

 Global Generation Italy HSEQ	Tipo documento/Document type Relazione	Codifica documento/Document code MA030RE01SAMO	Data/Date 30/06/2016
	Progetto Generale/General Project: Progetto di recupero ambientale Miniera Santa Barbara		Pagina/Sheet 0 di 48
	Progetto/Project: Titolo/Title: Studio relativo alla produzione di inquinanti atmosferici nella fase di cantiere	Area di intervento/Zone: 	Indice Sicurezza/ Security Index <i>Usa Pubblico</i>

Progetto di recupero ambientale Area Mineraria Santa Barbara

Studio relativo alla produzione di inquinanti atmosferici nella fase di cantiere

00	30/06/2016	Prima emissione	CESI
Rev.	Data Date	Oggetto della revisione Object of review	Redazione Editing	Collaborazioni Cooperations	Approvazione Approval	Emissione Emission

Cliente Enel Produzione S.p.a.

Oggetto Progetto per il recupero ambientale della Miniera di S. Barbara: studio relativo alla produzione di inquinanti atmosferici nella fase di cantiere di cui al punto 2 del "valutato che" e della prescrizione C27 del Parere CT-VIA n°224 del 19 dicembre 2008

Ordine C. A. 8400060396 del 22.11.2013 "Fornitura di servizi specialistici in campo ambientale, civile e idraulico e diagnostica specialistica"

Note SDO n. 4000383898 del 14.11.2014
COIN AG14ESC002
Rev. 1 in accordo a documento Enel "S. Barbara – Emissario Castelnuovo - Elementi per il Piano di Cantierizzazione – Rev. 02 – 19 Gennaio 2015"
Rev.2 come da comunicazioni del 30.01.2015
Lettera di trasmissione B6013983

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 48 **N. pagine fuori testo** 0

Data 30/06/2016

Elaborato ESC - Manzi Giovanni, ESC - D'Aleo Marco

B4026307 3575 AUT

B4026307 1596735 AUT

Verificato ESC - Pertot Cesare

B4026307 3840 VER

Approvato ESC - Il Responsabile - Pertot Cesare

B4026307 3840 APP

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251
Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150
P.I. IT00793580150
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2016 by CESI. All rights reserved

Indice

1	PREMESSA.....	3
2	AREA DI STUDIO.....	5
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	7
3.1	Aree soggette a semplice rimodellamento dei versanti.....	7
3.2	Aree soggette a rimodellamento con attività di scavo e riporto dei terreni.....	9
4	IDENTIFICAZIONE DELLE ATTIVITA' SORGENTI DI EMISSIONE	16
4.1	Aree soggette a semplice rimodellamento dei versanti.....	16
4.2	Aree soggette a rimodellamento con attività di scavo e riporto dei terreni.....	17
5	EMISSIONI IN ATMOSFERA IN FASE DI CANTIERE	21
5.1	Stima delle emissioni dai motori dei veicoli pesanti per il trasporto del materiale 21	
5.2	Stima delle emissioni dai motori dei mezzi e delle macchine di cantiere.....	22
5.2.1	Stima dell'emissione di benzene (C ₆ H ₆).....	24
5.3	Stima delle emissioni di polveri da risollevarmento stradale	26
5.4	Stima delle emissioni di polveri dovute alla movimentazione degli inerti.....	28
6	VALUTAZIONE MODELLISTICA DELLE CONCENTRAZIONI IN ARIA.....	31
6.1	Input emissivo	31
6.2	Scenario meteorologico.....	32
6.3	Valutazione della qualità dell'aria esistente.....	35
6.4	Risultati e confronto con i limiti di legge	38
7	INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI.....	46
8	CONCLUSIONI.....	47
9	BIBLIOGRAFIA	48

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	30/06/2016	B4026307	Prima emissione

1 PREMESSA

Il presente rapporto si riferisce all'esecuzione dello studio dei potenziali impatti atmosferici determinati dall'utilizzo e dalla movimentazione di terre e rocce da scavo nell'ambito del progetto di recupero ambientale della Miniera di S. Barbara in risposta a quanto riportato al punto 2 del "valutato che" e della prescrizione C27 del Parere CT-VIA n°224 del 19 dicembre 2008.

Il progetto di recupero ambientale è suddiviso in diversi progetti esecutivi che sono predisposti con un dettaglio che dipende da quando è programmata/prevista l'effettiva realizzazione dei singoli progetti; le attività presentate, quindi, si basano sulle informazioni progettuali disponibili al momento della redazione del presente studio che, a titolo cautelativo, ipotizza la contemporaneità dei principali interventi e compie alcune indispensabili assunzioni in merito all'entità delle attività previste.

Gli interventi presi in esame sono quelli riguardanti le sub-aree dell'area di miniera che, in funzione delle tipologie di attività previste, possono essere così identificate:

- Sub-aree soggette a semplice rimodellamento dei versanti:
 - Piagge, Ronco e Cave Vecchie;
- Sub-aree soggette a rimodellamento con attività di scavo, trasporto e riporto dei terreni:
 - Aree di scavo: San Martino, Vignale, Zona Industriale di Bomba, Emissario del Lago Castelnuovo, Podere Capanna;
 - Aree di riporto: Cavità di S. Donato, Allori e Castelnuovo.

Le sostanze prese in esame sono quelle emesse durante le attività descritte per le quali la vigente normativa in materia di qualità dell'aria ambiente (D.Lgs. 155/2010) prevede valori limite di qualità dell'aria per la salute umana: SO₂, NO₂, CO, PM₁₀ e benzene.

Lo studio effettua la stima delle emissioni in atmosfera durante la fase di cantiere in termini di:

- sollevamento di polveri a seguito della movimentazione di materiale;
- produzione di inquinanti primari dovuti al traffico veicolare indotto (prevalentemente mezzi pesanti).

La stima delle emissioni di polveri da movimentazione di materiale è condotta considerando quanto riportato nelle principali pubblicazioni di riferimento in ambito comunitario, nazionale ed internazionale EEA Copert 4, EEA Atmospheric Emission Inventory Guidebook e US-EPA Air Pollution AP-42 quest'ultima utilizzata anche nelle linee guida ARPAT-AFR Modellistica Previsionale "*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*" Allegato 1 parte integrante e sostanziale della DGP 213-09.

Data la natura locale degli effetti sulla qualità dell'aria associati alle emissioni sopra descritte, essi sono nel seguito stimati mediante l'applicazione del modello di dispersione atmosferica ISC-ST3 (Industrial Source Complex, versione 3 Short Term), sviluppato da US-EPA, e sono confrontati con:

- i valori di fondo presenti nell'area deducibili dalle risultanze di dati esistenti prodotti da campagne di misura della qualità dell'aria o presenti in pubblicazioni di Enti;
- i valori limiti previsti dalla normativa vigente (D.Lgs. 155/2010).

2 AREA DI STUDIO

L'area d'indagine è la porzione di territorio interessata dal Progetto per il recupero ambientale della miniera di Santa Barbara nei Comuni di Cavriglia (AR) e Figline Valdarno (FI).

Il progetto si presenta articolato su diverse sub-aree d'intervento suddivisibili in funzione delle tipologie di attività e d'interventi previsti in:

1. sub-aree soggette a rimodellamento in cui sono previste significative attività di scavo e riporto di terreni;
2. sub-aree soggette ad interventi limitati sia per la realizzazione di opere (canali, argini, viabilità) sia per il rimodellamento di pendii, che richiedono movimenti di terra più contenuti e interessano solo alcune porzioni delle sub-aree.

Entrambe le tipologie d'intervento sono finalizzate all'ottenimento dei requisiti morfologici e di sicurezza richiesti per la fruibilità del territorio congruentemente con quanto previsto nel progetto di recupero ambientale dell'area mineraria.

Nella prima tipologia di sub-aree le attività di rimodellamento comportano operazioni di scavo, trasporto e riporto di terreno che si svolgeranno all'interno del cantiere minerario coinvolgendo sub-aree d'intervento diverse.

Nella seconda tipologia, le attività comportano al contrario il semplice rimodellamento dei versanti e sono condotte esclusivamente all'interno di una stessa sub-area d'intervento situata all'interno del cantiere minerario e senza che siano necessarie operazioni di trasporto a dimora del terreno di risulta. Nel seguito ci si riferirà a queste aree come "*sub-aree soggette a semplice rimodellamento dei versanti*".

Per entrambe le tipologie, ma in particolare per la seconda, gli interventi potranno essere compiutamente individuati e descritti solo in fase di definizione dei progetti esecutivi. Ai fini delle valutazioni del presente studio si effettuano pertanto alcune assunzioni semplificative ma cautelative per pervenire alla valutazione preliminare degli effetti attesi sulla qualità dell'aria ed esse associate.

Complessivamente sono state individuate le seguenti 11 sub-aree di intervento la cui collocazione geografica è riportata nella Figura 1:

- **sub-aree soggette a semplice rimodellamento dei versanti:**
Piagge, Ronco e Cave Vecchie;
- **sub-aree soggette a rimodellamento con attività di scavo, trasporto e riporto dei terreni:**
 - Aree di scavo: San Martino, Vignale, Zona Industriale di Bomba, Emissario del Lago Castelnuovo, Podere Capanna;
 - Aree di riporto: Cavità di S. Donato, Allori e Castelnuovo.

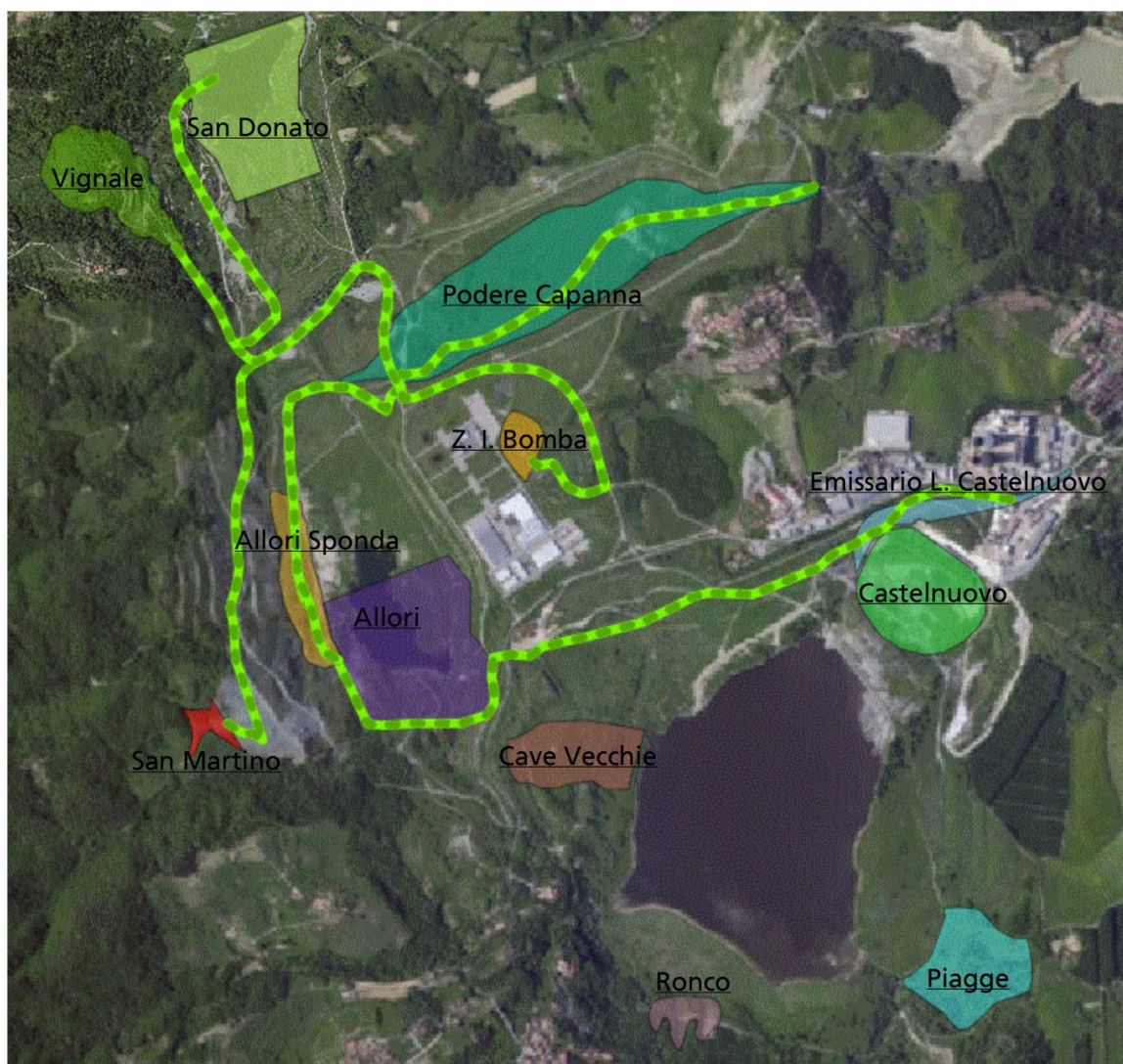


Figura 1 - Ubicazione delle sub-aree d'intervento interne all'area di miniera e percorsi per il trasporto dei terreni

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Il progetto di recupero ambientale della Miniera di Santa Barbara ha una considerevole estensione territoriale. La complessità di una progettazione esecutiva estesa ad un ambito territoriale così vasto ha condotto ad articolare l'esecuzione del recupero territoriale in più progetti esecutivi per zone omogenee. Ogni progetto esecutivo sarà sottoposto a verifica di ottemperanza da parte degli Enti competenti. In una prima fase è stato sottoposto a verifica di ottemperanza il progetto esecutivo relativo alla realizzazione della "Collina schermo" tra il lago di Castelnuovo e la zona industriale. Nella fase attuale, dopo l'approvazione degli studi a carattere generale avvenuta con nota n. 97554 del 14/08/2014 dalla Regione Toscana, è stato predisposto il primo progetto esecutivo relativo alla realizzazione dell'emissario del lago di Castelnuovo (PR020). Rimandando, quindi, per una descrizione più approfondita degli interventi al progetto esecutivo dell'emissario e al documento CESI B4014668 "*Risposta alle prescrizioni e raccomandazioni inerenti la caratterizzazione e gestione delle terre e rocce da scavo di provenienza interna all'area mineraria*", facente parte quest'ultimo degli studi generali approvati, nel seguito si sintetizzano gli aspetti d'interesse per le finalità del presente studio.

3.1 Aree soggette a semplice rimodellamento dei versanti

Tali sub-aree, interne all'area di miniera, orlano le zone di scavo realizzate per la coltivazione della lignite in corrispondenza delle quali, a causa delle notevoli profondità raggiunte durante il progredire delle lavorazioni, si sono verificati fenomeni franosi e deformativi, ad oggi ancora attivi.

In tali settori sono previste esclusivamente attività di sistemazione dei versanti, mediante riprofilatura con mezzi meccanici, e interventi limitati per la realizzazione di opere (canali, argini, viabilità) mediante mezzi meccanici, senza movimentazione/trasporto di terreno esternamente alla sub-area di cantiere. L'esatta individuazione dei siti di attività potrà essere condotta solo in fase di predisposizione dei progetti esecutivi, così come la quantificazione dei volumi di terreno che saranno movimentati.

La seguente Tabella 1 riporta l'elenco delle aree e l'estensione delle superfici interessate.

Tabella 1 - Elenco sub-aree a semplice rimodellamento e superfici interessate

Sub-area	Superficie m ²
Piagge	150'000
Ronco	38'000
Cave Vecchie	124'000

La sub-area Piagge è collocata sulla sponda sud-est del Lago di Castelnuovo (Figura 2) ed è caratterizzata da una superficie complessiva di circa 150'000 m². Si tratta di una scarpata

di scavo minerario su terreni in posto prevalentemente argillosi, che ha dato in passato evidenze d'instabilità morfologica. Per contrastare la mobilità dei terreni si è dovuta operare una ricarica al piede del versante e realizzare drenaggi profondi. Le verifiche di stabilità eseguite indicano uno stato del versante prossimo all'equilibrio.

