Non contemplato									54	54	
	ELETTRICITA' Totale										54	54	
	GASOLIO	3,6 - 7,5	615	107	254	285	108	114	72			2	1.557
		7,6 - 12	452	109	190	210	42	103	99			2	1.207
		12,1 - 14	104	12	17	23	4	13	26				199
		14,1 - 20	192	77	126	154	41	102	82				774
		20,1 - 26	437	110	229	299	38	225	341			1	1.680
		26,1 - 28	3			1			37				41
		28,1 - 32	3	8	45	125	14	75	85				355
		Oltre 32	7	1	1	2	2		5				18
	GASOLIO Totale		1.813	424	862	1.099	249	632	747			5	5.831
METANO	Oltre 3,5							1	10			11	
METANO Totale								1	10			11	
<b>MACERATA Totale</b>			1.830	424	863	1.100	249	633	758	54	5	<b>5.916</b>	

Fig. 15 – Autoritratto veicoli Cat. 3 (veicoli pesanti).

Autobus distinti per provincia e uso. Anno 2022											
PROVINCIA	USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
FERMO	Noleggio	32	18	31	25	1	19	36			162
	Privato	30	15	37	24	4	6	8			124
	Pubblico	22	5	17	50	12	46	62			214
	Altri usi	8		2				1			11
<b>FERMO Totale</b>		92	38	87	99	17	71	107			<b>511</b>
MACERATA	Noleggio	12	8	32	27	10	37	108			234
	Privato	21	3	27	29	11	13	12			116
	Pubblico	8	3	54	96	17	115	137			430
	Altri usi						3				3
	Non contemplato								1		1
<b>MACERATA Totale</b>		41	14	113	152	38	168	257	1		<b>784</b>

Fig. 16 – Autoritratto veicoli Cat. 4 (autobus).

### 5.2.2 Calcolo degli Emission Rate

Per il calcolo delle emissioni in atmosfera derivanti dalla combustione dei carburanti nei motori dei mezzi d'opera è stata utilizzata la **“Banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia 2020<sup>1</sup>”** elaborata da ISPRA in ambito **“SINANet – Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale”**, le cui stime sono state elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali). I fattori di emissione sono calcolati sia rispetto ai km percorsi che rispetto ai consumi dei carburanti (contenuto energetico), con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l'ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i parametri utilizzati per il calcolo ed il risultato dell'*Emission Rate* in input al modello, calcolati sulla base delle seguenti ipotesi ed assunzioni:

- ✓ il fattore di emissione utilizzato è quello relativo alle emissioni per km di percorso;
- ✓ per ciascuna direttiva euro, è stato considerato, con approccio estremamente cautelativo, il fattore di emissione più elevato tra i segmenti della categoria di veicoli che si sta analizzando (es: categoria motocili, segmento motori a 2 tempi cilindrata 50 cc., segmento motori a 2 tempi cilindrata > 50 cc., segmento motori a 4 tempi < 750 cc., ecc.);
- ✓ la lunghezza del tratto stradale è quella specifica del tratto stesso che si sta analizzando (tracciato attuale e nuovo tracciato della S.S. 78);
- ✓ il periodo emissivo a cui applicare i fattori di emissione è quello che va dalle 06:00 alle 20:00, per una durata di 14 ore giornaliere;
- ✓ i dati del TGM utilizzati per il tracciato esistente e quello nuovo sono i medesimi descritti al paragrafo precedente.

Di seguito si riportano le schermate dei fogli di calcolo utilizzati per determinare l'emissione rate.

<sup>1</sup> Metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici basata sull'EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019, coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra. Elaborazione dati tramite software "COBERT version 5.5.1" coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente

Ciclomotori - Cat. 1	Parametro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Totale
Ripartizione veicoli (file autoritratto)		31,6%	15,0%	11,5%	26,0%	9,6%	5,9%	
n. veicoli		20	10	7	17	6	4	64
f.e ISPRAS Trasporti stradali in Italia (g/km)	PM <sub>10</sub>	0,098790961	0,048581031	0,027781002	0,01854983	0,014839419	0,014839419	
<i>è stato considerato il f.e. medio per ciascun parametro e ciascuna tipologia di veicoli</i>	PM <sub>2,5</sub>	0,093313731	0,043109719	0,02230969	0,013078518	0,009368106	0,009368106	
	CO	17,46863054	9,434569403	4,292268498	1,645188739	1,30530309	1,284753299	
	NO <sub>2</sub>	0,007067118	0,008553297	0,00630089	0,00501119	0,001409274	0,00105281	
	NOx	0,176677962	0,213832421	0,157522255	0,125279749	0,035231847	0,026320246	
	Benzene	0,047310246	0,020181856	0,011313115	0,006095004	0,003335474	0,002468345	
Lunghezza tratto stradale (m)		<b>2.275,6</b>						
	PM <sub>10</sub>	4,5	1,1	0,4	0,7	0,2	0,1	
	PM <sub>2,5</sub>	4,2	1,0	0,4	0,5	0,1	0,1	
Emissioni (grammi/giorno)	CO	795,0	214,7	68,4	63,6	17,8	11,7	
	NO <sub>2</sub>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	
	NOx	8,0	4,9	2,5	4,8	0,5	0,2	
	Benzene	2,2	0,5	0,2	0,2	0,0	0,0	
periodo emissivo (h/g)								
<i>sono considerate 14 h/g dalle 06:00 alle 20:00 come mostra il grafico dello studio di prefattibilità</i>		<b>14</b>						
Emission Rate (g/s)	PM <sub>10</sub>	8,92E-05	2,19E-05	8,78E-06	1,42E-05	4,02E-06	2,68E-06	1,41E-04
	PM <sub>2,5</sub>	8,43E-05	1,95E-05	7,05E-06	1,00E-05	2,54E-06	1,69E-06	1,25E-04
	CO	1,58E-02	4,26E-03	1,36E-03	1,26E-03	3,54E-04	2,32E-04	2,32E-02
	NO <sub>2</sub>	6,38E-06	3,86E-06	1,99E-06	3,85E-06	3,82E-07	1,90E-07	1,67E-05
	NOx	1,60E-04	9,65E-05	4,98E-05	9,62E-05	9,54E-06	4,75E-06	4,16E-04
	Benzene	4,27E-05	9,11E-06	3,58E-06	4,68E-06	9,04E-07	4,46E-07	6,14E-05

Fig. 17 – Emission rate veicoli di Cat. 1 (motocicli) – Tracciato esistente.

Autovetture - Cat. 2	Parametro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6 (a/b/c/d)	Totale
Ripartizione veicoli (file autoritratto)		9,6%	2,3%	7,2%	10,1%	24,3%	17,4%	29,2%	
n. veicoli		117	28	87	122	296	212	355	1.217
f.e ISPRAS Trasporti stradali in Italia (g/km)	PM <sub>10</sub>	0,224353736	0,059358288	0,049557903	0,042443947	0,038035785	0,021424222	0,021267946	
<i>è stato considerato il f.e. medio per ciascun parametro e ciascuna tipologia di veicoli</i>	PM <sub>2,5</sub>	0,213469631	0,048595147	0,039072543	0,03241334	0,02845693	0,011997465	0,011841189	
	CO	0,678331929	1,948921675	1,115570408	0,959511422	0,364754867	0,348560149	0,324611247	
	NO <sub>2</sub>	0,07146009	0,042817076	0,040808216	0,094151034	0,152651395	0,105914607	0,071622685	
	NOx	0,649637179	0,525521763	0,453142266	0,424876176	0,306644853	0,284754005	0,258712299	
	Benzene	0,003111751	0,014453965	0,007237003	0,00353144	0,001988455	0,001638808	0,001607429	
Lunghezza tratto stradale (m)		<b>2.275,6</b>							
	PM <sub>10</sub>	59,7	3,8	9,8	11,8	25,6	10,3	17,2	
	PM <sub>2,5</sub>	56,8	3,1	7,7	9,0	19,2	5,8	9,6	
Emissioni (grammi/giorno)	CO	180,6	124,2	220,9	266,4	245,7	168,2	262,2	
	NO <sub>2</sub>	19,0	2,7	8,1	26,1	102,8	51,1	57,9	
	NOx	173,0	33,5	89,7	118,0	206,5	137,4	209,0	
	Benzene	0,8	0,9	1,4	1,0	1,3	0,8	1,3	
periodo emissivo (h/g)									
<i>sono considerate 14 h/g dalle 06:00 alle 20:00 come mostra il grafico dello studio di prefattibilità</i>		<b>14</b>							
Emission Rate (g/s)	PM <sub>10</sub>	1,19E-03	7,50E-05	1,95E-04	2,34E-04	5,08E-04	2,05E-04	3,41E-04	2,74E-03
	PM <sub>2,5</sub>	1,13E-03	6,14E-05	1,53E-04	1,79E-04	3,80E-04	1,15E-04	1,90E-04	2,21E-03
	CO	3,58E-03	2,46E-03	4,38E-03	5,29E-03	4,87E-03	3,34E-03	5,20E-03	2,91E-02
	NO <sub>2</sub>	3,77E-04	5,41E-05	1,60E-04	5,19E-04	2,04E-03	1,01E-03	1,15E-03	5,31E-03
	NOx	3,43E-03	6,64E-04	1,78E-03	2,34E-03	4,10E-03	2,73E-03	4,15E-03	1,92E-02
	Benzene	1,64E-05	1,83E-05	2,84E-05	1,95E-05	2,66E-05	1,57E-05	2,58E-05	1,51E-04

Fig. 18 – Emission rate veicoli di Cat. 2 (autovetture) – Tracciato esistente.

Veicoli pesanti - Cat. 3	Parametro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6 a/b/c	Totale
		34,3%	8,0%	14,4%	17,9%	2,8%	8,9%	13,7%	
		109	26	46	57	9	28	44	319
f.e ISPRAS Trasporti stradali in Italia (g/km)	PM <sub>10</sub>	0,467596558	0,368559031	0,257300462	0,228081754	0,120828602	0,116598452	0,091964494	
	PM <sub>2,5</sub>	0,425714401	0,326676874	0,215536993	0,186407632	0,080020276	0,076180408	0,051546451	
è stato considerato il f.e. medio per ciascun parametro e ciascuna tipologia di veicoli	CO	2,260577077	1,710138289	1,504803248	1,648756561	0,695313253	1,150499976	0,117725462	
	NO <sub>2</sub>	1,181017467	0,804120715	0,857257958	0,86604085	0,594373877	0,230252085	0,017877454	
	NOx	10,73652243	7,310188322	7,793254166	6,186006072	4,245527694	2,302520851	0,178774538	
	Benzene	0,000380832	0,000266633	0,000165923	0,000150369	2,55429E-05	2,14213E-05	1,45815E-05	
Lunghezza tratto stradale (m)		<b>2.275,6</b>							
	PM <sub>10</sub>	116,0	21,8	26,9	29,6	2,5	7,4	9,2	
	PM <sub>2,5</sub>	105,6	19,3	22,6	24,2	1,6	4,9	5,2	
Emissioni (grammi/giorno)	CO	560,7	101,2	157,5	213,9	14,2	73,3	11,8	
	NO <sub>2</sub>	292,9	47,6	89,7	112,3	12,2	14,7	1,8	
	NOx	2.663,1	432,5	815,8	802,4	87,0	146,7	17,9	
	Benzene	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
periodo emissivo (h/g) sono considerate 14 h/g dalle 06:00 alle 20:00 come mostra il grafico dello studio di prefattibilità		<b>14</b>							
	PM <sub>10</sub>	2,30E-03	4,33E-04	5,34E-04	5,87E-04	4,91E-05	1,47E-04	1,83E-04	4,23E-03
	PM <sub>2,5</sub>	2,10E-03	3,83E-04	4,48E-04	4,80E-04	3,25E-05	9,63E-05	1,02E-04	3,64E-03
	CO	1,11E-02	2,01E-03	3,13E-03	4,24E-03	2,83E-04	1,45E-03	2,34E-04	2,25E-02
	NO <sub>2</sub>	5,81E-03	9,44E-04	1,78E-03	2,23E-03	2,42E-04	2,91E-04	3,55E-05	1,13E-02
	NOx	5,28E-02	8,58E-03	1,62E-02	1,59E-02	1,73E-03	2,91E-03	3,55E-04	9,85E-02
	Benzene	1,87E-06	3,13E-07	3,45E-07	3,87E-07	1,04E-08	2,71E-08	2,90E-08	2,99E-06

Fig. 19 – Emission rate veicoli di Cat. 3 (veicoli pesanti) – Tracciato esistente.

Autobus - Cat. 4	Parametro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6 a/b/c	Totale
Ripartizione veicoli (file autoritratto)		10,3%	4,0%	15,4%	19,4%	4,2%	18,5%	28,3%	
n. veicoli		15	6	23	28	6	27	42	147
f.e ISPRAS Trasporti stradali in Italia (g/km)	PM <sub>10</sub>	0,578713652	0,405397085	0,271263414	0,250191423	0,132156588	0,13667433	0,097411755	
	PM <sub>2,5</sub>	0,534695958	0,360161028	0,226027357	0,204996849	0,087640752	0,094014589	0,054752014	
è stato considerato il f.e. medio per ciascun parametro e ciascuna tipologia di veicoli	CO	2,998847976	2,523963116	1,913766873	1,966107371	0,896705705	1,452769233	0,157156496	
	NO <sub>2</sub>	1,394346364	0,926636304	0,985877257	1,01769952	0,67028681	0,329392218	0,023348917	
	NOx	12,67587604	9,173966397	9,644338701	7,779486367	4,994578941	3,293922185	0,233489172	
	Benzene	0,000523419	0,000301742	0,000196951	0,000183249	3,02357E-05	2,64381E-05	1,81841E-05	
Lunghezza tratto stradale (m)		<b>2.275,6</b>							
	PM <sub>10</sub>	19,8	5,5	14,2	15,9	1,8	8,4	9,3	
	PM <sub>2,5</sub>	18,3	4,9	11,8	13,1	1,2	5,8	5,2	
Emissioni (grammi/giorno)	CO	102,4	34,5	100,2	125,3	12,2	89,3	15,0	
	NO <sub>2</sub>	47,6	12,7	51,6	64,8	9,2	20,2	2,2	
	NOx	432,7	125,3	504,8	495,7	68,2	202,4	22,3	
	Benzene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
periodo emissivo (h/g) sono considerate 14 h/g dalle 06:00 alle 20:00 come mostra il grafico dello studio di prefattibilità		<b>14</b>							
	PM <sub>10</sub>	3,92E-04	1,10E-04	2,82E-04	3,16E-04	3,58E-05	1,67E-04	1,85E-04	1,49E-03
	PM <sub>2,5</sub>	3,62E-04	9,76E-05	2,35E-04	2,59E-04	2,37E-05	1,15E-04	1,04E-04	1,20E-03
	CO	2,03E-03	6,84E-04	1,99E-03	2,49E-03	2,43E-04	1,77E-03	2,98E-04	9,50E-03
	NO <sub>2</sub>	9,44E-04	2,51E-04	1,02E-03	1,29E-03	1,82E-04	4,02E-04	4,43E-05	4,13E-03
	NOx	8,58E-03	2,49E-03	1,00E-02	9,83E-03	1,35E-03	4,02E-03	4,43E-04	3,67E-02
	Benzene	3,54E-07	8,17E-08	2,05E-07	2,32E-07	8,19E-09	3,22E-08	3,45E-08	9,47E-07

Fig. 20 – Emission rate veicoli di Cat. 4 (autobus) – Tracciato esistente.

Ciclomotori - Cat. 1	Parametro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Totale
Ripartizione veicoli (file autoritratto)		31,6%	15,0%	11,5%	26,0%	9,6%	5,9%	
n. veicoli		20	10	7	17	6	4	64
	PM <sub>10</sub>	0,098790961	0,048581031	0,027781002	0,01854983	0,014839419	0,014839419	
	PM <sub>2,5</sub>	0,093313731	0,043109719	0,02230969	0,013078518	0,009368106	0,009368106	
f.e ISPRAS Trasporti stradali in Italia (g/km) è stato considerato il f.e. medio per ciascun parametro e ciascuna tipologia di veicoli	CO	17,46863054	9,434569403	4,292268498	1,645188739	1,30530309	1,284753299	
	NO <sub>2</sub>	0,007067118	0,008553297	0,00630089	0,00501119	0,001409274	0,00105281	
	NOx	0,176677962	0,213832421	0,157522255	0,125279749	0,035231847	0,026320246	
	Benzene	0,047310246	0,020181856	0,011313115	0,006095004	0,003335474	0,002468345	
Lunghezza tratto stradale (m)	<b>1.869,8</b>							
	PM <sub>10</sub>	3,7	0,9	0,4	0,6	0,2	0,1	
	PM <sub>2,5</sub>	3,5	0,8	0,3	0,4	0,1	0,1	
Emissioni (grammi/giorno)	CO	653,3	176,4	56,2	52,3	14,6	9,6	
	NO <sub>2</sub>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	
	NOx	6,6	4,0	2,1	4,0	0,4	0,2	
	Benzene	1,8	0,4	0,1	0,2	0,0	0,0	
periodo emissivo (h/g) sono considerate 14 h/g dalle 06:00 alle 20:00 come mostra il grafico dello studio di prefattibilità	<b>14</b>							
	PM <sub>10</sub>	7,33E-05	1,80E-05	7,21E-06	1,17E-05	3,30E-06	2,20E-06	1,16E-04
	PM <sub>2,5</sub>	6,92E-05	1,60E-05	5,79E-06	8,25E-06	2,09E-06	1,39E-06	1,03E-04
	CO	1,30E-02	3,50E-03	1,11E-03	1,04E-03	2,91E-04	1,91E-04	1,91E-02
	NO <sub>2</sub>	5,24E-06	3,17E-06	1,64E-06	3,16E-06	3,14E-07	1,56E-07	1,37E-05
	NOx	1,31E-04	7,93E-05	4,09E-05	7,90E-05	7,84E-06	3,91E-06	3,42E-04
	Benzene	3,51E-05	7,49E-06	2,94E-06	3,84E-06	7,42E-07	3,66E-07	5,05E-05

**Fig. 21 – Emission rate veicoli di Cat. 1 (motocicli) – Nuovo tracciato.**

Autovetture - Cat. 2	Parametro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6 (a/b/c/d)	Totale
Ripartizione veicoli (file autoritratto)		9,6%	2,3%	7,2%	10,1%	24,3%	17,4%	29,2%	
n. veicoli		117	28	87	122	296	212	355	1.217
	PM <sub>10</sub>	0,224353736	0,059358288	0,049557903	0,042443947	0,038035785	0,021424222	0,021267946	
	PM <sub>2,5</sub>	0,213469631	0,048595147	0,039072543	0,03241334	0,02845693	0,011997465	0,011841189	
f.e ISPRAS Trasporti stradali in Italia (g/km) è stato considerato il f.e. medio per ciascun parametro e ciascuna tipologia di veicoli	CO	0,678331929	1,948921675	1,115570408	0,959511422	0,364754867	0,348560149	0,324611247	
	NO <sub>2</sub>	0,07146009	0,042817076	0,040808216	0,094151034	0,152651395	0,105914607	0,071622685	
	NOx	0,649637179	0,525521763	0,453142266	0,424876176	0,306644853	0,284754005	0,258712299	
	Benzene	0,003111751	0,014453965	0,007237003	0,00353144	0,001988455	0,001638808	0,001607429	
Lunghezza tratto stradale (m)	<b>1.869,8</b>								
	PM <sub>10</sub>	49,1	3,1	8,1	9,7	21,1	8,5	14,1	
	PM <sub>2,5</sub>	46,7	2,5	6,4	7,4	15,7	4,8	7,9	
Emissioni (grammi/giorno)	CO	148,4	102,0	181,5	218,9	201,9	138,2	215,5	
	NO <sub>2</sub>	15,6	2,2	6,6	21,5	84,5	42,0	47,5	
	NOx	142,1	27,5	73,7	96,9	169,7	112,9	171,7	
	Benzene	0,7	0,8	1,2	0,8	1,1	0,6	1,1	
periodo emissivo (h/g) sono considerate 14 h/g dalle 06:00 alle 20:00 come mostra il grafico dello studio di prefattibilità	<b>14</b>								
	PM <sub>10</sub>	9,74E-04	6,17E-05	1,60E-04	1,92E-04	4,18E-04	1,69E-04	2,80E-04	2,25E-03
	PM <sub>2,5</sub>	9,27E-04	5,05E-05	1,26E-04	1,47E-04	3,12E-04	9,44E-05	1,56E-04	1,81E-03
	CO	2,94E-03	2,02E-03	3,60E-03	4,34E-03	4,01E-03	2,74E-03	4,28E-03	2,39E-02
	NO <sub>2</sub>	3,10E-04	4,45E-05	1,32E-04	4,26E-04	1,68E-03	8,33E-04	9,43E-04	4,37E-03
	NOx	2,82E-03	5,46E-04	1,46E-03	1,92E-03	3,37E-03	2,24E-03	3,41E-03	1,58E-02
	Benzene	1,35E-05	1,50E-05	2,34E-05	1,60E-05	2,18E-05	1,29E-05	2,12E-05	1,24E-04

**Fig. 22 – Emission rate veicoli di Cat. 2 (autovetture) – Nuovo tracciato.**

Veicoli pesanti - Cat. 3	Parametro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6 a/b/c	Totale
		34,3%	8,0%	14,4%	17,9%	2,8%	8,9%	13,7%	
		109	26	46	57	9	28	44	319
f.e. ISPRA Trasporti stradali in Italia (g/km)	PM <sub>10</sub>	0,467596558	0,368559031	0,257300462	0,228081754	0,120828602	0,116598452	0,091964494	
<i>è stato considerato il f.e. medio per ciascun parametro e ciascuna tipologia di veicoli</i>	PM <sub>2,5</sub>	0,425714401	0,326676874	0,215536993	0,186407632	0,080020276	0,076180408	0,051546451	
	CO	2,260577077	1,710138289	1,504803248	1,648756561	0,695313253	1,150499976	0,117725462	
	NO <sub>2</sub>	1,181017467	0,804120715	0,857257958	0,86604085	0,594373877	0,230252085	0,017877454	
	NOx	10,73652243	7,310188322	7,793254166	6,186006072	4,245527694	2,302520851	0,178774538	
	Benzene	0,000380832	0,000266633	0,000165923	0,000150369	2,55429E-05	2,14213E-05	1,45815E-05	
Lunghezza tratto stradale (m)		<b>1.869,8</b>							
	PM <sub>10</sub>	95,3	17,9	22,1	24,3	2,0	6,1	7,6	
	PM <sub>2,5</sub>	86,8	15,9	18,5	19,9	1,3	4,0	4,2	
Emissioni (grammi/giorno)	CO	460,7	83,1	129,4	175,7	11,7	60,2	9,7	
	NO <sub>2</sub>	240,7	39,1	73,7	92,3	10,0	12,1	1,5	
	NOx	2.188,2	355,4	670,3	659,3	71,4	120,5	14,7	
	Benzene	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
periodo emissivo (h/g) <i>sono considerate 14 h/g dalle 06:00 alle 20:00 come mostra il grafico dello studio di prefattibilità</i>		<b>14</b>							
	PM <sub>10</sub>	1,89E-03	3,56E-04	4,39E-04	4,82E-04	4,03E-05	1,21E-04	1,50E-04	3,48E-03
	PM <sub>2,5</sub>	1,72E-03	3,15E-04	3,68E-04	3,94E-04	2,67E-05	7,91E-05	8,41E-05	2,99E-03
	CO	9,14E-03	1,65E-03	2,57E-03	3,49E-03	2,32E-04	1,20E-03	1,92E-04	1,85E-02
	NO <sub>2</sub>	4,78E-03	7,76E-04	1,46E-03	1,83E-03	1,98E-04	2,39E-04	2,92E-05	9,31E-03
	NOx	4,34E-02	7,05E-03	1,33E-02	1,31E-02	1,42E-03	2,39E-03	2,92E-04	8,09E-02
	Benzene	1,54E-06	2,57E-07	2,83E-07	3,18E-07	8,53E-09	2,23E-08	2,38E-08	2,45E-06

Fig. 23 – Emission rate veicoli di Cat. 3 (veicoli pesanti) – Nuovo tracciato.