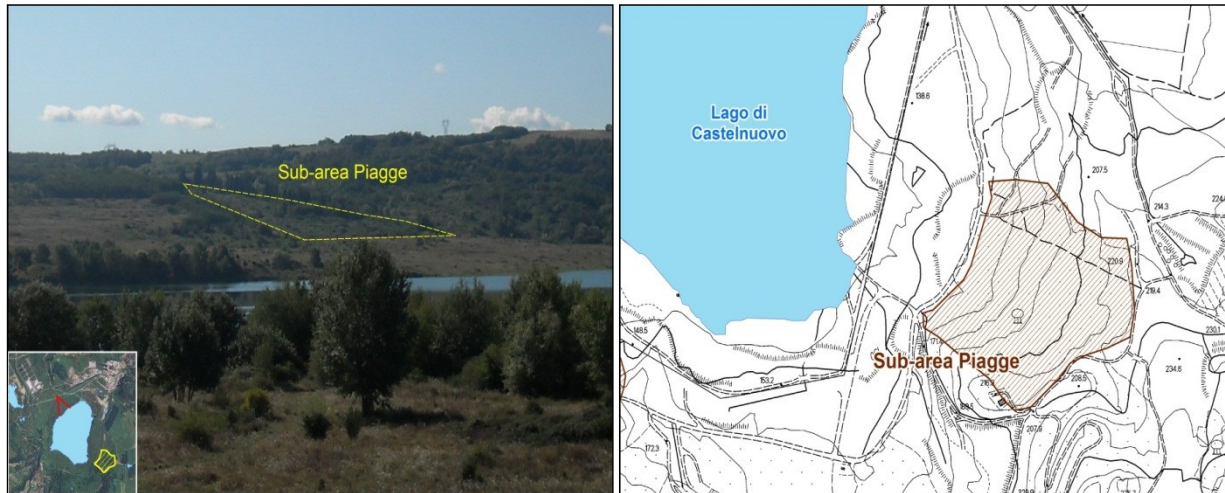


Figura 2 - Sub-area Piagge (vista da sponda nord del Lago di Castelnuovo) e corografia

La Sub-area Ronco è un versante costituito da sabbie e a quote superiori da arenarie torbiditiche e peliti (Formazione del Macigno) e possiede una superficie complessiva di circa 38.000 m². Il settore è stato interessato da movimenti franosi di entità gradualmente decrescente nel tempo, anche in conseguenza degli interventi di stabilizzazione effettuati. Nella Figura 3 è riportata l'ubicazione di dettaglio della sub-area in oggetto.

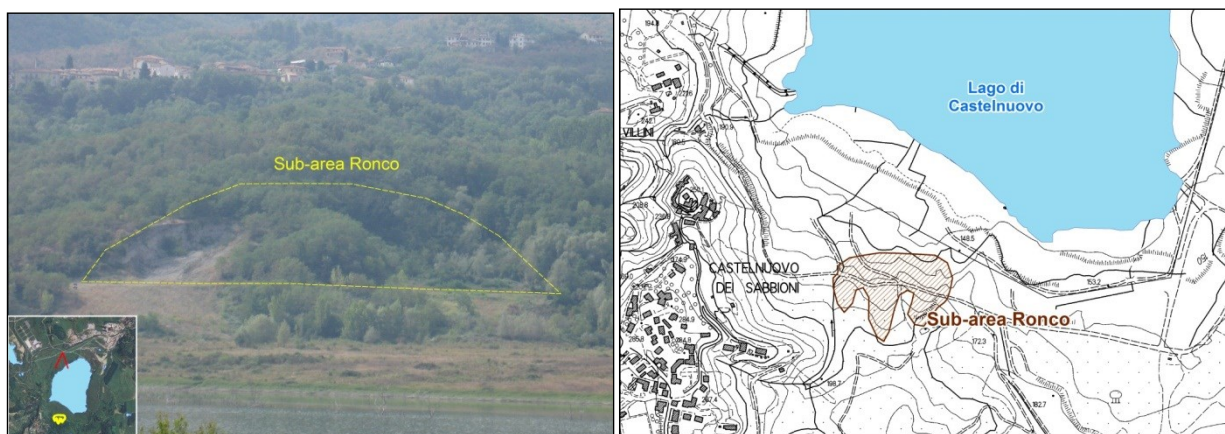


Figura 3 - Sub-area Ronco (vista da sponda nord del Lago di Castelnuovo) e corografia

La Sub-area Cave Vecchie è collocata sulla sponda ovest del Lago di Castelnuovo (Figura 4) ed è caratterizzata da una scarpata di scavo minerario avente superficie complessiva di circa 124'000 m². Il margine della sub-area verso il bacino idrico di Castelnuovo è caratterizzato da un alto strutturale costituito da materiale appartenente alla formazione geologica del Macigno (arenarie torbiditiche e peliti), in parte affiorante, a monte del

quale si rinvencono argille. Il versante in argille è interessato fin dal passato da movimenti franosi, caratterizzati da spostamenti relativamente lenti, strettamente correlati al regime delle precipitazioni meteoriche. La frana è stata riconosciuta come uno scoscendimento superficiale lungo una superficie di scivolamento a debole curvatura il cui movimento verso valle è contrastato dal dosso del Macigno.

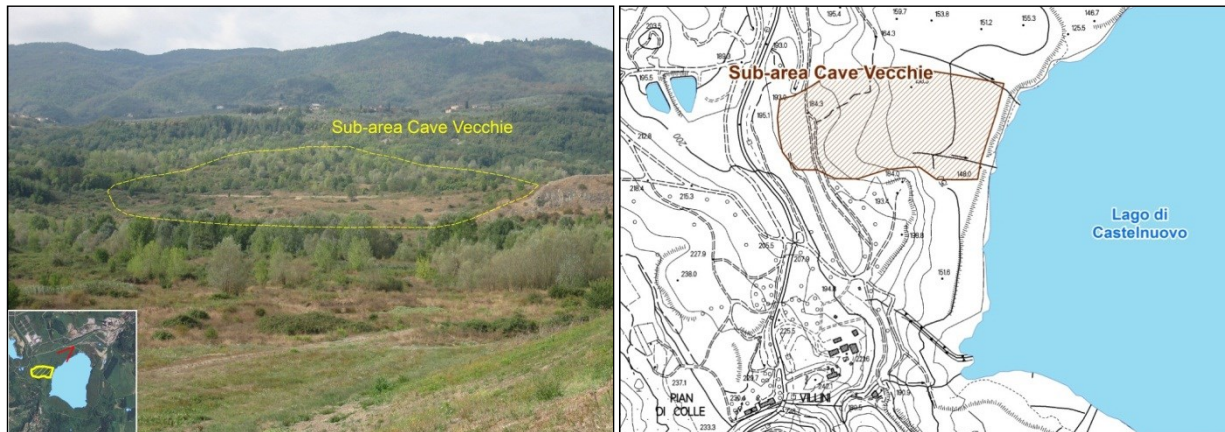


Figura 4 - Sub-area Cave Vecchie (vista da sponda nord del Lago di Castelnuovo) e corografia

3.2 Aree soggette a rimodellamento con attività di scavo e riporto dei terreni

Trattasi di sub-aree per le quali si prevedono attività di sistemazione morfologica, mediante scavo e riporto di terreno, con movimentazione e trasporto di terreno anche esternamente alle sub-aree di cantiere.

La seguente Tabella 2 riporta l'elenco e l'estensione delle superfici interessate.

Tabella 2 - Elenco sub-aree soggette a rimodellamento con attività di scavo e riporto dei terreni

Subarea	San Martino	Vignale	Zona Industriale Bomba	Emissario lago di Castelnuovo			Podere Capanna
Superficie scavo [m ²]	21'000	150'500	29'000	80'000			570'000
Terre da scavare [m ³] ¹	100'000	1'800'000	125'000	13'000	357'000	43'000	2'000'000
Destinazione scavato	Allori	S. Donato	S. Donato (Allori o Castelnuovo in alternativa)	reimpiegati sul posto	Sponda Ovest Allori	a impianto di recupero	Allori (S. Donato in alternativa)
Durata gg	182	730	365	325			730

La sub-area di San Martino è riportata in Figura 5. Vi sono previste operazioni di stabilizzazione finale del versante che interesseranno la porzione ad oggi ancora in dissesto mediante lavori di alleggerimento della porzione medio-alta della scarpata con scavi che raggiungeranno profondità massime comprese tra circa 3,0 e 8,0 m da p.c. I terreni scavati saranno riportati al fondo della sottostante cavità di Allori, al fine di realizzare una ricarica al piede del versante e garantire la completa stabilità della scarpata fino ai requisiti di sicurezza richiesti completando anche la formazione del fondo del Lago degli Allori (circa 360'500 m²). Il progetto approvato prevede inoltre l'innalzamento della sponda ovest utilizzando in parte la terra accumulata nella "colmata mineraria" di Podere Capanna, e in parte con la terra superficiale derivante dagli scavi di alleggerimento delle scarpate ovest di Allori e San Donato.

Per la realizzazione delle ipotesi progettuali si prevede la movimentazione complessiva di circa 120'000 m³ di terreno (considerando un coefficiente di rigonfiamento del 20% dei volumi scavati). Le attività di scavo interesseranno una superficie di circa 21'000 m².

¹ I volumi sono suscettibili di ulteriori aggiustamenti in relazione alle verifiche di stabilità che saranno eseguite nelle fasi di progettazione esecutiva e di realizzazione delle attività.



Figura 5 - Sub-area San Martino (vista da Zona Industriale Bomba) e ortofoto

La zona di Vignale si trova nel settore nord-ovest dell'area di miniera di Santa Barbara (Figura 6) ed è costituita da una scarpata di scavo minerario su terreni naturali in posto. Le attività di stabilizzazione morfologica finale prevedono operazioni di alleggerimento della porzione medio-alta della scarpata, mediante scavi che raggiungeranno profondità massime comprese tra 12,0 e 31,0 m da p.c. e che interesseranno una superficie complessiva di circa 150'500 m². Inoltre si prevedono operazioni di riporto dei materiali scavati da collocare al fondo della sottostante colmata di San Donato, al fine di realizzare una ricarica al piede nella porzione nord-ovest del versante e garantire la completa stabilità della scarpata fino ai requisiti di sicurezza richiesti.

Il progetto prevede la colmatazione completa del vuoto di San Donato e la conseguente eliminazione dell'attuale bacino di fondo cava, fino al raggiungimento delle quote necessarie al deflusso naturale delle acque in direzione del borro Frati, utilizzando terre derivanti dalla "colmata mineraria" di Podere Capanna e dagli scavi di alleggerimento delle scarpate ovest di Allori e San Donato.

Le modalità di riempimento dell'area di San Donato (circa 274'500 m²), con terra proveniente dagli scavi di alleggerimento di Vignale, e le relative modalità di gestione delle acque attualmente presenti, saranno definite dettagliatamente nell'ambito della progettazione esecutiva dello specifico intervento.

Per la realizzazione delle ipotesi progettuali si prevede la movimentazione complessiva di circa 2'160'000 m³ di terreno (considerando un coefficiente di rigonfiamento del 20% dei volumi scavati).

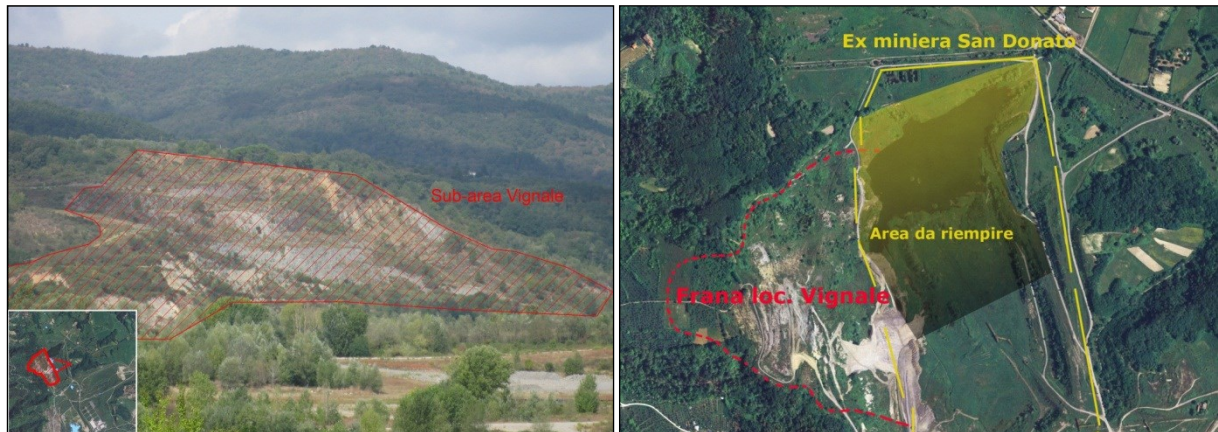


Figura 6 - Sub-area Vignale (vista di fronte) e ortofoto

L'area della Zona Industriale Bomba è collocata fra detta zona industriale e le scarpate di scavo minerario in direzione dell'abitato di Meleto (Figura 7). L'area d'intervento riguarda una superficie di circa 29'000 m². La zona è essenzialmente una scarpata di scavo minerario su terreni naturali costituiti principalmente da argille.

Le attività di stabilizzazione morfologica finale prevedono operazioni di alleggerimento della porzione medio-alta della scarpata, mediante scavi che raggiungeranno profondità massime comprese tra 1,0 e 15,0 m dal piano di campagna. I materiali scavati saranno utilizzati per il riempimento delle cavità formatesi in località Castelnuovo, Allori e San Donato durante la fase di coltivazione della lignite.

Il progetto approvato prevede il completamento del riempimento del "vuoto" di Castelnuovo con circa 200'000 m³ da reperire nell'ambito delle rimodellazioni, la cui provenienza sarà definita nei progetti esecutivi.

Per la realizzazione delle ipotesi progettuali si prevede la movimentazione complessiva di circa 150.000 m³ di terreno (considerando un coefficiente di rigonfiamento del 20% dei volumi scavati).

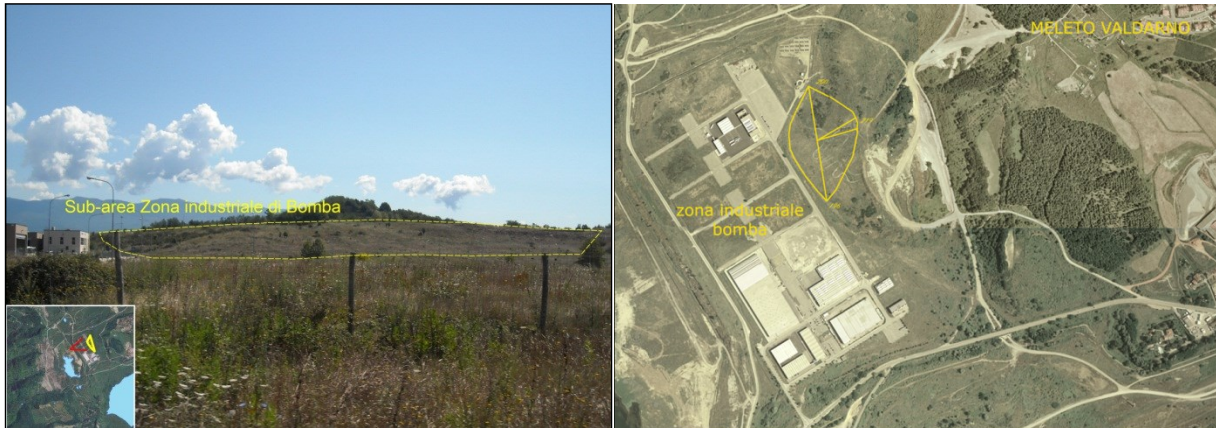


Figura 7 - Sub-area Zona Industriale Bomba (vista di fronte e aerea)

La Figura 8 riporta l'area interessata dalla realizzazione dell'emissario del Lago Castelnuovo collocata fra la sponda destra del Borro Lanzi verso nord, il ponte che collega la S.P. delle Miniere con l'area denominata "Due Borri" verso est, la futura "collina schermo" verso sud e la sponda del Lago di Castelnuovo verso ovest.