Autobus - Cat. 4	Parametro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6 a/b/c	Totale
Ripartizione veicoli (file autoritratto)		10,3%	4,0%	15,4%	19,4%	4,2%	18,5%	28,3%	
n. veicoli		15	6	23	28	6	27	42	147
f.e. ISPRA Trasporti stradali in Italia (g/km)	PM <sub>10</sub>	0,578713652	0,405397085	0,271263414	0,250191423	0,132156588	0,13667433	0,097411755	
<i>è stato considerato il f.e. medio per ciascun parametro e ciascuna tipologia di veicoli</i>	PM <sub>2,5</sub>	0,534695958	0,360161028	0,226027357	0,204996849	0,087640752	0,094014589	0,054752014	
	CO	2,998847976	2,523963116	1,913766873	1,966107371	0,896705705	1,452769233	0,157156496	
	NO <sub>2</sub>	1,394346364	0,926636304	0,985877257	1,01769952	0,67028681	0,329392218	0,023348917	
	NOx	12,67587604	9,173966397	9,644338701	7,779486367	4,994578941	3,293922185	0,233489172	
	Benzene	0,000523419	0,000301742	0,000196951	0,000183249	3,02357E-05	2,64381E-05	1,81841E-05	
Lunghezza tratto stradale (m)		<b>1.869,8</b>							
	PM <sub>10</sub>	16,2	4,5	11,7	13,1	1,5	6,9	7,6	
	PM <sub>2,5</sub>	15,0	4,0	9,7	10,7	1,0	4,7	4,3	
Emissioni (grammi/giorno)	CO	84,1	28,3	82,3	102,9	10,1	73,3	12,3	
	NO <sub>2</sub>	39,1	10,4	42,4	53,3	7,5	16,6	1,8	
	NOx	355,5	102,9	414,8	407,3	56,0	166,3	18,3	
	Benzene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
periodo emissivo (h/g) <i>sono considerate 14 h/g dalle 06:00 alle 20:00 come mostra il grafico dello studio di prefattibilità</i>		<b>14</b>							
	PM <sub>10</sub>	3,22E-04	9,02E-05	2,31E-04	2,60E-04	2,94E-05	1,37E-04	1,52E-04	1,22E-03
	PM <sub>2,5</sub>	2,98E-04	8,02E-05	1,93E-04	2,13E-04	1,95E-05	9,42E-05	8,53E-05	9,83E-04
	CO	1,67E-03	5,62E-04	1,63E-03	2,04E-03	2,00E-04	1,46E-03	2,45E-04	7,81E-03
	NO <sub>2</sub>	7,76E-04	2,06E-04	8,41E-04	1,06E-03	1,49E-04	3,30E-04	3,64E-05	3,40E-03
	NOx	7,05E-03	2,04E-03	8,23E-03	8,08E-03	1,11E-03	3,30E-03	3,64E-04	3,02E-02
	Benzene	2,91E-07	6,72E-08	1,68E-07	1,90E-07	6,73E-09	2,65E-08	2,83E-08	7,78E-07

Fig. 24 – Emission rate veicoli di Cat. 4 (autobus) – Nuovo tracciato.

### 5.2.3 Riepilogo Emission Rate

Nelle seguenti tabelle sono riepilogati gli *Emission Rate* cumulativi inseriti nel modello di simulazione che tengono conto del contributo emissivo proveniente da ciascuna categoria di veicoli in transito lungo i tracciati.

Riferimento S.S. 78	u.m.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	Benzene
Tracciato esistente	g/s	8,61x10 <sup>-3</sup>	7,16x10 <sup>-3</sup>	8,43x10 <sup>-2</sup>	2,08x10 <sup>-2</sup>	2,16x10 <sup>-4</sup>
Nuovo tracciato	g/s	7,07x10 <sup>-3</sup>	5,89x10 <sup>-3</sup>	6,93x10 <sup>-2</sup>	1,71x10 <sup>-2</sup>	1,77x10 <sup>-4</sup>

**Tab. 7** – Emission Rate cumulativi in input al modello di simulazione.

## 6 Risultati delle simulazioni

Nella tabella che segue vengono riassunti i valori delle **concentrazioni di ricaduta degli inquinanti presso i ricettori sensibili considerati**, desunti dai valori di output del modello e dalle schede di ricaduta degli inquinanti, allegate alla presente relazione, contenenti le linee di isoconcentrazione all'interno del dominio di calcolo.

Parametro	u.m.	Periodo di mediazione	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	RC6	RC7
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	24h	0,06	0,19	0,70	0,24	0,51	0,01	0,01
		Anno civile	0,02	0,05	0,31	0,08	0,13	0,01	0,00
PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	0,02	0,04	0,03	0,07	0,11	0,01	0,00
CO	µg /m <sup>3</sup>	8h (media mobile)	1,08	3,49	13,50	5,32	11,61	0,28	0,17
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1h	1,33	5,27	17,64	8,50	15,38	0,23	0,24
		Anno civile	0,05	0,12	0,73	0,21	0,32	0,01	0,01
Benzene	µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

*Tab. 8 – Risultati della simulazione (S1 – Attuale tracciato).*

Parametro	u.m.	Periodo di mediazione	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	RC6	RC7
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	24h	0,06	0,24	0,10	0,10	0,14	0,01	0,01
		Anno civile	0,02	0,05	0,03	0,02	0,04	0,01	0,00
PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,01	0,00
CO	µg /m <sup>3</sup>	8h (media mobile)	1,33	3,99	3,24	2,24	3,80	0,28	0,15
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1h	1,60	7,24	5,30	3,79	5,79	0,22	0,20
		Anno civile	0,05	0,13	0,07	0,05	0,10	0,01	0,00
Benzene	µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00

*Tab. 9 – Risultati della simulazione (S2 - Nuovo tracciato).*

## 7 Confronto con i limiti di riferimento

La normativa di riferimento in tema di controllo della qualità dell'aria è costituita dal **D.Lgs. 155/2010** – “Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” che, all'art. 21 c. 1 lett. q, ha abrogato il D.M 60/2002 (Recepimento della Direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 Aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il Biossido di Zolfo, il Biossido di Azoto, gli Ossidi di Azoto, le particelle e il Piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il Benzene ed il Monossido di Carbonio) che stabiliva in precedenza i valori limite per la qualità dell'aria.

Il D.Lgs. 155/2010 stabilisce, all'allegato XI, i valori limite per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Benzene, CO, Pb, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e, all'allegato XIII, i valori obiettivo per As, Cd, Ni e Benzo(a)pirene nell'aria.

Le schede di ricaduta, dove sono riportate le linee di isoconcentrazione, sono state prodotte applicando un valore di *Cut Off* pari al **5% del limite di riferimento** o al **valore stesso nel caso di specifiche soglie di concentrazione**. Al di sotto di tali valori non viene applicata nessuna colorazione della mappa in quanto le concentrazioni di ricaduta nella relativa porzione di spazio sono ritenute ininfluenti ai fini della valutazione.

Parametro	u.m.	Periodo di mediazione	Valore limite	Superamenti consentiti	Cut Off
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	24h	50,0	35/anno (90,4° percentile)	2,5
		Anno civile	40,0	/	2,0
PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	25,0	/	1,25
CO	mg/m <sup>3</sup>	8h (media mobile)	10,0	/	500,0
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1h	200,0	18/anno (99,8° percentile)	10,0
		Anno civile	40,0	/	2,0

Tab. 10 – Valori limite per la qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010 – All. XI).

## 8 Confronto “Attuale tracciato-Nuovo tracciato”

Nella seguente tabella viene mostrato il confronto delle concentrazioni di ricaduta di ciascun inquinante valutato tra lo stato ante operam (circolazione dei mezzi sull’attuale tracciato della S.S. 78) e quello post operam (circolazione dei mezzi sul tracciato in progetto della S.S. 78).

$$\Delta \text{ (mg/m}^3\text{)} = \text{conc. PO} - \text{conc. AO}$$

$$\text{Variazione (\%)} = \Delta / \text{conc. AO}$$

**Valori <0 di detti parametri corrispondono ad una diminuzione delle concentrazioni di ricaduta** degli inquinanti, calcolate presso i ricettori sensibili.

Ricettore	Δ PM <sub>10</sub> (24h)		Δ PM <sub>10</sub> (1 anno)		Δ PM <sub>2,5</sub> (1 anno)		Δ CO (8h mobile)		Δ NO <sub>2</sub> (1h)		Δ NO <sub>2</sub> (1 anno)		Δ Benzene (1 anno)	
	μg/m <sup>3</sup>	(%)	μg /m <sup>3</sup>	(%)	μg /m <sup>3</sup>	(%)	μg /m <sup>3</sup>	(%)	μg /m <sup>3</sup>	(%)	μg /m <sup>3</sup>	(%)	μg /m <sup>3</sup>	(%)
RC1	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,00	-11,1%	0,25	23,1%	0,27	20,3%	0,00	0,0%	0,00	/
RC2	0,05	26,3%	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,50	14,3%	1,97	37,4%	0,01	8,3%	0,00	/
RC3	-0,60	-85,7%	-0,28	-90,3%	-0,01	-90,5%	-10,26	-76,0%	-12,34	-70,0%	-0,66	-90,4%	-0,01	-100,0%
RC4	-0,14	-58,3%	-0,06	-75,0%	-0,05	-73,5%	-3,08	-57,9%	-4,71	-55,4%	-0,16	-76,2%	0,00	/
RC5	-0,37	-72,5%	-0,09	-69,2%	-0,08	-64,4%	-7,81	-67,3%	-9,59	-62,4%	-0,22	-68,8%	0,00	/
RC6	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,00	0,0%	-0,01	-4,3%	0,00	0,0%	0,00	/
RC7	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,00	0,0%	-0,02	-11,8%	-0,04	-16,7%	-0,01	-100,0%	0,00	/

**Tab. 11** – Confronto concentrazioni di ricaduta “Nuovo tracciato” e “Tracciato esistente”.

## 9 Conclusioni

Per valutare gli scenari ipotizzati e descritti nei precedenti paragrafi, sono stati presi in considerazione, **come valori di assoluta cautela, i dati di concentrazione massima di ricaduta al suolo** relativi alle simulazioni riportate in allegato.

Dall'esame dei dati si evince che un'ampissima porzione del territorio interessato dall'intervento in progetto, che comprende tutti i recettori sensibili e la popolazione interessata, risulta essere esposta ad un **netto decremento del livello di inquinanti atmosferici** molto modesto. Se si considera poi che nel calcolare i fattori di emissione di ciascun inquinante in input al modello di calcolo, nonché nel *set-up* dello stesso, sono state adottate, con approccio ampiamente cautelativo, le seguenti misure:

- 1) I fattori di emissione di ciascun inquinante sono stati calcolati tenendo conto di ipotesi ed assunzioni ampiamente cautelative già descritte negli specifici paragrafi;
- 2) le concentrazioni di ricaduta calcolate si riferiscono a **fattori di emissione medi per ciascuna categoria di veicoli, riferiti al segmento maggiormente emissivo**;
- 3) nella simulazione di diffusione e ricaduta del "plume" è stata ipotizzata **l'assenza di trasformazioni chimiche e/o chimico-fisiche delle sostanze** inquinanti (situazione oggettivamente non realizzabile);
- 4) le concentrazioni di ricaduta degli inquinanti sono state calcolate come **incremento massimo** (*Worst Case Condition*) **nel periodo di mediazione** (1h, 24h, Anno Civile);

Sulla base di quanto sopra esposto è possibile affermare che **le concentrazioni di ricaduta degli inquinanti atmosferici** emessi a seguito della realizzazione del II° stralcio della S.S. 78 Sarnano-Amandola, riferiti al traffico circolante su questa tratta, **saranno sicuramente inferiori a quelle valutate in via previsionale**. I risultati di tutte le elaborazioni effettuate e descritte nei precedenti capitoli della presente relazione, mostrano:

1. **il rispetto dei limiti della qualità dell'aria imposti dal D.Lgs 155/2010** per i parametri **PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e Benzene** in relazione ai periodi di mediazione temporale previsti per ciascuno;
2. **l'assenza di situazioni che possano dare luogo a superamenti** dei valori limite della qualità dell'aria;

Allegati – Schede di simulazione ed immagini di ricaduta “Tracciato attuale” (ante operam)

All. 1a - Polveri sottili (PM<sub>10</sub>) – Tracciato attuale

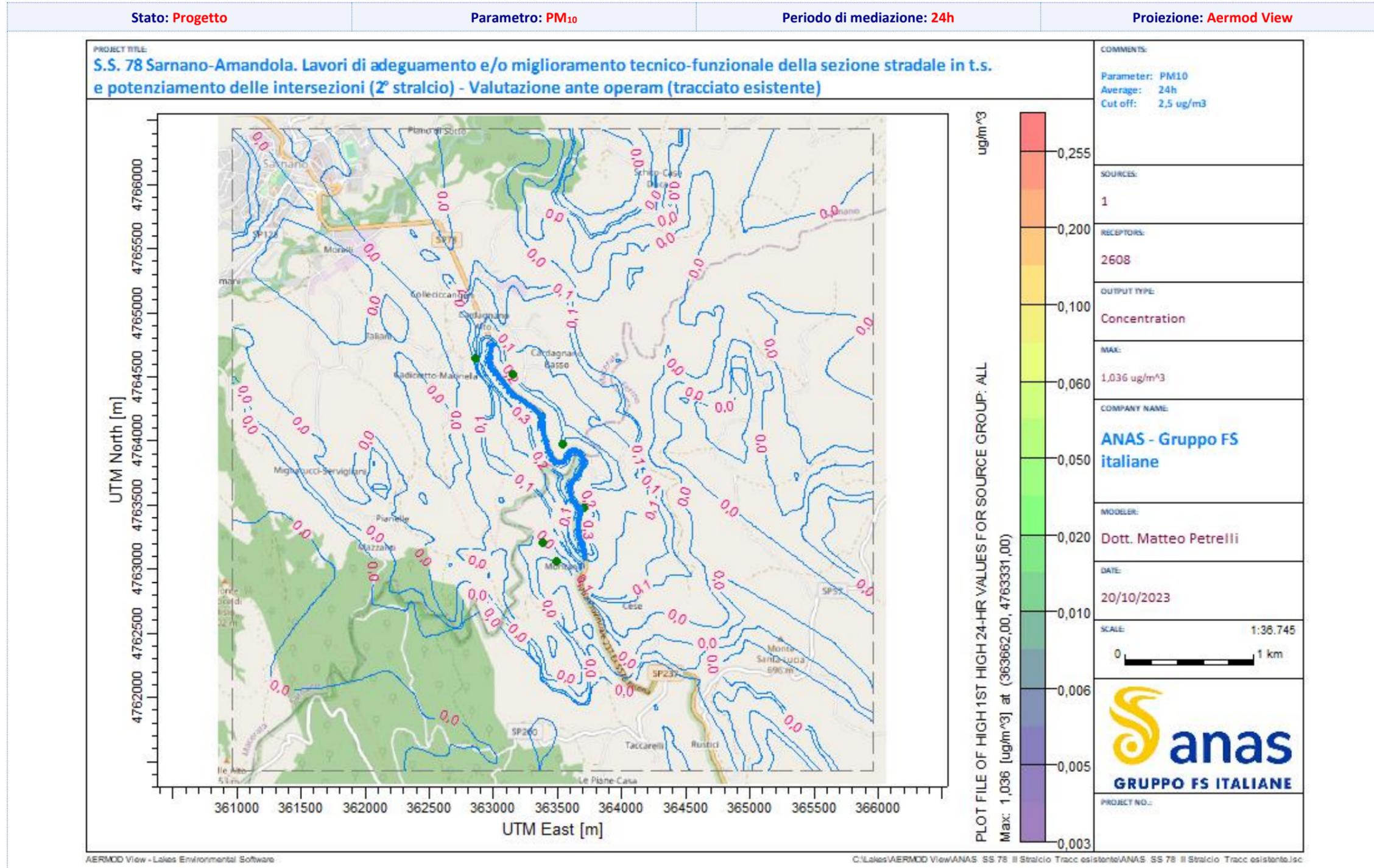


Fig. 25 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_24h tracciato attuale (proiezione Aermod View).

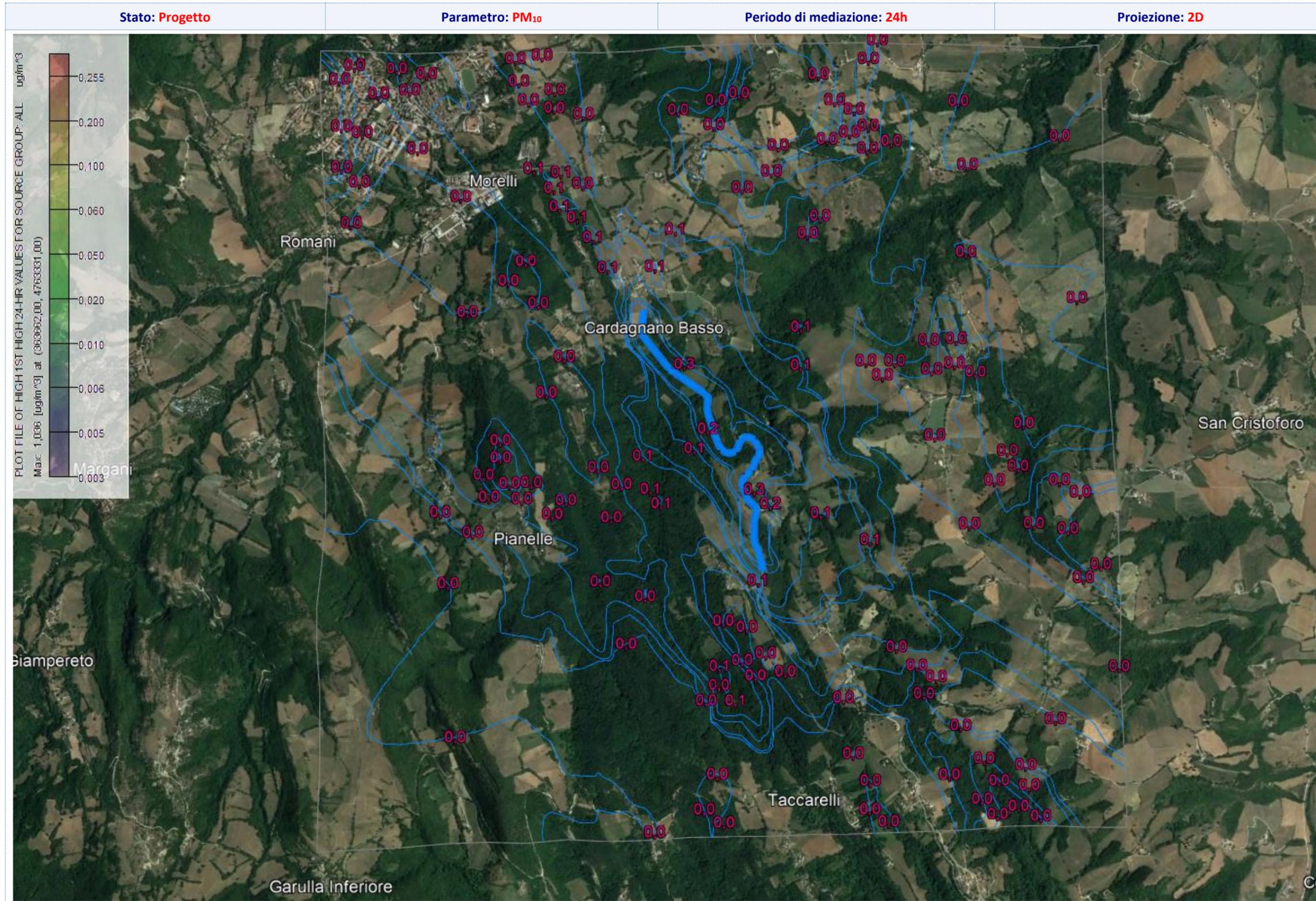


Fig. 26 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_24h tracciato attuale (proiezione 2D).

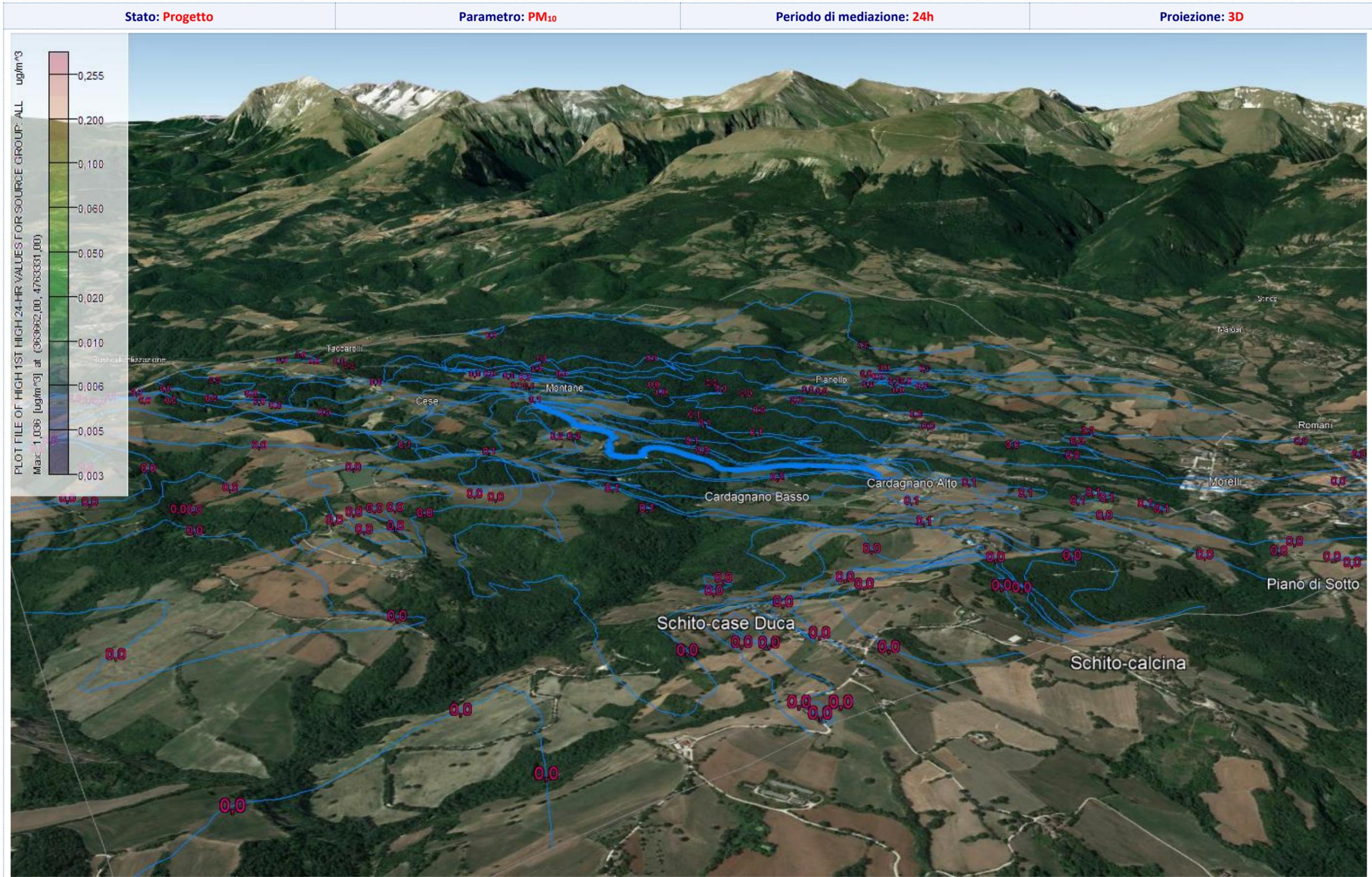


Fig. 27 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_24h tracciato attuale (proiezione 3D).