L'area d'intervento, che si estende su una superficie di circa 80'000 m², è caratterizzata da una superficie artificiale che degrada verso il cavo Castelnuovo, un rilievo costituito dal testimone di una collina smantellata con gli scavi condotti per la coltivazione del giacimento lignitifero (Colle d'Avane) ed una zona pianeggiante dove sorgevano alcuni manufatti.

La realizzazione dell'emissario del Lago di Castelnuovo prevede il preliminare smantellamento della porzione residua della collina del Poggio d'Avane ed il successivo scavo di un canale. Le attività di scavo mobilizzeranno circa 495'000 m³ di terreno (considerando un coefficiente di rigonfiamento di circa il 20% dei volumi scavati) che saranno in parte reimpiegati all'interno dello stesso cantiere di realizzazione dell'emissario, in buona parte, all'interno del perimetro dell'ex area mineraria, per costituire un primo stralcio delle sponde del lago di Allori e in parte, previa ulteriore caratterizzazione quando necessario, a impianto di recupero o a discarica autorizzata presenti nel territorio circostante (come previsto dal Progetto Esecutivo PR020).

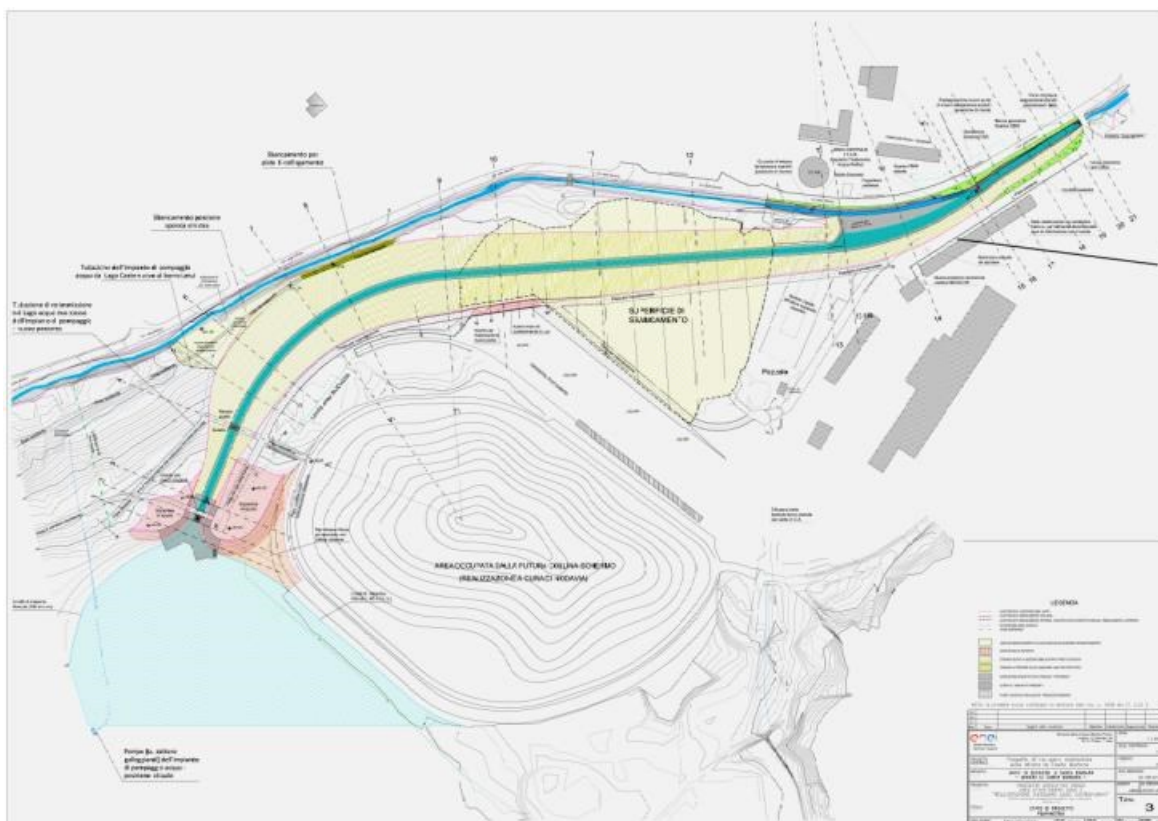


Figura 8 - Emissario Lago Castelnuovo: planimetria generale

La sub-area di Podere Capanna è riportata in Figura 9. Nell'area è prevista la realizzazione dell'emissario del Lago Allori mediante lo scavo di una trincea che raggiungerà profondità massime comprese tra circa 3,0 e 8,0 m da p.c. I terreni scavati saranno riportati, se idonei, al fondo della cavità di Allori oppure nella cavità San Donato. Per la realizzazione delle ipotesi progettuali si prevede la movimentazione complessiva di circa 2'400'000 m³ di terreno (considerando un coefficiente di rigonfiamento del 20% dei volumi scavati). Le attività di scavo interesseranno una superficie di circa 570'000 m².

I volumi delle terre movimentate per i vari rimodellamenti, sopra riportati, sono suscettibili di ulteriori aggiustamenti in relazione alle verifiche di stabilità che saranno eseguite nella fase di progettazione esecutiva.

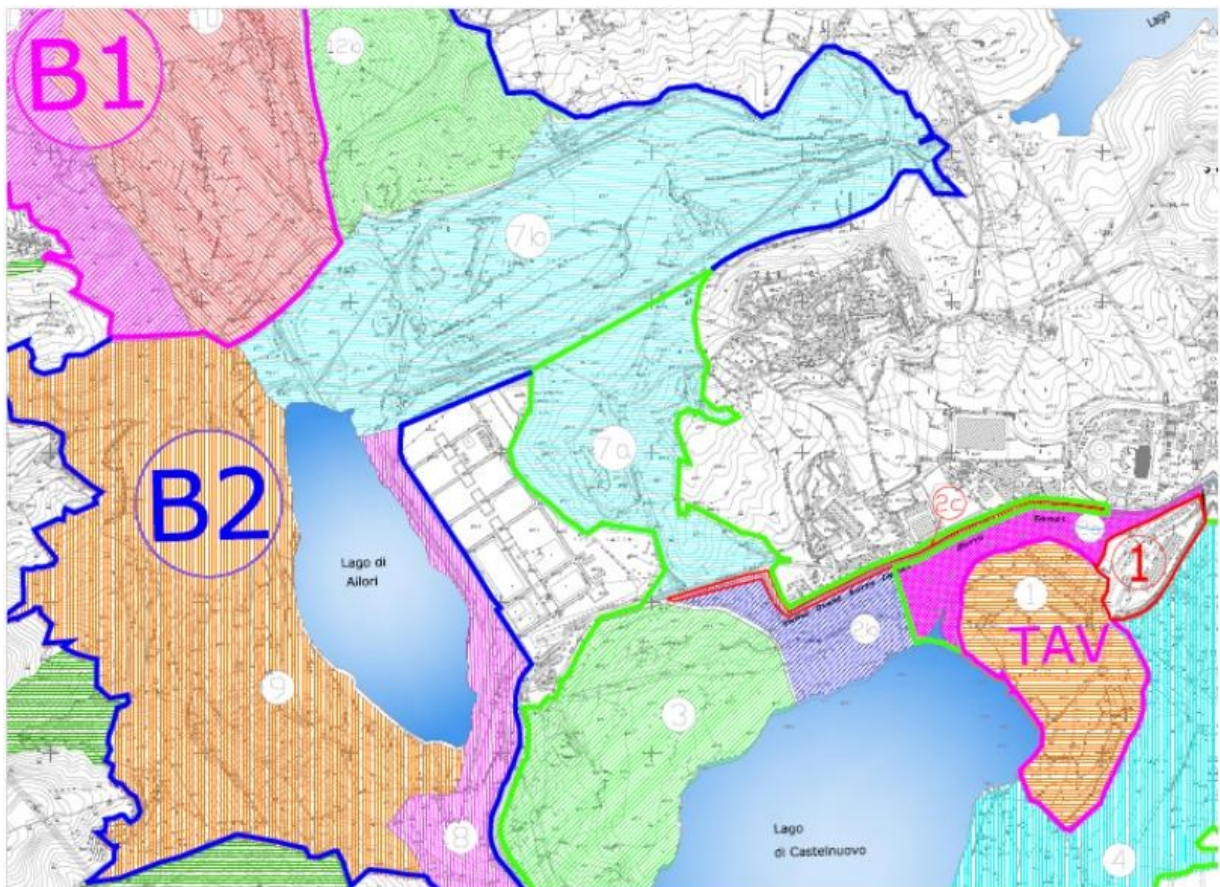


Figura 9 - Sub-area Podere Capanna (indicata come 7b)

4 IDENTIFICAZIONE DELLE ATTIVITA' SORGENTI DI EMISSIONE

Per quanto descritto nel capitolo precedente si possono individuare le seguenti attività sorgenti di emissione in atmosfera che potrebbero comportare un incremento dei livelli di concentrazioni in atmosfera presenti sul territorio:

- Emissioni dai motori dei veicoli pesanti per il trasporto del materiale;
- Emissioni dai motori dei mezzi e delle macchine che operano per lo scavo e la movimentazione delle terre;
- Risollevarimento di polveri per il transito dei veicoli lungo le piste di cantiere;
- Generazione di polveri per la movimentazione degli inerti durante le attività di cantiere.

Nel presente capitolo si riepilogano i dati attualmente disponibili (riportati nel capitolo precedente) per la stima dell'entità delle attività stesse e delle conseguenti emissioni associate e le assunzioni prese al fine di pervenire ad una stima degli effetti complessivi sulla qualità dell'aria associati al progetto.

Tra le assunzioni cautelative si specifica in primo luogo che lo studio assume per la valutazione modellistica degli effetti la contemporaneità di tutti gli interventi previsti per tutta la durata della simulazione (1 anno solare) sebbene essi saranno in realtà articolati temporalmente. Lo studio assume inoltre l'attività ininterrotta di tutti mezzi e macchinari, per tutte le ore lavorative in tutti i giorni dell'anno.

Nel presente studio non si considerano quindi gli impatti associati all'attività di trasporto, per la sola quota parte esterna all'area mineraria, dei materiali destinati a impianto di recupero dalla subarea "Emissario lago di Castelnuovo". L'effetto di tale attività si può ritenere trascurabile essendo riconducibile mediamente al viaggio di un solo mezzo pesante per ora lavorativa su strada asfaltata e con apposite misure di prevenzione di perdite del carico (ad es. copertura del cassone).

4.1 Aree soggette a semplice rimodellamento dei versanti

Per le sub-aree soggette a semplice rimodellamento dei versanti (sub-aree Piagge, Ronco e Cave Vecchie), come già detto, le attività saranno condotte esclusivamente all'interno delle sub-aree di cantiere e senza operazioni di trasporto di terreno. Ai fini delle valutazioni del presente documento si assume, in via cautelativa, che in ogni sub-area operino 2 escavatori e 1 ruspa (Tabella 3) ininterrottamente per l'intero orario di lavoro giornaliero e per tutti i 365 giorni simulati (1 anno solare). L'esatta consistenza dei mezzi e dei tempi necessari sarà determinata con l'elaborazione dei progetti esecutivi specifici. Nel caso di scostamenti significativi rispetto alle assunzioni effettuate in questo documento le relative valutazioni saranno aggiornate; inoltre nel Piano di

cantierizzazione del Progetto esecutivo saranno riportati gli aggiornamenti del Piano di monitoraggio dell'area

Tabella 3 – attività in aree a semplice rimodellamento

SUB-AREE PIAGGE, RONCO e CAVE VECCHIE		
Volume terreno in entrata alla sub area di cantiere	m ³	0
Volumi terreno in uscita dalla sub area di cantiere	m ³	0
Durata prevista del sub -cantiere	gg	Non disponibile
Mezzi da cantiere	n.	2 bulldozers
Itinerario percorso (A/R)	Km	0
Opere di mitigazione impatti	-	Umidificazione delle aree e del terreno movimentato, transito mezzi a bassa velocità

4.2 Aree soggette a rimodellamento con attività di scavo e riporto dei terreni

Per le sub-aree soggette a rimodellamento con attività di scavo e riporto di terreno, per le quali si prevedono attività di movimentazione/trasporto di materiale terrigeno anche esternamente alla sub-area di cantiere ma sempre all'interno dell'area mineraria, nelle tabelle successive sono fornite una serie di informazioni relative al piano di movimentazione dei materiali terrigeni da utilizzare in fase di ripristino morfologico tratte dal CESI B4014668 "*Risposta alle prescrizioni e raccomandazioni inerenti la caratterizzazione e gestione delle terre e rocce da scavo di provenienza interna all'area mineraria*". Per la realizzazione dell'emissario del lago di Castelnuovo il piano di movimentazione dei materiali terrigeni, le attività e i tempi sono aggiornati e dettagliati nel Progetto esecutivo. Anche per i successivi progetti esecutivi potrà esserci un maggiore dettaglio sull'effettiva entità e articolazione temporale. Nel caso di scostamenti significativi rispetto alle assunzioni effettuate in questo documento le relative valutazioni saranno aggiornate mentre nel Piano di cantierizzazione del Progetto esecutivo saranno riportati gli aggiornamenti del Piano di monitoraggio dell'area.

Come per le aree a semplice rimodellamento, ai fini delle valutazioni del presente documento si assume, in via cautelativa, che in ogni sub-area operino tutti i mezzi e i macchinari contemporaneamente e ininterrottamente per l'intero orario di lavoro giornaliero e per tutti i 365 giorni simulati (1 anno solare).

Per le aree di destinazione dei materiali scavati (Allori, Castelnuovo e S. Donato) si assume, in via cautelativa, che vi operino simultaneamente due macchine operatrici (ad esempio una ruspa ed un escavatore), per le operazioni di sistemazione dei materiali

scaricati dai camion, contemporaneamente e ininterrottamente per l'intero orario di lavoro giornaliero e per tutti i 365 giorni simulati (1 anno solare).