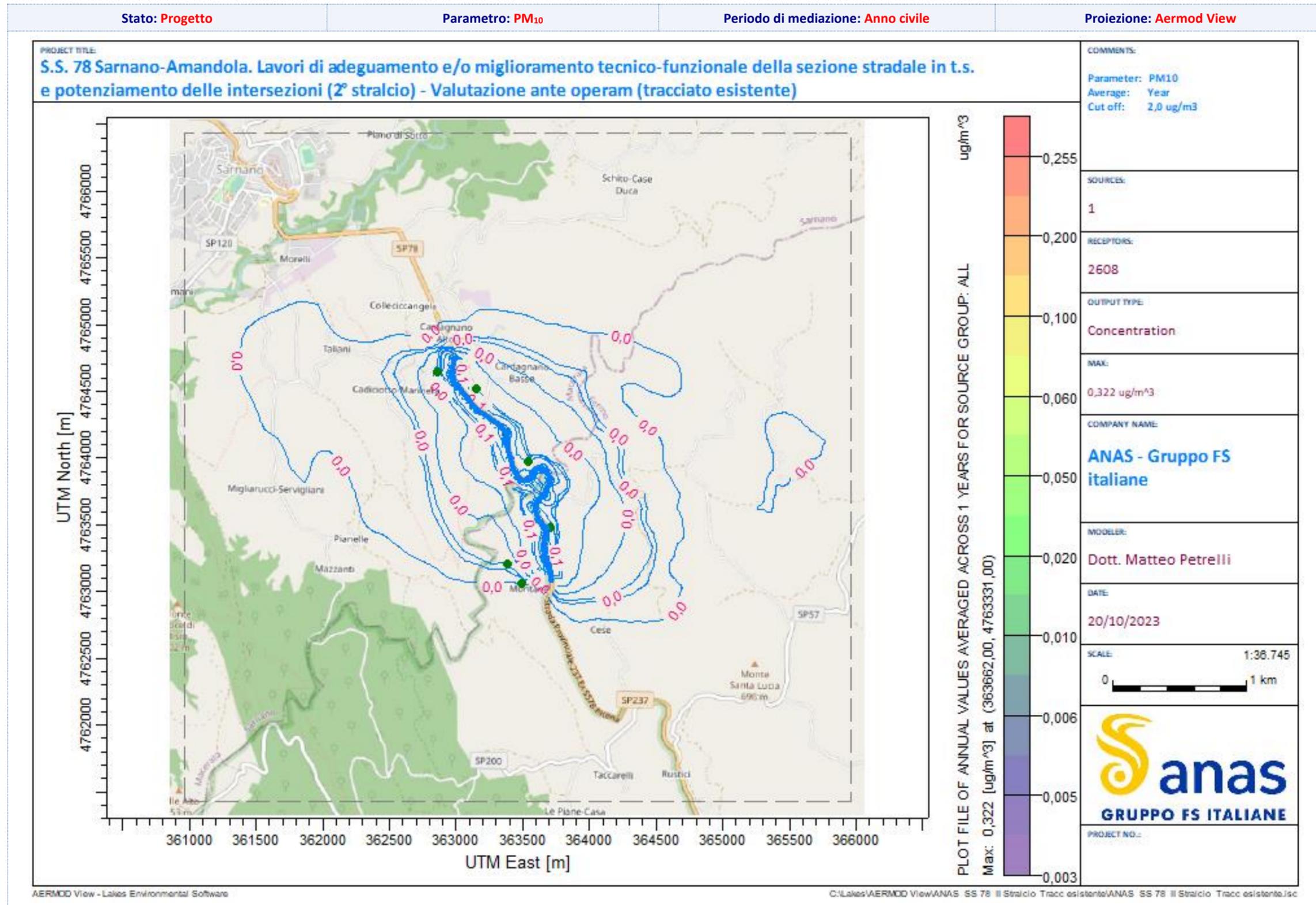


Fig. 28 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_Anno civile tracciato attuale (proiezione Aermod View).

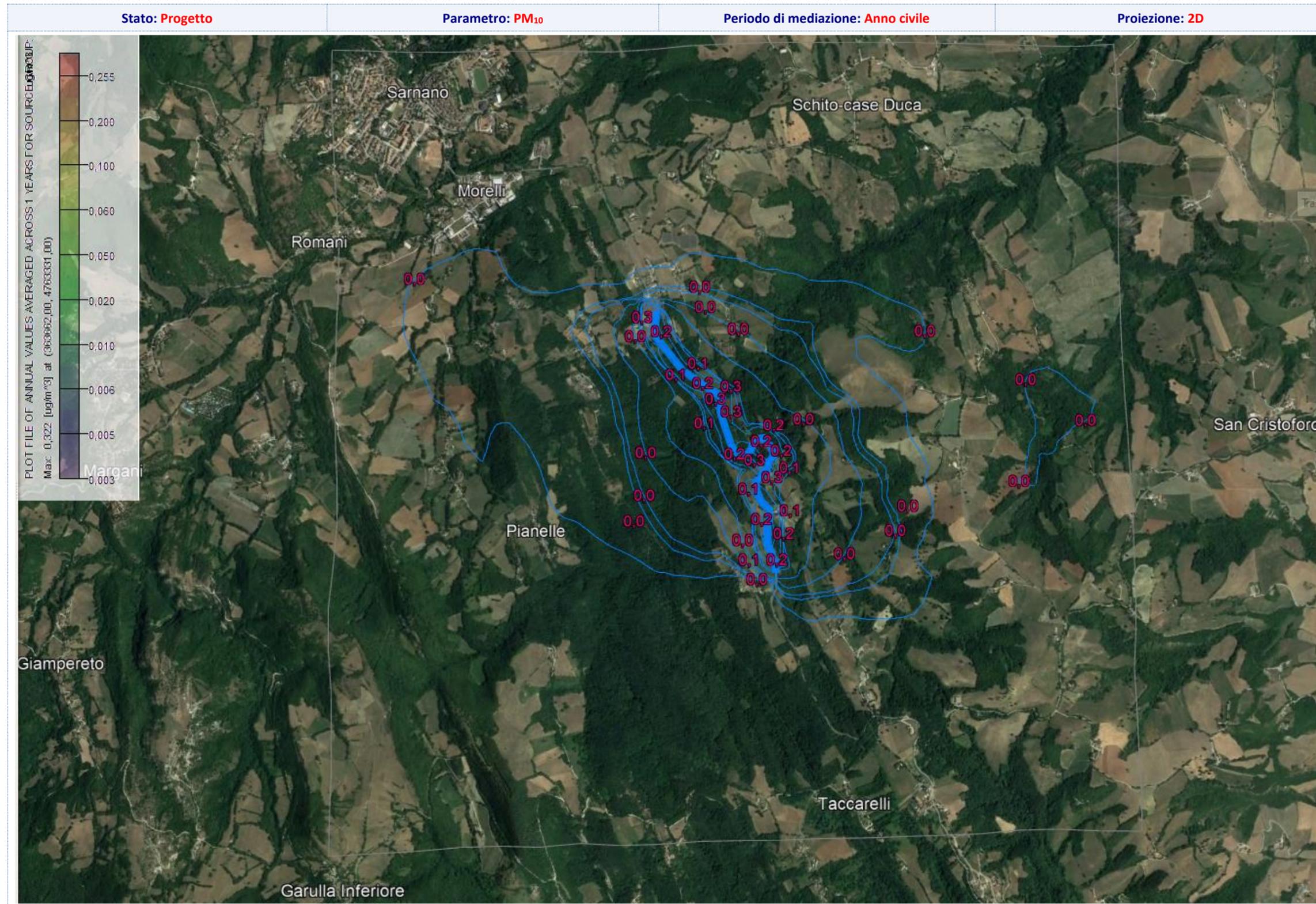


Fig. 29 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_Anno civile tracciato attuale (proiezione 2D).

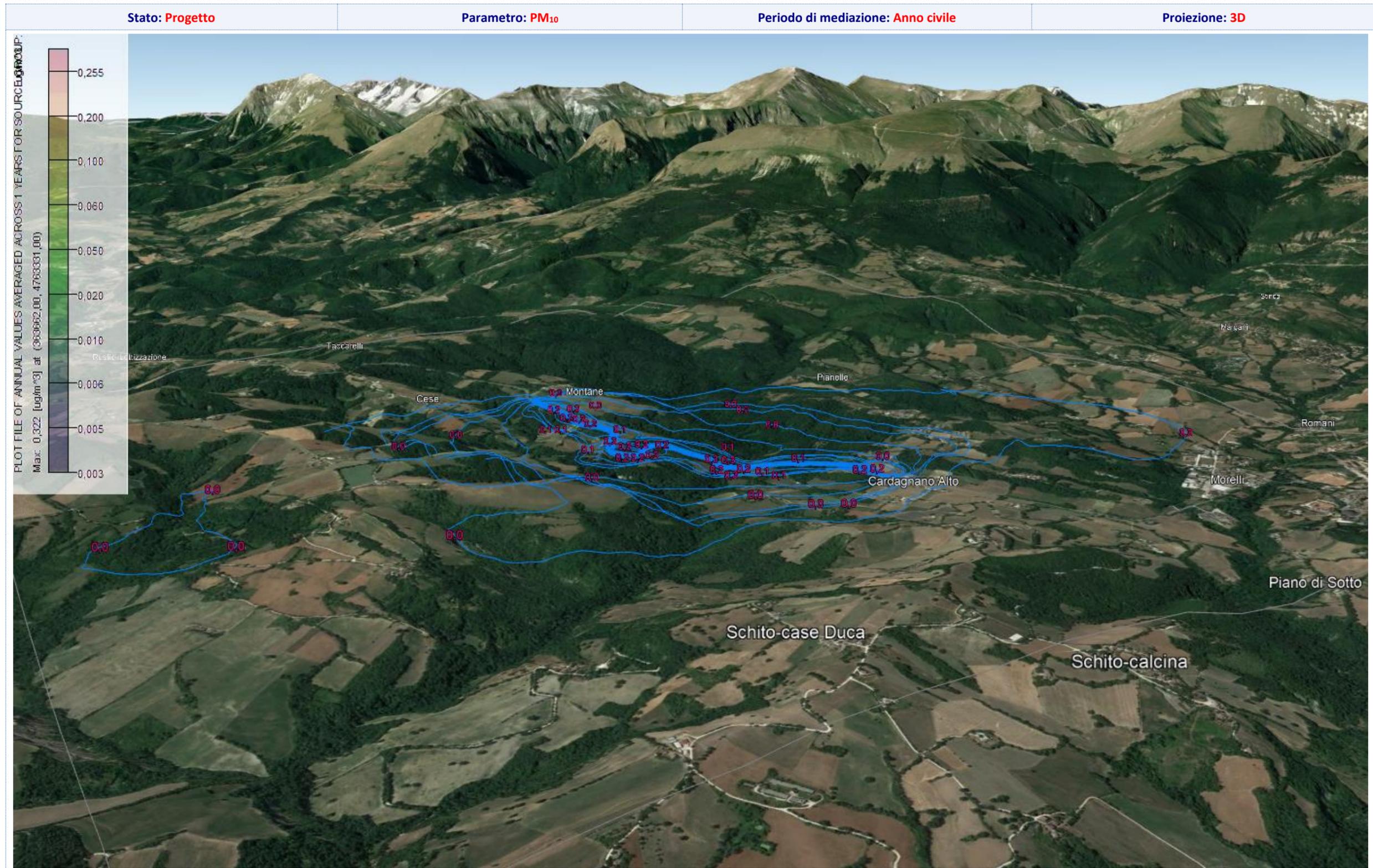


Fig. 30 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_Anno civile tracciato attuale (proiezione 3D).

All. 2a - Polveri sottili (PM<sub>2,5</sub>) – Tracciato attuale

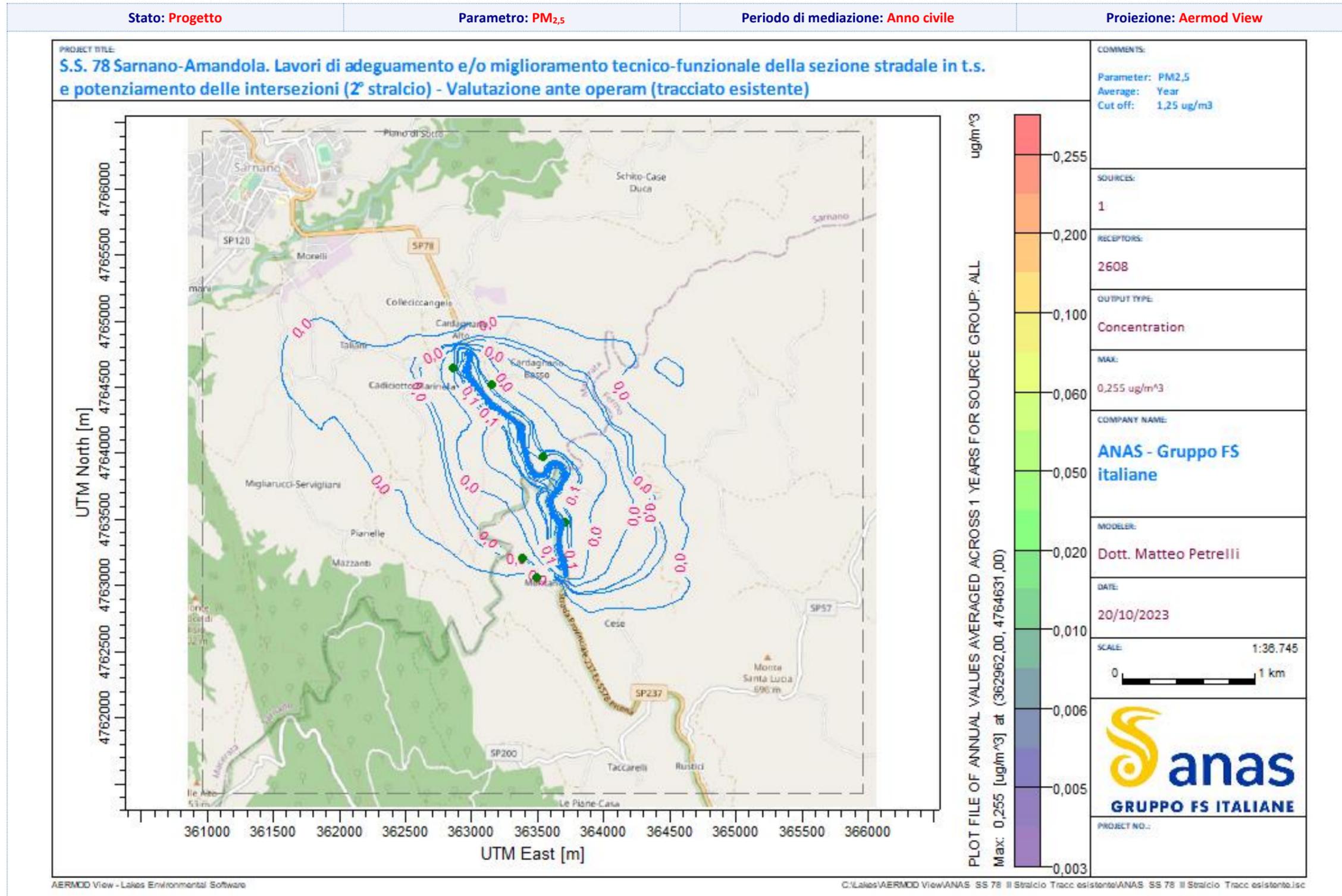


Fig. 31 – Scheda ricaduta PM<sub>2,5</sub> Anno civile tracciato attuale (proiezione Aermod View).

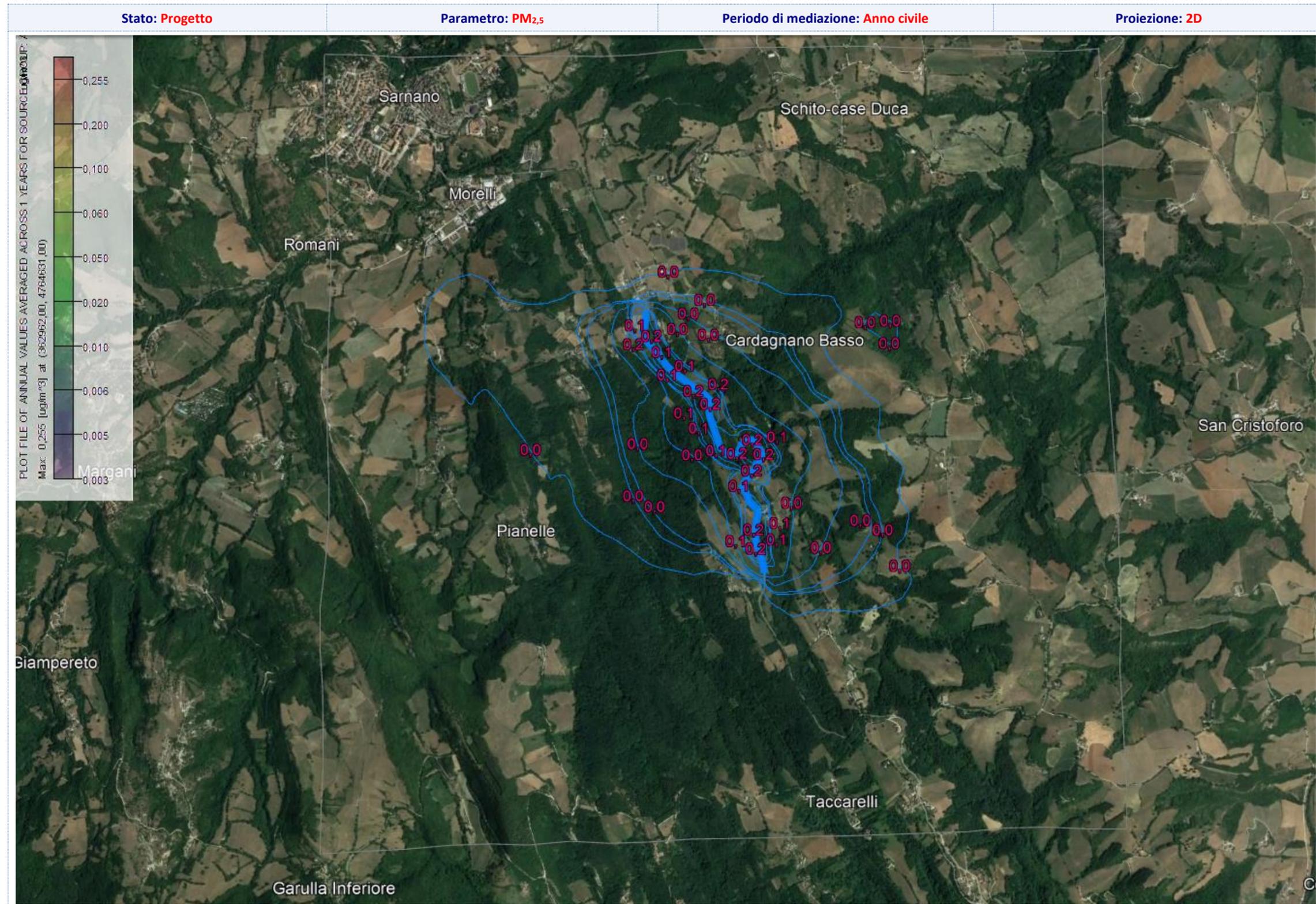


Fig. 32 – Scheda ricaduta PM<sub>2,5</sub>\_Anno civile tracciato attuale (proiezione 2D).

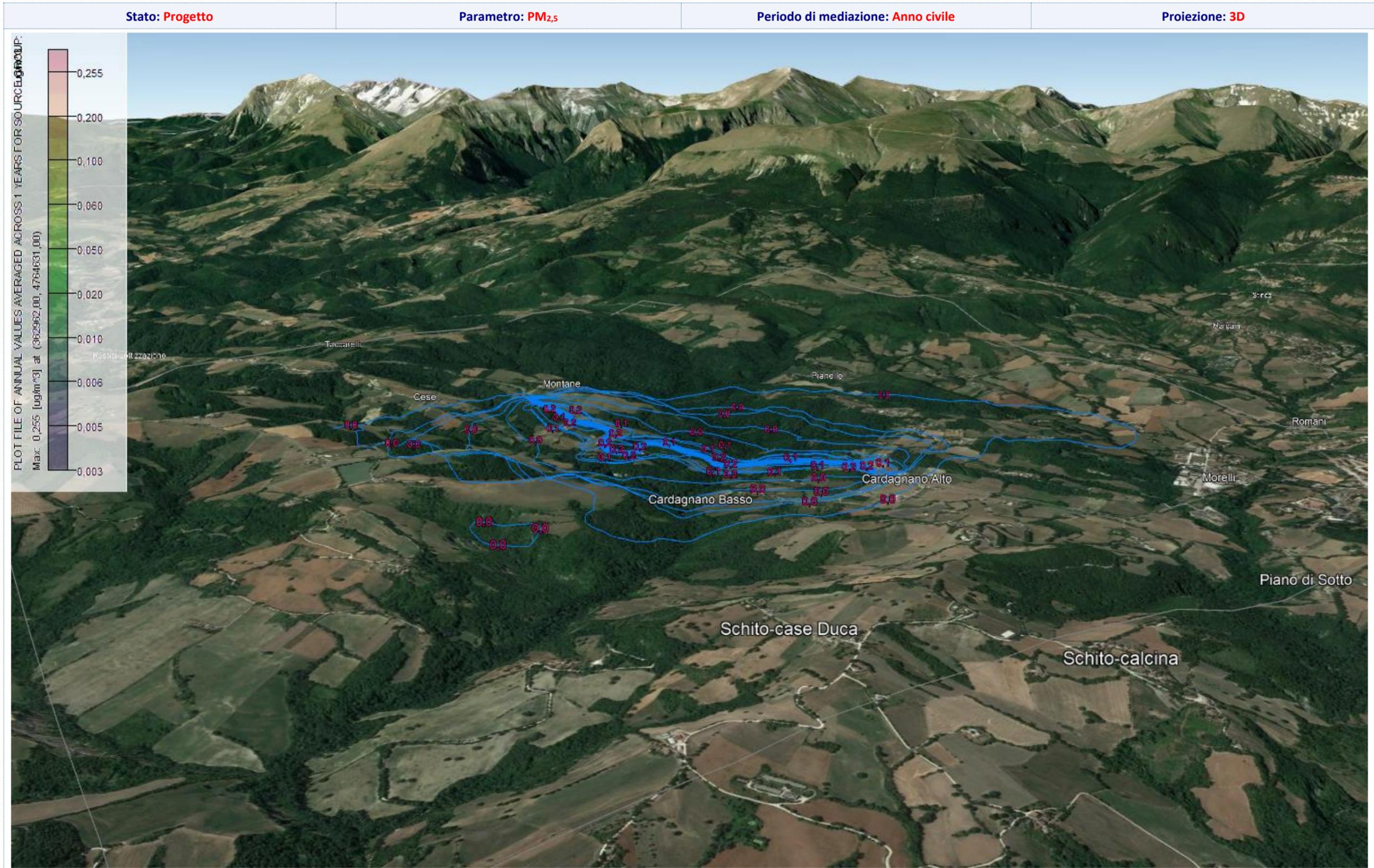


Fig. 33 – Scheda ricaduta PM<sub>2,5</sub>\_Anno civile tracciato attuale (proiezione 3D).

All. 3a - Monossido di Carbonio (CO) – Tracciato attuale

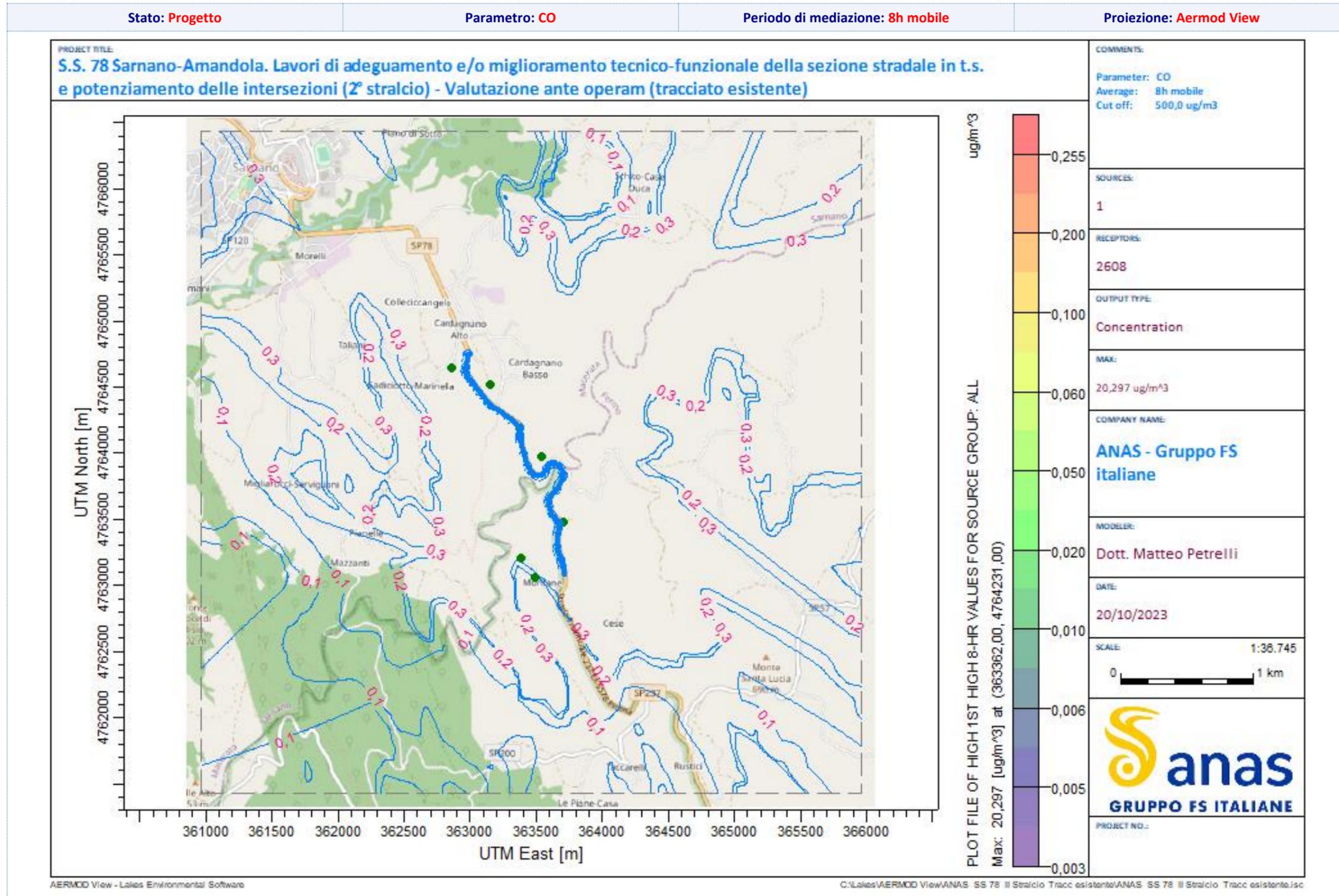


Fig. 34 – Scheda ricaduta CO\_8h mobile tracciato attuale (proiezione Aermod View).

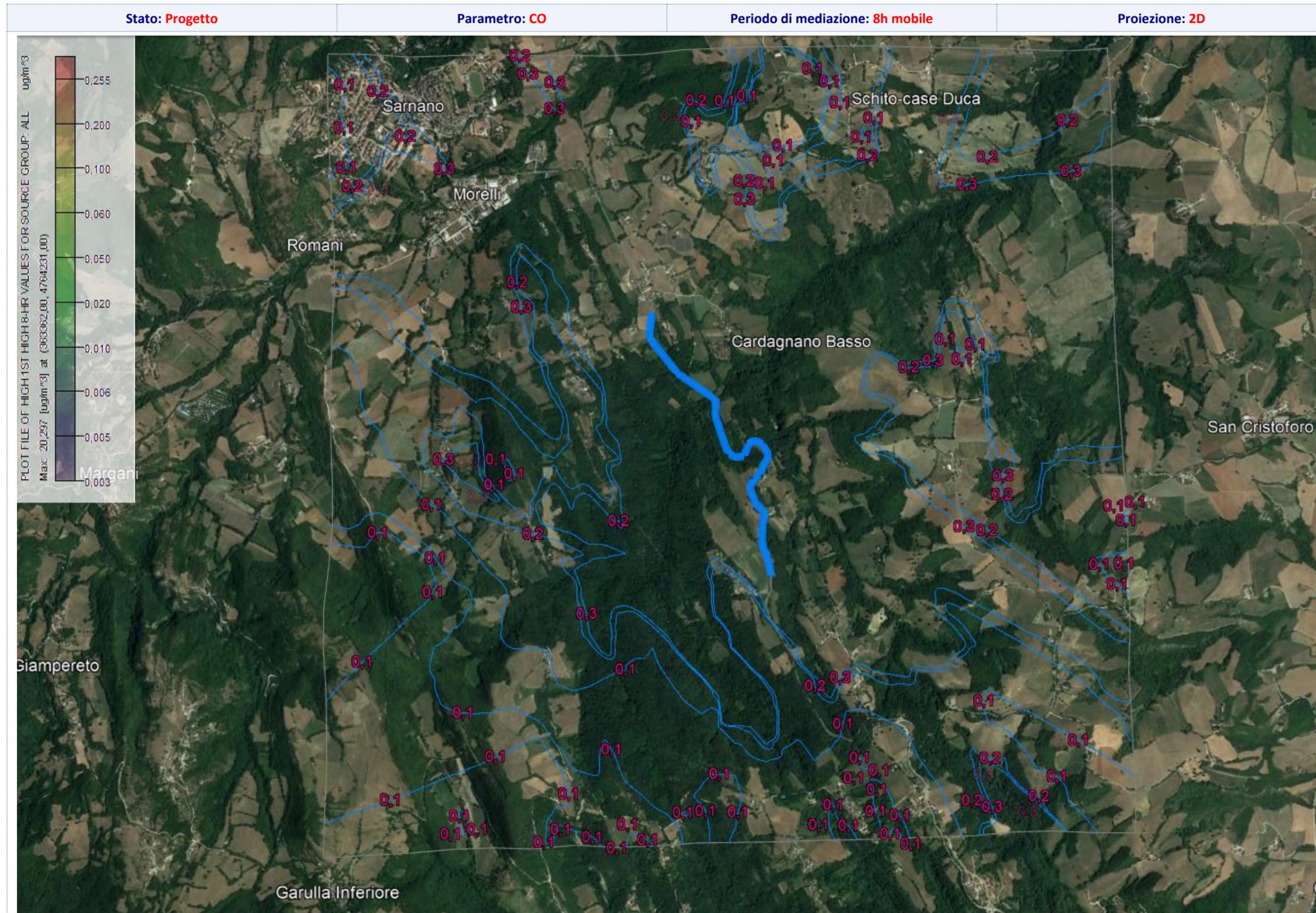


Fig. 35 – Scheda ricaduta CO\_8h mobile tracciato attuale (proiezione 2D).

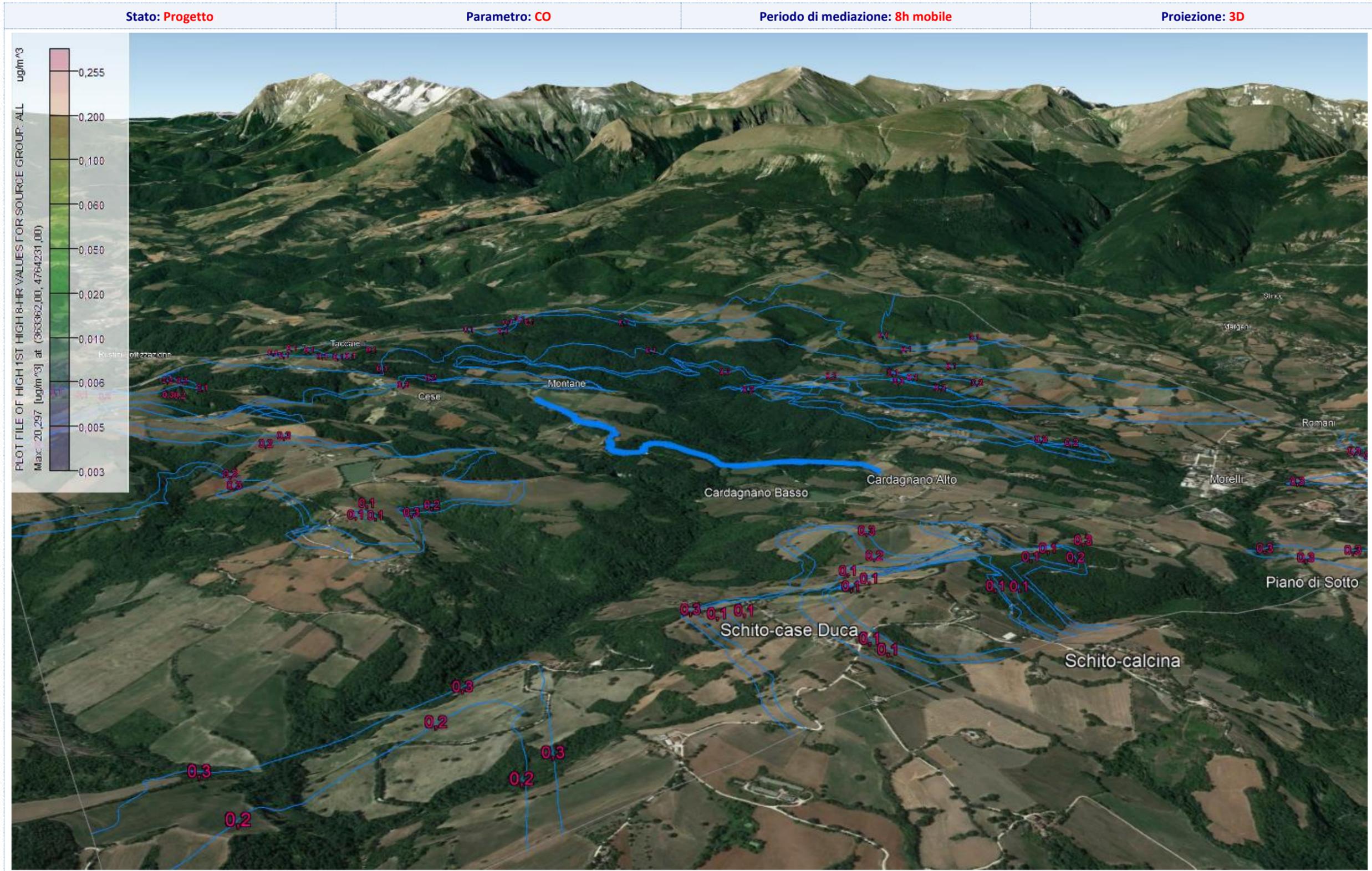


Fig. 36 – Scheda ricaduta CO\_8h mobile tracciato attuale (proiezione 3D).

All. 4a - Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>) – Tracciato attuale

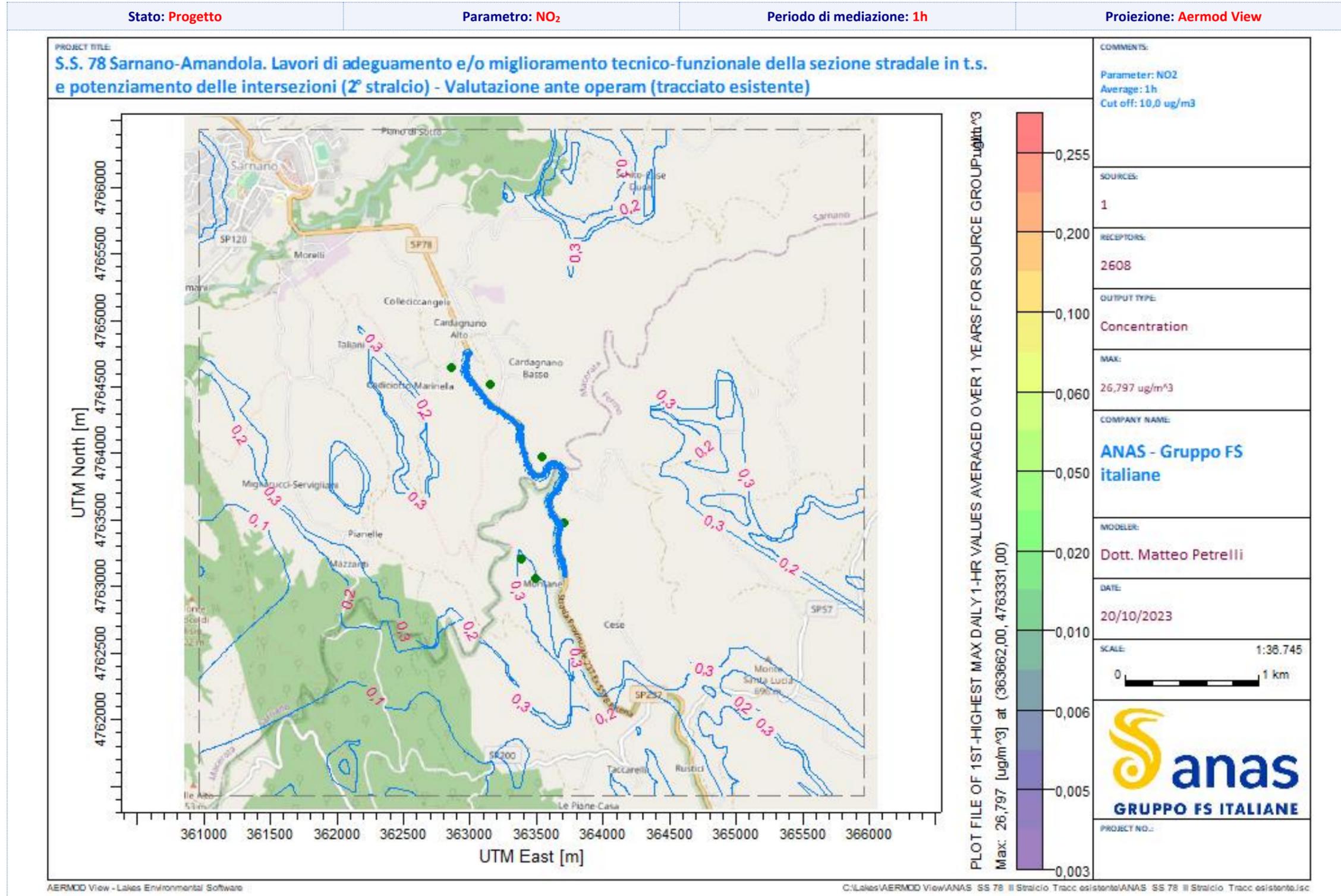


Fig. 37 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_1h tracciato attuale (proiezione Aermod View).

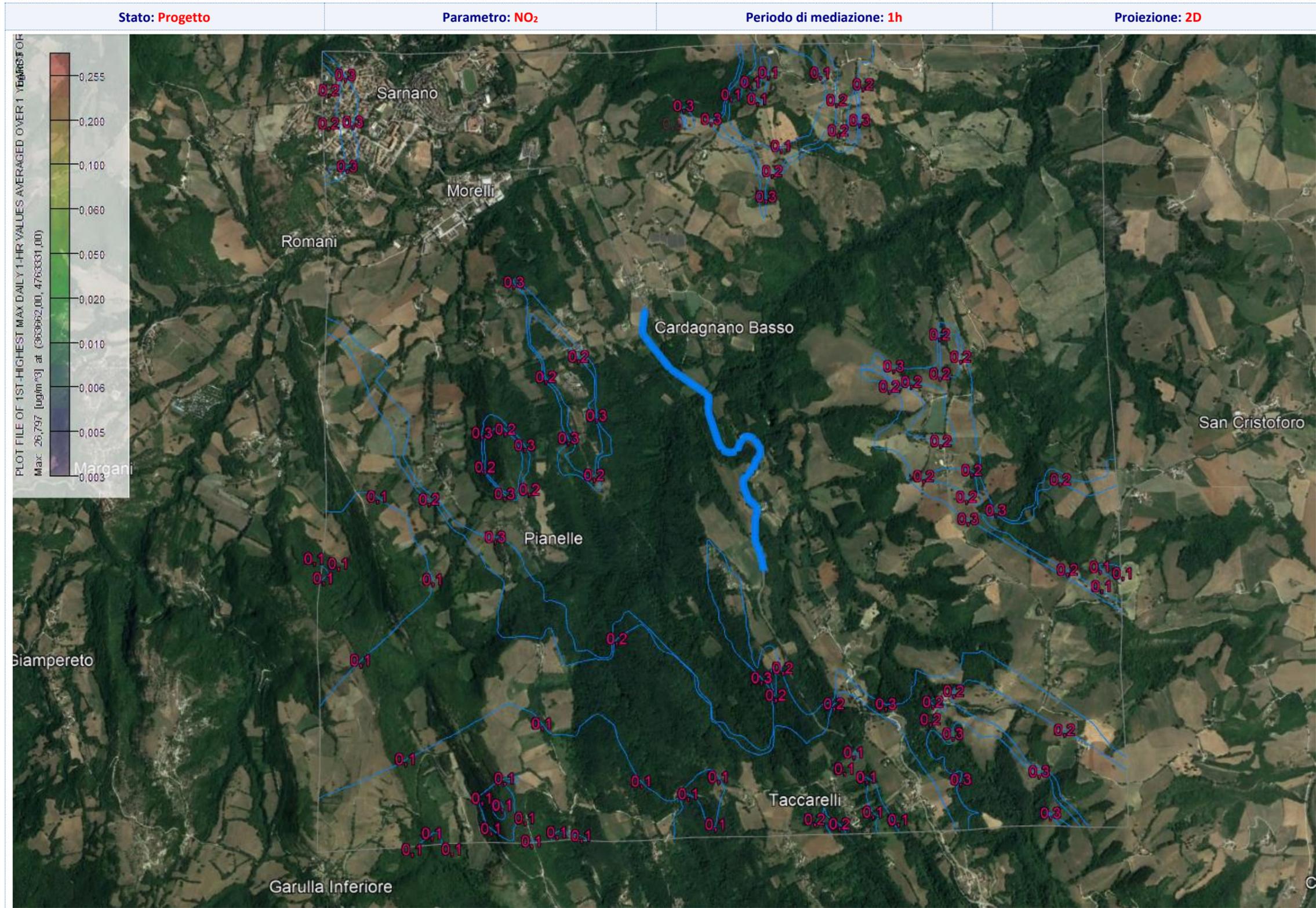


Fig. 38 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_1h tracciato attuale (proiezione 2D).

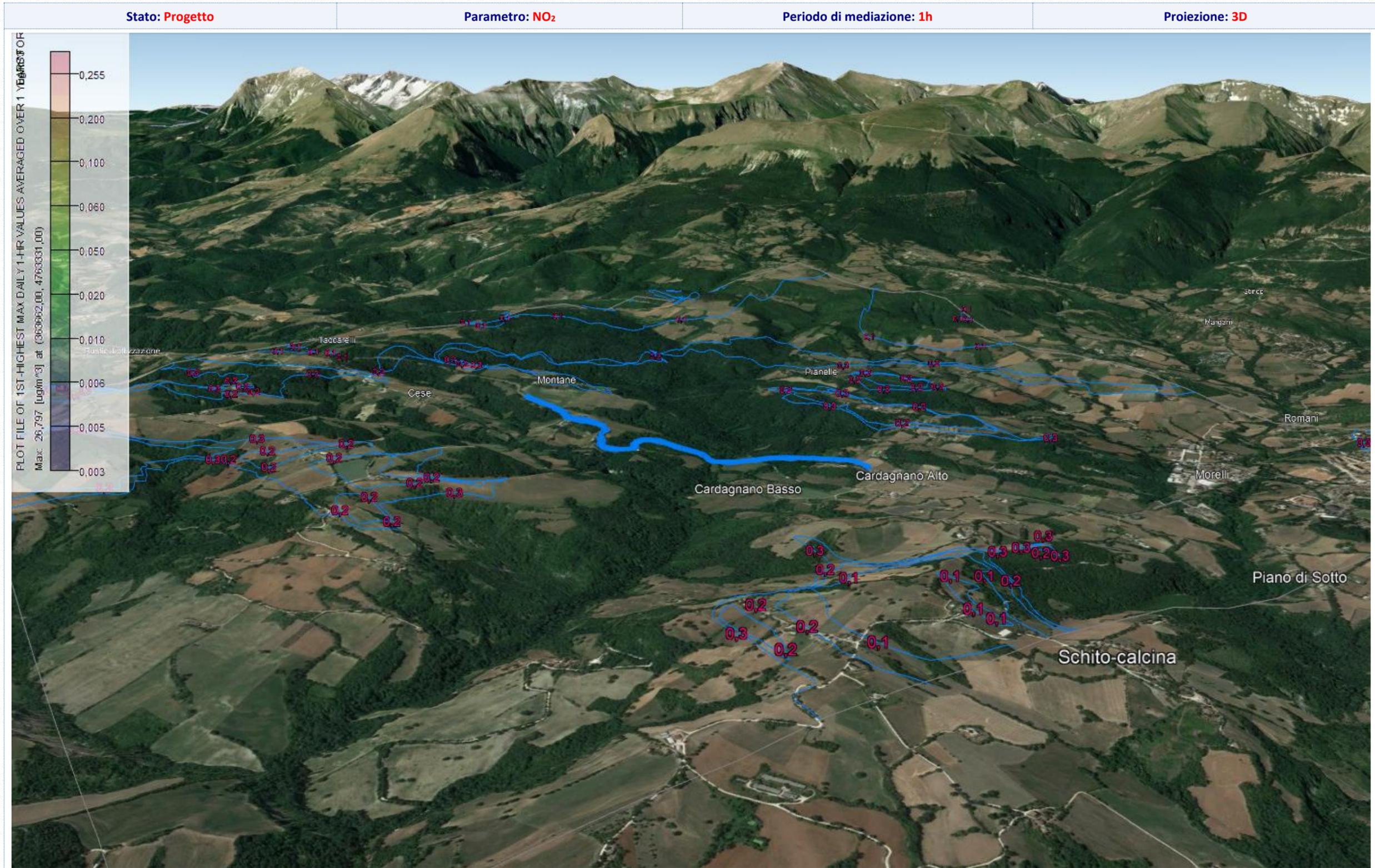


Fig. 39 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_1h tracciato attuale (proiezione 3D).

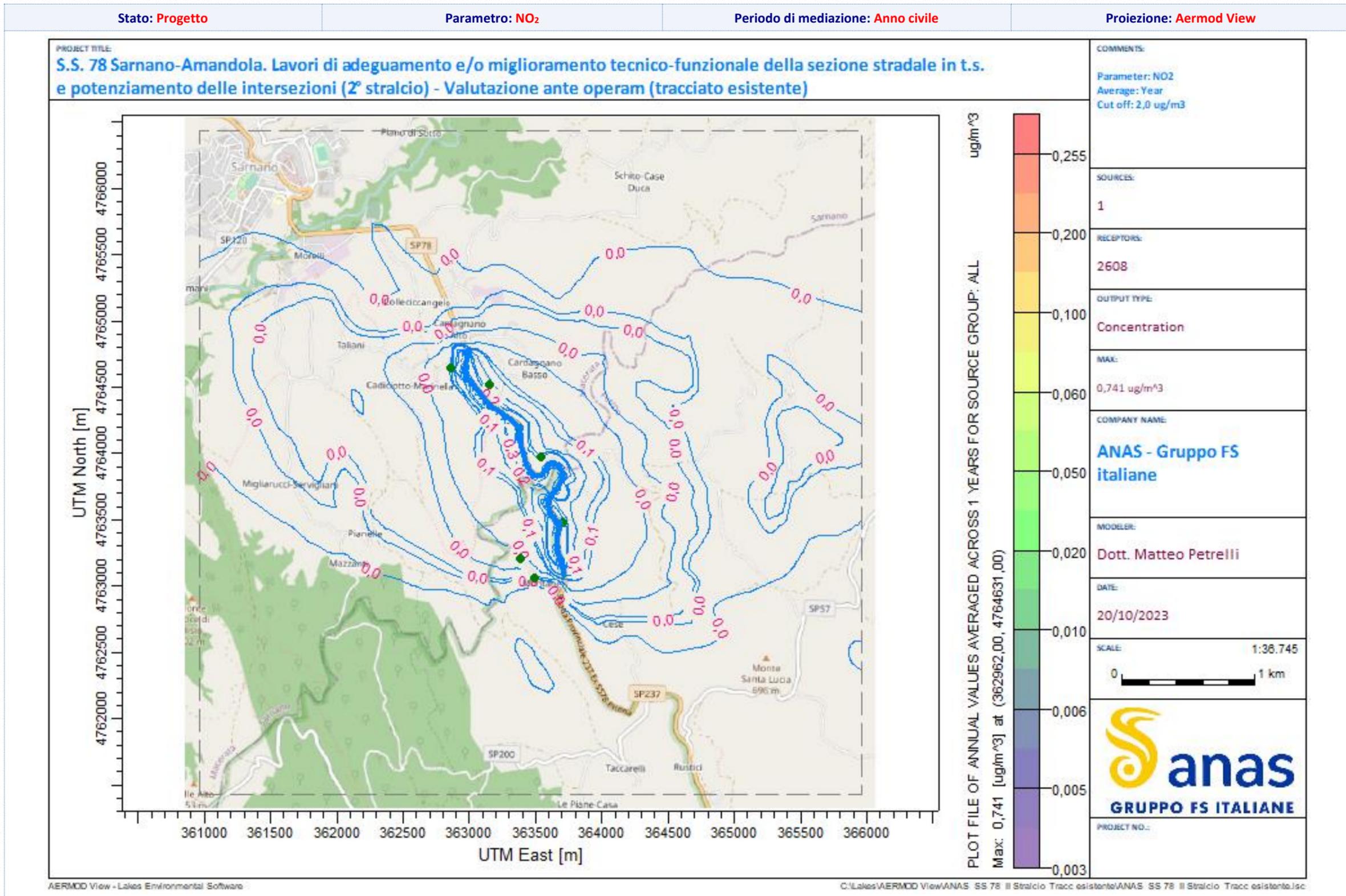


Fig. 40 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub> Anno civile tracciato attuale (proiezione Aermod View).