Tabella 4 – attività in sub-area San Martino

SUB-AREA SAN MARTINO		
Volume di terreno in entrata alla sub area di cantiere	m ³	0
Volume di terreno in uscita dalla sub area di cantiere (rigonfiamento stimato del 20%)	m ³	120'000
Durata prevista del sub -cantiere	gg	182
Mezzi da cantiere	n.	1 escavatore + 1 ruspa + 1 motor grader
Mezzi di trasporto terreno	n.	5 autocarri
Itinerario percorso (A/R)	Km	8 (San Martino – Allori)
Opere di mitigazione impatti	-	Umidificazione delle piste di cantiere e del terreno movimentato, transito mezzi a bassa velocità

Tabella 5 – attività in sub-area Vignale

SUB-AREA VIGNALE		
Volume di terreno in entrata alla sub area di cantiere	m ³	0
Volume di terreno in uscita dalla sub area di cantiere (rigonfiamento stimato del 20%)	m ³	2'160'000
Durata prevista del sub cantiere	gg	730
Mezzi da cantiere	n.	2 escavatori + 1 ruspa + 1 motor grader
Mezzi di trasporto terreno	n.	20 autocarri
Itinerario percorso (A/R)	Km	6 (Vignale – S. Donato)
Opere di mitigazione impatti	-	Umidificazione delle piste di cantiere e del terreno movimentato, transito mezzi a bassa velocità

Tabella 6 – attività in sub-area Zona Industriale di Bomba

SUB-AREA ZONA INDUSTRIALE DI BOMBA		
Volume di terreno in entrata alla sub area di cantiere	m ³	0
Volume di terreno in uscita dalla sub area di cantiere (rigonfiamento stimato del 20%)	m ³	150'000
Durata prevista del sub cantiere	gg	365
Mezzi da cantiere	n.	1 escavatore + 1 ruspa+ 1 motor grader
Mezzi di trasporto terreno	n.	3 autocarri
Itinerario percorso (A/R)	Km	5 (Bomba - Allori/Castelnuovo/S. Donato)
Opere di mitigazione impatti	-	Umidificazione delle piste di cantiere e del terreno movimentato, transito mezzi a bassa velocità

Tabella 7 – attività in sub-area emissario lago di Castelnuovo

SUB-AREA EMISSARIO LAGO DI CASTENUOVO		
Volume di terreno in entrata alla sub area di cantiere	m ³	0
Volume di terreno in uscita dalla sub area di cantiere (rigonfiamento stimato del 20%)	m ³	495'000
Durata prevista del sub cantiere	gg	365
Mezzi da cantiere	n.	2 escavatori + 1 ruspa+ 1 motor grader
Mezzi di trasporto terreno	n.	12 autocarri
Itinerario percorso (A/R)	Km	6 (Zona emissario – Allori)
Opere di mitigazione impatti	-	Umidificazione delle piste di cantiere e del terreno movimentato, transito mezzi a bassa velocità

Tabella 8 – attività in sub-area Podere Capanna

SUB-AREA PODERE CAPANNA		
Volume di terreno in entrata alla sub area di cantiere	m ³	0
Volume di terreno in uscita dalla sub area di cantiere (rigonfiamento stimato del 20%)	m ³	2'400'000
Durata prevista del sub cantiere	gg	730
Mezzi da cantiere	n.	2 escavatori + 2 ruspa+ 1 motor grader
Mezzi di trasporto terreno	n.	22 autocarri
Itinerario percorso (A/R)	Km	2 (Podere Capanna – Allori/S.Donato)
Opere di mitigazione impatti	-	Umidificazione delle piste di cantiere e del terreno movimentato, transito mezzi a bassa velocità

5 EMISSIONI IN ATMOSFERA IN FASE DI CANTIERE

Nel presente capitolo si riportano le metodologie di stima delle emissioni in atmosfera associate alle attività riportate nel capitolo precedente e la loro applicazione al caso in esame.

5.1 Stima delle emissioni dai motori dei veicoli pesanti per il trasporto del materiale

La metodologia di stima di riferimento comunitario e nazionale per le emissioni dai processi di combustione dei motori di veicoli è denominata COPERT IV (Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport, <http://lat.eng.auth.gr/copert/>, versione 5.0).

Tale metodologia consente di riprodurre le emissioni inquinanti dei processi di combustione distinguendo la tipologia del veicolo, lo stato di manutenzione, la velocità, le caratteristiche del percorso, il regime di guida, ecc. Sulla base di numerosi dati sperimentali in vari paesi comunitari, durante il programma di sviluppo del metodo sono state tarate specifiche funzioni matematiche che consentono di calcolare i fattori di emissione (o emissioni specifiche) dovuti ad un certo parco veicolare a partire dalle sole caratteristiche del traffico (volume, velocità) e di composizione del parco circolante.

I fattori di emissione sono espressi in g/veicolo*km (grammi emessi da un veicolo per una percorrenza di un chilometro) e si riferiscono agli inquinanti maggiormente significativi per il traffico veicolare in funzione della velocità media di percorrenza dei veicoli, del loro carico (se veicoli pesanti) e della pendenza del tragitto.

Nel caso specifico si considerano i seguenti inquinanti:

- Monossido di Carbonio (CO),
- Ossidi di Azoto (NO_x),
- Composti Organici Volatili Non Metanici (NMVOC)
- Polveri Inalabili (PM₁₀)

Si assume inoltre che i veicoli pesanti siano della categoria Euro V, diesel, aventi una massa a pieno carico compresa tra 28 e 32 tonnellate e che circolino a una velocità media di 40 Km/h. I fattori di emissione associati sono riportati in Tabella 9.

Tabella 9 – Fattori di emissione (EF) mezzi commerciali pesanti diesel – Massa 28-32 t (COPERT IV)

Classe emissiva dei veicoli		Euro V
Velocità media [km/h]		40
EF CO	[g/veicolo*km]	0.161
EF NOx		3.193
EF NMVOC		0.018
EF PM10		0.037

Sulla base della capacità operativa del parco mezzi descritto e della natura dei siti di attività è possibile ipotizzare che da ogni area di scavo si generi il traffico veicolare riportato in Tabella 10. Tale flusso di veicoli è calcolato assumendo la circolazione contemporanea dei veicoli pesanti per otto ore lavorative al giorno (orario di attività del cantiere dalle ore 8 alle ore 12 e dalle ore 14 alle ore 18). La Tabella 10 riporta inoltre le emissioni giornaliere associate.

Tabella 10 – Emissioni giornaliere dai motori dei veicoli pesanti per il trasporto del materiale

Emissioni giornaliere dai motori dei veicoli pesanti					
	San Martino	Vignale	Z.I. Bomba	Emiss. di Castelnuovo	Podere Capanna
	veicoli/h	veicoli/h	veicoli/h	veicoli/h	veicoli/h
Traffico orario	9	35	5	21	39
Sostanza	[g/giorno]	[g/giorno]	[g/giorno]	[g/giorno]	[g/giorno]
CO	89.9	179.9	54.0	172.7	346.2
NOx	1'788.2	3'576.4	1'072.9	3'433.4	6'884.7
NMVOC	10.2	20.3	6.1	19.5	39.1
PM10	20.6	41.2	12.3	39.5	79.2

5.2 Stima delle emissioni dai motori dei mezzi e delle macchine di cantiere

La metodologia di riferimento nazionale ed internazionale per la valutazione delle emissioni generate dai motori di mezzi e macchine di cantiere è basata sul prodotto di un'emissione specifica (fattore d'emissione) per un opportuno indicatore di quantificazione dell'attività inquinante. Nel caso in esame, il calcolo è stato compiuto utilizzando i fattori d'emissione presenti nella pubblicazione dell'Agenzia per L'Ambiente Europea " *Atmospheric Emission Inventory Guidebook 2009* " e riportati in Tabella 11. La pubblicazione fornisce i valori delle quantità di CO, MNVOC, NOx e Polveri rilasciati in atmosfera in funzione della potenza del motore diesel considerato. La quantificazione delle emissioni complessive prodotte dall'attività dei mezzi durante la fase di cantiere è effettuata associando a ogni tipo di mezzo una potenza tipica e moltiplicando, per ogni tipo di mezzo, il numero dei mezzi presenti in cantiere per il corrispondente fattore d'emissione e per le ore d'utilizzo, ripetendo infine l'operazione per tutte le tipologie di mezzi.

Poiché i motori durante l'utilizzo non saranno eserciti sempre alla massima potenza, ma avranno periodi di minimo e/o di potenza parziale, la metodologia introduce un fattore di carico (load factor) determinato sulla base dei fattori indicati in corrispondenza dei cicli standard ISO DP 8178. Nel caso specifico è stato adottato un valore pari a 0.15 che costituisce il ciclo più elevato per la categoria in esame (C1 - Diesel powered off road industrial equipment).

Tabella 11 - Fattori d'emissione (EF) EMEP/EEA 2009 per motori diesel non stradali NRMS.

EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2009 EU Directive 97/68 (mezzi) dal 01/01/2007 00/25 (motrici) dal 01/01/2004 - Stage III Fattori di Emissione		
Potenza	[kW]	130-300
EF NOx	[g/kWh]	3.5
EF CO		3.5
EF NMVOC		0.5
EF PM10		0.2

I fattori d'emissione considerati si riferiscono a tecnologie rispettose dei limiti della direttiva 97/68 stage III.

In accordo alle stime progettuali si assume che le potenze dei motori siano pari a 154 kW per gli escavatori, 233 kW per i bulldozers e 149 per i motor grader. Nelle sub-aree a semplice rimodellamento del terreno (Piagge, Ronco e Cave Vecchie) e di destinazione (Allori e S. Donato) si è ipotizzata la presenza di 2 bulldozer. Le emissioni ottenute sono riportate in Tabella 12.

Tabella 12 - Emissioni dai motori dei mezzi e delle macchine di cantiere

	Emissioni orarie per Sub area					
	San Martino	Vignale	Zona Industriale Bomba	Emissario lago Castelnuovo	Podere Capanna	Piagge
	[g/h]	[g/h]	[g/h]	[g/h]	[g/h]	[g/h]
CO	472	675	472	553	675	245
NOx	472	675	472	553	675	245
NMVOC	67	96	67	79	96	35
PM10	27	39	27	32	39	14
	Emissioni giornaliere per Sub area					
	San Martino	Vignale	Zona Industriale Bomba	Emissario lago Castelnuovo	Podere Capanna	Piagge
	[g/d]	[g/d]	[g/d]	[g/d]	[g/d]	[g/d]
CO	3.78	5.40	3.78	4.42	5.40	1.96
NOx	3.78	5.40	3.78	4.42	5.40	1.96
NMVOC	0.54	0.77	0.54	0.63	0.77	0.28
PM10	0.22	0.31	0.22	0.25	0.31	0.11
	Emissioni orarie per Sub area					
	Ronco	Cave Vecchie	Allori	Castelnuovo	San Donato	
	[g/h]	[g/h]	[g/h]	[g/h]	[g/h]	
CO	245	245	245	245	245	
NOx	245	245	245	245	245	
NMVOC	35	35	35	35	35	
PM10	14	14	14	14	14	
	Emissioni giornaliere per Sub area					
	Ronco	Cave Vecchie	Allori	Castelnuovo	San Donato	
	[g/d]	[g/d]	[g/d]	[g/d]	[g/d]	
CO	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	
NOx	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	
NMVOC	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	
PM10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	

5.2.1 Stima dell'emissione di benzene (C₆H₆)

Il benzene (C₆H₆) è un composto organico volatile che costituisce una percentuale in massa dei composti organici volatili non metanici (NMVOC) riportati nelle tabelle dei precedenti paragrafi.

Sulla base dei profili di emissione di NMVOC n°110 "Road transport, diesel, light duty" e N°111 "Road transport, diesel, heavy duty" (Figura 10) riportati nella pubblicazione AEAT, 2002 "Speciation of UK emissions of non-methane volatile organic compound", tra le più autorevoli ed esaustive fonti bibliografiche europee in tema, si stima che il benzene

costituisca lo 1.98% in massa dei NMVOC complessivamente emessi dai veicoli pesanti e lo 0.07% NMVOC complessivamente emessi dai veicoli leggeri.

Nel presente studio si è quindi assunto che, per tutti i veicoli considerati, il benzene costituisca il 2% dei NMVOC.

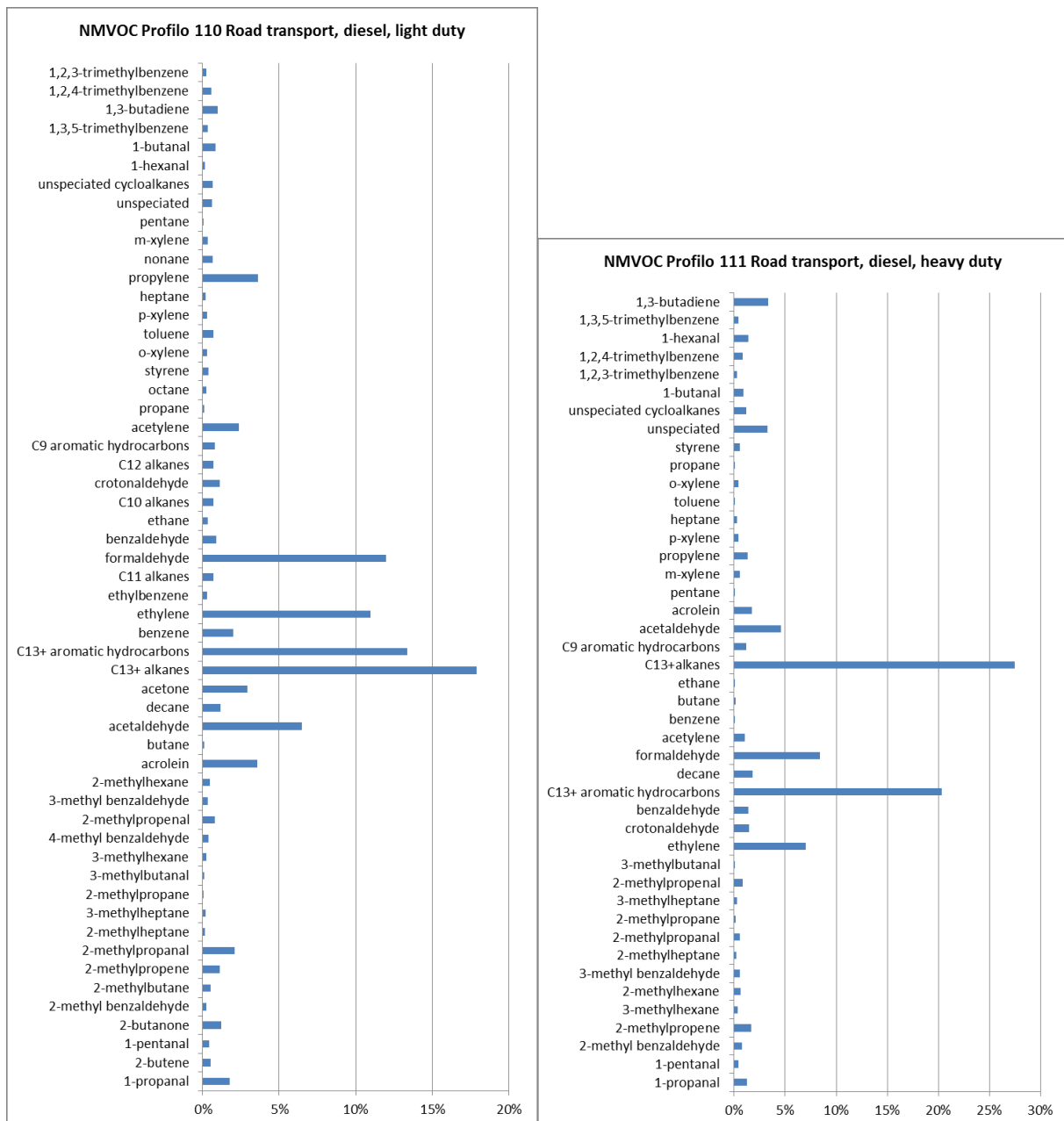


Figura 10 – NMVOC Profili Road transport, diesel, light (n° 110) & heavy (n° 111) duty, AEAT 2002

5.3 Stima delle emissioni di polveri da risollevaramento stradale

La movimentazione del materiale da un sito d'origine a un sito di destinazione avverrà lungo le piste di miniera, battute ma non asfaltate. Non è previsto il trasporto al di fuori dell'area mineraria.

I principali fenomeni che generano emissione di polveri durante tale attività sono sostanzialmente:

- l'emissione diretta da parte dei veicoli (scarichi dei motori, usura dei freni, usura dei pneumatici)
- la risospensione del materiale già presente sulla superficie stradale.

Il contributo delle emissioni dirette di polveri dai motori dei veicoli è già stato presentato nel paragrafo 5.1.