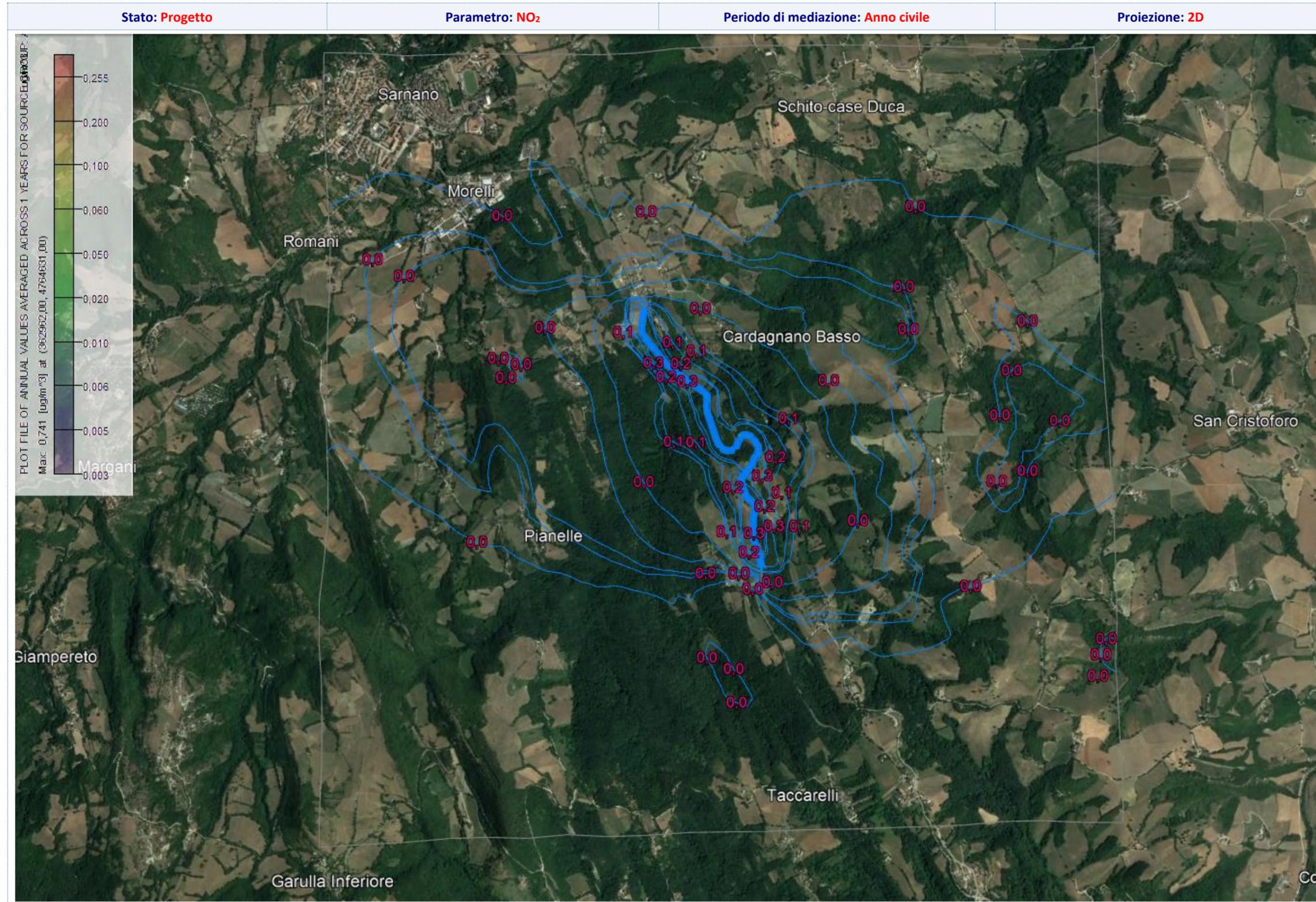


Fig. 41 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_Anno civile tracciato attuale (proiezione 2D).

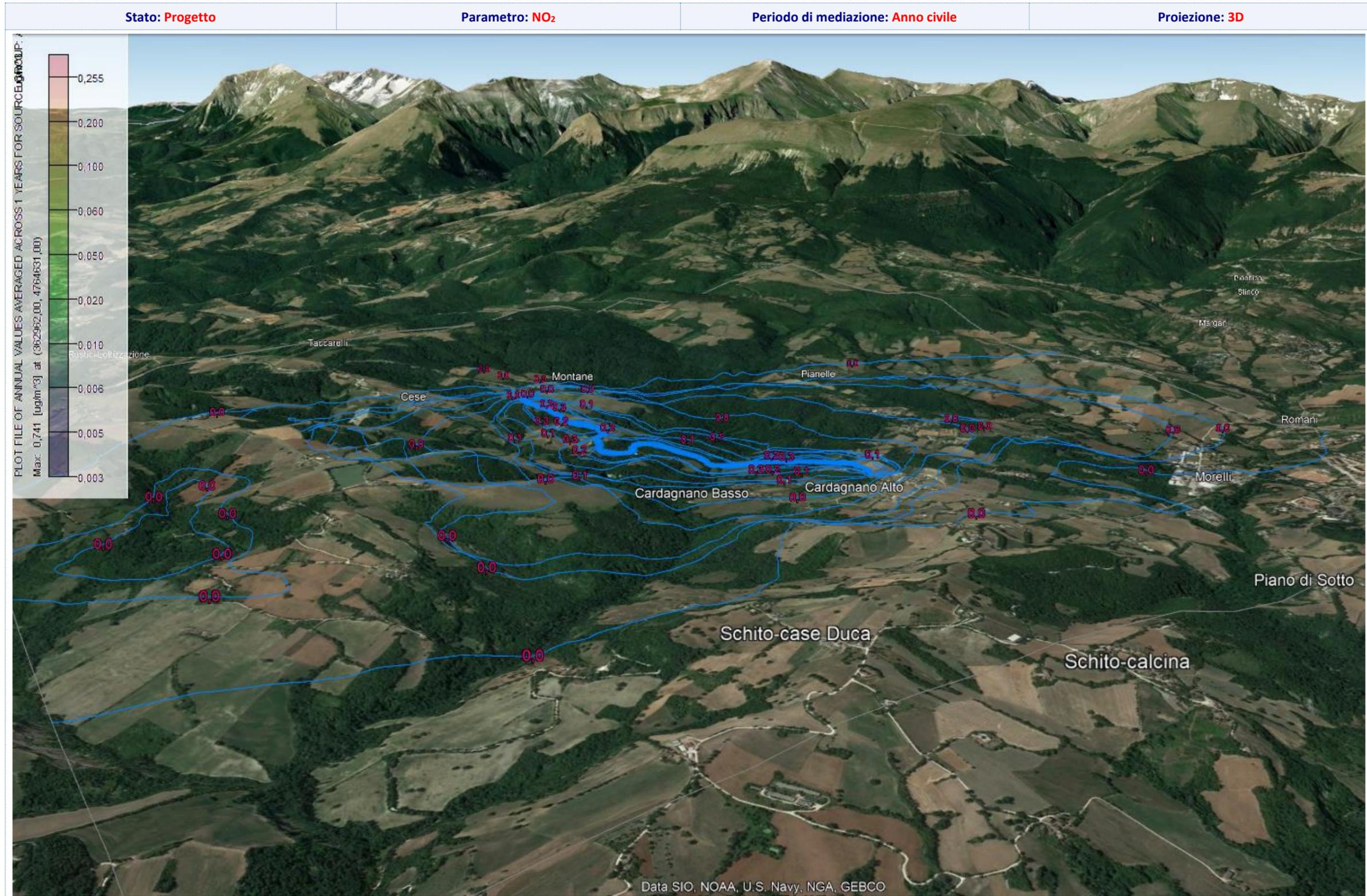


Fig. 42 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_Anno civile tracciato attuale (proiezione 3D)

All. 5a – Benzene – Tracciato attuale

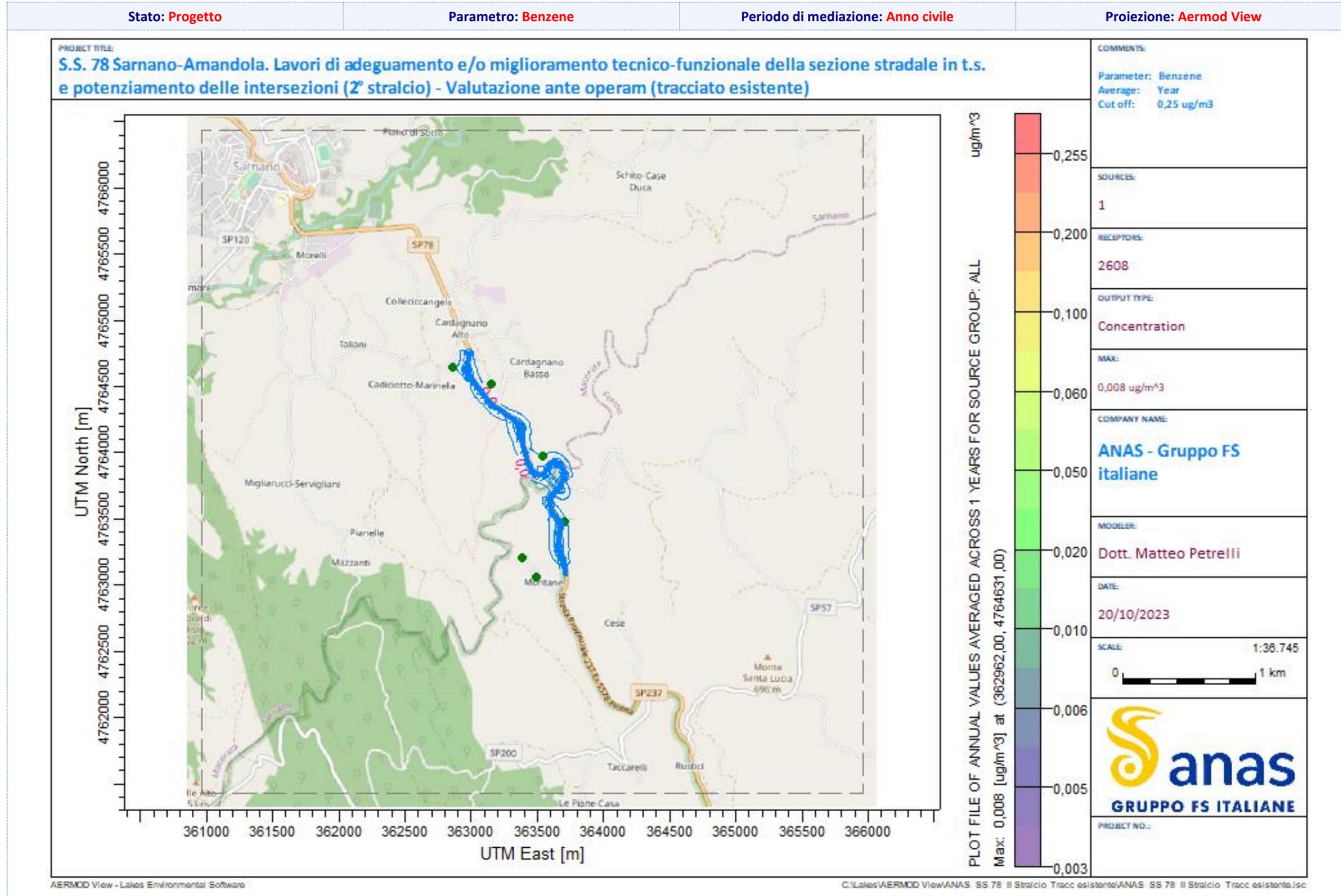


Fig. 43 – Scheda ricaduta Benzene\_Anno civile tracciato attuale (proiezione Aermod View).

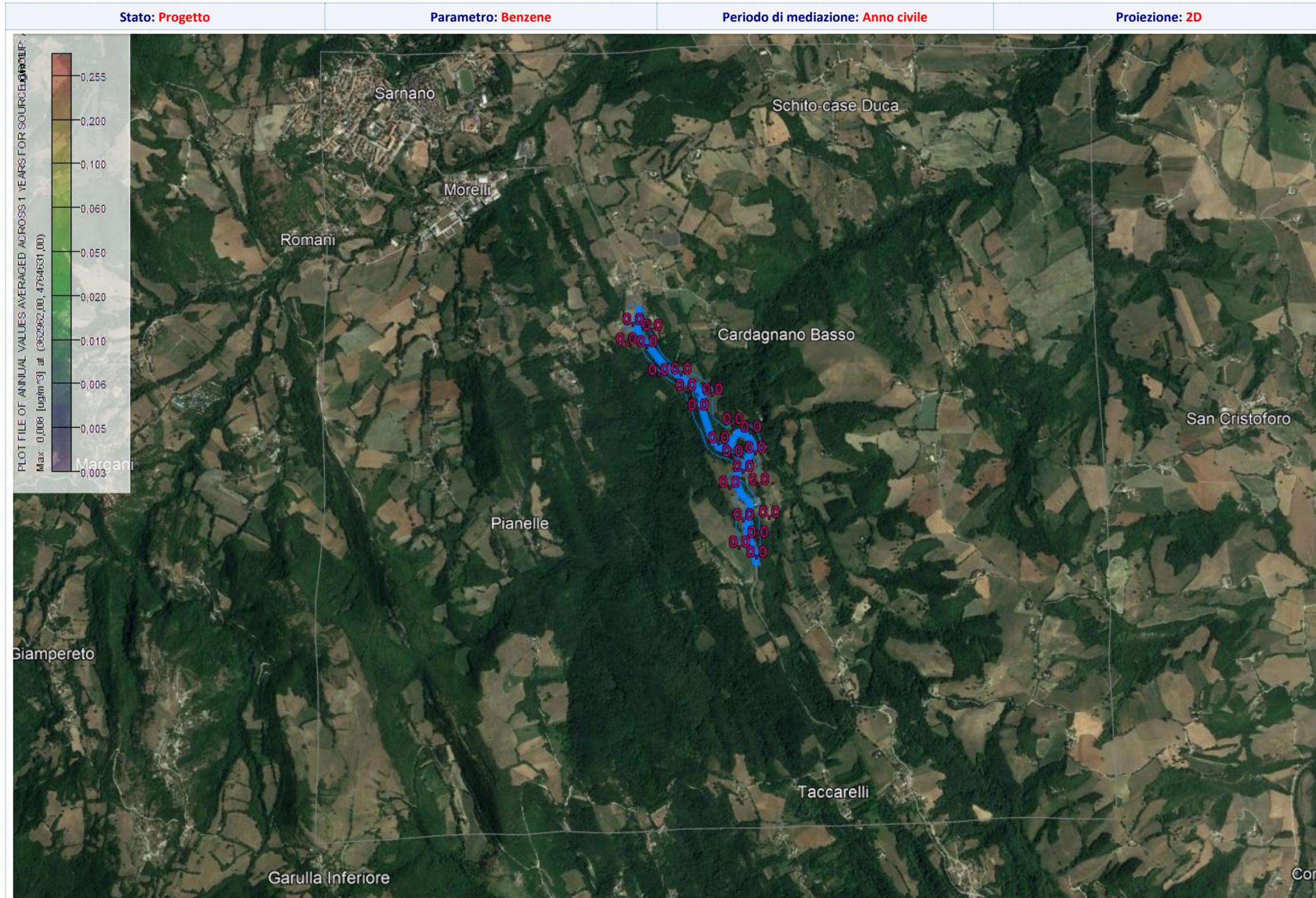


Fig. 44 - Scheda ricaduta Benzene\_Anno civile tracciato attuale (proiezione 2D).

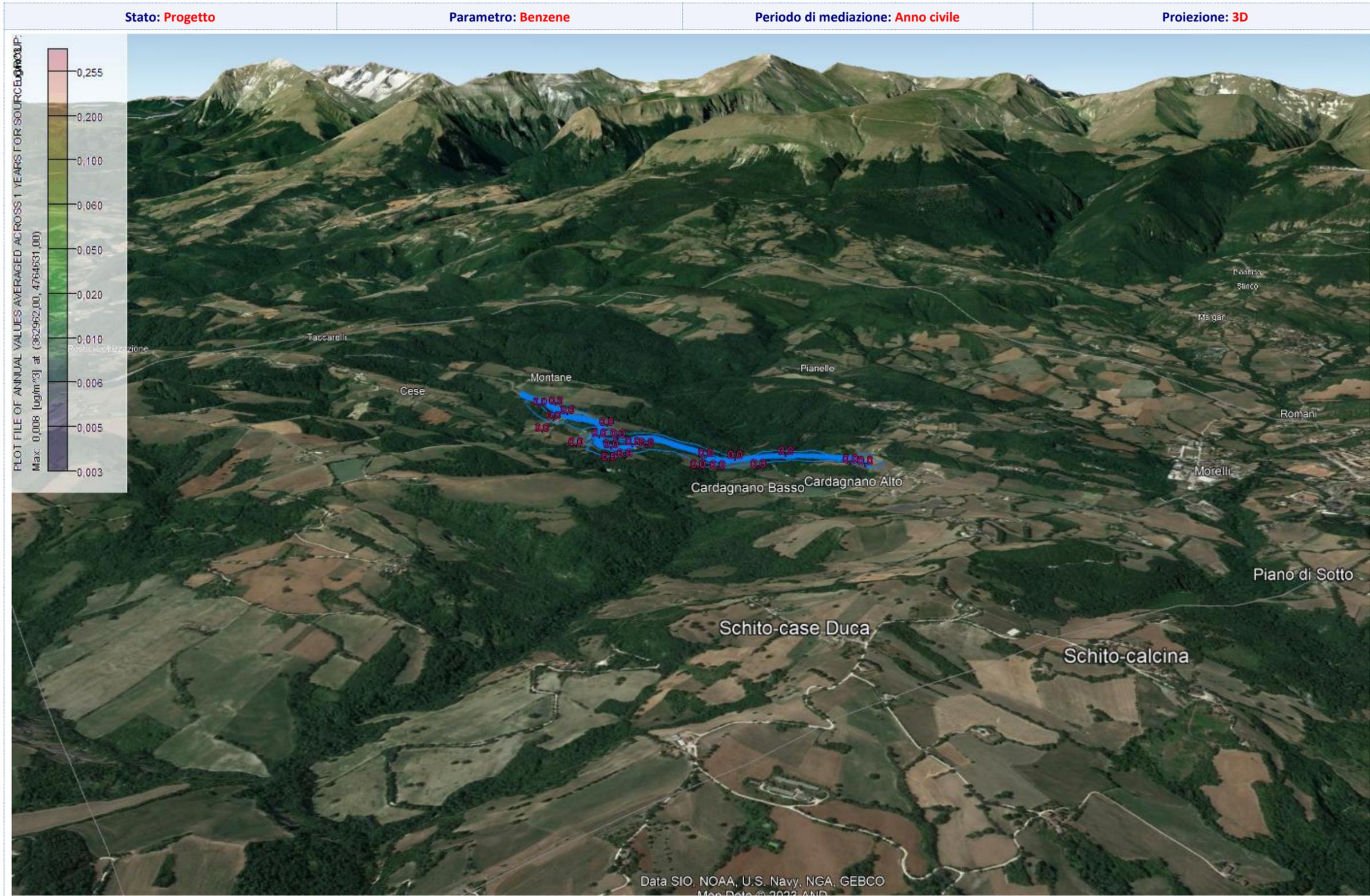


Fig. 45 – Scheda ricaduta Benzene\_Anno civile tracciato attuale (proiezione 3D).

Allegati – Schede di simulazione ed immagini di ricaduta “Nuovo tracciato” (post operam)

All. 1b - Polveri sottili (PM<sub>10</sub>) – Nuovo tracciato

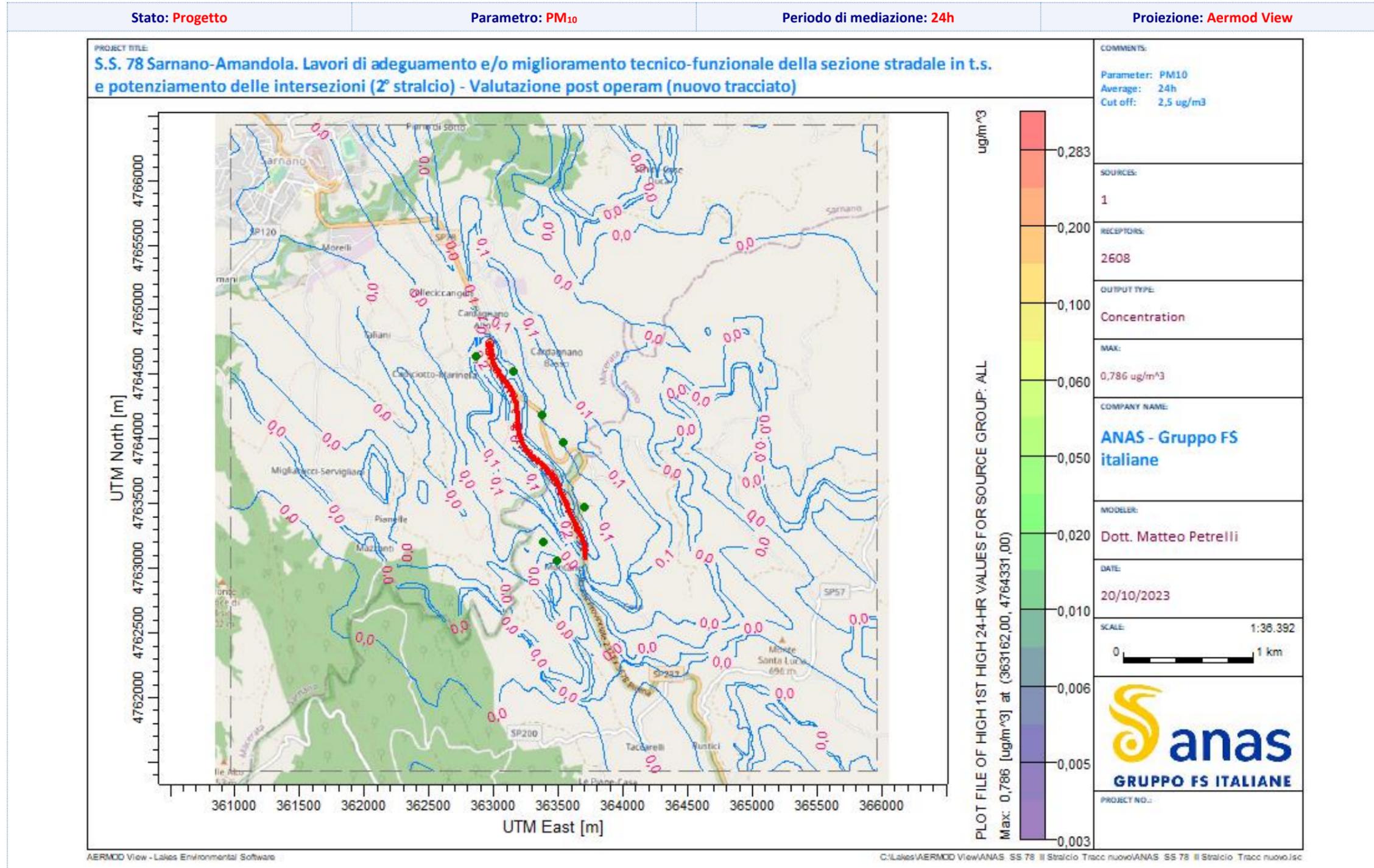


Fig. 46 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_24h nuovo tracciato (proiezione Aermod View).

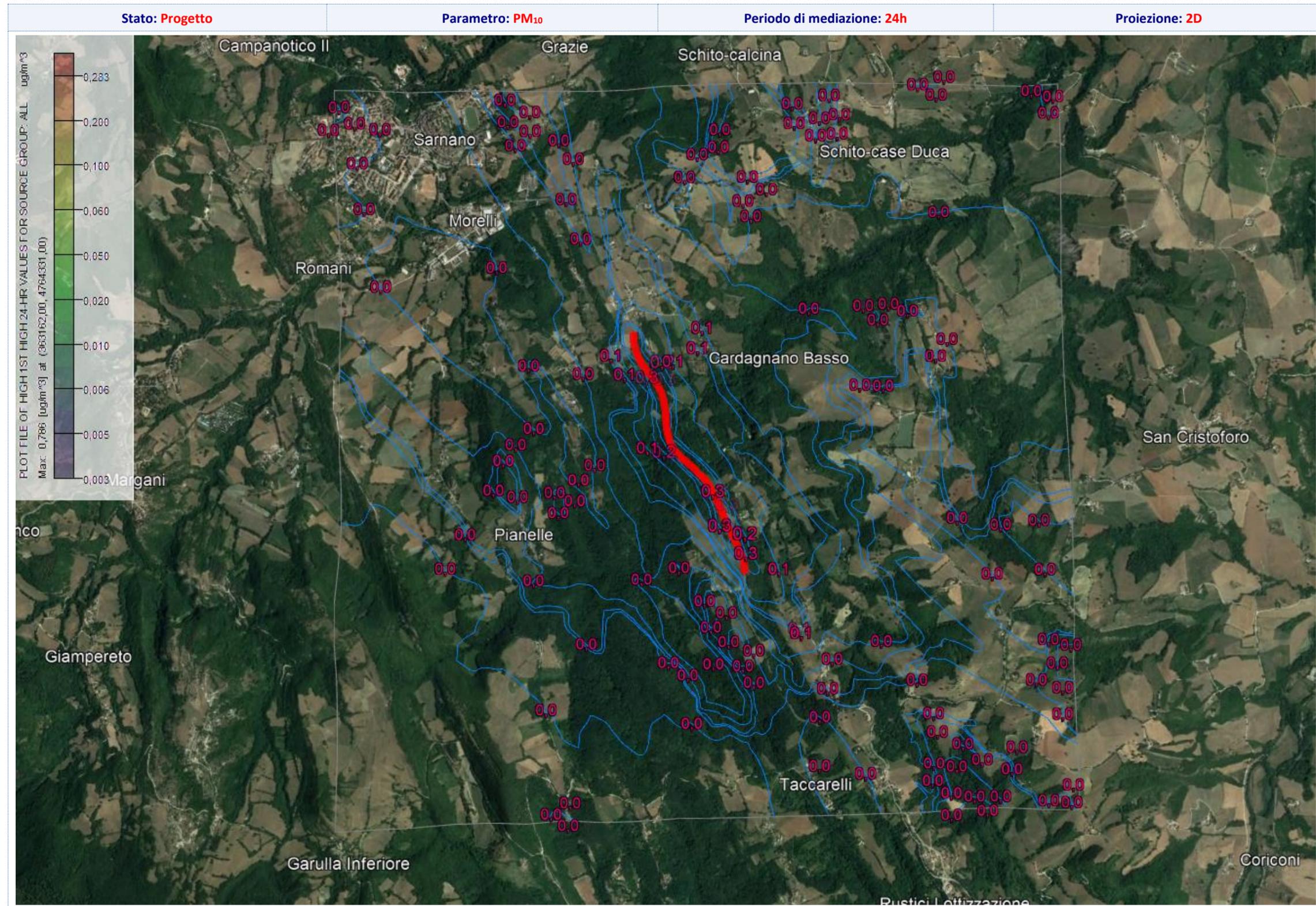


Fig. 47 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_24h nuovo tracciato (proiezione 2D).