La stima delle polveri risollevate dalla pista per il passaggio dei veicoli è invece calcolabile tramite la metodologia dell'Agenzia per l'Ambiente statunitense US-EPA riportata nella pubblicazione "*AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors*". Per veicoli in transito su strade non asfaltate in siti industriali (ovvero non accessibili al normale traffico di automobili) la stima è funzione della quantità di materiale risollevabile presente sulla sede stradale, caratterizzato dal "silt" (materiale con diametro inferiore a 75 µm) e del peso medio della flotta veicolare in transito:

$$E = k (s/12)^a (W/3)^b$$

In cui:

E: emissione di polveri espressa in libbre per miglio percorso dal veicolo (lb/VMT);

k, a, b: parametri empirici in funzione del diametro delle polveri
(per PM₁₀ k= 1.5, a= 0.9, b= 0.45)

W: peso medio dei veicoli che transitano lungo la strada (tons)

s: tenore di limo (silt content) presente sulla superficie stradale (%)

La conversione metrica da libbre per miglio percorso (lb/VMT) a grammi per chilometro percorso dal veicolo (g/VKT) avviene mediante l'equazione 1 lb/VMT = 281.9 g/VKT.

La pubblicazione riporta in opportune tabelle sia i valori dei parametri empirici, sia i valori di riferimento del contenuto di silt per alcune tipologie di strade industriali e siti produttivi. La stima del valore di quest'ultimo parametro è associata a una notevole incertezza. Al fine di caratterizzare le piste di miniera del presente caso, tra le voci riportate nella pubblicazione US-EPA si è selezionata l'unica definita come strada di servizio, relativa ad una misura presso un impianto di estrazione e lavorazione della taconite. In particolare, tra l'intervallo indicato nella citata pubblicazione (silt content tra

2.4 e 7.1, media 4.3) si ritiene maggiormente rappresentativo del caso in esame il valore minimo (2.4) essendo le piste battute, interessate da un volume di traffico esiguo rispetto all'attività di un impianto di estrazione in esercizio e soggette alle opere di mitigazione impatti di cui al paragrafo 4.2. A parità di altri parametri, il tenore di silt è, infatti, proporzionale alla frequenza di disturbo della superficie.

La formulazione ha la più elevata classificazione di qualità della stima (minore incertezza) all'interno dei seguenti intervalli delle variabili:

Silt content: 1.8 - 25.2 %;
Umidità della superficie: 0.03 – 13 %;
Peso medio della flotta: 1.8 - 260 tonnellate;
Velocità media: 8 - 69 Km/h;

Per introdurre l'effetto della naturale mitigazione indotta dalle precipitazioni la pubblicazione introduce un coefficiente correttivo funzione dei numeri di giorni di "pioggia misurabile", ovvero giorni con precipitazione cumulata superiore a 0.254 mm che, come riportato nel successivo paragrafo 6.2 si stimano essere pari a 155 all'anno.

$$E_{\text{ext}} = E [(365 - P)/365]$$

P: numero di giorni con precipitazione cumulata superiore a 0.254 mm.

Alla mitigazione naturale dovuta alla precipitazione deve essere aggiunto l'ulteriore contributo associato alle opere di mitigazione ed in particolare alla bagnatura stradale che, incrementando l'umidità della superficie conglomera le particelle tra loro e riduce la possibilità che esse siano risollevate al passaggio dei veicoli. L'efficienza del controllo dipende dalla velocità di asciugatura della sede dopo la bagnatura e, quindi, dalla quantità di acqua sparsa (per metro quadro di superficie) ad ogni trattamento, dalla frequenza dei trattamenti, dalle caratteristiche del traffico veicolare sopra discusse e, non ultimo, dalle condizioni meteorologiche che influenzano l'evaporazione (soprattutto temperatura dell'aria, velocità del vento, umidità atmosferica, copertura nuvolosa).

Nel presente rapporto si assume che la bagnatura produrrà mediamente un raddoppio dell'umidità della superficie stradale. In base al grafico riportato in Figura 11 si può stimare quindi una efficacia del trattamento pari a 75%.

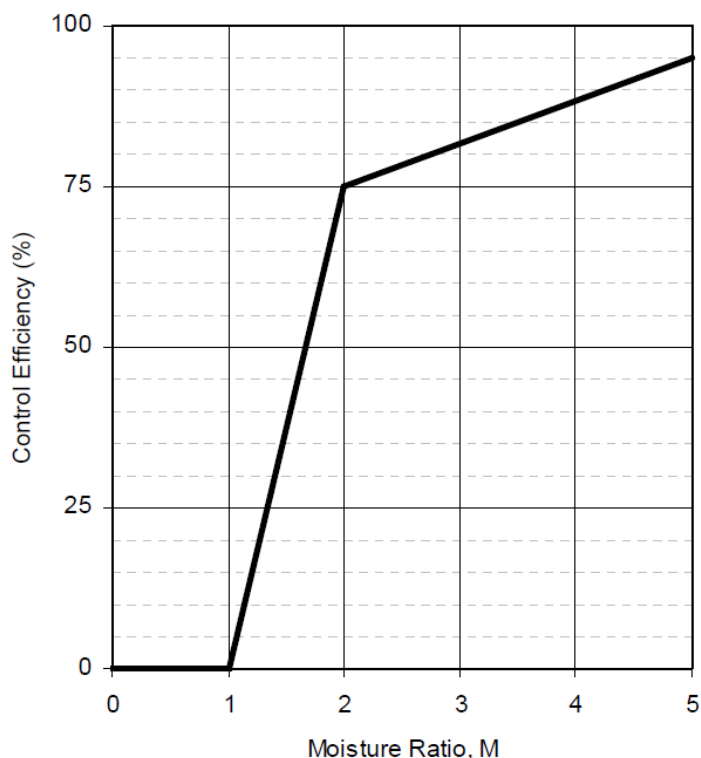


Figura 11 – Efficacia del controllo mediante bagnatura per traffico su strade non asfaltate (US-EPA AP-42)

È possibile determinare le emissioni giornaliere associate al giorno di massima attività riportate in Tabella 13.

Tabella 13 – Massime emissioni giornaliere di polveri da risollevario stradale (kg/giorno)

Origine	San Martino	Vignale	Zona Industriale Bomba	Emissario lago di Castelnuovo	Podere Capanna
Destinazione	Allori	S. Donato	Allori S. Donato	Allori	Allori S. Donato
PM ₁₀	16.9	33.9	10.2	32.5	65.2

5.4 Stima delle emissioni di polveri dovute alla movimentazione degli inerti

Le attività di mezzi e macchine operatrici nelle aree di cantiere durante la movimentazione di terre (scavo, carico camion, scarico, compattazione...) possono generare polveri principalmente nelle seguenti fasi:

- durante la formazione di un nuovo cumulo/carico camion:
 - per effetto del vento che investe il flusso di materiale in caduta separando e disperdendo la parte di materiale a granulometria fine da quella grossolana;
 - per impatto del materiale in caduta sulla superficie che lo riceve
- per effetto dell'azione erosiva del vento su un cumulo esistente.

La metodologia riportata nella pubblicazione US-EPA AP-42 consente di compiere una stima dei quantitativi di polveri emessi durante le attività di realizzazione di cumuli di inerti sulla base di relazioni empiriche determinate su osservazioni in campo.

Le polveri generate possono essere calcolate in funzione del volume movimentato dello stoccaggio, del grado di umidità del materiale, del contenuto di frazione fine e dell'età del cumulo (ovvero tempo intercorso dall'ultima attività svolta sul cumulo stesso).

La quantità di emissione di materiale particolato originata dalle fasi di formazione dello stoccaggio può essere stimata con il ricorso alla seguente formulazione:

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

dove:

E = fattore di emissione espresso come kg/ton materiale movimentato;

k = coefficiente funzione delle dimensioni del particolato emesso (per il PM₁₀ k= 0.35);

U = velocità media del vento [m/s];

M = umidità del materiale [%].

L'equazione indicata è applicabile con il massimo grado di affidabilità entro i seguenti campi di variabilità dei parametri influenti:

- frazione fine 0.44 - 19%;
- contenuto di umidità 0.25 - 4.8%;
- velocità del vento 0.6 - 6.7 m/s.

All'esterno di tali intervalli la formula è comunque applicabile con un maggior grado di incertezza della stima. Il fattore di emissione calcolato considera sia le emissioni dei macchinari deputati alla movimentazione del materiale, sia i fenomeni di risollevarimento determinati dal transito dei veicoli, dal vento e dalla movimentazione del materiale.

Nel caso specifico, data la natura del materiale (per cui si assume una densità di 1'200 kg/m³), le caratteristiche climatiche del sito e le caratteristiche del materiale scavato si assume una umidità pari al 15%, coerente anche con il valore medio riscontrato su 226 campioni di terreni della zona.

Inoltre si stima che le attività di mitigazione e la buona pratica adottate nei cantieri (principalmente la bagnatura delle superfici e delle sedi viarie specialmente nei periodi più caldi e secchi) produrranno mediamente un raddoppio dell'umidità dei materiali. In

base al grafico riportato in Figura 11 si può stimare quindi una efficacia del trattamento pari a 75%.

La velocità media del vento, calcolata in base alle informazioni meteorologiche descritte approfonditamente nel successivo paragrafo 6.2, è assunta pari a 1.8 m/s.

Analogamente a quanto riportato al paragrafo precedente la metodologia AP-42 prevede un fattore correttivo per considerare i giorni piovosi (in questo caso si considerano giorni con precipitazione cumulata pari o maggiore a 1 mm) che, nell'anno in esame sono risultati pari a 150.

In tali condizioni la formula consente di stimare un'emissione di PM₁₀ pari a 0.011 kg/ton di materiale movimentato. In base alle caratteristiche dei macchinari previsti si può stimare la capacità operativa media giornaliera di movimentazione terre e le emissioni orarie di PM₁₀ riportate in Tabella 14.

Tabella 14 – Emissioni orarie di polveri da attività di cantiere (kg/h)

	Rimodellamento con attività di scavo e trasporto				
Subarea	San Martino	Vignale	Z. I. Bomba	Emiss. Cast.	P. Capanna
Terre [ton/h]	138	622	86	240	691
PM ₁₀ [kg/h]	1.6	7.1	1.0	2.7	7.9

	Semplice rimodellamento			Aree di destinazione		
Subarea	Piagge	Ronco	Cave Vecchie	Fondo Allori	Sponda Allori	San Donato
Terre [ton/h]	622	86	622	726	240	665
PM ₁₀ [kg/h]	7.1	1.0	7.1	8.3	2.7	7.6

6 VALUTAZIONE MODELLISTICA DELLE CONCENTRAZIONI IN ARIA

I potenziali effetti sulla qualità dell'aria indotte dalle attività di progetto sono stati stimati mediante l'applicazione di metodi di modellistica atmosferica. Data la natura del fenomeno dispersivo in studio (emissioni al suolo con effetti di scala locale) il calcolo delle dispersioni in aria delle emissioni in atmosfera descritte ai capitoli precedenti è stato condotto mediante il codice di calcolo ISC-ST3 (Industrial Source Complex, short term, versione 3) sviluppato da US-EPA prendendo in considerazione le polveri inalabili (PM₁₀), il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NO_x) e il benzene (C₆H₆).

ISC-ST3 è un modello per la simulazione della dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi direttamente da una grande varietà di sorgenti tra cui sorgenti puntuali, areali e volumetriche.

Il modello ISC3-ST è utilizzato nel presente studio in modalità *short-term*. Ciò significa che il codice di calcolo stima le serie temporali delle concentrazioni in aria in corrispondenza di tutti i punti recettori considerati con passo temporale orario. I risultati sono quindi analizzati ed elaborati in forma statistica in modo da rappresentare le stime dei parametri più significativi ai fini della loro valutazione. In particolare, dalle serie di 8760 concentrazioni orarie stimate si sono calcolati in ogni punto della griglia di calcolo dei recettori le concentrazioni medie annuali, le concentrazioni massime orarie e quelle massime giornaliere.

6.1 Input emissivo

L'input emissivo del modello è stato costituito da tutte le sorgenti di emissione descritte nei capitoli precedenti. In ottica conservativa il modello ha considerato per ogni giorno dell'anno solare simulato la massima attività giornaliera in tutte le sub-aree, articolata nelle 8 ore lavorative (dalle ore 8 alle ore 12 e dalle ore 14 alle ore 18).

Le sorgenti di emissione sono state collocate sul territorio in corrispondenza delle aree in cui esse avranno luogo ed in particolare:

- Le sub-aree di San Martino, Vignale, Z. I. Bomba, Emissario I. di Castelnuovo, Podere Capanna, Piagge, Ronco e Cave Vecchie per le emissioni dei motori dei mezzi di cantiere e delle polveri generate dalla loro attività
- La viabilità che si prevede essere interessata dal trasporto delle terre per le emissioni dei motori dei veicoli pesanti e delle polveri generate dal loro passaggio sulle sedi stradali.

La seguente Figura 12 identifica le sorgenti inserite nel modello.



Figura 12 – sorgenti di emissione inserite nel modello ISC-ST3

6.2 Scenario meteorologico

Al fine di ottenere un'accurata ricostruzione dei parametri meteorologici necessari ad effettuare il calcolo della dispersione in atmosfera (in particolare dei parametri micrometeorologici e delle grandezze secondarie non misurabili direttamente) la definizione dello scenario meteorologico è stata effettuata applicando la catena modellistica WRF-CALMET su un'area comprensiva di tutta la Valdarno, con una risoluzione spaziale finale di 500X500 m, per l'anno 2013.

Da tale simulazione sono stati estratti i dati orari al suolo in corrispondenza del sito in esame per i parametri direzione ed intensità del vento a 10 m, temperatura atmosferica al suolo, precipitazione, classe di stabilità atmosferica ed altezza dello strato rimescolato.

Tale database ha quindi costituito l'input meteorologico utilizzato per la stima delle serie di 8760 concentrazioni orarie mediante il codice ISC-ST3.

Nella Figura 13 si riporta il regime termico dello scenario meteo climatico implementato. Il grafico riporta per ogni mese, e per l'intero anno le temperature dell'aria al suolo minima, media minima, media, media massima e massima. Nella Figura 14 si riporta il regime pluviometrico dello scenario meteo climatico implementato. Il grafico riporta per ogni mese la precipitazione totale mensile, la massima giornaliera e la massima oraria, nonché il numero di giorni di pioggia (giorni con piovosità > di 1 mm). Nella Figura 15 si riporta la distribuzione di frequenza nelle ore del giorno delle classi di stabilità atmosferica secondo Pasquill-Gifford (dalla A, la più instabile, alla D neutra, alla F, la più stabile).

Nella Figura 16 si riporta, per ogni stagione dell'anno, l'evoluzione giornaliera media dello strato rimescolato. Nella Figura 17 si riporta la rosa dei venti al suolo.

Tutti i parametri evidenziano la corretta descrizione del regime meteo climatico del sito.

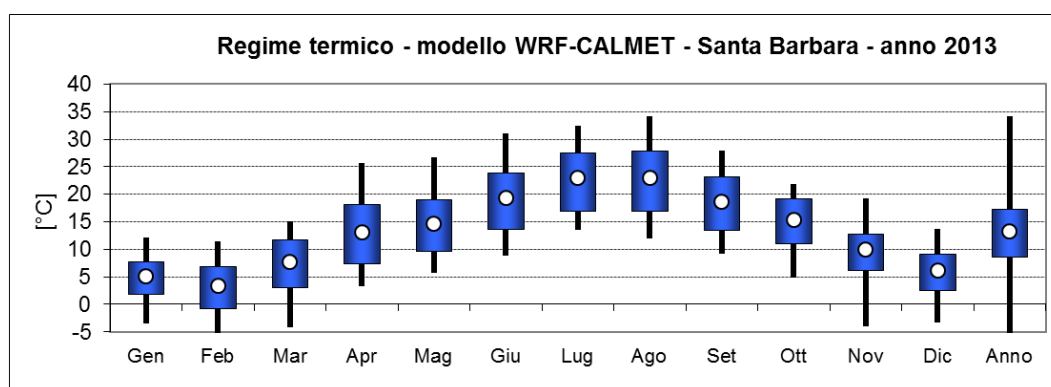


Figura 13 – Regime termico presso Santa Barbara, anno 2013, ricostruzione WRF-CALMET.