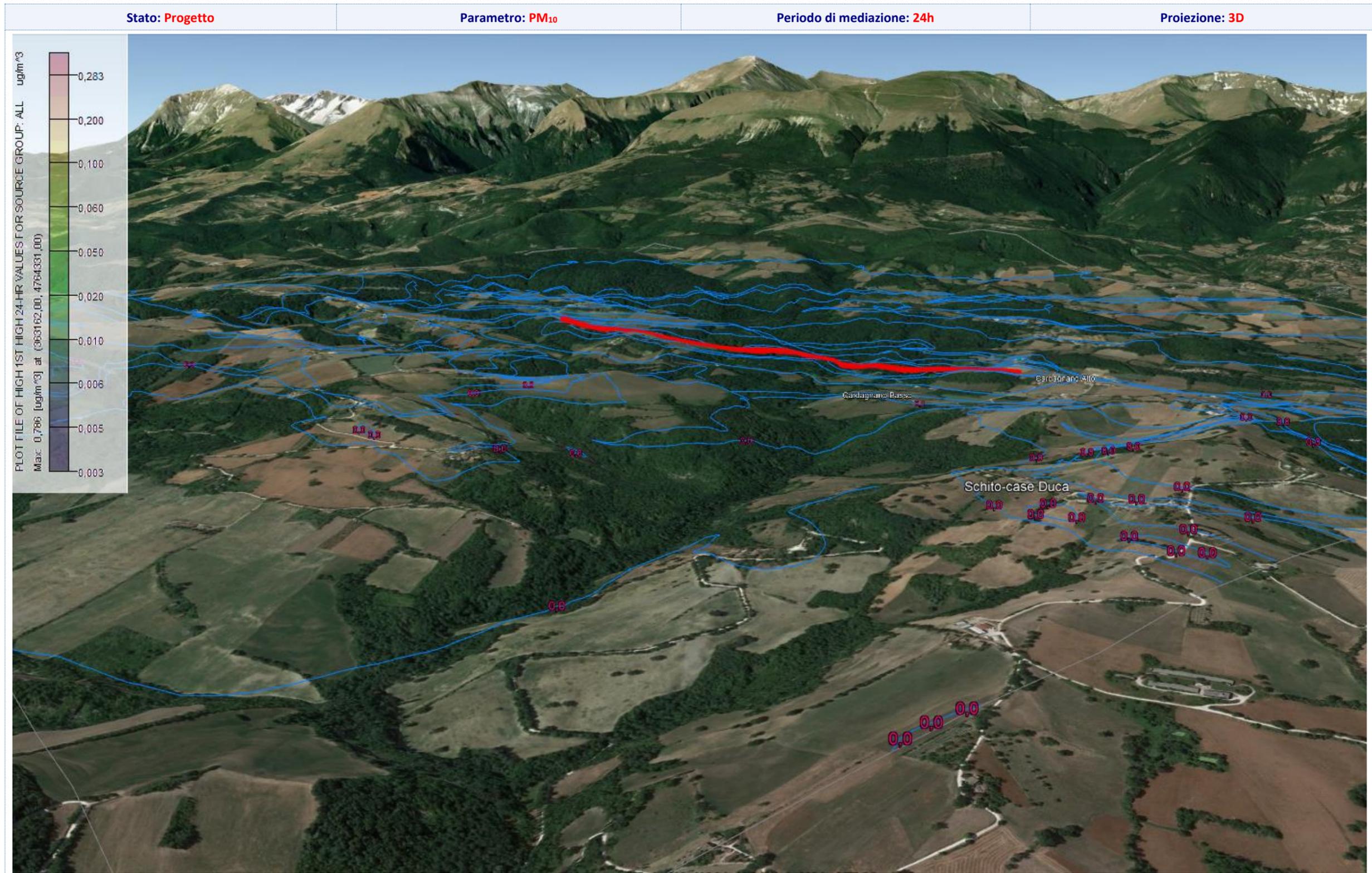


Fig. 48 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_24h nuovo tracciato (proiezione 3D).

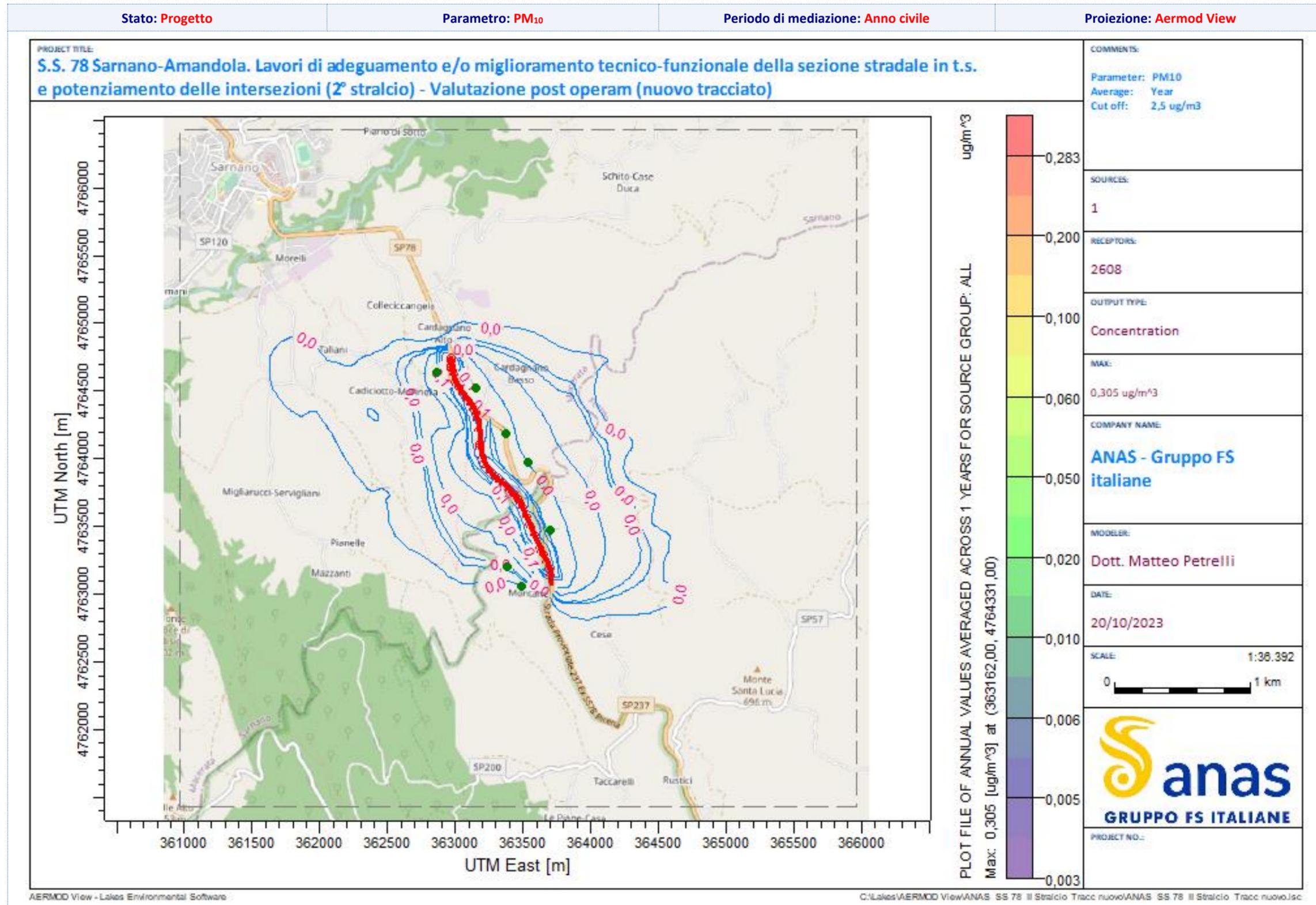


Fig. 49 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).

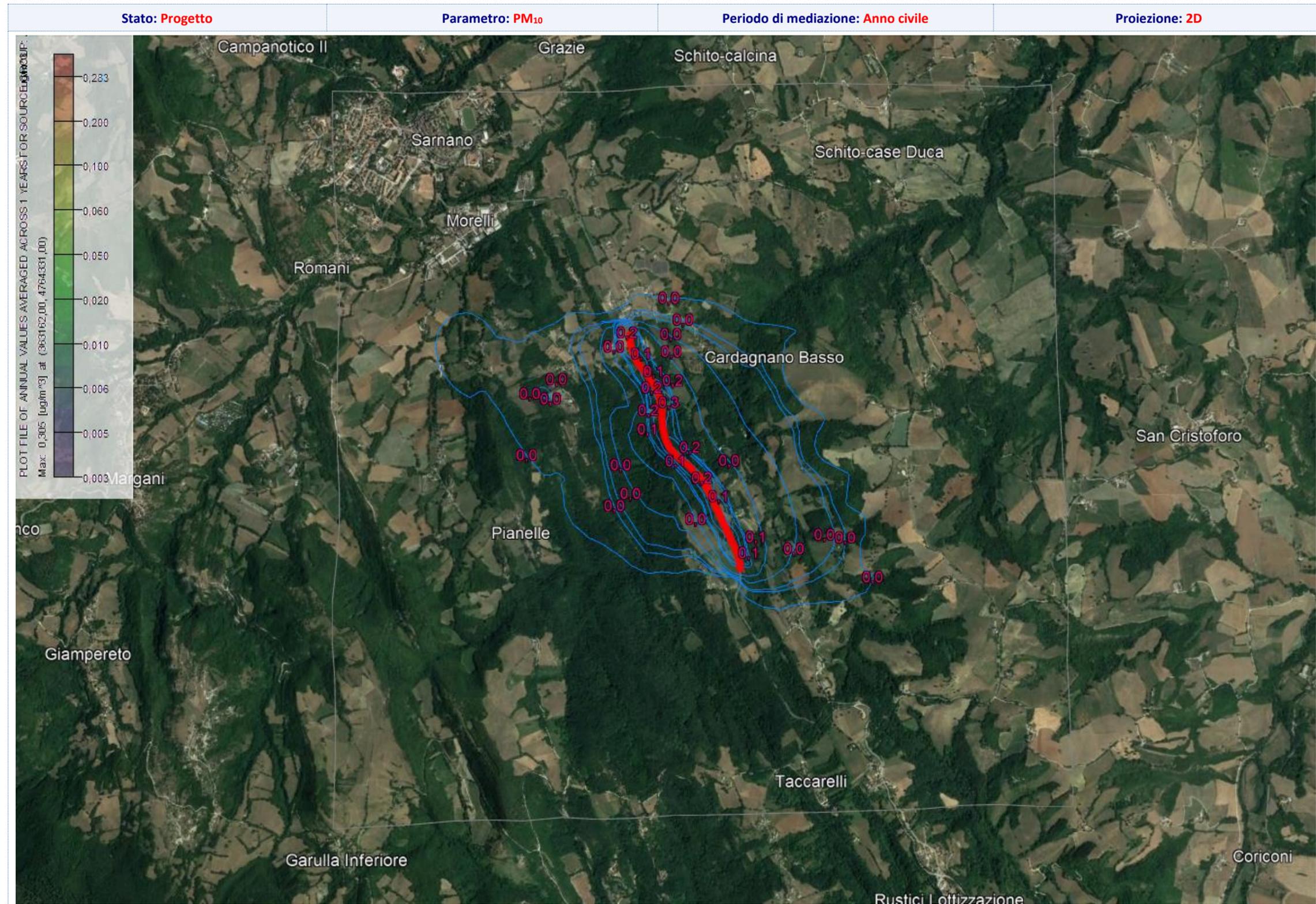


Fig. 50 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 2D).

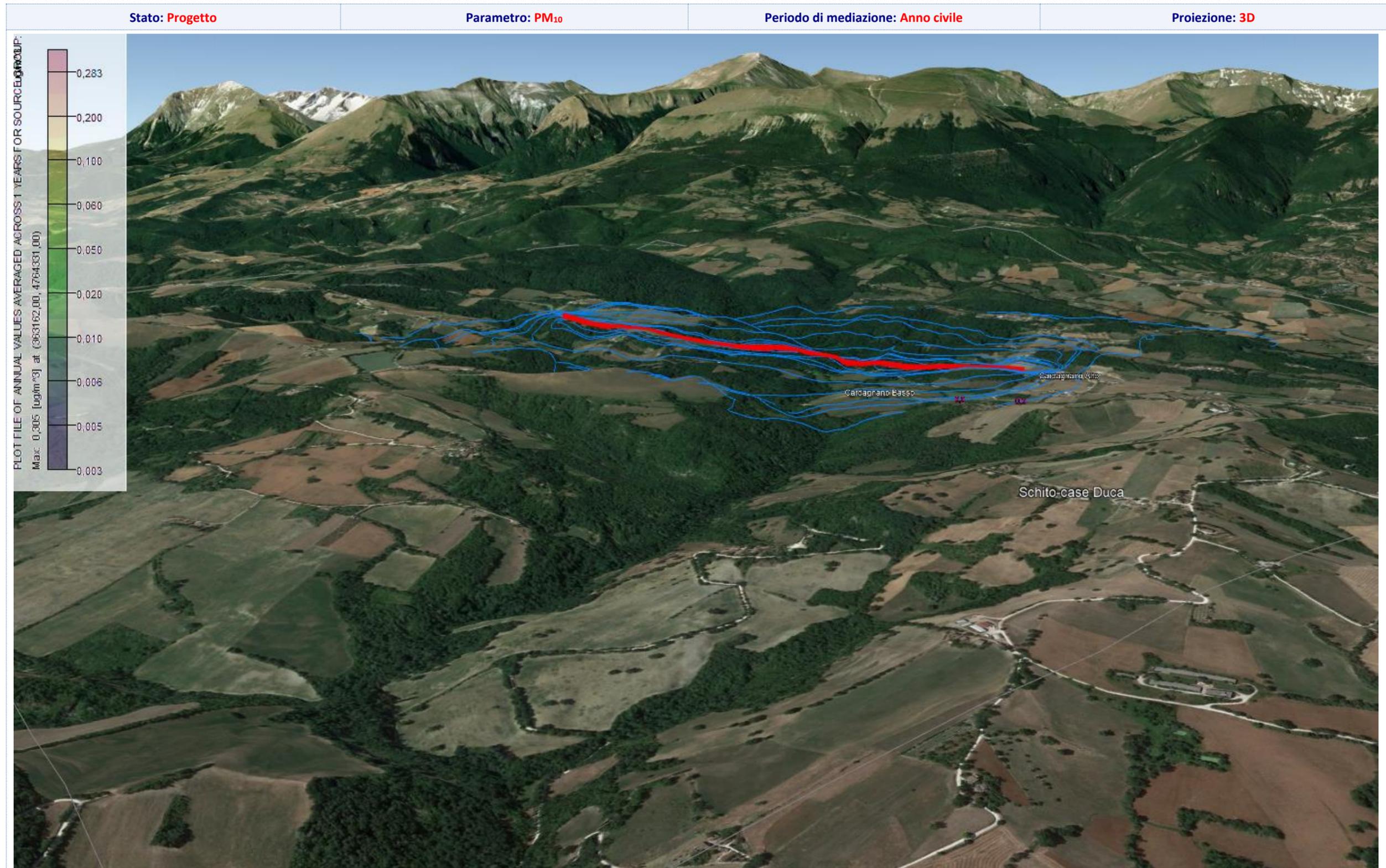


Fig. 51 – Scheda ricaduta PM<sub>10</sub>\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 3D).

All. 2b - Polveri sottili (PM<sub>2,5</sub>) – Nuovo tracciato

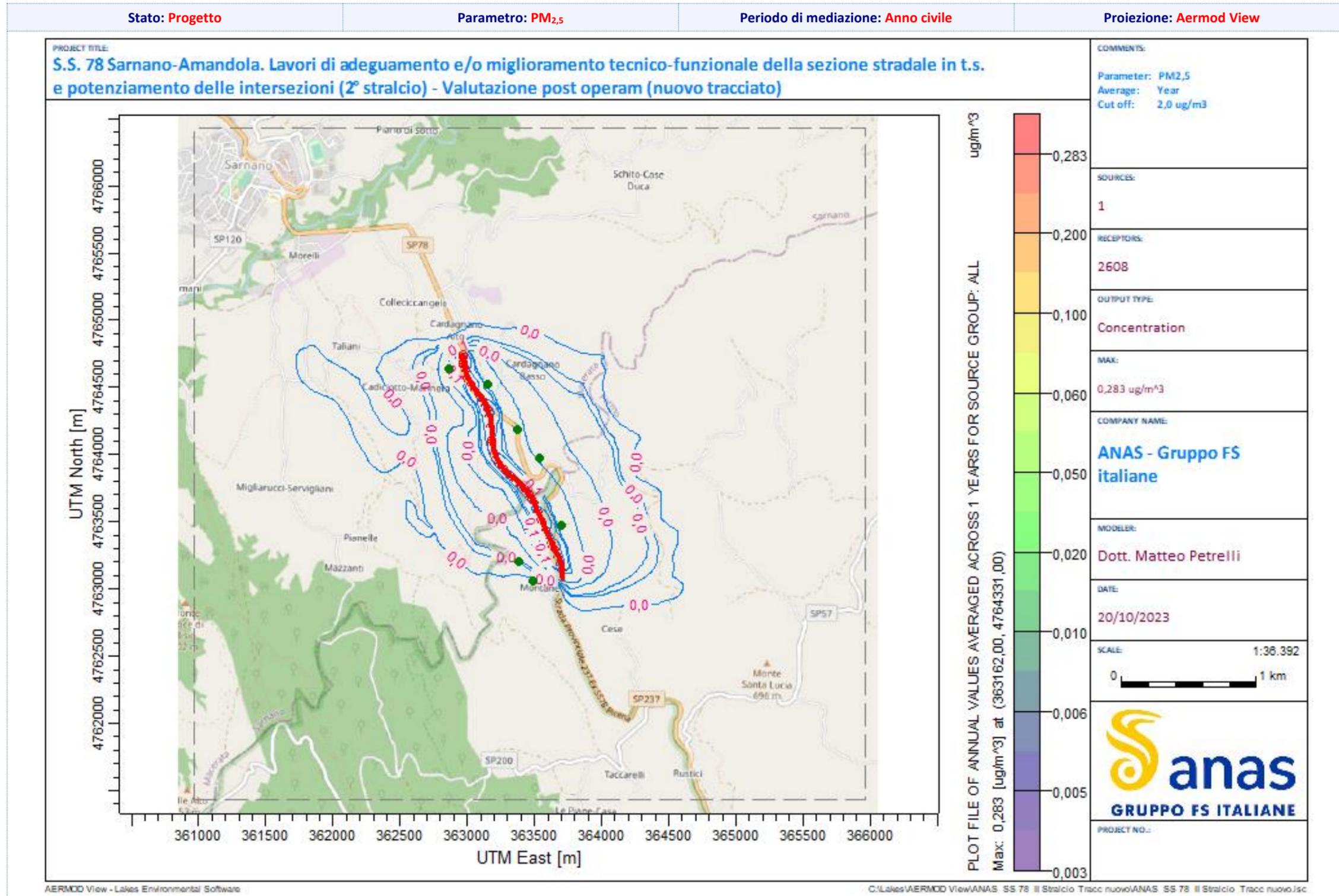


Fig. 52 – Scheda ricaduta PM<sub>2,5</sub>\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).

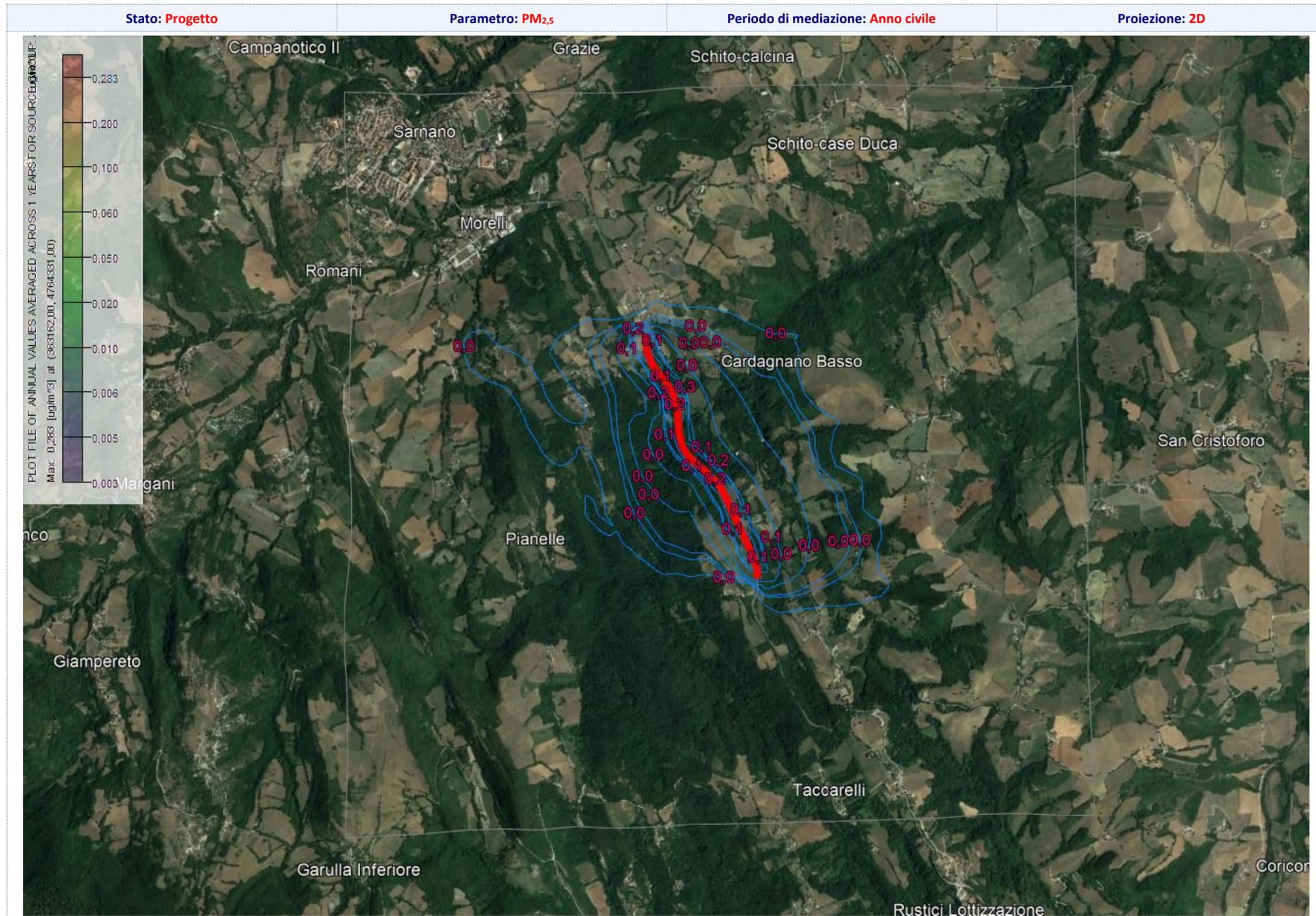


Fig. 53 – Scheda ricaduta PM<sub>2,5</sub>\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 2D).