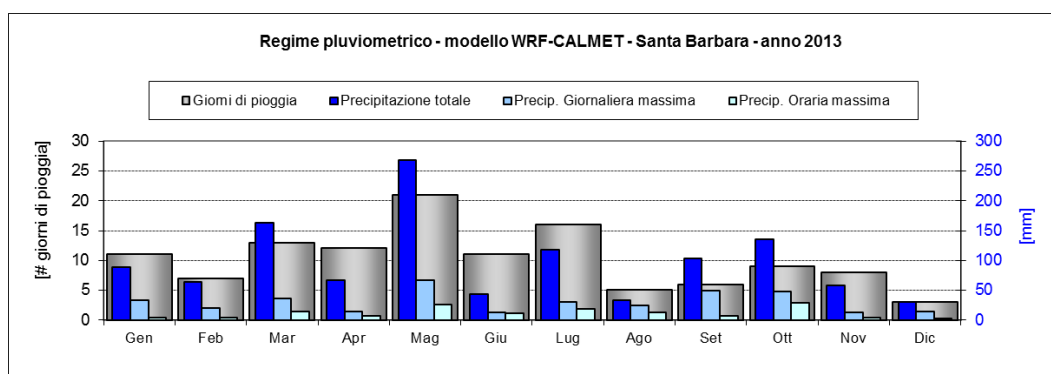


Figura 14 – Regime pluviometrico presso Santa Barbara, anno 2013, ricostruzione WRF-CALMET.

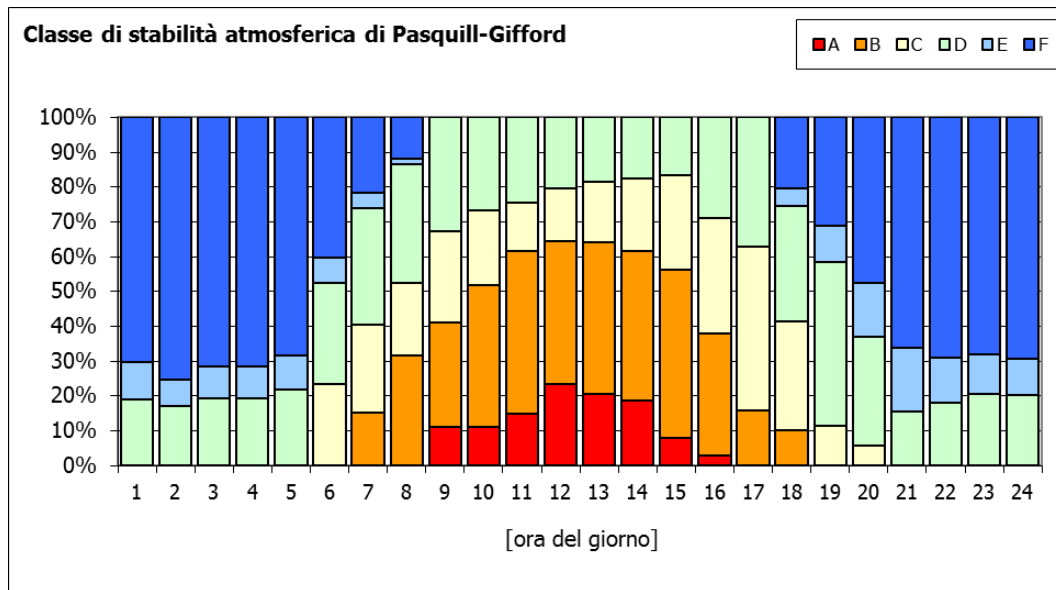


Figura 15 – Distribuzione giornaliera della stabilità atmosferica, anno 2013, ricostruzione WRF-CALMET.

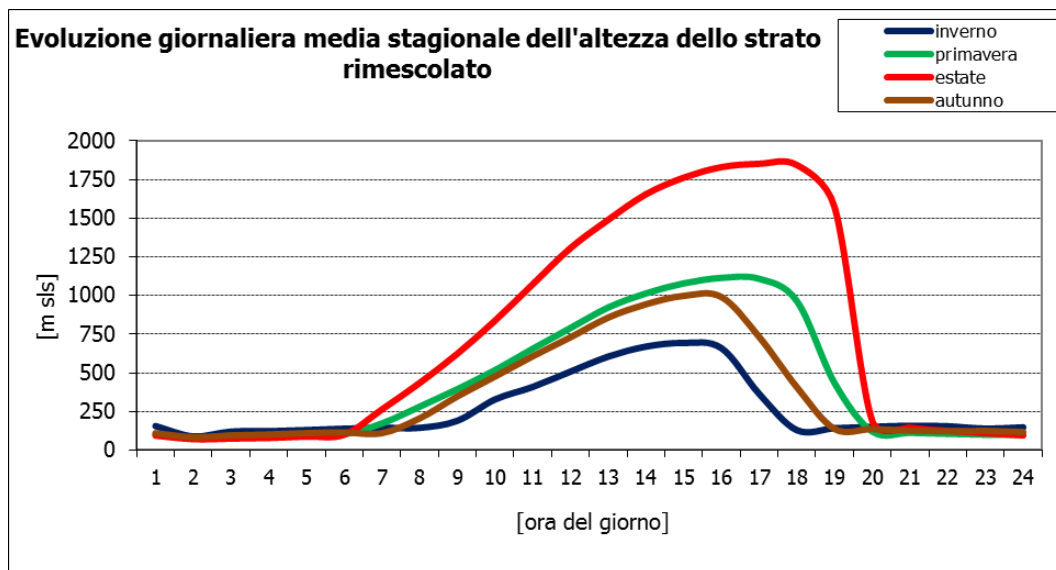


Figura 16 – Evoluzione stagionale giornaliera media dello strato rimescolato, anno 2013, ricostruzione WRF-CALMET.

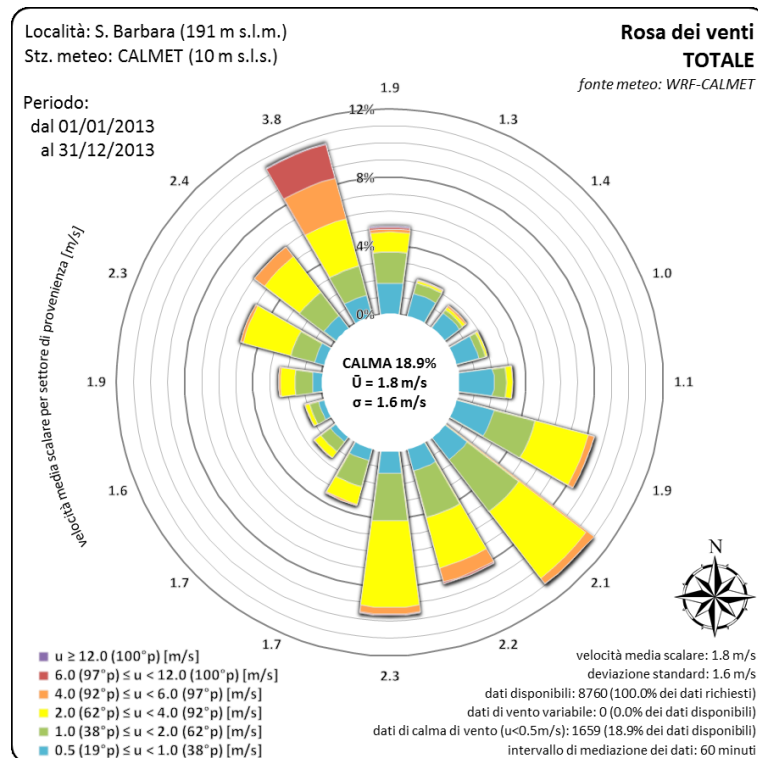


Figura 17 – Rosa dei venti a 10m (direzione di provenienza), anno 2013, ricostruzione WRF-CALMET.

6.3 Valutazione della qualità dell'aria esistente

I contributi alla qualità dell'aria delle attività oggetto di studio, stimati per via modellistica, si aggiungono in un ambiente in cui vi è già un esistente stato della qualità dell'aria. Al fine di compiere un corretto confronto con i limiti previsti dal D. Lgs. 155/2010, che disciplina il livello complessivo d'inquinanti presenti in atmosfera, è necessario quindi determinare tale stato pregresso della qualità dell'aria presente nel sito (detto anche livello di fondo).

I livelli di concentrazione di fondo nell'area sono stimati nel seguito in base alle registrazioni delle due stazioni di misura localizzate in Provincia e Comune di Arezzo:

1. Acropoli, stazione di Fondo Urbano, con misure di PM_{10} , $PM_{2.5}$ ed NO_x
2. Repubblica, stazione di Traffico Urbano, con misure di PM_{10} , NO_2 e CO

Tali postazioni costituiscono le stazioni della Rete Regionale di Rilevamento di ARPA Toscana rappresentative della Zona omogenea "Valdarno aretino e Valdichiana" cui appartiene il territorio in esame secondo l'allegato I della Deliberazione del Consiglio regionale 6 dicembre 2010, n. 1025 che riporta la suddivisione del territorio regionale in zone e agglomerati secondo l'art. 3 del D. Lgs. 155/2010 e nel rispetto dei criteri di cui all'appendice I dello stesso decreto.

Nella Tabella 15 si riportano i dati rilevati dalle centraline nell'anno 2013 tratte dalla pubblicazione ARPAT "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Regione Toscana, Anno 2013". In Figura 18 si riportano invece i grafici tratti dalla pubblicazione relativi al trend evolutivo delle registrazioni dal 2007 al 2013.

In merito al benzene, poiché tale inquinante assume importanza sostanzialmente nelle aree urbane, la stazione di rilevamento maggiormente prossima (ma rappresentativa di un contesto emissivo molto più gravoso) è quella di Firenze-Bassi, di fondo urbano, che nel periodo 2007-2013 ha rilevato concentrazioni medie annue tra i 1.9 ed i 2.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'analisi dei dati evidenzia una situazione caratterizzata sostanzialmente da un buon livello di qualità dell'aria in cui il principale parametro da monitorare, seppur entro i limiti di legge, è il numero di superamenti della soglia di concentrazione media giornaliera di PM_{10} .

In considerazione dei dati presentati, e delle caratteristiche del sito oggetto di studio, si assume pertanto che vi siano le seguenti attuali concentrazioni medie annuali:

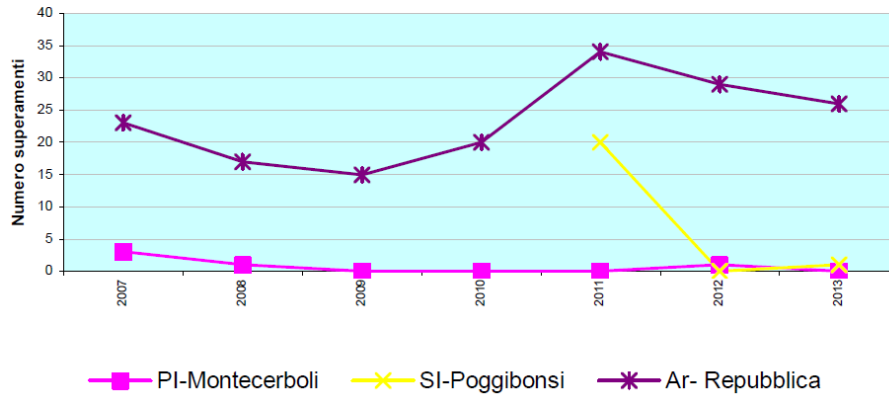
$$\begin{aligned} \text{PM}_{10} &= 24 \mu\text{g}/\text{m}^3 \\ \text{NO}_2 &= 20 \mu\text{g}/\text{m}^3 \\ \text{CO} &= 1.0 \text{mg}/\text{m}^3 \\ \text{C}_6\text{H}_6 &= 1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

Tabella 15 – Qualità dell'aria esistente nella Zona omogenea "Valdarno aretino e Valdichiana" (ARPAT)

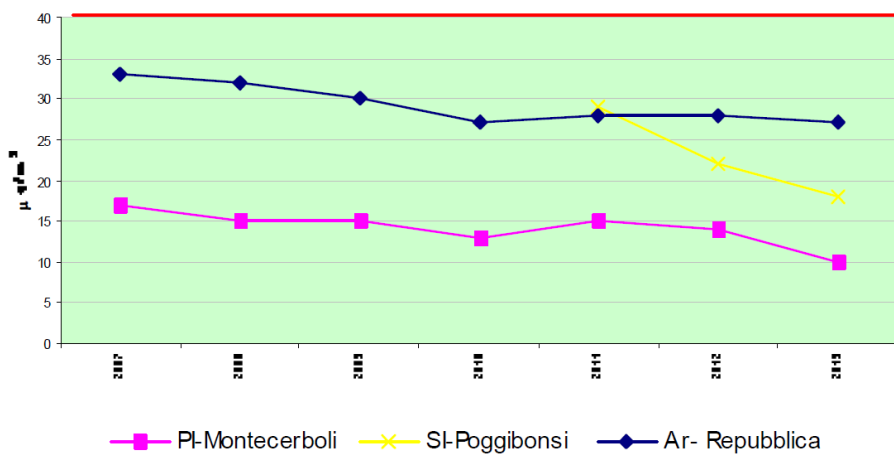
Stazione	Tipo	Inq.	Parametro	Valore Misura	Valore Limite	Parametro	Valore Misura	Valore Limite
AR Repubblica	UT	PM_{10}	N° medie giornaliere > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26	35	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24	40
AR Repubblica	UT	NO_2	N° massime medie orarie > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	18	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	39	40
AR Acropoli	UF	NO_2	N° massime medie orarie > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	18	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	40
AR Repubblica	UT	CO	Massima media giornaliera sulle 8 ore mg/m^3	3.2	10			

UT= Urbana Traffico, UF= Urbana Fondo, V.L.= Valore Limite

Trend PM10_Superamenti soglia 50 µg/m³ Zona Valdarno aretino e Zona Collinare



Trend PM10_Media annuali Zona Valdarno aretino e Zona Collinare



Trend NO2_Medie annuali_Zona Valdarno aretino e Val di Chiana

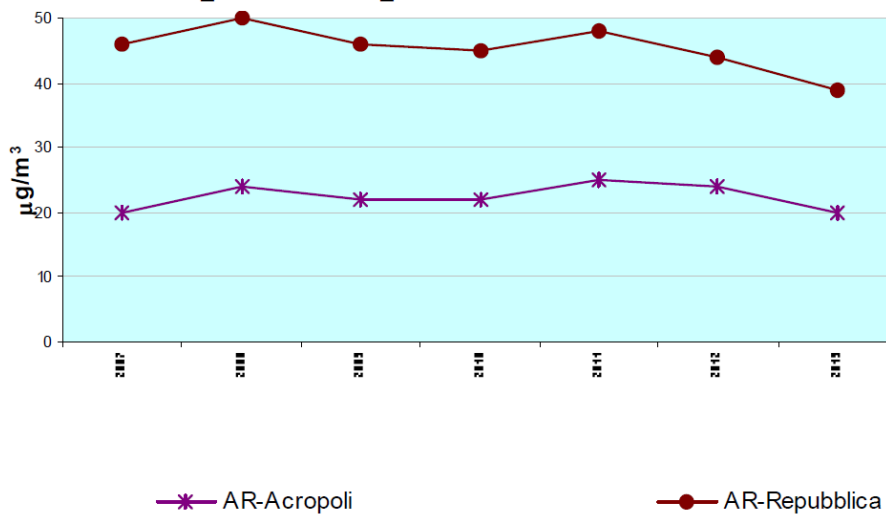


Figura 18 – Trend 2007-2013 della qualità dell’aria nella Zona omogenea “Valdarno aretino e Valdichiana” (ARPAT)

6.4 Risultati e confronto con i limiti di legge

Nel seguito si riportano le elaborazioni grafiche dei risultati prodotti dal modello ISC-ST3 per le sostanze per cui il vigente D. Lgs. 155/10 prevede valori limite riferiti alla salute umana. Le stime delle ricadute delle emissioni in termini di contributi alla qualità dell'aria sono presentate in termini di mappe di curve di isoconcentrazione per le seguenti statistiche di interesse normate dal citato decreto.