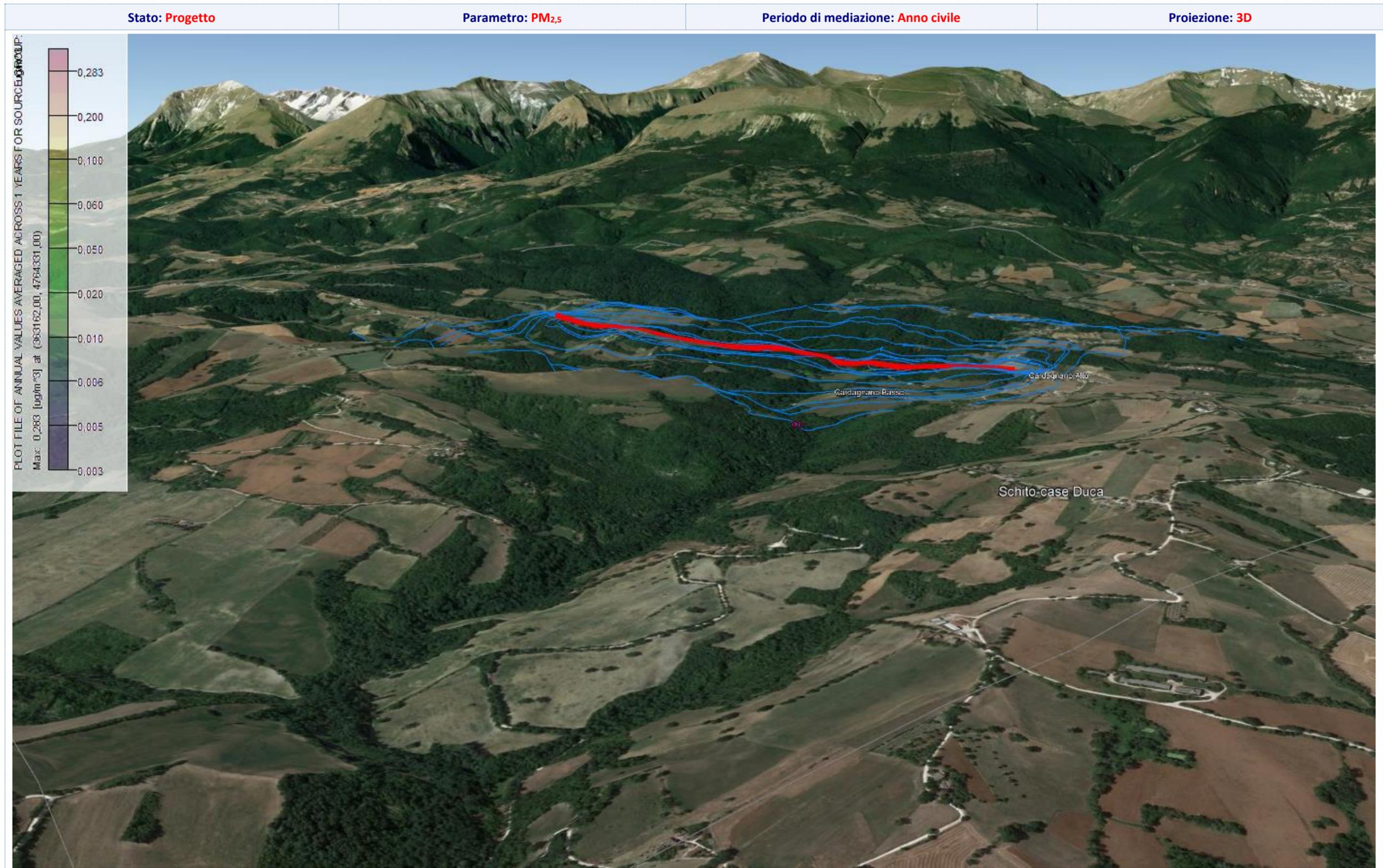


Fig. 54 – Scheda ricaduta PM<sub>2,5</sub>\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 3D).

All. 3b - Monossido di Carbonio (CO) – Nuovo tracciato

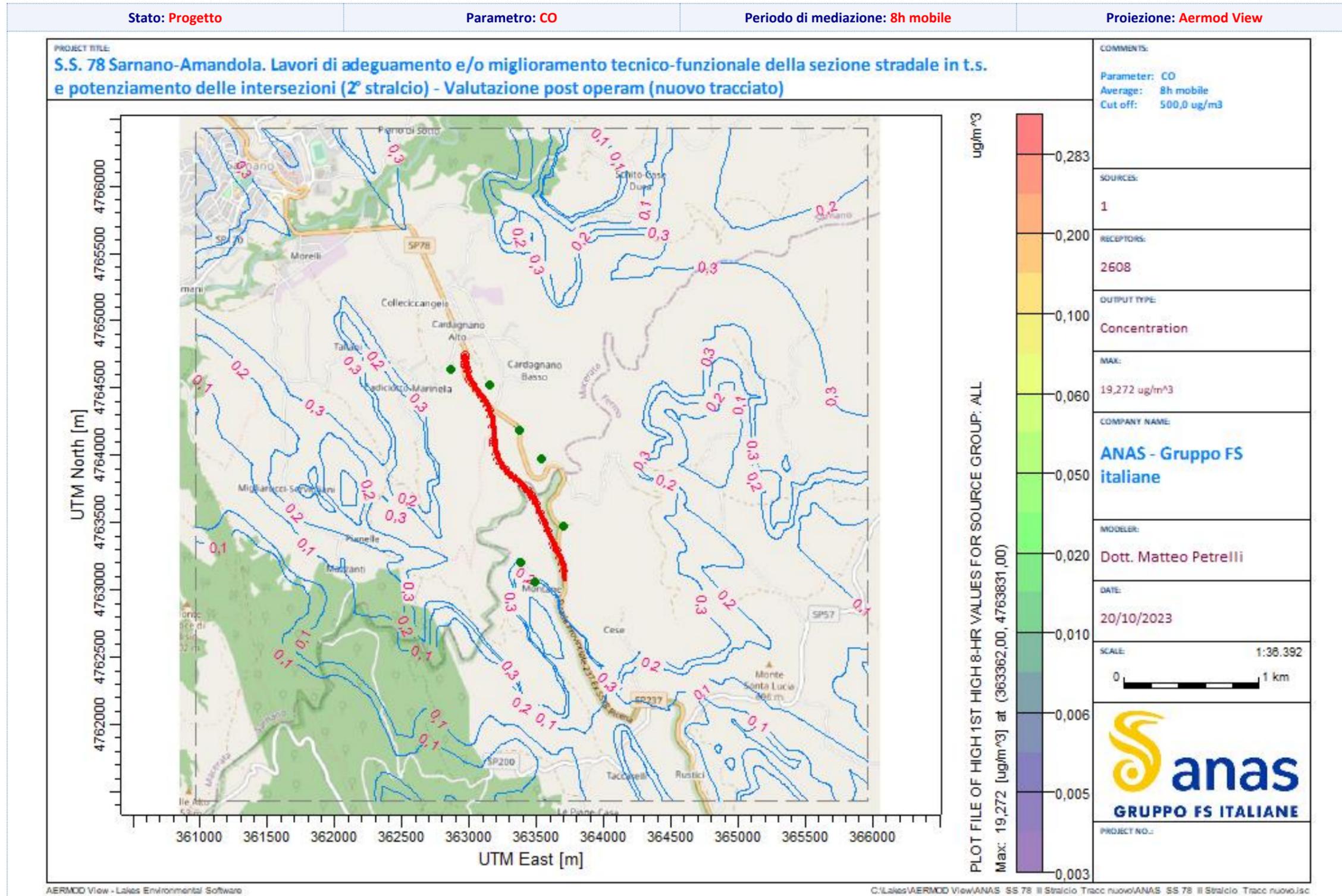


Fig. 55 – Scheda ricaduta CO\_8h mobile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).

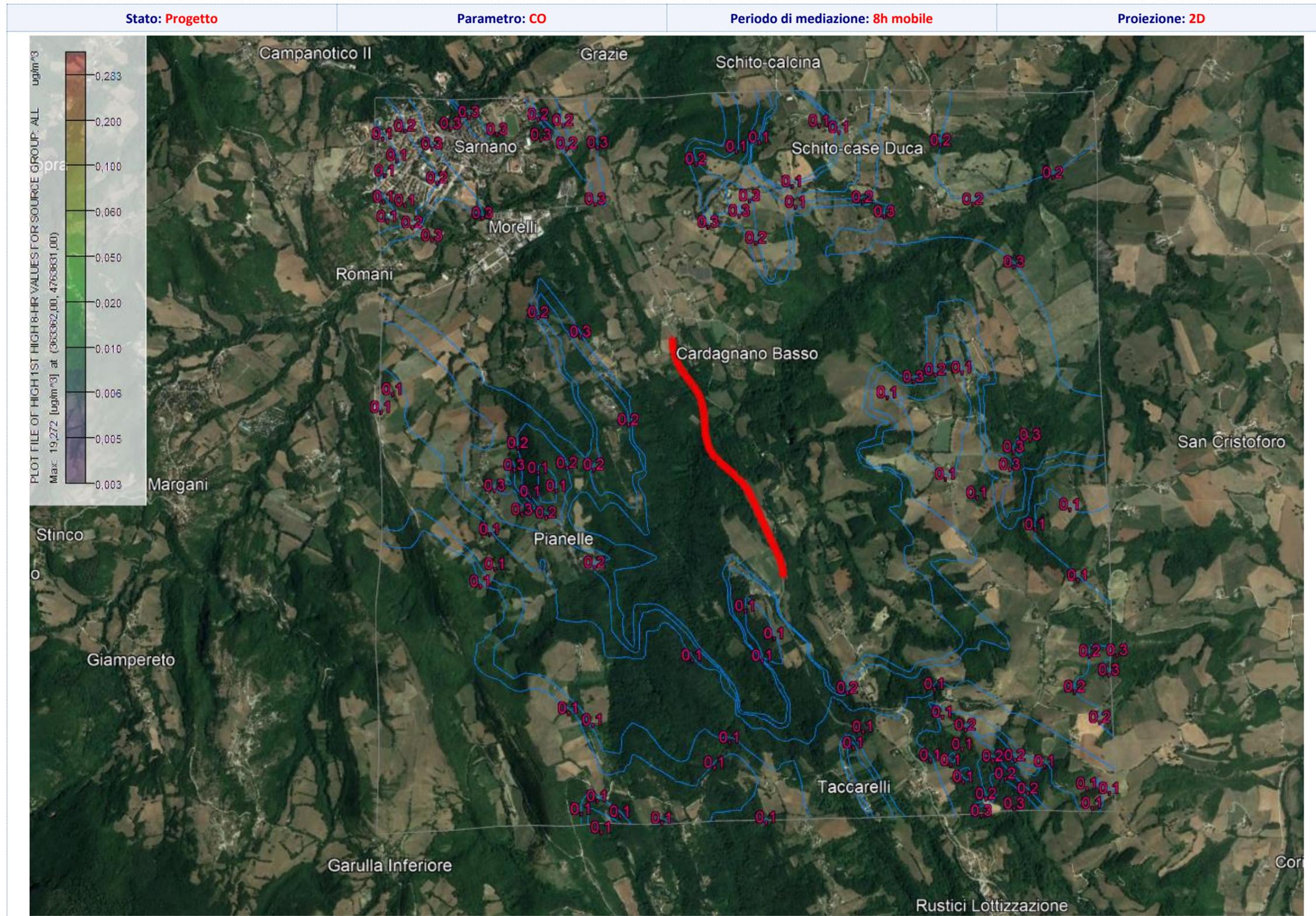


Fig. 56 – Scheda ricaduta CO\_8h mobile nuovo tracciato (proiezione 2D).

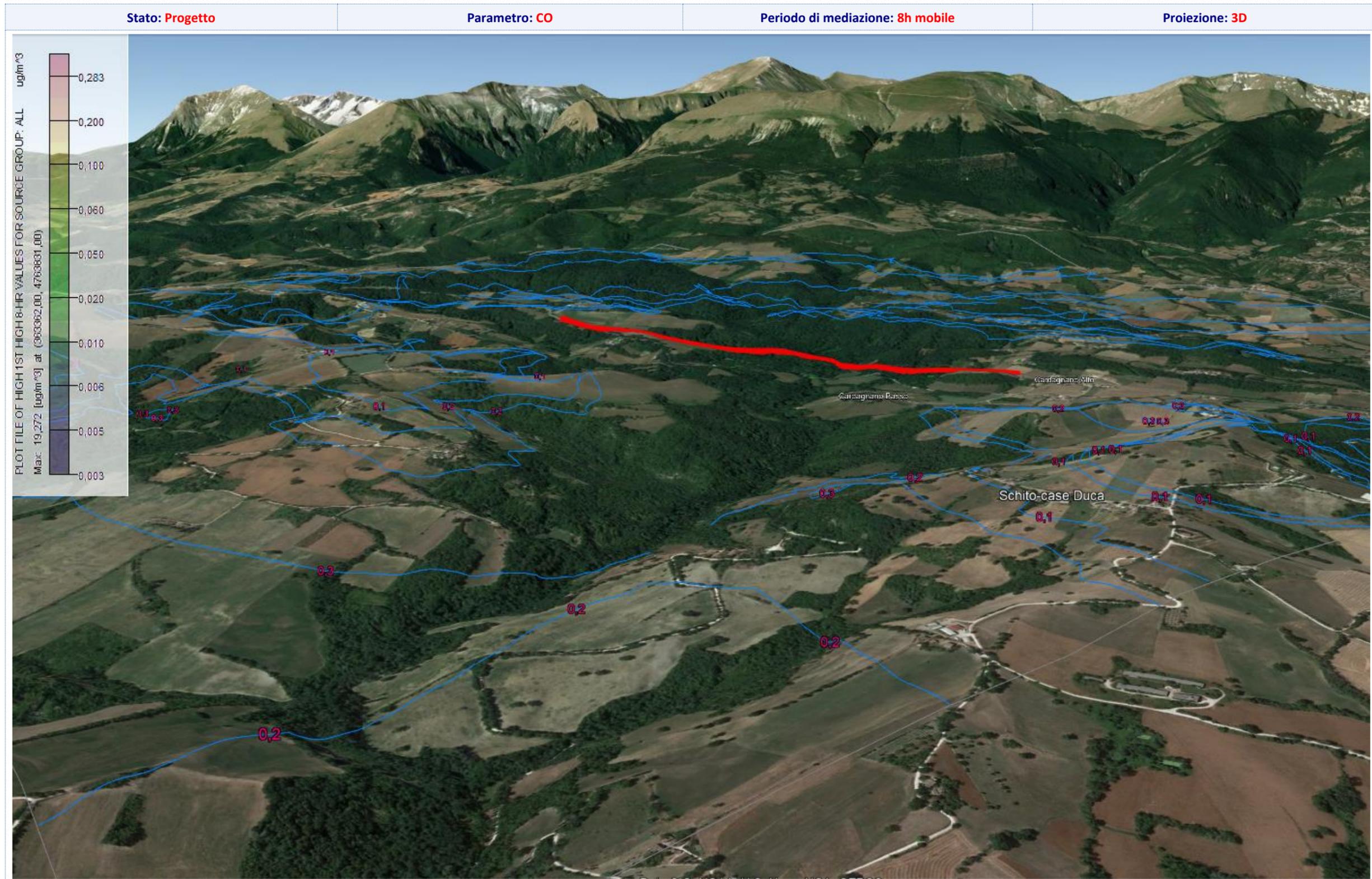


Fig. 57 – Scheda ricaduta CO\_8h mobile nuovo tracciato (proiezione 3D).

All. 4b - Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>) – Nuovo tracciato

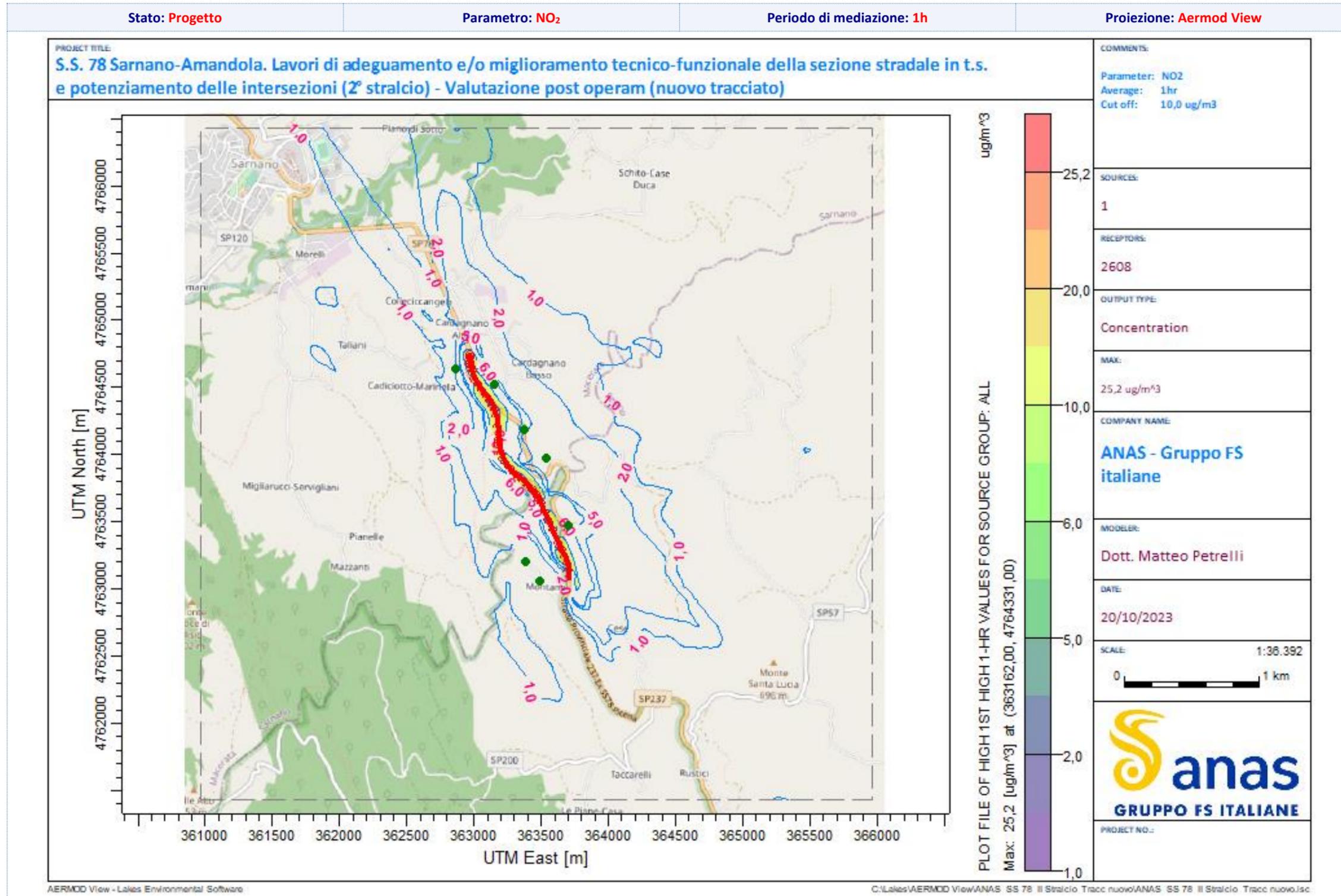


Fig. 58 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_1h nuovo tracciato (proiezione Aermod View).

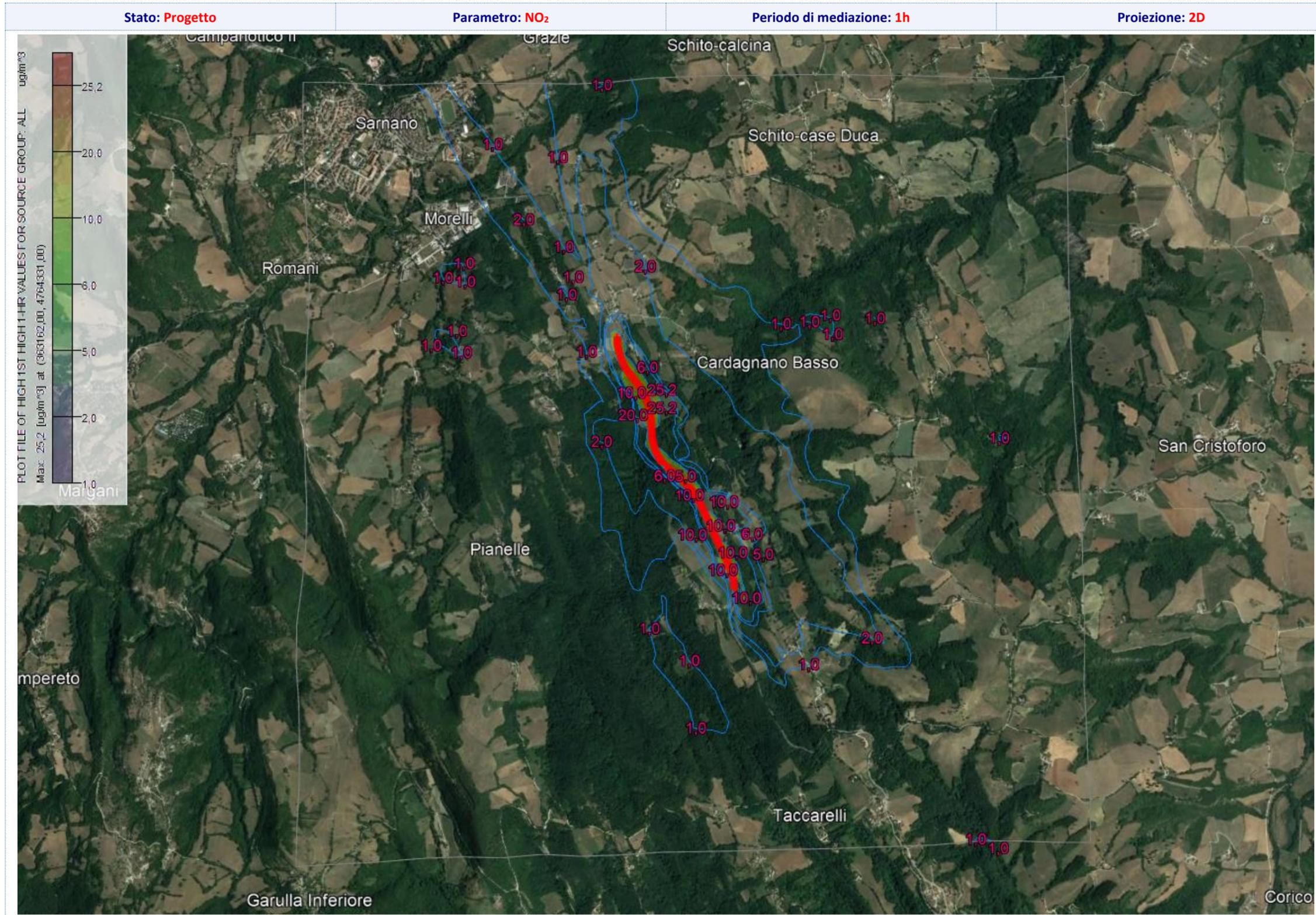


Fig. 59 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_1h nuovo tracciato (proiezione 2D).

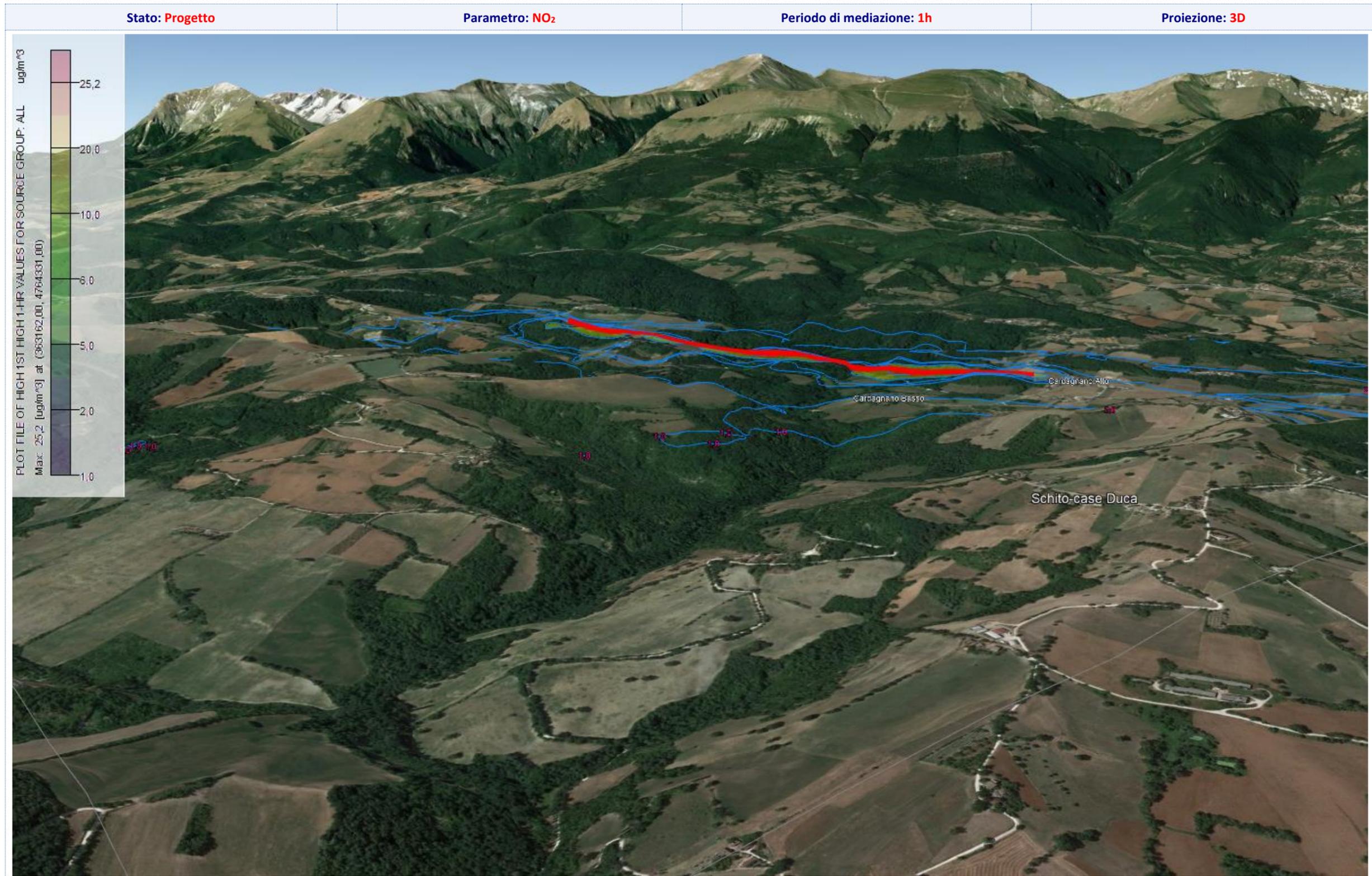


Fig. 60 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_1h nuovo tracciato (proiezione 3D).

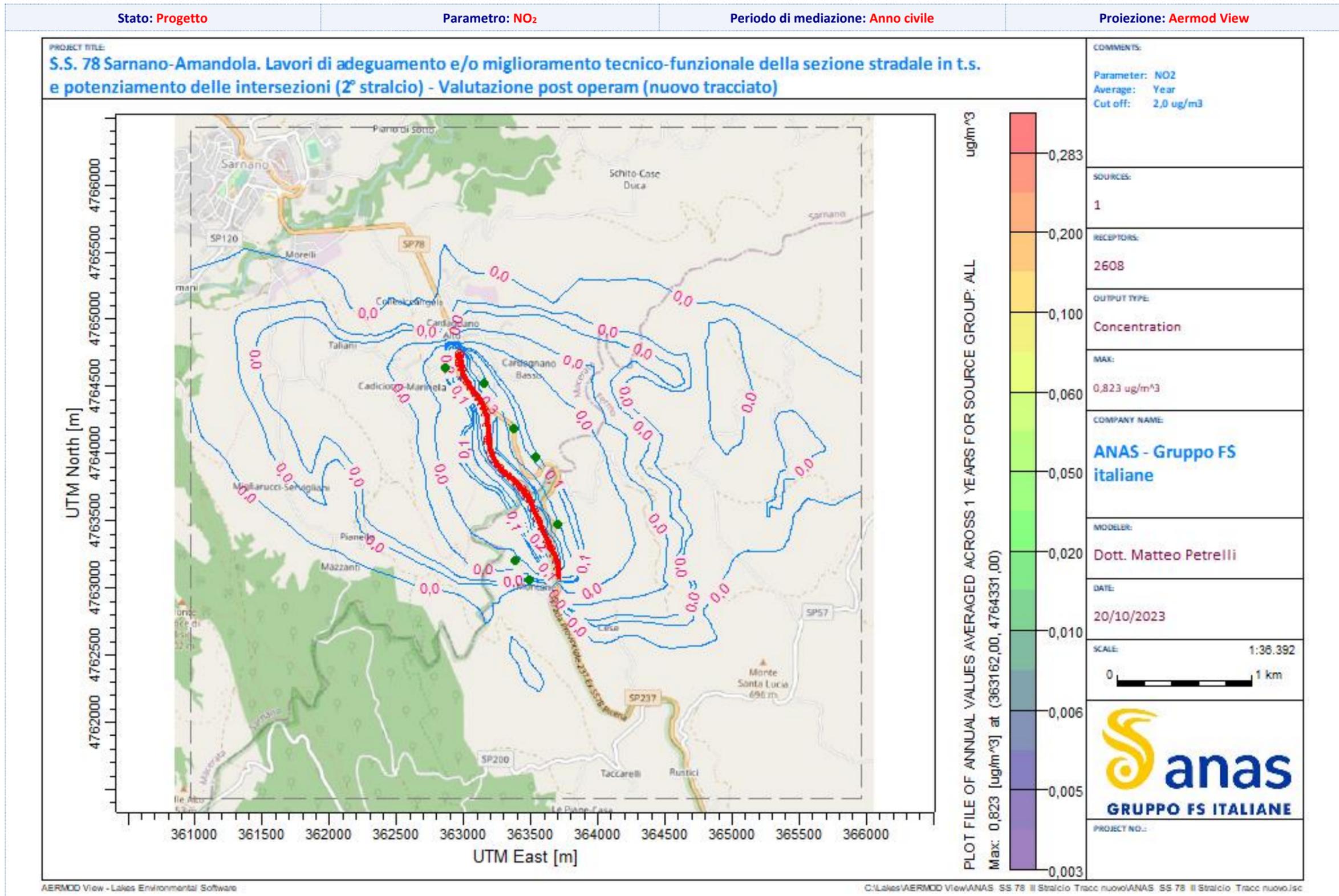


Fig. 61 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub> Anno civile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).

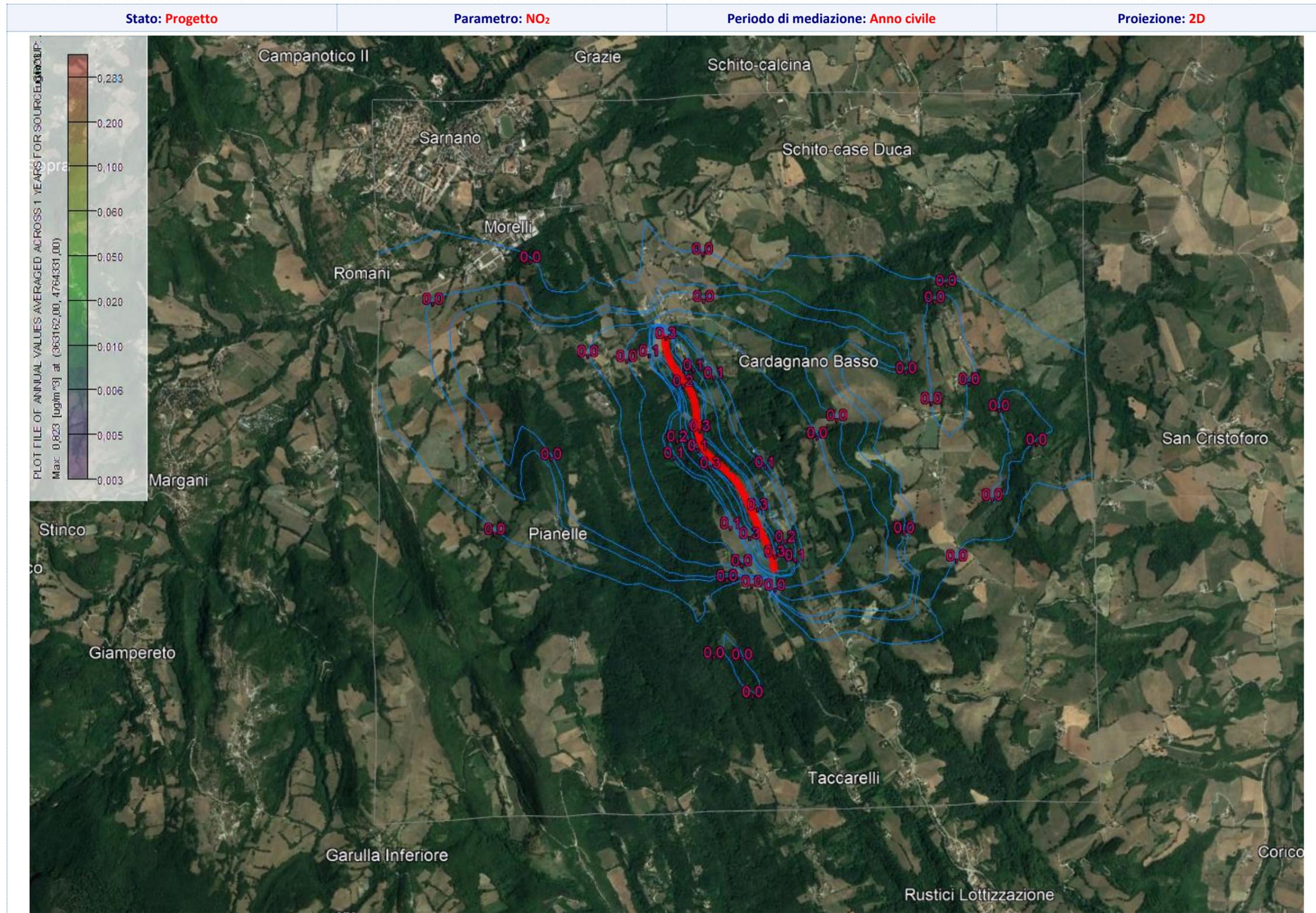


Fig. 62 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 2D).

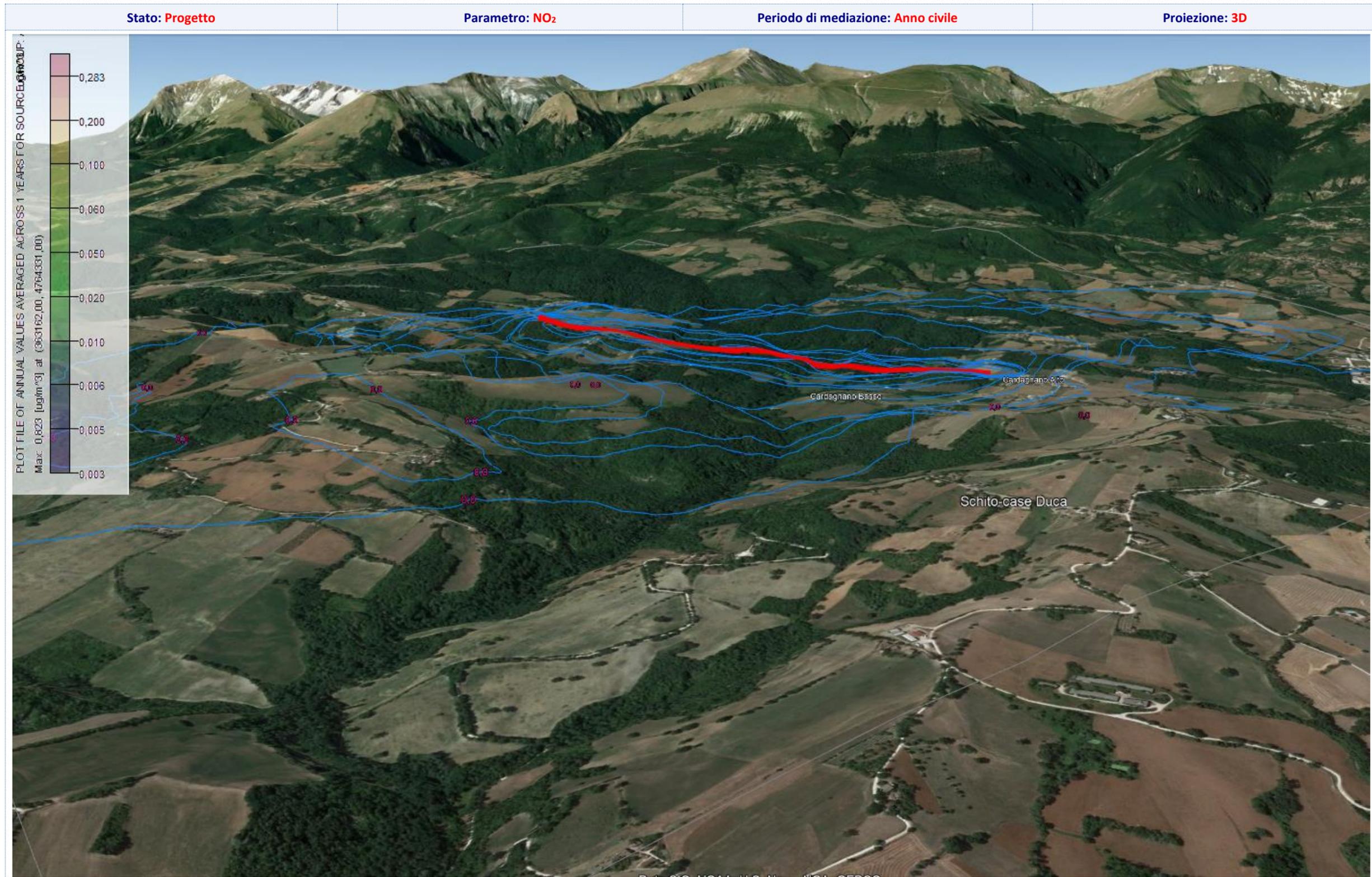


Fig. 63 – Scheda ricaduta NO<sub>2</sub>\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 3D)

All. 5b – Benzene – Nuovo tracciato

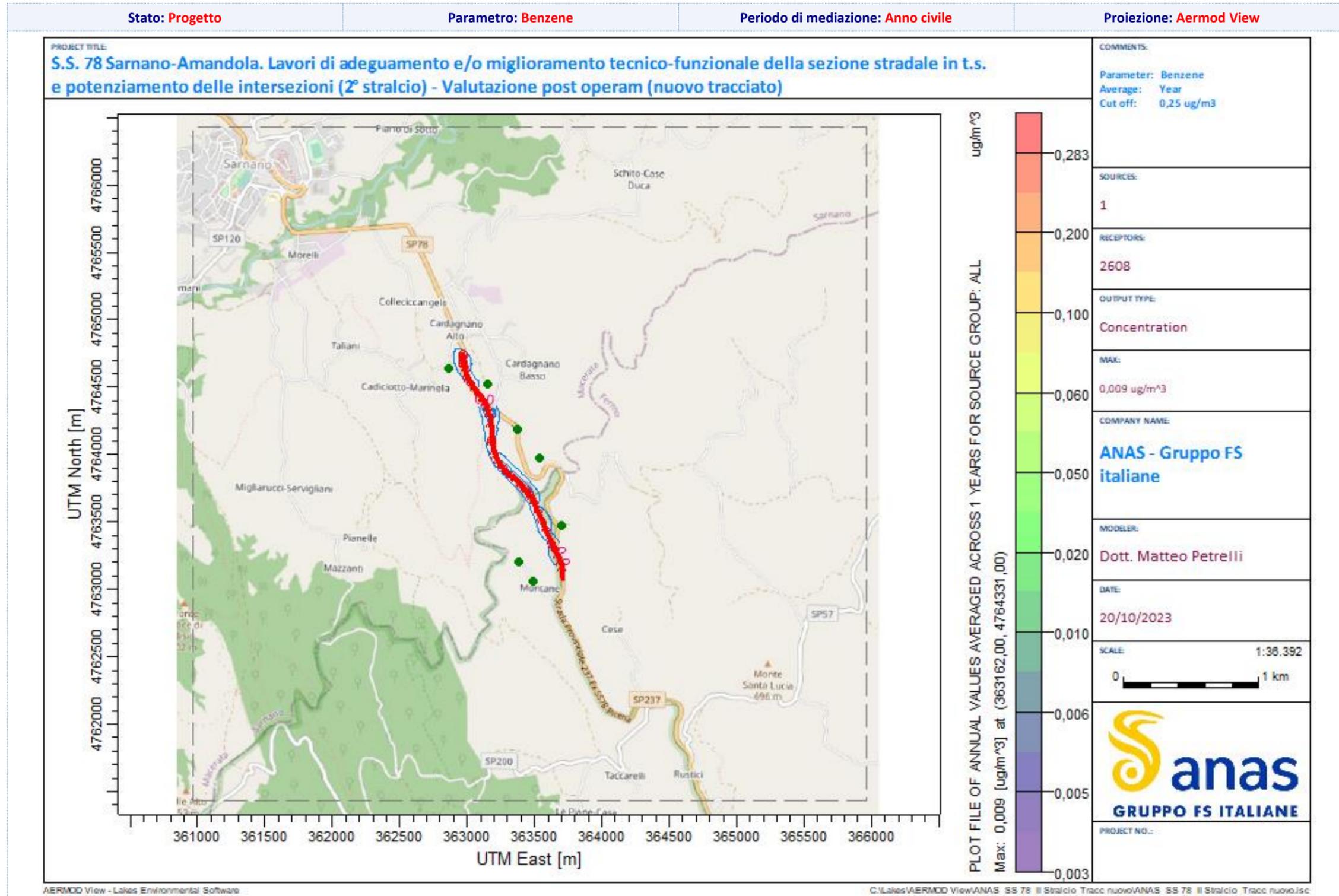


Fig. 64 – Scheda ricaduta Benzene\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione Aermod View).

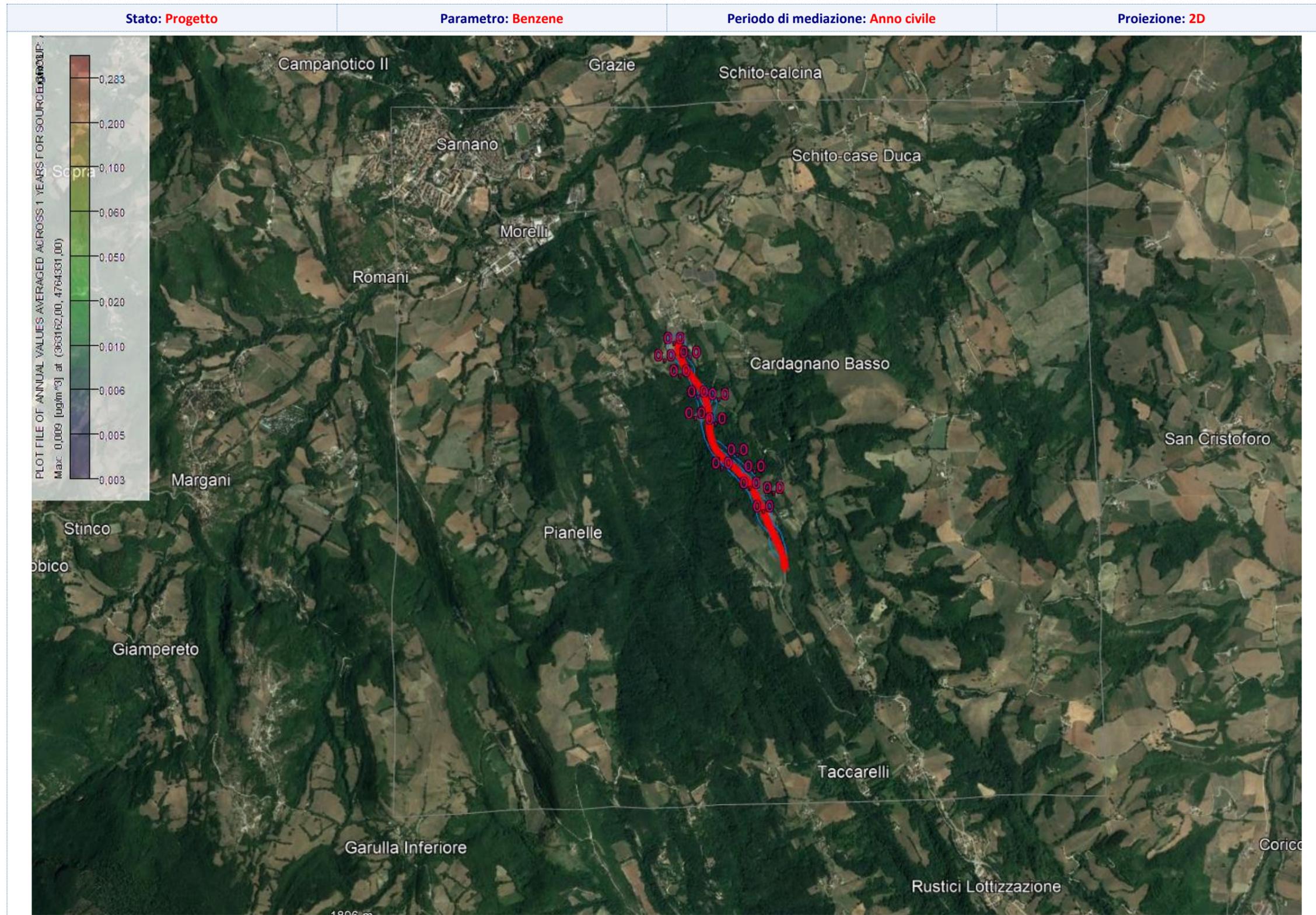


Fig. 65 – Scheda ricaduta Benzene\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 2D).

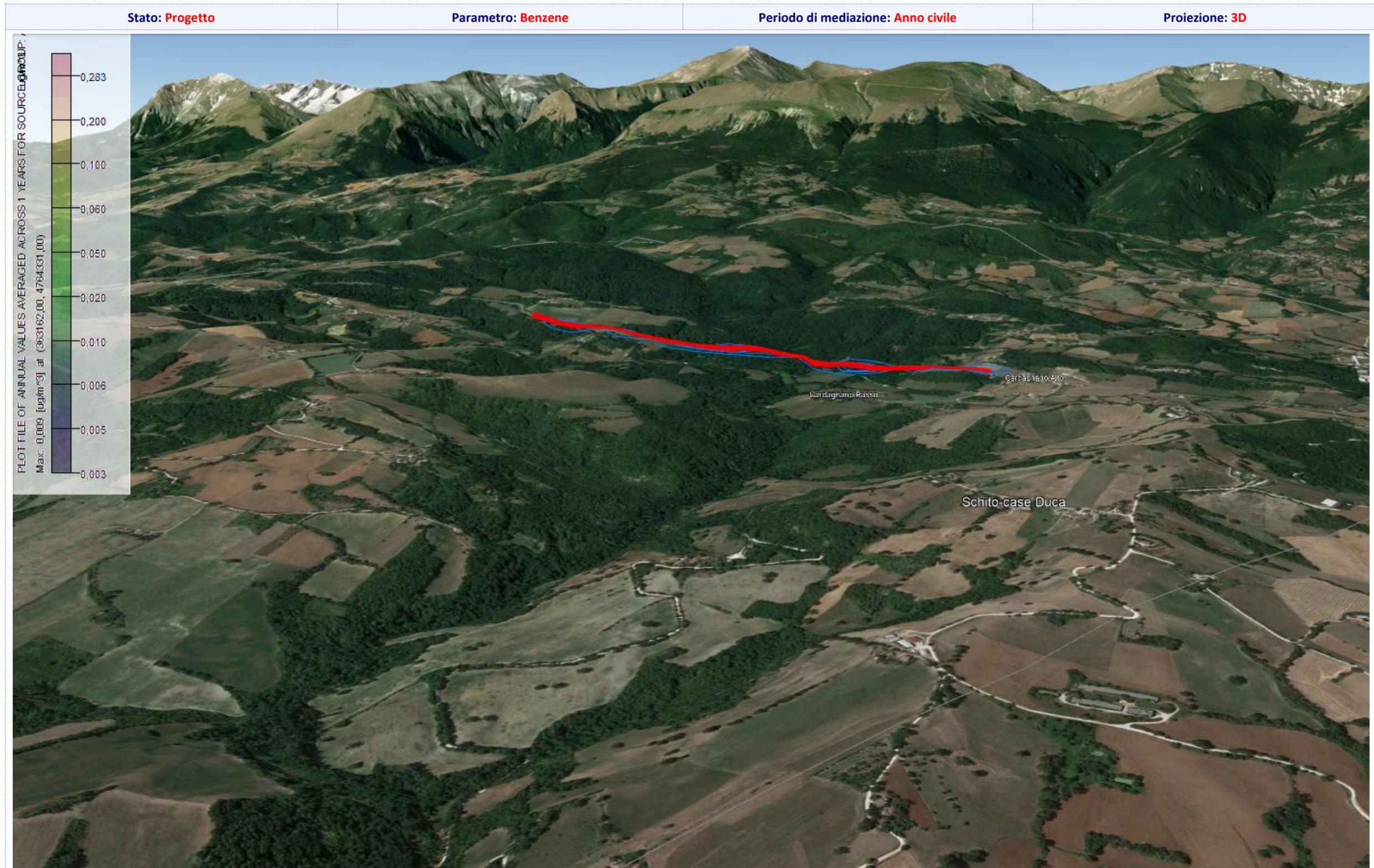


Fig. 66 – Scheda ricaduta Benzene\_Anno civile nuovo tracciato (proiezione 3D).