- PM_{10} – concentrazione media annua
valore limite: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- PM_{10} – concentrazione massima giornaliera
valore limite: consentiti fino a 35 superamenti per anno del valore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- CO - concentrazione massima giornaliera
valore limite massima giornaliera media su 8 ore: $10'000 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- NO_2 - concentrazione media annua
valore limite: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- NO_2 - concentrazione massima oraria
valore limite: consentiti fino a 18 superamenti per anno del valore di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- C_6H_6 – concentrazione media annua
valore limite: $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Si assume che l'emissione di ossidi d'azoto totali (NO_x), somma di monossido (NO) e biossido (NO_2) sia interamente costituita da NO_2 , inquinante d'interesse per la salute umana, oggetto delle valutazioni del presente studio, in modo da pervenire a una stima cautelativa.

Le seguenti figure, dalla Figura 19 alla Figura 24, riportano i risultati della simulazione in forma grafica. Ogni immagine mostra la mappa delle iso-concentrazioni al suolo per gli inquinanti e le statistiche d'interesse (concentrazione media annua e concentrazioni massime orarie o giornaliere). Le mappe riportano su base cartografica le aree sede di attività (poligoni neri) ed i percorsi stradali (linee marroni).

Poiché la simulazione assume che tutti i giorni dell'anno vi sia l'azione contemporanea ininterrotta di tutti i mezzi e macchine in tutte le aree, è ragionevole ritenere che i risultati costituiscano una stima cautelativa (per eccesso) delle ricadute che saranno effettivamente generate dal reale andamento delle attività.

E' opportuno considerare che le concentrazioni massime orarie e giornaliere riportate nelle mappe rappresentano l'inviluppo delle concentrazioni. In ogni punto si rappresenta pertanto il massimo valore della concentrazione stimata su tutto il periodo di simulazione senza tener conto dell'ora per cui essa è stimata.

In base alle stime modellistiche si può ritenere che monossido di carbonio, benzene non rappresentino parametri per cui si renda necessario un monitoraggio poiché presentano valori sostanzialmente nulli o non rilevabili.

Altrettanto non necessario appare il monitoraggio del biossido di azoto in quanto le concentrazioni attribuibili alle attività appaiono significativamente inferiori sia al valore di riferimento in termini di concentrazione media annua sia al valore soglia per il conteggio di uno dei 18 superamenti consentiti dalla legge per la concentrazione media oraria.

Le polveri inalabili (PM_{10}), non superano il valore di riferimento previsto dalla normativa sulla qualità dell'aria ambiente per la concentrazione media annua ove applicabile e, soprattutto, in corrispondenza dei ricettori (unità residenziali o siti industriali) dove i livelli si mantengono significativamente inferiori al valore limite di $40 \mu g/m^3$.

La distribuzione spaziale delle concentrazioni evidenzia che il contributo del traffico veicolare necessario al trasporto del materiale è sostanzialmente secondario rispetto alle polveri potenzialmente generate dai mezzi e macchinari nelle aree di attività.

La concentrazione media giornaliera di PM_{10} è il parametro di maggiore attenzione secondo le stime modellistiche. Per tale parametro esse individuano alcune aree, identificate in rosso in Figura 20, in cui è possibile che si verifichi un superamento della concentrazione media giornaliera di $50 \mu g/m^3$. Tuttavia, poiché:

- la vigente normativa consente il verificarsi di 35 superamenti per anno di tale valore soglia;
- che l'accadimento del singolo superamento dipende dall'intensità delle attività in concomitanza del verificarsi delle condizioni meteorologiche più sfavorevoli (giornate secche con forti venti)
- che tali aree di possibile accadimento di 1 superamento sono sostanzialmente coincidenti con le aree di cantiere e ne superano in generale i confini per distanze inferiori a 100-200 m, non interessando recettori;
- che l'ipotesi di simultaneità delle attività in tutte le aree di cantiere è estremamente cautelativa;

è ragionevole ritenere che il controllo di tale parametro possa essere efficacemente ottenuto mediante l'adozione/intensificazione di protocolli comportamentali ed azioni di mitigazione (come ad esempio, la riduzione delle attività, l'aumento della bagnatura, la copertura di cumuli e superfici) durante l'accadimento di condizioni meteorologiche che generino evidenti fenomeni di emissioni di polveri.

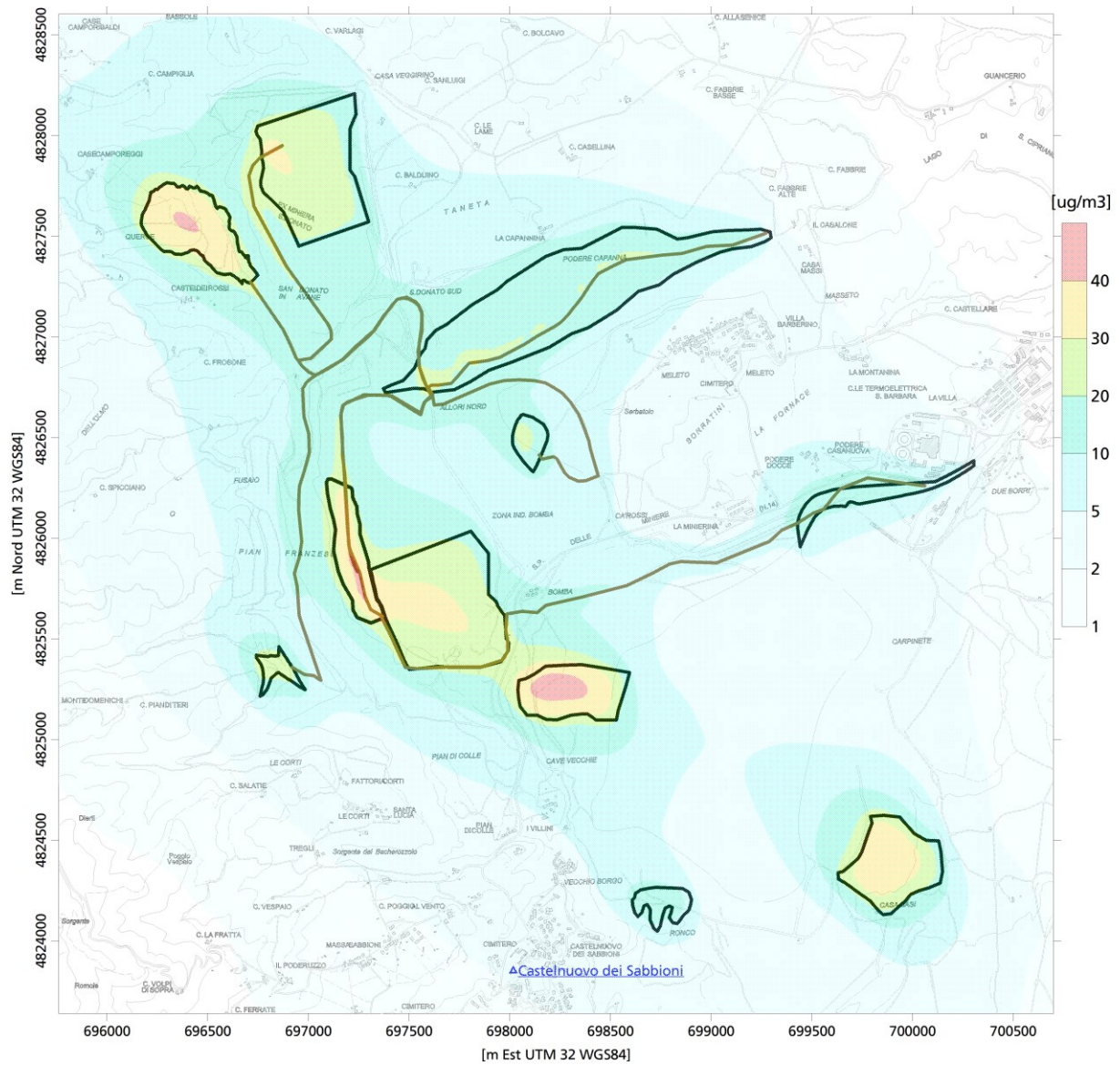


Figura 19 – PM₁₀, Concentrazione media annua [µg/m³]

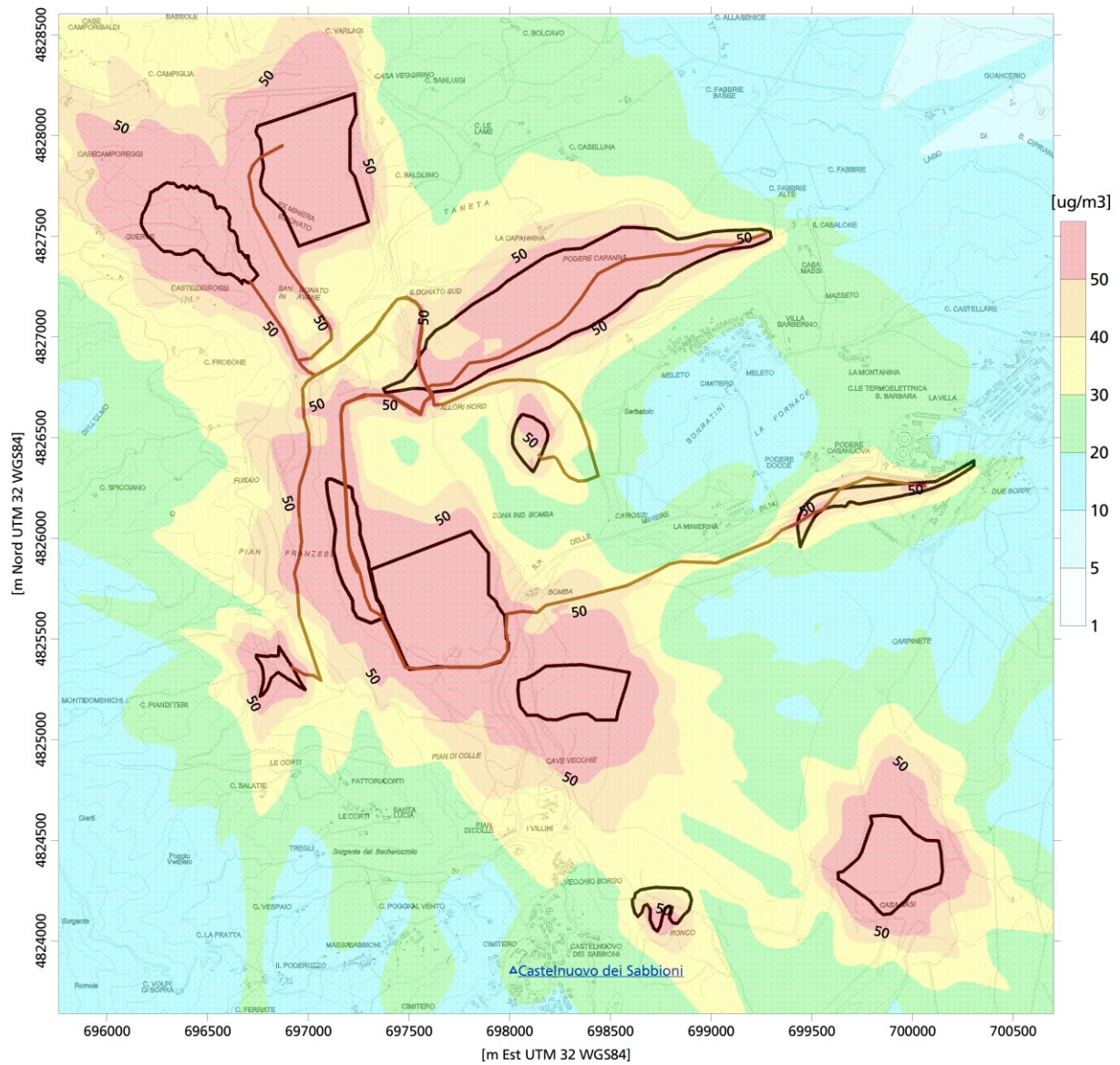


Figura 20 – PM₁₀, Concentrazione massima giornaliera (inviluppo) [µg/m³]

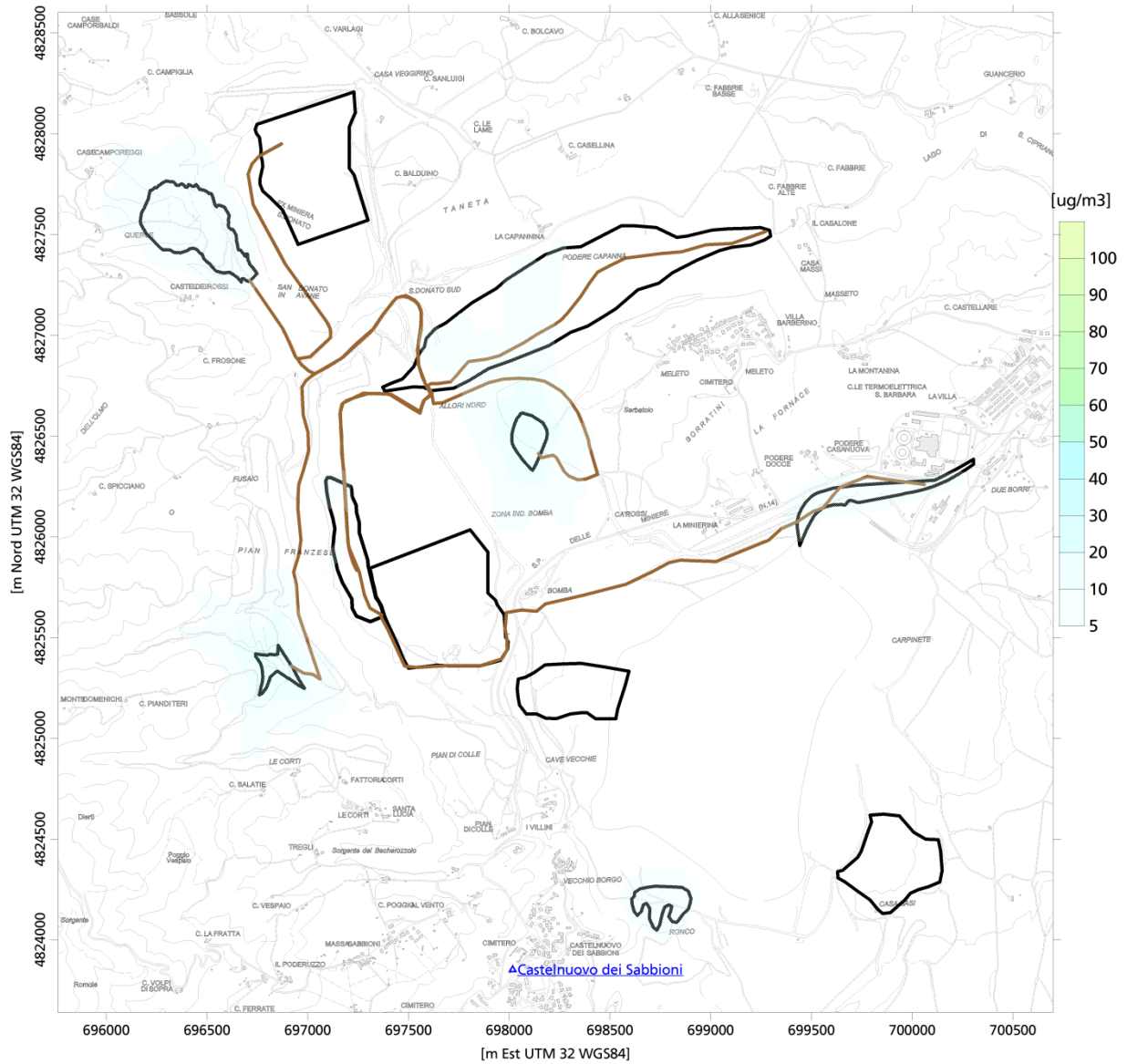


Figura 21 – CO, Concentrazione massima giornaliera (involuppo) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

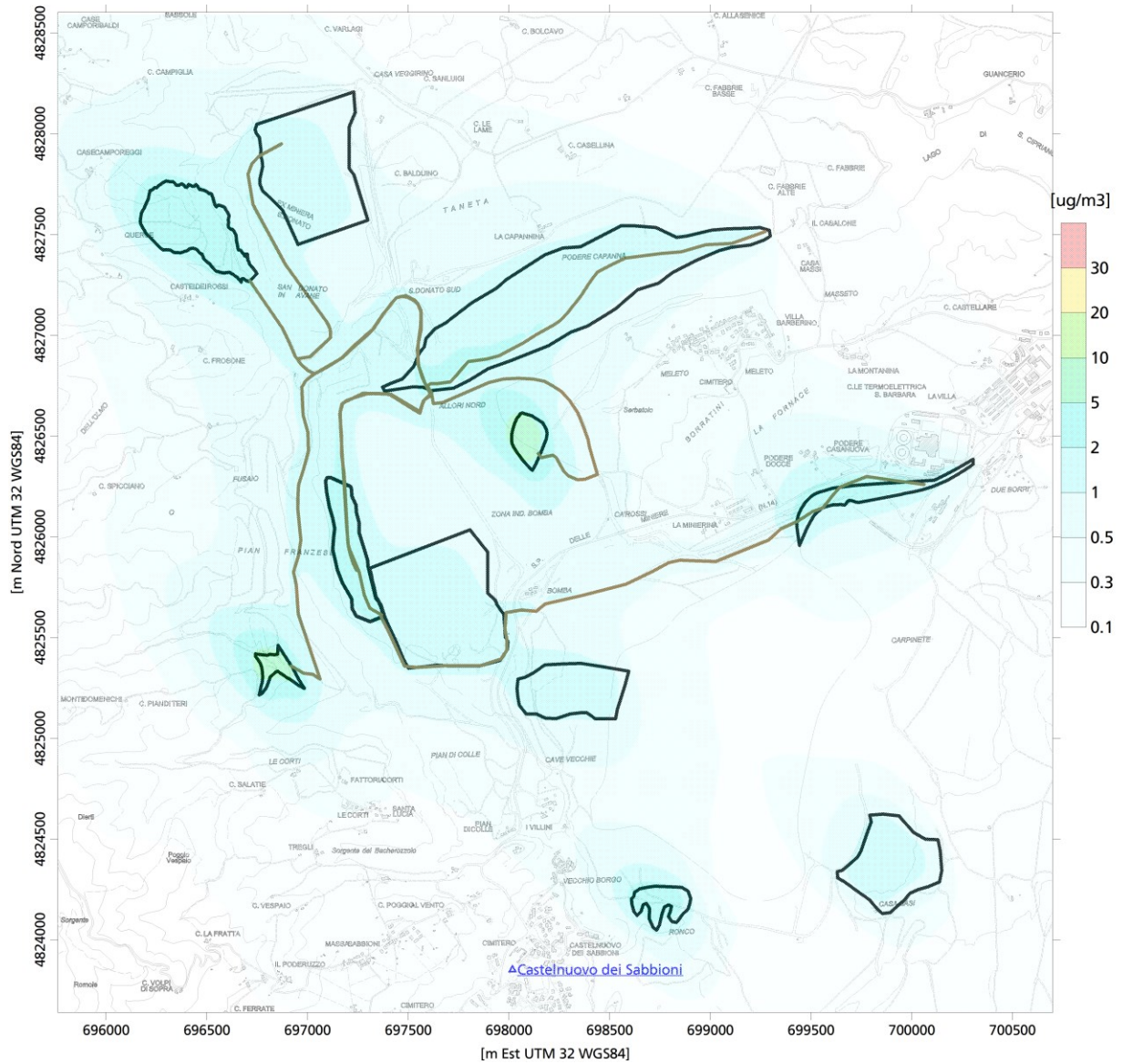


Figura 22 – NO₂, Concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

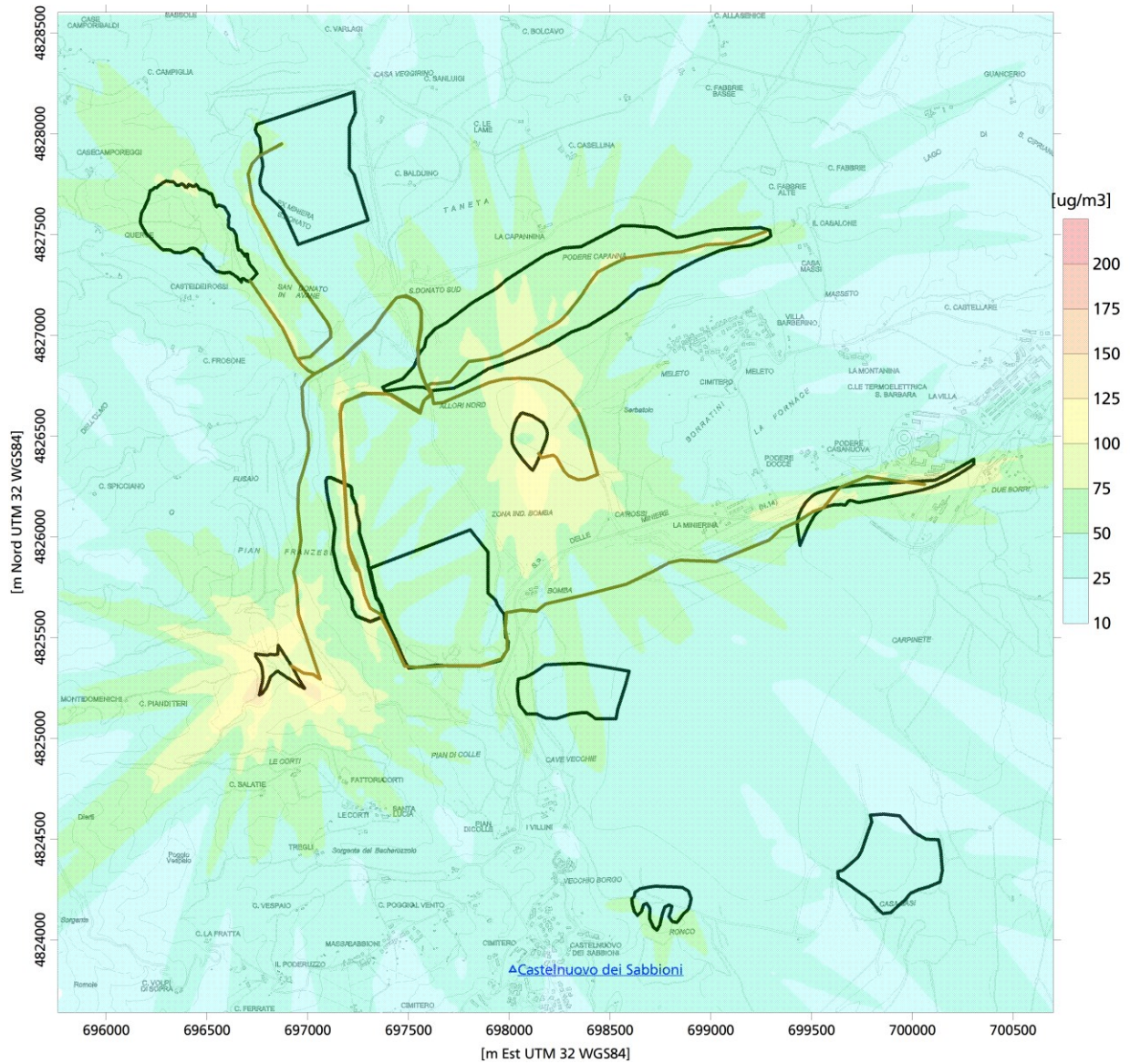


Figura 23 – NO₂, Concentrazione massima oraria (inviluppo) [μg/m³]

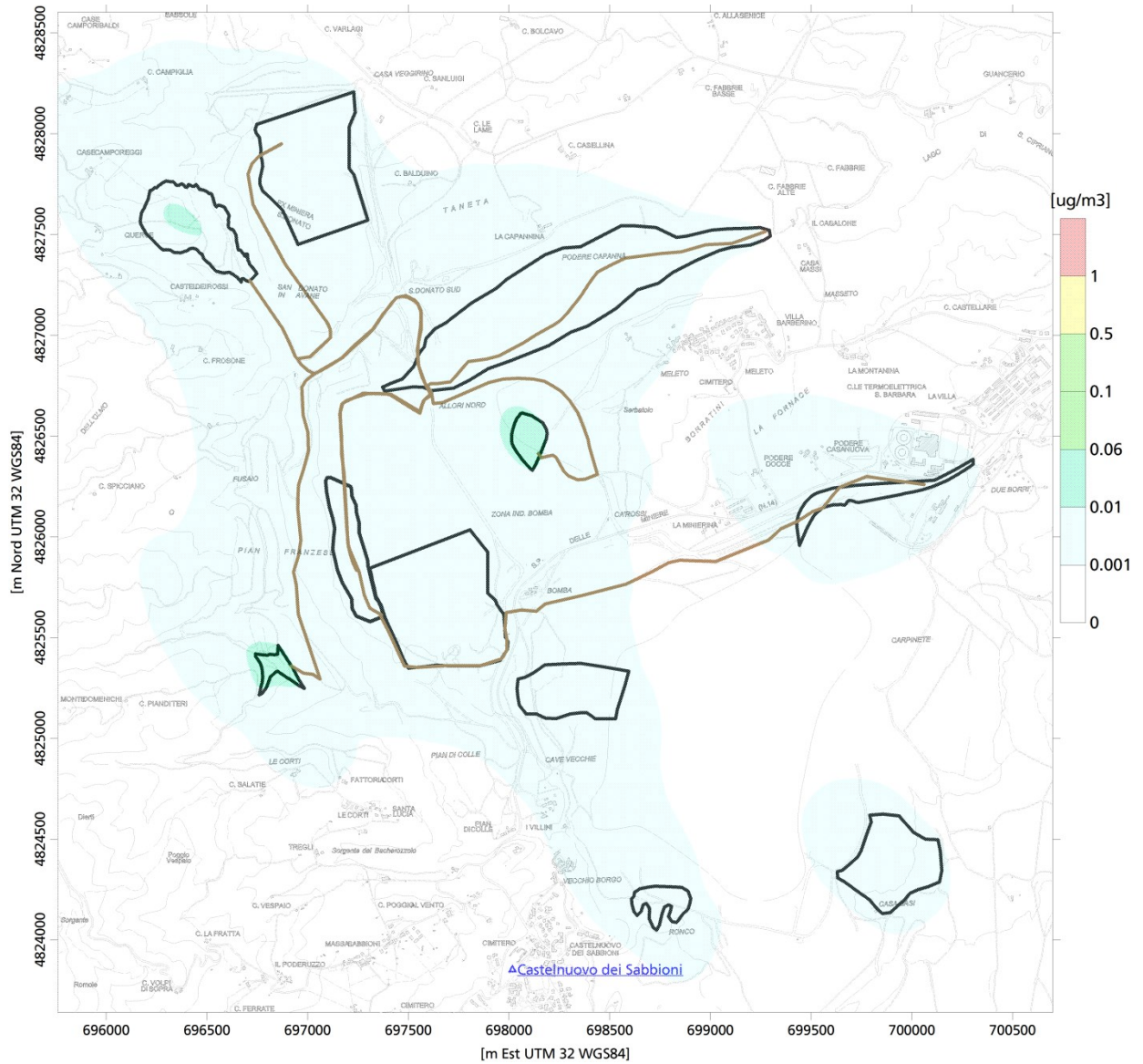


Figura 24 – Benzene, Concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

7 INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI

I risultati esposti al capitolo precedente consentono di valutare i potenziali impatti generati dalle attività oggetto del presente studio come complessivamente contenuti e conformi ai limiti normativi. Al fine di ottenere nel reale svolgimento del cantiere effetti pari o migliori a quelli presentati è opportuno prevedere l'adozione di azioni e buone pratiche di esecuzione finalizzate a contenere al massimo le possibili alterazioni ambientali durante lo svolgimento delle attività.

In merito al trasporto dei materiali sarà opportuno predisporre un piano di periodica umidificazione e pulizia delle piste al fine di limitare la presenza di materiale depositato potenzialmente risolleavabile dal transito dei mezzi. L'importanza e la frequenza di tali interventi dovrà essere proporzionale alla durata di periodi secchi. I mezzi di trasporto dovranno viaggiare a velocità limitata e con copertura completa del carico.

I macchinari dovranno operare secondo le buone pratiche, limitando manovre brusche e oscillazioni dei carichi, minimizzando l'altezza di rilascio del materiale e rimuovendo eventuali sversamenti di materiale a terra durante la fase di carico dei camion.

Le lavorazioni potranno essere rallentate o interrotte durante periodi di eccezionale ventosità.

8 CONCLUSIONI

Le stime condotte consentono di ritenere che gli interventi in oggetto produrranno all'esterno delle aree sede di attività di cantiere una perturbazione non significativa sull'attuale stato della qualità dell'aria esistente, che, nella zona, è monitorata in continuo dalla stazione di Castelnuovo dei Sabbioni.

Biossido di azoto, monossido di carbonio e benzene presentano valori sostanzialmente nulli o non rilevabili. Anche le polveri inalabili PM_{10} , non superano i valori di riferimento previsti dalla normativa sulla qualità dell'aria ambiente ove applicabili e in particolare in corrispondenza dei ricettori (unità residenziali o siti industriali). L'elemento cui prestare maggiore attenzione è la polverosità indotta durante le attività di scavo/movimentazione, che si ritiene possa essere efficacemente controllata mediante l'adozione di protocolli comportamentali specifici, o mediante l'intensificazione delle azioni di mitigazione già previste nell'esercizio ordinario del cantiere durante l'accadimento di condizioni meteorologiche che generino evidenti fenomeni di emissioni di polveri.

9 BIBLIOGRAFIA

AEAT, 2002. *"Speciation of UK emissions of non-methane volatile organic compound"*

ARPAT, 2013. *"Relazione Annuale Sullo Stato Della Qualità Dell'aria Nella Regione Toscana Anno 2013"*

ARPAT, 2009. *"Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" Allegato 1 parte integrante e sostanziale della DGP 213-09.*

CESI, 2014. *"Risposta alle prescrizioni e raccomandazioni inerenti la caratterizzazione e gestione delle terre e rocce da scavo di provenienza interna all'area mineraria".* Protocollo B4014668.

DECRETO LEGISLATIVO 13 agosto 2010, n. 155 *"Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"*.

EMEP/ EEA Copert IV.

EMEP/EEA Atmospheric Emission Inventory Guidebook.

US-EPA Air Pollution emission factors compilation. AP-42.